

ASTRA
polytechnic
member of ASTRA

p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 13 NOMOR 1 | JUNI 2022

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polman.astra.ac.id

Email : editor.technologic@polman.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polman.astra.ac.id

Email : editor.technologic@polman.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 13 No. 1, Edisi Juni 2022.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2022 kali ini berisi 14 manuskrip dan ada perubahan nama institusi penerbit dari Politeknik Manufaktur Astra menjadi Politeknik Astra.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami doakan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan semakin menurunnya kasus pandemic Covid-19. Kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PERUBAHAN <i>MATERIAL HANDLING</i> UNTUK MENGURANGI WAKTU TRANSPORTASI <i>LINE BLASTING (GROWELL) - PAINTING</i> DI PT YMI	1
Nensi Yuselin, Nungky Wahyuningsih	
IMPLEMENTASI <i>METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)</i> PADA MESIN FSF HONING CHANNEL 8 DI PT SKFI	7
Heri Sudarmaji, Rizki Akbar	
PERANCANGAN <i>DIE HANDLING UNIT</i> UNTUK DIPASANGKAN PADA <i>STACKER</i> DI CV KARYA HIDUP SENTOSA	13
Ghifara Alif Pribadi , Adi Pamungkas	
MENURUNKAN WAKTU PROSES <i>DANDORI</i> PADA MESIN <i>VACUUM FORMING</i> DENGAN METODE DMAIC DI AREA PRODUKSI <i>PLANT 3 PT. LAKSANA TEKHNIK MAKMUR</i>	19
Eduardus Dimas Arya Sadewa, Ferdinan Wijaya	
DETEKSI DINI IDENTIFIKASI INSIDEN PADA KEJADIAN ANOMALI PERANGKAT LUNAK DENGAN SISTEM PENDETEKSI ANOMALI PERANGKAT LUNAK STUDI KASUS DI ASTRA LIFE	25
Sasmito Budi Utomo, Mela Hidayah, dan Noer Lisna Anjani	
ANALISIS PENGGUNAAN LAMPU <i>LIGHT EMITTING DIODE (LED)</i> PADA AREA <i>BASEMENT</i> DI GEDUNG MENARA ASTRA	31
Rahayu Budi Prahara dan Jonathan Hanslim	
PENGEMBANGAN METODE PEMBELAJARAN <i>PROJECT BASED LEARNING (PBL)</i> UNTUK MENINGKATKAN UNJUK KERJA MAHASISWA DALAM MEMBUAT PRODUK DI PRODI TEKNIK PRODUKSI DAN PROSES MANUFAKTUR - POLITEKNIK ASTRA	37
Rohmat Setiawan, Heri Sudarmaji, Danny Wicaksono, Nicholas Ego Guarsa, Muhamad Nur Andi W., dan Faratiti Dewi Audensi	
RANCANG BANGUN VOLTMETER EKONOMIS BERBASIS ANDROID DENGAN KALIBRASI OPEN CIRCUIT VOLTAGE DENGAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK APLIKASI SISTEM MONITORING BATERAI PADA KENDARAAN ELEKTRIK	43
Elroy FKP Tarigan Leo Setiawan, Andreas Edi	
PERANCANGAN ALAT ANGKAT MOBIL (<i>CAR LIFT</i>) MENGGUNAKAN SISTEM LENGAN DAN SILINDER HIDROLIK DENGAN <i>ANGLE OF ATTACK 90°</i>	49
Andreas Edi Widyardono, Yohanes Pembabtis Agung Purwoko, Elroy FKP Tarigan, Wanda, Stevanus Brian Kristianto, Lukyawan Pama Deprian, Renita Dewi	

PERANCANGAN <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> (BI) <i>DASHBOARD</i> SEBAGAI ALAT PENDUKUNG KEPUTUSAN PT. XYZ	54
Edwar Rosyidi, Septiayu Nuraini	
PEMBANGUNAN APLIKASI E-RECRUITMENT SATUAN PENGAMANAN (SATPAM) PT SIGAP PRIMA ASTREA	60
Ayu Safitri, Suhendra, Fauziah Eka Damayanti	
PEMBUATAN ALAT BANTU PENGETESAN TORQUE CONVERTER TIPE WA600-3 PADA AREA HDYRAULIC TEST BENCH DI PT UTR JAKARTA	64
Vuko T Manurung, Ihsan Ihwanudin, Yohanes Tri Joko Wibowo	
MODIFIKASI DESAIN GRIPPER DAN PEMBUATAN SISTEM INTERLOCK UNTUK MENGURANGI REJECT PADA PRODUKSI SHROUDFAN DI MESIN 1060-5	69
Suhartinah , Agus Ponco Putro, Hadiyan Sabri	
PERANCANGAN MEKANISASI PANEN TANAMAN BATANG RUMPUT DENGAN PEMOTONG TIPE SIRKULAR MENGGUNAKAN PEMODELAN INVENTOR®	75
Brim Ernesto Kacaribu, Mochamad Safarudin	

PERUBAHAN *MATERIAL HANDLING* UNTUK MENGURANGI WAKTU TRANSPORTASI *LINE BLASTING* (GROWELL) - *PAINTING* DI PT YMI

Nensi Yuselin¹, Nungky Wahyuningsih²

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta, Indonesia

E-mail : nensi.yuselin@polman.astra.ac.id¹, nungkywn08@gmail.com²

Abstrak--PT YMI perusahaan yang bergerak dibidang otomotif dengan memproduksi *disc brake* dan *muffler* untuk *two wheel* dan *four wheel*. *Disc brake* merupakan salah satu komponen pengereman yang banyak dijumpai karena memiliki sejumlah keunggulan dibanding rem tromol. Salah satunya adalah kemampuan menjaga temperatur kerja yang tidak terlalu tinggi. Dengan begitu pengereman bisa lebih stabil[1]. Urutan kerja proses pembuatan *disc brake* terdapat proses *Blasting* yang bertujuan untuk membersihkan produk dari kontaminasi seperti karat, tanah, cat, minyak, dan kontaminasi lainnya. Setelah proses *blasting*, urutan kerja selanjutnya yaitu proses *painting* yang bertujuan untuk melindungi dari kerusakan permukaan dan menambah estetika produk. Salah satu cara untuk mempermudah pengerjaan maka harus dilakukan *Material Handling* dari *Line Blasting* ke *line painting*. Proses transportasi masih dilakukan secara manual yaitu dengan cara *man power* yang mendorong kereta ke area *semi finish good*. Proses transportasi *line blasting* (Growell) membutuhkan waktu yaitu 51,65 menit. Menurut penulis waktu transportasi cukup tinggi oleh karena itu penulis melakukan penelitian dan perbaikan dengan perubahan *Material Handling* dengan *belt-conveyor*. Setelah perbaikan dilakukan dan dievaluasi didapatkan waktu siklus berkurang sebanyak 13,46 % dari 51,65 menit ke 45 menit.

Kata Kunci: *disc brake*, manual, *Material Handling*, *belt conveyor*, *man power*.

I. PENDAHULUAN

PT YMI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur suku cadang otomotif dengan memproduksi *disc brake* dan *muffler*. *Disc brake* yang dihasilkan hanya untuk kendaraan roda dua (*two wheel*), sedangkan produksi *muffler* dikhususkan untuk kendaraan roda dua (*two wheel*) dan juga kendaraan roda empat (*four wheel*). PT YMI memiliki Departemen Process Engineering *Disc brake* (PEDB) sebagai sebuah departemen yang memastikan proses produksi berjalan lancar dengan melakukan perbaikan-perbaikan teknis (*improvement*). Dalam pembagian tugasnya, PEDB dibagi menjadi dua yaitu *disc brake 1* dan *disc brake 2*, dimana masing-masing mengawasi 3 *line* produksi secara berurutan yaitu Press, HFPQ (*Heating, Forming, Press, Quenching*), *Machining, Blasting, Painting*, dan *Grinding*. Penulis melakukan penelitian di Departemen PEDB (*disc brake 2*) di area *Line Blasting*. Pada area *Blasting* (Growell) proses *Material Handling* dilakukan secara manual oleh *man power*. Hal ini menyebabkan waktu yang diperlukan cukup lama dan kurang efisien. Selain itu, biaya produksi yang diperlukan juga tinggi. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Perubahan *Material Handling* Untuk Mengurangi Waktu Transportasi *Line Blasting* (Growell) – *Painting* PT YMI”.

Penelitian sebelumnya adalah Analisis Perancangan Sistem *Material Handling* dengan Mempertimbangkan Risiko Bahaya pada PG Rejo Agung Baru yang di tulis oleh Onie Cahya Judha, Dr. Ir. Sri Gunani Partiwati, MT., Arief Rahman, ST, M.Sc yang memaparkan dengan mengubah *Material Handling* dari lori dan *conveyor* adalah total kebutuhan pekerja dapat diturunkan yang semula 22 orang menjadi 9 orang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metode DMAIC

Metode DMAIC (*DEFINE, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan suatu proses yang bertujuan untuk melakukan peningkatan terus menerus sampai target *Six Sigma*^[2]. Masing-masing langkah pada metode DMAIC memiliki pengertian sendiri dan alat bantu sendiri.

- 1) *Define*, pada tahap ini dilakukan identifikasi secara jelas terhadap *problem* yang dihadapi dan memetakan proses kegiatan untuk memahami masalah yang juga berguna untuk memilih alternatif tindakan untuk memecahkan masalah dan merumuskan tolak ukur atau parameter keberhasilan *project* yang dipilih
- 2) *Measure*, merupakan langkah pengumpulan data yang bertujuan untuk menetapkan standar kinerja

tujuan dari tahap ini secara objektif menetapkan dasar-dasar perbaikan.

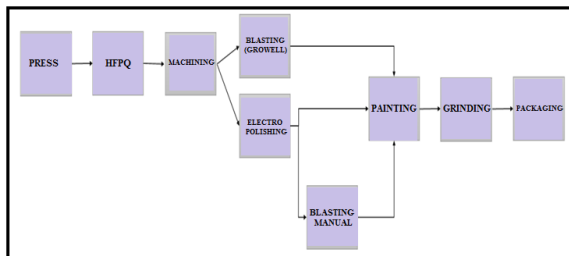
- 3) *Analyze*, pada tahap ini dilakukan beberapa hal, antara lain menentukan prioritas perbaikan, mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan dari suatu proses. Salah satu alat bantu dalam tahap ini yaitu *why-why analysis*.
- 4) *Improve*, setelah mendapat akar permasalahan, tahap selanjutnya adalah melakukan tindakan perbaikan terhadap permasalahan tersebut dengan melakukan pengujian serta percobaan agar solusi tersebut optimal sehingga dapat bermanfaat dalam penyelesaian masalah yang dialami.
- 5) *Control*, tujuan dari tahapan *control* adalah untuk menetapkan standarisasi serta mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut dalam jangka panjang dan mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi di kemudian hari ataupun ketika ada pergantian proses, tenaga kerja maupun pergantian manajemen.

2.2. DEFINE

2.2.1 Flow process Disc brake

Pembuatan *disc brake* melalui beberapa proses dari proses *press* sampai proses *packaging* sehingga menjadi sebuah produk *finish good* dan siap dikirim ke *customer*.

Berikut *flow process disc brake*:

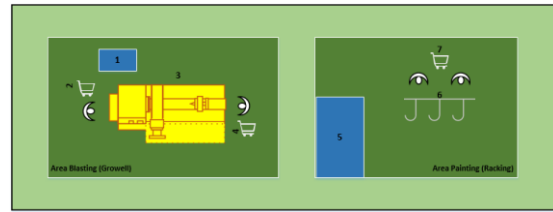


Gambar 1. *Flow process Disc brake*

Dari gambar diatas dapat dilihat tahapan proses pembuatan *disc brake* yang ada di PT. YMI.

2.2.2 Layout Area Blasting (Growell) – Painting

Berikut adalah tata letak di area *Blasting (Growell) – Painting*.



Gambar 2. *Layout Line Blasting (growell)-painting*

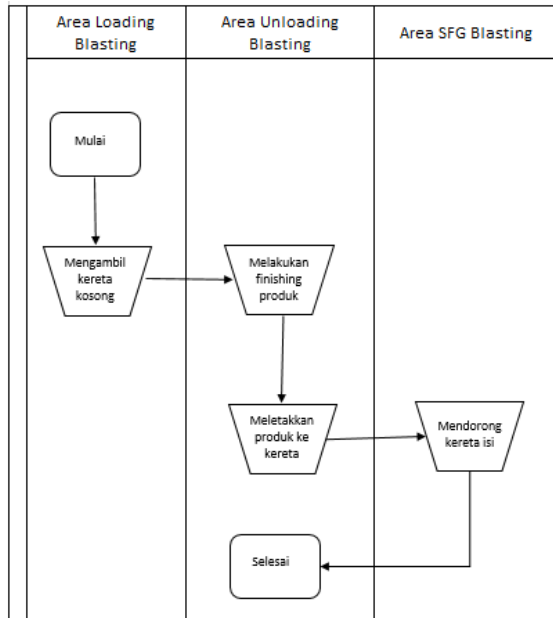
Tabel 1. *Layout Area Blasting (Growell) – Painting*

Keterangan	
1	Area WIP <i>blasting</i>
2	Kereta produk (<i>loading</i>)
3	Mesin <i>Blasting</i>
4	Kereta produk (<i>unloading</i>)
5	Area SFG <i>blasting</i>
6	Overhead <i>conveyor</i>
7	Kereta produk (<i>painting</i>)

Gambar 2 merupakan *layout Line Blasting (growell)* dan *painting (racking)*. Pada *Line Blasting–painting* terdapat 4 *man power* yang masing-masing 2 *man power* mengerjakan proses *Blasting* dan 2 *man power* lainnya mengerjakan proses *racking painting*. *Jobdesk* utama dari masing-masing operator tersebut yaitu:

- (1) Melakukan proses *loading* produk di *Line Blasting*
- (2) Melakukan proses *unloading* produk di *Line Blasting*
- (3) Melakukan proses *racking* produk di *linepainting*
- (4) Melakukan proses *racking* produk dan mengganti *hanger* ketika ganti model di *linepainting*.

2.2.3 Flow Chart Proses Pekerjaan Material Handling



Gambar 3. Flowchart proses kerja Material Handling

- A. Mengambil Kereta Kosong
Pada awal proses, operator mengambil kereta kosong dari area *loading Blasting* yang akan digunakan untuk meletakkan produk yang sudah selesai diblasting.
- B. Melakukan *Finishing* Produk
Operator melakukan *Finishing* produk dengan cara membersihkan sisa pasir yang masih menempel di bagian produk.
- C. Meletakkan Produk ke Kereta
Setelah produk selesai dibersihkan, produk diletakkan kedalam kereta dan disusun sesuai kebutuhan sesuai kapasitas kereta.
- D. Mendorong kereta Isi
Kereta yang sudah diisi produk dengan kapasitas yang sesuai, kemudian didorong ke area *semi finish good Blasting* untuk dilakukan proses selanjutnya.

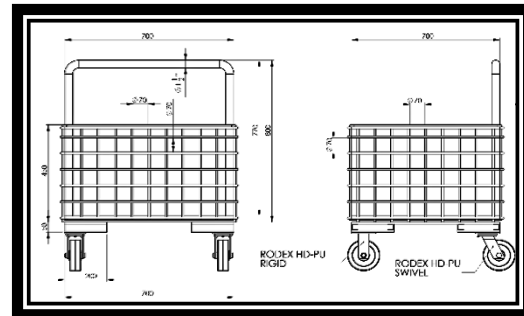
2.2.4 Cycle time Tiap Elemen Kerja

Tabel 2. Cycle time proses kerja Material Handling

Cycle time (s)	
Mengambil Kereta Kosong	14
Finishing Produk	1152
Meletakkan Produk ke Kereta	842
Mendorong Kereta Isi	33
Total	2041

Proses *Material Handling* dari *Line Blasting* ke *linepainting* memiliki 4 (empat) elemen kerja yaitu mengambil kereta kosong, melakukan *Finishing* produk, meletakkan produk ke kereta, dan mendorong kereta isi. Sesuai dengan tabel di atas, diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses *Material Handling* adalah 2041 detik.

Cycle time yang diambil oleh penulis ialah *cycle time* untuk sekali proses *Material Handling* (satu kereta). Proses *Material Handling* dari *Line Blasting* ke *painting* rata-rata sebanyak 3-4 kali per hari, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *Material Handling* per hari rata-rata sebesar 6123 – 8164 detik. Data *cycle time* di atas merupakan data rata-rata dari 30 data *cycle time* yang telah diambil penulis.



Gambar 4. Kereta WIP disc brake

2.2.5 Material Handling (Alat Transportasi)

Material Handling atau dapat disebut juga sebagai alat transportasi pengangkut komponen adalah alat yang digunakan untuk menunjang proses *supply* komponen dari satu *line* ke *lainnya*. *Material Handling* yang digunakan untuk mensuplai komponen dari *Line Blasting* ke *linepainting (racking)* adalah jenis kereta *Work in Process (WIP)*, dengan kapasitas kereta yang berbeda disesuaikan dengan tipe komponen.

Seperti pada gambar di atas, kereta yang digunakan untuk *semi finish good Blasting (growell)* adalah kereta dengan bentuk seperti *trolley*. Kereta tersebut memiliki ukuran 700 mm x 700 mm x 450 mm. kapasitas yang dimiliki kereta tersebut yaitu 900 pcs untuk ukuran produk $\phi 220 \pm 0.5$ mm dan 400 pcs untuk ukuran produk $\phi 256 \pm 0.5$ mm. Dalam penggunaannya, kereta ditarik secara manual dengan tangan pada kerangka sisi bagian belakang.

2.2.6 Analisa Sebab Akibat

Dari seluruh data yang telah diolah dan dianalisa sesuai dengan kondisi yang ada, maka penulis melakukan analisa masalah dengan menggunakan metode *why-why analysis* guna menemukan akar penyebab permasalahan.

Tabel 3. *Why-why analysis*

Masalah	Why 1	Why 2	Why 3
Waktu <i>Material Handling</i> di <i>Line Blasting-painting</i> terlalu tinggi	Sumber daya yang dibutuhkan untuk melakukan <i>Material Handling</i> cukup besar	Proses <i>Material Handling</i> masih didorong secara manual oleh operator	<i>Component handling</i> masih menggunakan kereta

2.2.7 Rencana Perbaikan

Setelah melakukan *why-why analysis* didapat rencana perbaikan guna menurunkan waktu *Material Handling* di *Line Blasting – painting*.

Tabel 4. Metode 5W +1H

What	Mengubah <i>component handling</i> yang digunakan agar proses <i>Material Handling</i> lebih efisien
Why	Untuk mengurangi waktu dan biaya <i>Material Handling</i>
Where	<i>Line Blasting (Growell) - Painting (Racking)</i>
When	Sampai 30 Juni 2021
Who	Nensi, Nungky, Team Engineering Disc brake
How	Mengubah <i>component handling</i> menggunakan <i>belt-conveyor</i>

III. HASIL DAN DISKUSI

Berikut adalah hasil dari rencana perbaikan yang telah ditentukan.

3.1. Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku diperhitungkan karena seorang operator dalam melakukan pekerjaannya pasti membutuhkan waktu khusus untuk keperluannya. Waktu khusus yang dimaksud adalah waktu longgar (*allowance*). Dalam *allowance* ini terdapat kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh operator diluar jam produksi, misalnya untuk beristirahat, kebutuhan personal, dan juga kegiatan diluar schedule. Berikut adalah perhitungan waktu baku pekerjaan *Material Handling*.

3.1.1. Waktu Normal

Tabel 5. Faktor Penyesuaian

Faktor Penyesuaian	Penyesuaian	Lambang	Kelas
Keterampilan	+ 0,03	C2	Good
Kondisi Kerja	+ 0,05	C1	Good
Usaha	+ 0	D	Average
Konsistensi	+ 0	D	Average

$$WN = WS \times (1 + P)$$

$$WN = 2041 \times (1 + 0,08)$$

$$WN = 2205 \text{ detik}$$

3.1.2. Waktu Baku

Tabel 6. *Fatigue Allowance*

Faktor	Kondisi	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)
Tenaga Yang Dikeluarkan	Berat	Mengayun palu yang berat	25
Sikap Kerja	Berdiri Di atas Dua Kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	2,5
Gerakan Kerja	Normal	Ayunan bebas dari palu	0
Kelelahan Mata	Pandangan Terus Menerus dengan Fokus Berubah-Ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	2
Keadaan Temperature	Normal	22-28 C	5
Keadaan Atmosfir	Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)	3
Keadaan Lingkungan Yang Baik	Siklus Kerja Berulang-Ulang Antara 5-10 Detik		1
Kebutuhan Pribadi	Pria		2
Total			40,5%

$$WB = WN \times (1 + A)$$

$$WB = 2205 \times (1 + 0,405)$$

$$WB = 3099 \text{ detik}$$

3.2. Perhitungan *Cycle time* Belt-Conveyor

Dalam proses *blasting*, untuk mempermudah pengerjaan operator terdapat *conveyor* di dalam mesin *Blasting* yang saat ini digunakan. Produk diletakkan ke atas *conveyor* dengan posisi sejajar membentuk sebuah baris. Setiap baris akan memuat 3 pcs produk dengan *cycle time* tiap baris 9 detik. Untuk *cycle time* dari *belt-conveyor* akan mengikuti *cycle time conveyor* yang sudah terpasang pada mesin *Blasting* (*growell*) karena berdasarkan usulan penulis *belt-conveyor* akan dipasang menyatu dengan mesin *Blasting* (*growell*). Perhitungan *cycle time* lebih detail akan dijabarkan dibawah ini.

Diketahui :

Cycle time = 9 s / baris

1 baris = 3 pcs produk

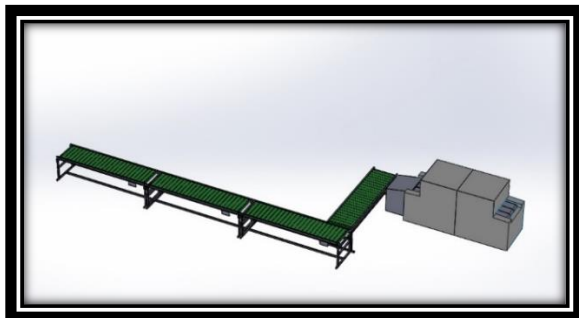
Kapasitas kereta = 900 pcs produk

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Cycle time Belt-Conveyor} &= 900 \text{ pcs} : 3 \\ &= 300 \text{ baris} \times 9 \text{ s/baris} \\ &= \mathbf{2700 \text{ s / kereta}} \end{aligned}$$

3.3. Usulan Mengubah *Material Handling*

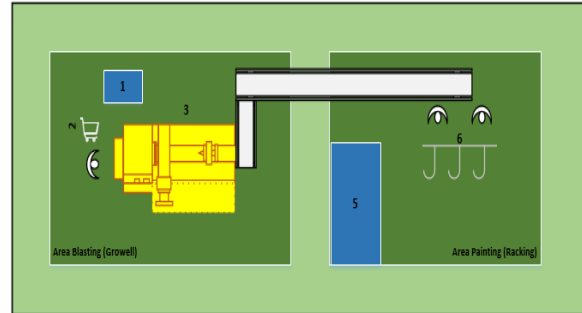
Setelah menganalisa kondisi yang ada dan mencari akar masalah menggunakan strategi *why why analysis*, penulis menemukan bahwa penyebab dari tingginya *cycle time* proses *Material Handling* di *Line Blasting* (*growell*)-*painting* adalah proses yang masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu penulis mengusulkan mengubah *component handling* kereta *WIP disc* menjadi *belt-conveyor* seperti dibawah ini.



Gambar 5. *Belt-Conveyor*

Belt-conveyor yang diusulkan merupakan *belt-conveyor* dengan jenis *belt wiremesh*. Pemilihan belt seperti ini dikarenakan pada saat produk melewati *conveyor*, terdapat proses pembersihan produk dari sisa pasir *Blasting* menggunakan *air spray* yang terpasang pada atas dan bawah *conveyor*. Ketika

proses ini, diharapkan pasir sisa dapat terbuang kebawah *conveyor*. Oleh karena itu, penulis mengusulkan menggunakan *belt wiremesh* yang terdapat lubang-lubang kecil disepanjang permukaan *belt* agar sisa pasir dapat terbuang kebawah melalui lubang tersebut. Dimensi *conveyor* yang diusulkan penulis yaitu 1478 x 88 x 89,2 cm. Berikut Layout setelah perbaikan dapat dilihat di gambar di bawah ini.



Gambar 6. Layout setelah perbaikan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa setelah diubahnya *Material Handling* pada *Line Blasting* (*growell*)-*painting* dapat menurunkan waktu siklus *Material Handling* sebesar 13,46 % dari 51,65 menjadi 45 menit. Dengan adanya perbaikan ini, operator di *line blasting* (*growell*) juga berkurang 1 orang sehingga hanya tersisa 1 operator.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prastya, Mada. 2022. 5 Jenis Dan Fungsi Rem Kendaraan, Mobil Maupun Motor <https://www.carmudi.co.id/journal/5-jenis-dan-fungsi-rem-kendaraan-mobil-maupun-motor/> diakses pada 24 Maret 2022 pukul 08.45
- [2] Nasution, M. N. 2005. Manajemen Mutu Terpadu. Bogor. Ghalia Indonesia.
- [3] Judha , Onie Cahya, Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT., Arief Rahman, ST, M.Sc. 2015. Analisis Perancangan Sistem *Material Handling* dengan Mempertimbangkan Risiko Bahaya pada PG Rejo Agung Baru, JURNAL TEKNIK ITS Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [4] Indonesia, P. E. 4 Desember 2013. *Data Antropometri*. Retrieved 4 Juli, 2020, from Antropometri Indonesia. https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri
- [5] Anonim. 30 Mei 2012. *Why Why Analysis: Menemukan Akar dari Suatu Masalah*. Retrieved 15 April, 2020, from Shift Indonesia:

- <http://shiftindonesia.com/why-why-analysis-menemukan-akar-dari-suatu-masalah/>
- [6] Kusnadi, E. 11 Desember 2009. *Definisi - Definisi Waktu Untuk Industri*. Retrieved 7 April , 2020, from Eris Kusnadi: <https://eriskusnadi.com/2009/12/11/definisi-definisi-waktu-untuk-industri/>
- [7] Suhdi. 31 Januari 2009. *Pengukuran Waktu Kerja Produksi*. Retrieved 15 April , 2020, from WordPress: <https://suhdi.wordpress.com/2009/01/31/pengukuran-waktu-kerja-produksi/>
- [8] Putri, D. K. 2005. *Pengukuran Waktu Kerja*. Retrieved 9 April , 2020, from Gunadarma.ac.id:<http://dian.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/3665/PENGUKURAN++WAKTU+KERJA.pdf>
- [9] Ngaliman, B., & Yanto. 2017. *Buku Ergonomi (Dasar-Dasar Studi Waktu & Gerakan Untuk Analisis & Perbaikan Sistem Kerja)*. Yogyakarta: CV

IMPLEMENTASI *METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)* PADA MESIN FSF HONING CHANNEL 8 DI PT SKFI

Heri Sudarmaji¹, Rizki Akbar²

Program Studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur,
Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Politeknik Astra, Jakarta
E-mail : heri.sudarmaji@polman.astra.ac.id¹, rizky.akbar098@gmail.com²

Abstrak-- *Changeover* atau biasa dikenal dengan *dandori* adalah suatu kegiatan yang tidak diharapkan namun sangat diperlukan dalam suatu operasi manufaktur. Karena keberadaannya yang tidak bisa dihilangkan dalam suatu proses manufaktur, maka setiap perusahaan selalu berusaha untuk menekan waktu *dandori* seminimal mungkin, salah satunya dengan menerapkan metode *Single Minute Exchange of Dies (SMED)*. Sebagai perusahaan yang memproduksi berbagai jenis bearing, hampir setiap hari PT SKFI melakukan aktivitas *changeover* untuk memenuhi permintaan *customer*. Pada *department engineering*, khususnya *resetting engineering*, selalu memberikan hasil terbaik dalam setiap pekerjaan *changeover* baik *changeover* internal maupun eksternal. Pada *changeover* internal terdapat *improvement plan engineering 2021*, khususnya pada *changeover* di *channel 8*, ditemukan waktu *changeover* internal yang masih cukup lama pada mesin FSF Honing. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mereduksi waktu *changeover* internal sebesar 42%. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode SMED, dimulai dari tahap observasi secara langsung untuk mendapatkan data *changeover* di mesin FSF Honing. Data yang diperoleh dianalisa untuk memisahkan setup internal dan eksternal. Selanjutnya mengubah setup internal menjadi eksternal untuk mereduksi waktu *changeover* di mesin FSF Honing. Setelah mendapatkan waktu yang telah direduksi. Proses selanjutnya yaitu merampingkan kembali aktivitas internal yang dapat membantu mengurangi waktu *changeover* internal di mesin FSF Honing. Berikutnya yaitu membuat standarisasi baru untuk proses *changeover* internal di mesin FSF Honing *channel 8*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu waktu *changeover* internal berkurang dari 120 menit menjadi 69 menit atau turun sebanyak 43,6 % atau melampaui target yang telah ditentukan. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat menurunkan waktu *changeover* internal menjadi lebih efisien di mesin FSF Honing *channel 8*.

Kata Kunci: SMED, *changeover*, *dandori*, waktu setup

I. PENDAHULUAN

PT SKFI merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai jenis bearing seperti kendaraan roda dua, roda empat dan mesin produksi. PT SKFI terus berupaya meningkatkan produksi berbagai jenis bearing, Seperti bearing tipe 6203, 6205, 6007 pada *channel 8* yang diharapkan dapat memenuhi permintaan baik dari OEM (*Original Equipment Manufacture*) maupun AM (*After Market*). Proses produksi di PT SKFI dalam satu *channel* memiliki berbagai jenis bearing, dimana setiap harinya perlu dilakukan *changeover* pada saat pergantian jenis bearing, sesuai jadwal produksi pada hari tersebut. Proses *changeover* yaitu proses penggantian dan penyiapan *tooling* mesin untuk memproduksi jenis bearing yang satu ke jenis lainnya. Proses *changeover* yang ada di PT SKFI terbagi menjadi dua, yaitu *changeover* eksternal dan internal. *Changeover* eksternal adalah proses penyiapan *tooling* sebelum proses *changeover* internal. *Changeover* internal adalah proses penggantian *tooling* yang dilakukan di mesin sebelum memproduksi jenis bearing satu ke jenis yang lainnya.

Proses *changeover* internal memiliki waktu yang berbeda setiap mesin, dan salah satu yang terbesar terjadi pada mesin FSF *channel 8* dengan jumlah mesin terbanyak 4 buah dalam satu *channel*, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk proses *changeover* internal. Setiap proses *changeover* internal tersebut dilakukan oleh 1 operator untuk 2 mesin FSF. Dikarenakan proses pemasangan *tooling* dan *chuck* pada mesin FSF masih tergolong lama, sehingga salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mereduksi waktu yang dibutuhkan saat melakukan *changeover* internal atau mengkonversinya menjadi *changeover* eksternal agar dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin dengan pendekatan metode SMED (*Single Minute Exchange of Dies*).

Dengan mengubah *changeover* internal menjadi *changeover* eksternal dan menurunkan atau mengurangi elemen kegiatan *changeover* internal maka akan terjadi penurunan waktu proses *changeover*. Pada penelitian sebelumnya di perusahaan manufaktur komponen kendaraan bermotor, metode SMED dapat menurunkan waktu

ganti model sebesar 51% dan meningkatkan produktifitas produksi komponen sebesar 2,3%.^[1]

II. METODE PENELITIAN

Metode SMED memiliki kaitan erat dengan aktifitas setup. Aktifitas *setup* yang umumnya dilakukan di dunia industri dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Melakukan persiapan, *adjustment* setelah proses, pengecekan material, peralatan sebelum proses berlangsung, membersihkan dan mengembalikan peralatan kerja ke kondisi semula, dan lain-lain.
2. Memasang dan melepaskan komponen lain selesai digunakan lalu menata dan merapikannya kembali untuk proses setup selanjutnya.
3. Mengukur, setting dan mengkalibrasi mesin, peralatan pada saat proses berlangsung, seperti melakukan centering, dimensioning, mengukur temperatur atau pressure.
4. Melakukan trial dan *adjustments*, pada tahap ini trial dan adjustments dilakukan setelah proses setting dan kalibrasi mesin, sehingga mendapatkan contoh produk setelah diproses, masuk dalam kategori OK atau NG.

Hal pertama yang harus dilakukan sebelum menerapkan metoda SMED adalah melakukan pendataan aktifitas-aktifitas yang dilakukan oleh operator saat pergantian model sesuai klasifikasi yang sudah dijelaskan. Kemudian, setelah tabel data waktu *changeover* diperoleh, dilakukan analisa sesuai tahapan SMED, yang meliputi:

- a) *Step 1 (Separating Internal and External Setup)* yang merupakan kegiatan mengidentifikasi dan memisahkan setup internal dan eksternal,
- b) *Step 2 (Converting Internal to External Setup)* yaitu kegiatan mengkonversi kegiatan internal menjadi eksternal, dan terakhir
- c) *Step 3 (Streamlining All Aspects of the Setup Operation)* atau perampingan kembali semua kegiatan *changeover*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Setting Changeover Channel 8

Berikut data waktu *changeover* di *channel 8* yang ditampilkan dalam bentuk tabel. Tabel-tabel berikut ini menunjukkan rincian elemen kerja pada aktifitas *changeover* pembuatan bearing tipe 6203, 6205, dan 6007. Pada tabel-tabel tersebut semua elemen kerja, baik internal maupun eksternal dimasukkan dalam tabel dan belum dilakukam pemilahan. Secara berturut-turut data waktu *changeover* ditampilkan pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 1. Data Waktu *Changeover* Tipe 6203

Tool Change Step	Process Study	Process: Changeover Tools	Product: Bearing Tipe 6203					Observer: Rusli Akbar	Date Time: Januari s.d Mei 2021	Page 1/1
			OPERATOR							
Work Element		1	2	3	4	5	Repeatable	Machine Cycle Time	Notes	
Memeriksa Cover		1	1	1	1	2				
Memeriksa Holder		3	4	4	4	3				
Memeriksa Clamping		2	3	4	3	3				
Memeriksa Silinder		2	2	3	4	2				
Memeriksa Chuck		3	3	5	3	3				
Memeriksa Holding Plate		1	2	1	1	1				
Cleaning Area Braking Plate		1	1	2	1	1				
Prasang Holding Plate		1	2	2	1	2				
Kerjasama Per-setting		5	5	5	5	5				
Memeriksa Tooling Lama		13	10	12	14	12				
Prasang Tooling Baru		12	15	10	14	10				
Setting Shoe		22	20	25	22	22				
Memeriksa kar Channel		5	6	5	6	5				
Prasang Chuck		3	4	3	5	3				
Setting Holding Plate		2	3	3	3	3				
Prasang Lader		2	3	3	3	3				
Setting Lader		6	5	5	5	5				
Memeriksa Lader		1	2	2	1	2				
Prasang Regrad		2	1	2	2	2				
Proses Regrad		3	3	4	3	3				
Lepas Regrad		2	2	3	3	3				
Prasang Silinder		2	3	2	2	2				
Setting Lubriding Silinder		4	3	3	4	4				
Prasang Clamping		3	3	3	3	3				
Setting Bearing Clamping		5	4	4	5	4				
Prasang Holder		2	2	2	3	2				
Memeriksa Stone		1	2	1	1	2				
Prasang Cast Stone		2	2	3	2	2				
Setting Lubridasi		4	5	5	5	5				
Setting Lader		4	6	4	4	4				
Setting Akhir Loading Handling		2	3	3	2	3				
Tump Cover		2	1	1	2	1				
Total							126			

Pada tabel 1, terlihat bahwa kegiatan *changeover* pada *bearing* tipe 6203 memerlukan waktu 126 menit. Waktu terlama adalah 22 menit pada kegiatan *setting shoe*, 12 menit saat melepaskan tooling lama, dan 10 menit saat pasang tooling baru.

Tabel 2. Data Waktu *Changeover* Tipe 6205

Tool Change Step	Process Study	Process: Changeover Tools	Product: Bearing Tipe 6205					Observer: Rusli Akbar	Date Time: Januari s.d Mei 2021	Page 1/1
			OPERATOR							
Work Element		1	2	3	4	5	Repeatable	Machine Cycle Time	Notes	
Memeriksa Cover		1	2	3	4	2				
Memeriksa Holder		2	4	4	2	2				
Memeriksa Clamping		2	4	3	2	2				
Memeriksa Silinder		2	2	3	4	2				
Memeriksa Chuck		3	2	2	3	3				
Memeriksa Holding Plate		2	1	2	1	1				
Cleaning Area Braking Plate		1	2	1	2	1				
Prasang Holding Plate		2	1	2	1	1				
Kerjasama Per-setting		4	5	4	4	5				
Memeriksa Tooling Lama		10	10	10	10	10				
Prasang Tooling Baru		12	15	12	13	12				
Setting Shoe		20	20	24	20	20				
Memeriksa kar Channel		5	4	5	5	7				
Prasang Chuck		3	3	3	5	4				
Setting Holding Plate		4	2	4	4	4				
Prasang Lader		1	1	1	2	3				
Setting Lader		3	4	3	5	3				
Memeriksa Lader		1	2	1	3	1				
Prasang Regrad		3	3	4	3	3				
Proses Regrad		3	2	3	2	3				
Lepas Regrad		1	2	1	2	3				
Prasang Silinder		3	3	2	4	3				
Setting Lubriding Silinder		4	2	3	2	2				
Prasang Clamping		5	4	4	5	4				
Setting Bearing Clamping		2	2	2	2	4				
Prasang Holder		1	2	1	1	2				
Memeriksa Stone		1	2	1	1	2				
Prasang Cast Stone		2	2	3	2	2				
Setting Lubridasi		5	4	4	3	4				
Setting Lader		5	6	4	3	3				
Setting Akhir Loading Handling		2	2	2	2	2				
Tump Cover		2	1	1	1	2				
Total							115			

Tabel 2 menjelaskan bahwa waktu *changeover* pada *bearing* tipe 6205 adalah 115 menit dengan waktu terlama 20 menit pada saat *setting shoe*, pasang tooling baru 12 menit dan melepaskan tooling lama 10 menit.

Tabel 3. Data Waktu *Changeover* Tipe 6007

Tool Change Step	Process Study	Process: Changeover Tools	Product: Bearing Tipe 6007					Observer: Rusli Akbar	Date Time: Januari s.d Mei 2021	Page 1/1
			OPERATOR							
Work Element		1	2	3	4	5	Repeatable	Machine Cycle Time	Notes	
Memeriksa Cover		1	2	3	1	1				
Memeriksa Holder		2	2	4	3	2				
Memeriksa Clamping		3	4	4	4	4				
Memeriksa Silinder		3	2	3	3	2				
Memeriksa Chuck		4	4	2	2	4				
Memeriksa Holding Plate		3	3	1	2	2				
Cleaning Area Braking Plate		1	2	1	1	2				
Prasang Holding Plate		3	2	3	1	3				
Kerjasama Per-setting		4	4	4	3	5				
Memeriksa Tooling Lama		13	14	15	14	14				
Prasang Tooling Baru		10	15	10	13	10				
Setting Shoe		22	18	20	18	18				
Memeriksa kar Channel		4	5	4	5	7				
Prasang Chuck		4	5	5	5	4				
Setting Holding Plate		3	2	3	4	3				
Prasang Lader		1	2	1	2	3				
Setting Lader		2	2	3	2	3				
Memeriksa Lader		1	2	1	1	1				
Prasang Regrad		3	3	4	3	2				
Proses Regrad		2	3	3	2	3				
Lepas Regrad		2	2	3	2	3				
Prasang Silinder		4	4	4	3	4				
Setting Lubriding Silinder		3	2	3	2	2				
Prasang Clamping		5	4	4	5	4				
Setting Bearing Clamping		2	2	2	1	2				
Prasang Holder		2	2	1	1	1				
Memeriksa Stone		1	2	1	1	1				
Prasang Cast Stone		1	2	1	1	1				
Setting Lubridasi		4	3	4	4	3				
Setting Lader		4	2	4	3	2				
Setting Akhir Loading Handling		3	3	2	3	2				
Tump Cover		2	2	1	2	1				
Total							123			

Tabel 3 menunjukkan bahwa waktu *changeover* pada *bearing* tipe 6007 adalah 123 menit. Waktu terlama terjadi pada aktifitas *setting shoe* selama 18 menit, melepaskan tooling lama 14 menit, dan pasang tooling baru selama 10 menit.

Metode Pengambilan data waktu pada tabel di atas diambil dengan kaidah dari buku “Kaizen Express: Fundamentals for Your Lean Journey” halaman 111 karangan dari Toshiko Narusawa, yang merupakan turunan dari buku TPS (Toyota Production System).^[4]

Pengambilan data tersebut dilakukan pada bulan Januari s/d bulan Mei 2021 dengan rentang waktu shift 1 (07.30 s/d 16.30), menggunakan stopwatch dan dicatat di lembar pengamatan waktu *changeover* di *channel 8*.

3.2 Analisa Kondisi Yang Ada

Dalam aktivitas pekerjaan *changeover* yang terjadi di mesin FSF honing *channel 8*, dari hasil observasi lapangan ditemukan aktivitas produktif dan aktivitas yang kurang produktif, aktivitas tidak produktif tersebut yang akan dilakukan pendekatan menggunakan metode *Single-Minute Exchange of Dies (SMED)* untuk mereduksi waktu *changeover* agar lebih efisien.

Tabel 4. Hasil Observasi

No	Work Station	Deskripsi Aktivitas	Mesin	Waktu (menit) & Tipe			Waktu rata-rata Ketiga tipe (menit)	SMED Activity
				6303	6305	6607		
1		Membuka Cover		1	2	1	1	
2		Melepaskan Holder		4	2	2	2	
3		Melepaskan Clamping		3	3	4	3	
4		Melepaskan Silinder		2	2	3	2	
5		Melepaskan Chuck		3	3	4	3	
6		Melepaskan Bakang Plate		1	1	3	1	
7		Cleaning Area Bakang Plate		1	2	1	2	
8		Pasang Bakang Plate		2	1	3	2	
9		Kerangka Presetting		5	4	4	4	4
10		Melepaskan Tooling Lama		12	10	14	13	13
11		Pasang Tooling Baru		10	12	10	10	10
12		Setting Shoe		22	20	18	20	20
13		Kembali Ke Channel		5	5	4	5	5
14		Pasang Chuck		3	5	5	5	
15		Setting Bakang Plate		2	4	3	3	
16		Pasang Index		3	1	2	2	
17		Setting Index		5	3	2	3	
18		Melepaskan Index		2	1	1	1	
19		Pasang Regrad		2	3	2	2	
20		Proses Regrad		3	3	3	3	
21		Lepas Regrad		3	2	2	3	
22		Pasang Silinder		2	3	4	3	
23		Setting Unloading Silinder		4	3	4	4	
24		Pasang Clamping		2	2	2	2	
25		Setting Bearing Clamping		4	4	4	4	
26		Pasang Holder		2	2	2	2	
27		Melapas Stone		2	1	1	1	
28		Pasang Cuan Stone		2	1	3	2	
29		Setting Index		5	4	4	4	
30		Setting Lekasi		4	3	2	3	
31		Setting Jalar Loading Headling		3	2	3	3	
32		Tutup Cover		1	1	2	2	
				Jumlah (menit)			120	81
				Hasil persentase target (%)				42.00%

Dari tabel hasil observasi dapat diketahui terdapat 5 aktivitas yang dapat dilakukan pendekatan menggunakan metode SMED. Dapat diketahui bahwa nilai aktivitas yang akan direduksi sebesar 42% untuk satu kali *changeover* mesin FSF honing. Nilai 42% didapatkan dari perhitungan data sebagai berikut:

Nilai 42% didapatkan dari :

$$\frac{\text{Waktu SMED Activity} \times 100\%}{\text{Waktu Rata - rata}} = \text{Waktu yang harus di reduksi (\%)}$$

Analisa kondisi yang di dapat berdasarkan data di atas dan kondisi lapangan yaitu:

- 1) Kegiatan kembali keruangan presetting untuk mengganti tooling lama dengan yang baru serta melakukan setting shoe dan kembali ke *channel* untuk proses memasang *chuck* pada mesin pada saat waktu *changeover* internal masih kurang

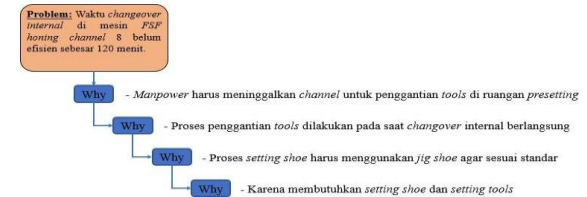
efisien, dikarenakan aktivitas *manpower* yang harus meninggalkan *channel* untuk pergantian *tools* dan setting shoe pada saat *changeover* internal sedang berlangsung.

- 2) Aktivitas melepas *tools* lama dan memasang *tools* baru yang masih kurang efisien dikarenakan proses dilakukan pada saat *changeover* internal berlangsung, sehingga waktu *changeover* internal menjadi lama.
- 3) Pergantian shoe yang dilakukan secara manual dan perlu setting *tools* sebelum dibawa kembali ke *channel*, membutuhkan waktu yang cukup lama.

IV. ANALISA DATA DAN IMPLEMENTASI

4.1 Why Analysis

Dari diagram 5 *why analysis* di atas dapat diketahui bahwa masalah utama dari lamanya waktu *changeover* di mesin FSF honing yaitu karena adanya waktu yang terbuang oleh aktivitas *man power* yang harus kembali keruangan presetting untuk mengganti *tools* dan *setting shoe*, serta proses kembali ke *channel* untuk memasang *chuck* dan aktivitas tersebut dilakukan secara internal. Maka waktu *changeover* tersebut harus direduksi dan dieliminasi.



Gambar 1. Why Analysis Masalah Utama

4.2 Analisa Target S.M.A.R.T

Hasil dari analisa kondisi yang ada, target yang akan dicapai yaitu mereduksi waktu 42% dari 120 menit waktu yang belum efisien saat proses *changeover* di mesin FSF honing *channel 8*. Penulis menggunakan analisa SMART untuk penetapan target yang akan dicapai.

Tabel 5. Target S.M.A.R.T

Specific	Mereduksi waktu <i>changeover</i> di mesin FSF honing <i>channel 8</i>
Measurable	Waktu <i>changeover</i> turun sebesar 42% dari 120 menit
Attainable	Target dapat dicapai dengan menggunakan metode SMED
Relevant	Loss time <i>changeover</i> yang tinggi
Timebase	Januari - Juni 2021

4.3 Perhitungan Target *Changeover*

Perhitungan target *changeover* yang dilakukan sesuai dengan analisa SMART.

Tabel 6. Perhitungan Target yang Harus Dicapai

Target :	42%
Waktu <i>changeover</i> 1 mesin FSF :	120 menit = 7200 detik
Maka :	Waktu yang harus di <i>reduce</i> 7200 detik x 42%
	3000 detik = 50 menit

Dari perhitungan di atas maka target yang harus dicapai yaitu *reduce* 50 menit untuk *changeover* 1 mesin FSF honing.

4.4 Penerapan metode SMED (Single Minute Exchange Dies)

A. Step 1 (*Separating Internal and External Setup*)

Data yang ada pada step ini didapatkan dengan cara meninjau langsung ke lapangan untuk mengetahui kegiatan apa saja yang dilakukan pada saat proses *changeover* berlangsung, setelah mengetahui kegiatan yang dilakukan lalu mencatatnya.

Berikut list aktivitas dan waktu yang dibutuhkan untuk *changeover* mesin FSF honing *channel* 8.

Tabel 7. Pemisahan Proses Internal dan Eksternal di Mesin FSF

Changeover FSF Honing Channel 8		Tipe 6203		Tipe 6205		Tipe 6007	
No	Uraian Kerja	Internal (menit)	Eksternal (menit)	Internal (menit)	Eksternal (menit)	Internal (menit)	Eksternal (menit)
1	Membuka Cover	1		2		1	
2	Melepaskan Holder	4		2		2	
3	Melepaskan Clamping	3		3		4	
4	Melepaskan Silinder	2		2		3	
5	Melepaskan Chuck	3		3		4	
6	Melepaskan Baking Plate	1		1		3	
7	Cleaning Area Baking Plate	1		2		1	
8	Pasang Baking Plate	2		1		3	
9	Keruangan Presetting	5		4		4	
10	Melepaskan Tooling Lama	12		10		14	
11	Pasang Tooling Baru	10		12		10	
12	Setting Shoe	22		20		18	
13	Kembali Ke Channel	5		5		4	
14	Pasang Chuck	3		5		5	
15	Setting Baking Plate	2		4		3	
16	Pasang Index	3		1		2	
17	Setting Index	5		3		2	
18	Melepaskan Index	2		1		1	
19	Pasang Regrind	2		3		2	
20	Proses Regrind	3		3		3	
21	Lepas Regrind	3		2		2	
22	Pasang Silinder	2		3		4	
23	Setting Unloading Silinder	4		3		4	
24	Pasang Clamping	2		2		2	
25	Setting Bearing Clamping	4		4		4	
26	Pasang Holder	2		2		2	
27	Melepas Stone	2		1		1	
28	Pasang Ganti Stone	2		1		3	
29	Setting Isolasi	5		4		4	
30	Setting Lokasi	4		3		2	
31	Setting Jalur Loading Handling	3		2		3	
32	Tutup Cover	1		1		2	
Jumlah		126		115		123	

Keterangan :

1. Kegiatan Internal

Kegiatan Internal merupakan kegiatan yang dilakukan dengan menghentikan mesin yang sedang beroperasi, sehingga terjadi line stop.

2. Kegiatan Eksternal

Kegiatan eksternal merupakan kegiatan yang dapat dilakukan tanpa harus menghentikan mesin yang sedang beroperasi.

Tabel di atas merupakan kegiatan internal dan eksternal yang sudah dipisahkan. Kegiatan tersebut merupakan kondisi awal dari proses *changeover* di mesin FSF honing *channel* 8.

Pemisahan kegiatan internal dan eksternal dilakukan dengan tujuan supaya lebih mudah dalam pengelompokannya untuk diteruskan ke step 2 dari metode SMED.

B. Step 2 (*Converting Internal to External Setup*)

Pada step sebelumnya telah dipisahkan antara proses internal dengan eksternal yang selanjutnya adalah mengkonversikan kegiatan internal untuk menjadi kegiatan eksternal. Berikut tabel konversi dari proses internal dan eksternal pada proses *changeover* di mesin FSF honing.

Tabel 8. Konversi Proses *changeover* Internal ke Eksternal di Mesin FSF

Changeover FSF Honing Channel 8		Tipe 6203		Tipe 6205		Tipe 6007							
No	Uraian Kerja	Internal (menit)	Eksternal (menit)	Internal (menit)	Eksternal (menit)	Internal (menit)	Eksternal (menit)						
1	Membuka Cover	1		2		1							
2	Melepaskan Holder	4		2		2							
3	Melepaskan Clamping	3		3		4							
4	Melepaskan Silinder	2		2		3							
5	Melepaskan Chuck	3		3		4							
6	Melepaskan Baking Plate	1		1		3							
7	Cleaning Area Baking Plate	1		2		1							
8	Pasang Baking Plate	2		1		3							
9	Keruangan Presetting		5		4		4						
10	Melepaskan Tooling Lama		12		10		14						
11	Pasang Tooling Baru		10		12		10						
12	Setting Shoe		22		20		18						
13	Kembali Ke Channel		5		5		4						
14	Pasang Chuck		3		5		5						
15	Setting Baking Plate		2		4		3						
16	Pasang Index		3		1		2						
17	Setting Index		5		3		2						
18	Melepaskan Index		2		1		1						
19	Pasang Regrind		2		3		2						
20	Proses Regrind		3		3		3						
21	Lepas Regrind		3		2		2						
22	Pasang Silinder		2		3		4						
23	Setting Unloading Silinder		4		3		4						
24	Pasang Clamping		2		2		2						
25	Setting Bearing Clamping		4		4		4						
26	Pasang Holder		2		2		2						
27	Melepas Stone		2		1		1						
28	Pasang Ganti Stone		2		1		3						
29	Setting Isolasi		5		4		4						
30	Setting Lokasi		4		3		2						
31	Setting Jalur Loading Handling		3		2		3						
32	Tutup Cover		1		1		2						
Jumlah			72		54		65		51		73		50

Tabel di atas merupakan hasil dari konversi proses *changeover* yang ada di mesin FSF honing. Dari tabel didapatkan bahwa terdapat beberapa proses internal yang dapat dieksternalkan diantaranya yaitu:

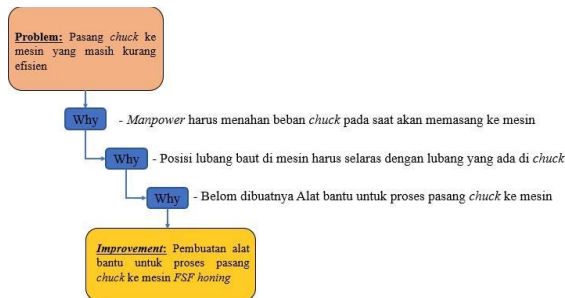
- 1) Kegiatan kembali keruangan untuk mengganti *tools* dan *setting shoe*
- 2) Kegiatan melepas *tools tip* lama
- 3) Kegiatan memasang *tools tip* berikutnya yang akan digunakan
- 4) Kegiatan *setting shoe* sesuai standar dimensi tipe berikutnya

Kegiatan internal yang dapat dieksternalkan tersebut merupakan hasil dari observasi dan analisis di lapangan secara langsung.

Proses internal yang akan diubah menjadi proses eksternal tersebut merupakan proses yang dilakukan di luar *channel* (meja *setting*) dan tidak seharusnya dilakukan oleh *man power* yang mengoperasikan mesin, sehingga kegiatan tersebut dapat diubah menjadi proses eksternal.

C. Step 3 (*Streamlining All Aspects of the Setup Operation*)

Hasil dari step 2 metode SMED menunjukkan bahwa proses internal yang harus dilakukan man power resetting saat proses *changeover* sudah mengalami penurunan, hanya ada 1 proses kerja lagi yang kurang efisien yaitu “Proses pemasangan *chuck* ke mesin” dengan waktu yang kurang efisien dari ketiga tipe tersebut. Dengan waktu 5 menit untuk tipe 6203, 5 menit untuk tipe 6205, dan 5 menit untuk tipe 6007. waktu tersebut masih tergolong lama karena pemasangan *chuck* harus selaras dengan lubang baut yang ada di mesin, maka *manpower* yang berbeda-beda pada proses *changeover* berlangsung, beban yang ditahan pada saat proses memasang *chuck* ke mesin pun berbeda-beda waktu pemasangannya. oleh sebab itu perlu adanya *improvement* kembali untuk menurunkan waktu dari proses pemasangan *chuck* tersebut, berikut analisa sebab akibat dengan menggunakan metode why analysis:



Gambar 2. Why Analysis Proses Pasang *Chuck* ke Mesin

Dari why analysis yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa man power masih harus menahan beban *chuck* pada saat proses pemasangan karena adanya jarak dari *manpower* ke mesin serta *chuck* harus diselaraskan dengan lubang baut yang ada di mesin.

Maka perlu dibuatkan alat bantu untuk proses pasang *chuck* ke mesin, supaya:

1. Mempermudah man power dalam memasang *chuck* ke mesin.
2. Meminimalisir kecelakaan kerja dikarenakan man power yang harus menahan beban *chuck* serta harus melaraskan lubang baut di mesin dengan lubang *chuck*.

3. Dapat mereduksi proses pasang *chuck* ke Periode Periode mesin.

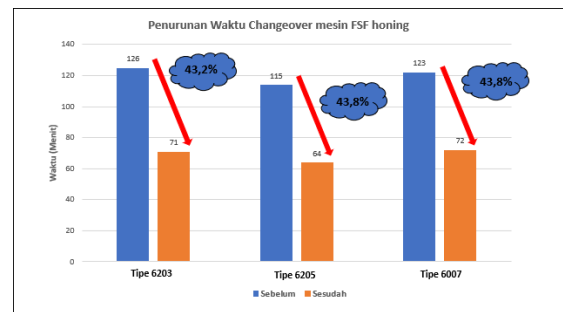
4.5 Evaluasi Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan pada proses *changeover* yang ada di mesin FSF honing *channel* 8, selanjutnya ialah meneliti hasil yang didapat dari perbaikan yang telah dilakukan. Berikut evaluasi hasil *changeover* di mesin FSF honing yang telah didapat :

Tabel 9. Waktu *Changeove* Mesin FSF Honing After Improve Proses Internal

No	Bulan	Mesin	Tipe	Waktu (Menit)
1	Mei	FSF Honing Channel 8	6203	71
2			6205	64
3			6007	72

Dari tabel di atas pada bulan mei sudah terjadi penurunan waktu *changeover* mesin FSF honing *channel* 8, berikut perbandingan waktu *changeover* mesin FSF honing *channel* 8 sebelum penerapan SMED dan sesudah penerapan SMED.



Gambar 3. Grafik Penurunan Waktu *Changeover* mesin FSF Honing

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan waktu *changeover* di mesin FSF honing, untuk tipe 6203 dari 126 menit menjadi 71 menit dan penurunan grafik 43,2% , tipe 6205 dari 115 menit menjadi 64 menit dan penurunan grafik 43,8% , dan tipe 6007 dari 123 menit menjadi 72 menit serta penurunan grafik sebesar 43,8% , yang berarti waktu *changeover* di mesin FSF honing *channel* 8 telah terjadi penurunan setelah di implementasikan metode SMED.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perbandingan kondisi yang ada setelah penerapan metode SMED dan *improvement* pada kegiatan internal maupun eksternal, maka dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan metode SMED pada kegiatan *changeover* di mesin FSF honing *channel* 8, maka waktu *changeover* internal dapat berkurang, dari waktu rata-rata ketiga tipe 120 menit

menjadi 69 menit. Dengan demikian, indeks penurunan waktu rata-rata yang dihasilkan sebesar 43,6 % dan telah memenuhi target yang ditetapkan sebesar 42% waktu *changeover* yang harus di eliminasi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heri Sudarmaji, Rahmad Sidiq. “Menurunkan Waktu Proses *Dandori* dengan Metode *Single Minute Exchange of Die* di Area Produksi PT ASKI”, Technologic Volume 10 Nomor 1, Politeknik Astra (2019)
- [2] Burhan, Yusuf. “Mengurangi Waktu Pergantian Cutting *Tools* Line Axle Shaft Pada Mesin 12-2 dan 12-15 Dengan Metode SMED di PT Inti Ganda Perdana”, Polteknik Astra (2018).
- [3] Dillon, Andrew P, and Shigeo Shingo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press, 1985.
- [4] Narusawa, Toshiko, and John Shook. *Kaizen Express: Fundamentals for Your Lean Journey*. Lean Enterprise Institute, 2009.
- [5] Syamsul Hadi, M T. *Teknologi Bahan*. Penerbit Andi, 2016.
- [6] Wahjudi, Didik, Edo Andreas, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, and Siwalankerto. “Kajian Implementasi Quick *Changeover* Di P . T . X,” no. February 2007 (2014).

PERANCANGAN *DIE HANDLING UNIT* UNTUK DIPASANGKAN PADA *STACKER* DI CV KARYA HIDUP SENTOSA

Ghifara Alif Pribadi¹, Adi Pamungkas²

1,2.Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail: ghifara.alif.tpkml6@polban.ac.id¹, adi.pamungkas@polban.ac.id²

Abstrak-- Seksi *Sheet Metal* CV Karya Hidup Sentosa menggunakan *dies* untuk membentuk plat menjadi komponen traktor. *Forklift* digunakan untuk mengeluarkan/memasukkan *dies* dengan ‘menyodok’ dari rak sehingga jarak antar rak besar. Kasus yang terjadi yaitu selalu ada *dies* baru, sehingga bila menggunakan area yang sama perlu dilakukan perubahan pada penyimpanan *dies* agar tersedia tempat untuk *dies* baru. Perubahan yang dilakukan yaitu: jarak antar rak diperkecil agar bisa menambah rak, dan menambahkan *roller* pada rak; serta mengganti *forklift* dengan *stacker*, yaitu pembawa palet manual dengan garpu seperti *forklift* sehingga bisa bekerja pada jarak antar rak yang lebih sempit. *Stacker* yang digunakan hanya bergerak maju-mundur sehingga pengambilan *dies* tidak ‘menyodok’. Maka dari itu dibutuhkan rancangan alat *handling die* yang dipasang pada *stacker* dengan kapasitas 1500 kg agar bisa mengambil *dies* dari rak tanpa menyodok. Perancangan dilakukan berdasar pada observasi dan keinginan dari industri, lalu pembuatan dan pemilihan konsep, perhitungan kekuatan struktural, dan pembuatan gambar kerja. Alat yang dirancang memiliki komponen utama *roller*, dan sistem penarik/pendorong *die* menggunakan pneumatik dengan sistem pengekaman menggunakan gir *rack* dan *pinion*.

Kata Kunci : *Die, handling, stacker, pneumatik*

I. PENDAHULUAN

Seksi *Sheet Metal* CV Karya Hidup Sentosa memproduksi komponen yang berbahan dasar plat, poros pipa, dan poros pejal. Komponen tersebut diproduksi menggunakan beberapa mesin di antaranya mesin pres hidrolik dan mekanik. Mesin pres yang digunakan untuk produksi dipasang *dies* untuk membentuk bahan dasar menjadi bentuk komponen yang diinginkan.

Dies yang digunakan oleh Seksi *Sheet Metal* disimpan di dalam plant agar dekat dengan area mesin produksi, sehingga proses pengerjaan menjadi lebih cepat. *Dies* yang digunakan dalam produksi dipindahkan dari rak ke mesin dan sebaliknya menggunakan *forklift*, sehingga membutuhkan jarak antar rak yang besar untuk mobilitas *forklift* dalam pemindahan *dies*. *Forklift* mengambil *dies* dengan cara ‘menyodok’ *dies* dari rak menggunakan ‘garpu’, lalu diangkat dari rak dan dipasang ke mesin.

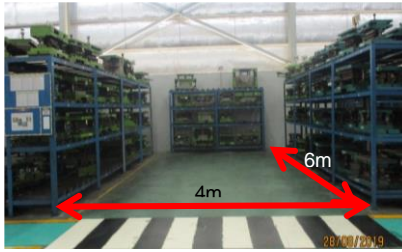
Jarak antar rak yaitu sebesar 4 m dan panjang ke belakang yaitu 6 m dengan gambaran dapat dilihat pada Gambar 1. *Dies* baru selalu ada yang dibuat untuk digunakan dalam produksi, sehingga rak penyimpanan akan selalu bertambah. Oleh karena itu, penyimpanan *dies* saat ini diatur kembali sehingga nantinya bisa menambah penyimpanan *dies* yang masuk.

Area penyimpanan *dies* akan diatur kembali dengan memperkecil jarak antar rak dengan ilustrasi pada Gambar 3 lalu dimodifikasi menggunakan *roller*, sehingga penggunaan *forklift* diganti dengan *stacker* dengan kapasitas nominal sebesar 1500 kg. *Stacker* dapat dilihat pada Gambar 2. *Stacker* yang digunakan

hanya bergerak maju-mundur, sehingga dibutuhkan alat untuk dipasang pada *stacker* untuk *die handling* tidak dengan menyodok.

Ada beberapa paten yang membahas mengenai alat *dies handling* yang digunakan di industri, diantaranya paten alat *die handling* yang dipasang pada *lift truck* [1], dan sistem pemasangan/pembongkaran *dies* [2]. Paten [1] yaitu alat palet manual yang mirip dengan *stacker*, menggunakan sistem hidrolik dan meja yang bisa diputar untuk mengatur posisi pengambilan *dies*. Paten [2] membahas mengenai sistem penggantian *dies* pada mesin pres di industri menggunakan sistem hidrolik dan penggunaan ulir gerak/*power screw*. Selain alat *handling dies*, ada paten yang dijadikan referensi sebagai sistem pengekaman *dies* seperti penggunaan *rack and pinion gear* [3], dan lengan dengan mekanisme *lifting tongs* [4].

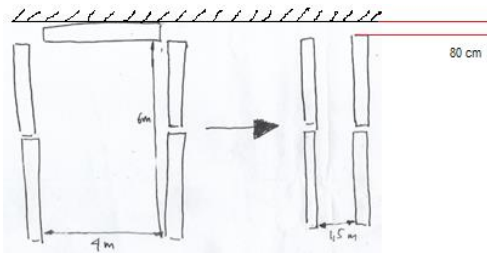
Selain paten ada produk yang tersedia di pasaran dengan beberapa bentuk, Produk yang ada di pasaran diambil dari produk buatan Aura Systems Inc [5]. Produk yang dibuat rata-rata menggunakan *roller conveyor* untuk memudahkan pemindahan *die* ataupun *mold*. Beberapa alat menggunakan pendorong bersistem hidrolik, seperti pada alat tipe MD-7102 dan MD-6864.



Gambar 1. Penyimpanan dies



Gambar 2. Stacker



Gambar 3. Ilustrasi perubahan

II. METODOLOGI

Metodologi perancangan yang digunakan secara umum terdiri dari 4 tahap yaitu perencanaan, perancangan konsep, dan perancangan detail. Alur metodologi dapat dilihat pada Gambar 4.

Perencanaan

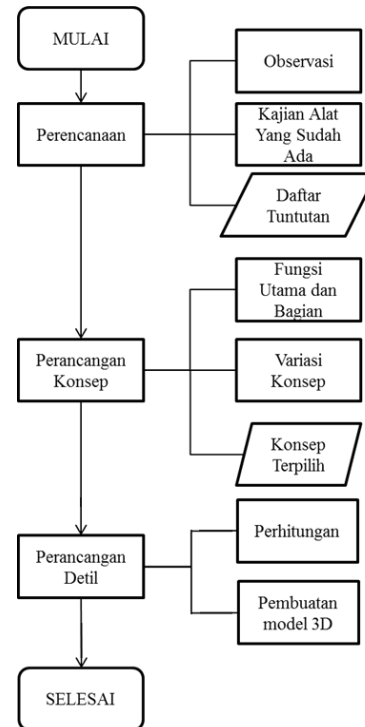
Perencanaan dilakukan sebelum merancang dengan tujuan mengetahui tuntutan pengguna alat. Tahapan ini juga dilakukan untuk mengidentifikasi fungsi alat secara keseluruhan, mengkaji kebutuhan pengguna, juga mengkaji produk yang ada di pasaran dengan paten alat yang ada sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan.

Perancangan Konsep

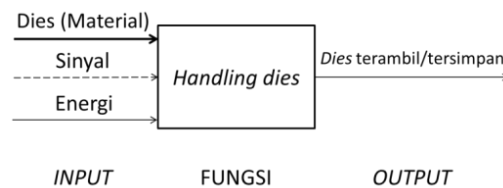
Tahap ini dimulai dengan mendeskripsikan fungsi utama alat yang dirancang menggunakan *black box* pada Gambar 5, lalu diuraikan menjadi fungsi bagian

menggunakan *transparent box* pada Gambar 6. Setelah itu dibuat tabel morfologi sebagai penggambaran mekanisme dari alternatif solusi fungsi bagian yang ditentukan pada Tabel 1.

Alternatif solusi pada tabel morfologi dipadukan untuk jadi variasi konsep, atau gambaran kasar alat yang dirancang. Variasi yang terbentuk akan dinilai menggunakan kriteria pada Tabel 2. untuk mendapatkan konsep terpilih yang nantinya akan diteruskan tahapan perancangannya ke perancangan detail. Penilaian variasi konsep dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 4. Alur metodologi



Gambar 5. Black box

Perancangan Detil

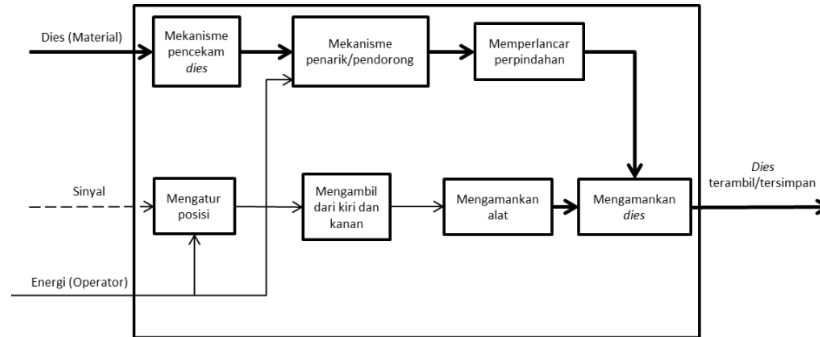
Perancangan detail merupakan tahap penentuan ukuran dan material yang digunakan dan pemodelan 3 dimensi. Material dan komponen yang akan digunakan pada alat yang dirancang ditentukan dengan menggunakan perhitungan mekanika material dan elemen mesin.

- Penentuan ukuran *roller*

Roller yang menahan *dies* saat penyimpanan dirancang 5 buah, dengan asumsi *dies* maksimal berbobot 1500 kg, maka beban per *roller* yaitu $1500/5 = 300$ kg per *roller*. Asumsi jumlah *roller* didapat dari saat pemodelan menggunakan piranti lunak. Komponen *roller* yang digunakan yaitu pipa, bantalan/*bearing*, dan poros.

- Perhitungan ukuran silinder dan piston

Perhitungan ukuran silinder dibutuhkan untuk mengetahui ukuran silinder dan piston untuk pneumatik yang digunakan. Perhitungan menggunakan rumus dari [6].



Gambar 6. *Transparent box*

Tabel 1. Tabel morfologi

No.	Fungsi Bagian	Alternatif Solusi 1	Alternatif Solusi 2
A	Menarik dan mendorong <i>dies</i> dari rak	Ulir pembawa/ <i>power screw</i> 	Pneumatik/hidrolik dengan gir <i>rack & pinion</i>
B	Mengamankan alat agar tetap terpasang kokoh pada <i>stacker</i>	Menggunakan baut setelah garpu masuk lubang pencapat garpu 	Menggunakan pasak setelah garpu masuk lubang pencapat garpu
C	Mencekam <i>die</i>	Mekanisme mirip <i>lifting tong</i> 	Sistem gir <i>rack & pinion</i> Baut pencapat posisi
D	Metode pengambilan <i>dies</i> dari kiri dan kanan tanpa memutar <i>stacker</i>	Menukar/memutar lengan 	Menggunakan bantalan
E	Memperlancar perpindahan <i>die</i>	<i>Roller</i> 	<i>Roller</i>
F	Mengamankan <i>die</i> agar tidak jatuh	Plat penahan di samping dan penggunaan pasak 	

Tabel 2. Kriteria penilaian

	Kriteria	Nilai	Keterangan
A	Kemudahan pengoperasian alat	4	Bisa langsung digunakan
		3	Ada penyetelan, pengoperasian ringan dan cepat
		2	Ada penyetelan, pengoperasian lebih berat
		1	Ada penyetelan, pengoperasian membuat lelah operator
B	Kemudahan mobilitas dies	4	Mobilitas lancar, stopper mudah dinonaktifkan
		3	Mobilitas lancar, stopper kurang mudah dinonaktifkan
		2	Mobilitas kurang lancar, stopper mudah dinonaktifkan
		1	Mobilitas buruk, terhalang stopper
C	Membuat dies tetap aman	4	Pencekaman sangat baik, stopper mudah
		3	Pencekaman baik, stopper mudah
		2	Pencekaman kurang baik, alat masih bisa menahan
		1	Tidak dapat mencekam dan alat tidak dapat menahan

Tabel 3. Penilaian variasi konsep

Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		
		Nilai	Nilai Total	Nilai	Nilai Total	
A	Kemudahan pengoperasian alat	50%	3	1,5	4	2
B	Kemudahan mobilitas dies	16,7%	3	0,99	4	1,32
C	Membuat dies tetap di tempatnya	33,3%	3	0,99	4	1,32
Jumlah				3,48		4,64

III. HASIL

Daftar Tuntutan

- Dies yang dibawa alat berdimensi maksimum (PxLxT) 600x600x400 mm dengan berat maksimum 1200 kg
- Berat alat dengan dies berjumlah tidak lebih dari 1500 kg.
- Alat yang dirancang tidak untuk dipasang permanen pada stacker
- Alat dapat digunakan untuk mengambil die dari rak kiri maupun kanan tanpa memutar stacker.

Konsep Terpilih

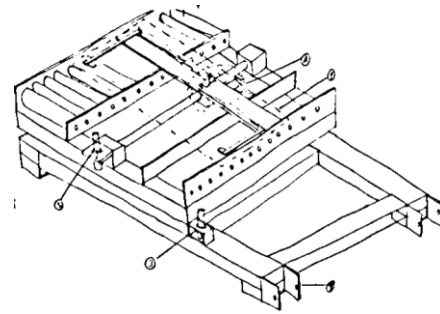
Konsep terpilih setelah dilakukan tahap perancangan konsep dapat dilihat pada Gambar 7.

Pemilihan Komponen

A. Penentuan ukuran roller Perhitungan bantalan

- Beban yang menumpu bantalan yaitu sebesar 150 kg.

- Tipe bantalan yang digunakan: Ball bearing
- Asumsi kecepatan putar roller yang digunakan: $n_1 = 50$ rpm
- Diameter poros yang digunakan: $d = 20$ mm
- Faktor beban yang digunakan berdasar pada Tabel 4 sebesar $f_w = 1,05$ dan umur nominal bantalan sebesar $L_h = 10000$ jam.



Gambar 7. Konsep terpilih

Hasil perencanaan

Bantalan akan dipilih berdasar pada perhitungan dari [7] dan nominal statik pada Tabel 5, karena bantalan lebih banyak diam karena dies lebih sering disimpan. Bantalan yang terpilih yaitu tipe 6204.

B. Penentuan ukuran poros

Poros direncanakan menggunakan S45C ($\sigma_y = 490$ MPa). Momen bending yang terjadi yaitu 22500 Nmm, sehingga diameter minimal poros yang digunakan berukuran 7,762 mm. Karena bantalan yang digunakan 6204, maka poros yang digunakan berdiameter 20 mm. Tegangan yang terjadi untuk poros diameter 20 mm yaitu 28,65 MPa.

Tabel 4. Tabel bantalan untuk permesinan

Umur L_h		2000-4000 (jam)	5000-15000 (jam)	
		Pemakaian jarang		
Faktor beban f_w			Pemakaian sebentar-sebentar (tidak terus menerus)	
	1-1,1	Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga, sepeda	Konveyor, mesin pengangkat, lift, tangga jalan
	1,1-1,3	Kerja biasa	Mesin pertanian, gerinda tangan	Otomobil, mesin jahit
1,2-1,5	Kerja dengan gataran atau tumbukan		Alat-alat besar, unit roda gigi dengan getaran besar, rotating mill	

Tabel 5. Ukuran bantalan

Nomor bantalan			Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal dinamis spesifik C (kg)	Kapasitas nominal statik spesifik Co (kg)
Jenis terbuka	Dua sekat	Dua sekat tanpa kontak	d	D	B	r		
6200	6200ZZ	6200VV	10	30	9	1	400	236
6201	01ZZ	01VV	12	32	10	1	535	305
6202	02ZZ	02VV	15	35	11	1	600	360
6023	6203ZZ	6203VV	17	40	12	1	750	460
6024	04ZZ	04VV	20	47	14	1.5	1000	635

Perhitungan Pipa Roller

Pipa direncanakan menggunakan pipa BPM 2” dengan spesifikasi ukuran pada Tabel 6 dan $\sigma_u = 290$ MPa karena bantalan yang digunakan berdiameter luar 47 mm. Besar gaya bending pada pipa menggunakan rumus pada [6] yaitu 187500 Nmm. Tegangan bending yang terjadi sebesar 22,44 MPa.

Tabel 6. Dimensi BPM [8]

Pipa Hitam Medium

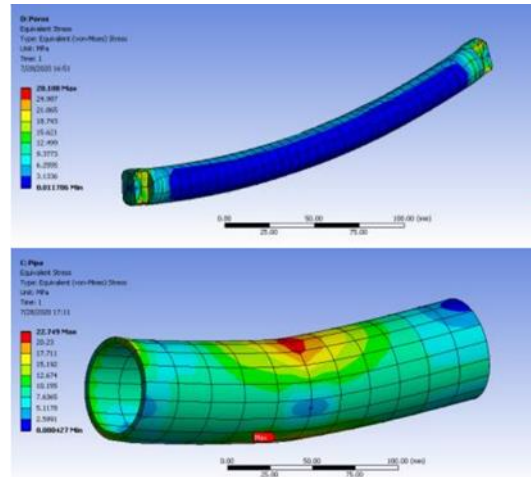
No.	Jenis	Standard (mm)			Tol (t)
		D	d	t	
1	½"	21.4	-	2.5	2.4 (0 / +0.5)
2	¾"	27	-	2.5	2.4 (0 / +0.5)
3	1"	33.7	-	3	2.6 (0 / +0.5)
4	1¼"	42.4	-	3.2	2.8 (0 / +0.5)
5	1½"	48.3	-	3.2	2.8 (0 / +0.5)
6	-	50.8	-	-	2.8 (-0.2 / +0.5)
7	2"	60.2	-	3.5	3 (0 / +0.5)
8	2½"	76	-	3.5	3.5 (0 / +0.5)
9	3"	88.7	-	4	4 (0 / +0.5)
10	4"	113.9	-	4.5	4 (0 / +0.5)

Keterangan :

1. KKDM : Ketentuan Khusus Diameter Minimum

Simulasi numerik

Simulasi numerik dilakukan pada komponen poros dan pipa roller, dengan hasil dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil simulasi numerik dibandingkan dengan perhitungan manual, pada Tabel 7, dengan nilai yang tidak berbeda jauh.



Gambar 8. Simulasi numerik

Tabel 7. Perbandingan hasil perhitungan dan simulasi numerik

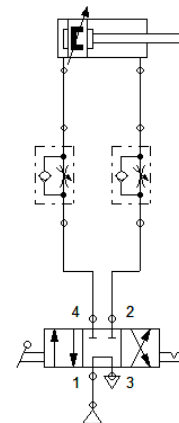
No.	Komponen	Hasil (MPa)		σ_y (MPa)
		Perhitungan	Simulasi	
1.	Pipa roller	22,44	22,749	193,33
2.	Poros roller	28,65	28,108	490

C. Perhitungan silinder pneumatik

Silinder yang direncanakan digunakan yaitu diameter 50 mm, diameter piston yang digunakan yaitu 46 mm, dan poros piston berdiameter 20 mm. Gaya pendorongan yang dihasilkan yaitu 997,14 N, sedangkan gaya penarikkan sebesar 808,65 N.

Fungsi Kontrol

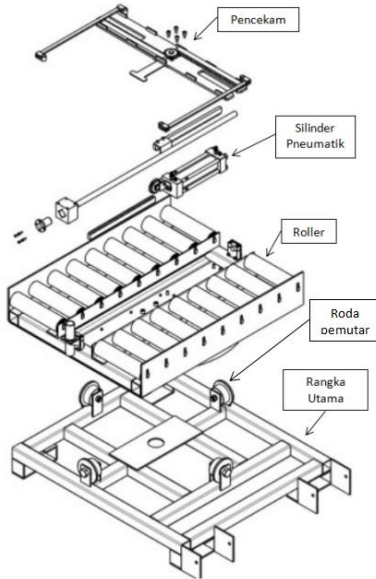
Fungsi kontrol pada alat ini menggunakan pneumatik untuk menarik/mendorong mekanisme pencekam dies. Diagram pneumatik dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram pneumatik

Model 3 Dimensi Alat

Model 3 dimensi alat dapat dilihat pada Gambar 10, dengan tampilan *exploded view* agar komponen dapat terlihat.



Gambar 10. *Exploded view*

IV. PEMBAHASAN

Alat ini terdiri dari 2 bagian, yaitu rangka yang terpasang pada garpu *stacker* dan bagian penampung *dies* yang dapat berputar 180° seperti pada Gambar 10. Posisi tersebut membuat *stacker* tidak perlu berbelok untuk memutar posisi dan mengambil dari rak lain sehingga pengambilan *dies* bisa lebih efisien.

Alat ini berbobot ±150 kg, sehingga bila mengangkat *dies* dengan berat 1200 kg akan masih aman karena jumlah bobot alat dan *dies* tidak melebihi 1500 kg.

Penggunaan pneumatik sebagai sistem pendorong/penarik *dies* merupakan kelebihan dibanding dengan alat yang sudah ada karena operator hanya mengeluarkan tenaga lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan ulir transportir, karena menggunakan pneumatik operator hanya perlu menekan tuas/tombol.

V. KESIMPULAN

Alat yang dirancang memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 8. Ukuran silinder pneumatik yang digunakan yaitu Ø50x200 mm. Alat mampu berputar 180° sehingga pengambilan *dies* bisa dari rak kiri maupun kanan.

Tabel 8. Spesifikasi alat

No.	Informasi	Keterangan
1.	Nama Alat	<i>Stacker Mod</i>
2.	Kapasitas	1200 kg
3.	Dimensi	860 x 900 x 300 mm
4.	Berat	150 kg
5.	Mekanisme	Pneumatik manual

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Avery, Fred J. *Die Handling Unit for Lift Trucks*. US2699878 Amerika Serikat, 18 Januari 1955.
- [2] Henderson, Robert E. dan Sanders, Richard L. *Die Changing System and Apparatus for Stamping Presses*. US5040404 Amerika Serikat, 20 Agustus 1991.
- [3] Sheffield, James dan Rathbun, John. *Rack and Pinion Gear Stack Mold Control*. US4718845 Amerika Serikat, 12 Januari 1988.
- [4] Heppenstall, Max R. *Lifting Tongs*. US1839389 Amerika Serikat, 5 Januari 1932.
- [5] Aura Systems. Brochures for Aura Systems Inc. Product Information. *Aura Systems Inc.* [Online] [Dikutip: 27 Agustus 2019.] <https://aura-systems.com/brochures/>.
- [6] Fischer, Ulrich. *Mechanical and Metal Trades Handbook*. 2nd. s.l. : Verlag Europa-Lehrmittel, 2010.
- [7] Kiyokatsu, Suga dan Sularso. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT Pradnya Paramita, 1978.
- [8] CV KHS. Material Pipa Karbon (STKM11A) Untuk Penggunaan Struktur Permesinan. *Standar Inspeksi dan Proses*. Yogyakarta : CV KHS, 2018.

MENURUNKAN WAKTU PROSES *DANDORI* PADA MESIN *VACUUM FORMING* DENGAN METODE DMAIC DI AREA PRODUKSI *PLANT 3* PT. LAKSANA TEKHNIK MAKMUR

Eduardus Dimas Arya Sadewa¹, Ferdinan Wijaya²

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Polman Astra, Jakarta, 14330, Indonesia

E-mail : eduardus.dimas@polman.astra.ac.id¹, ferdinanwijaya6@gmail.com²

Abstrak--PT Laksana Teknik Makmur (PT LTM) bergerak dalam di industri asesoris otomotif dan interior kapal yang memproduksi banyak tipe produk komponen plastik mulai dari aksesoris kendaraan sampai dengan *tray packaging*. Jumlah mesin yang dimiliki oleh PT LTM belum sebanding dengan banyaknya tipe produk komponen plastik. Salah satu yang dapat diperbaiki adalah pada sistem pergantian cetakan produk atau *dandori* dalam istilah Jepang. Proses *dandori* di PT LTM dilakukan pada *line vacuum forming*, *blow molding*, dan *injection molding*. Data *downtime dandori* diambil selama bulan Februari dan Maret 2021 dari ketiga *line*, dan *downtime* tertinggi berada di *line vacuum forming* sebesar 4890,62 menit. Dari analisis kegiatan *dandori*, diketahui proses yang membuat *dandori* lama yaitu terdapat kegiatan *muda* (*waste*). Dengan menggunakan metode SMED (*Single minute Exchange of Die*) serta Tabel Standar Kombinasi Kerja, elemen kerja *internal* proses dikonversikan ke bagian *eksternal* proses dan juga perbaikan pada kegiatan *dandori*, waktu proses *dandori* dapat turun sebanyak 43 menit atau 42% dari 103 menit menjadi 60 menit. Dengan adanya perbaikan ini maka *downtime* proses *dandori* pada mesin *vacuum forming* dapat berkurang sehingga kapasitas produksi meningkat.

Kata Kunci: *Dandori, Vacuum Forming, Single Minute Exchange of Die, Muda*

I. PENDAHULUAN

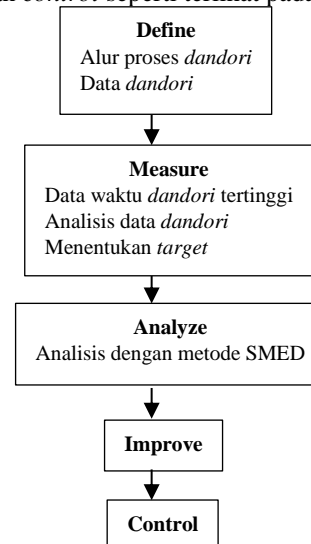
PT Laksana Teknik Makmur (LTM) merupakan perusahaan yang bergerak di industri aksesoris otomotif dan interior kapal dengan menganut sistem *job order*, di mana perusahaan hanya akan membuat produk sesuai permintaan pelanggan dalam jumlah tertentu. Adapun produk yang dihasilkan oleh PT Laksana Teknik Makmur, dibagi dalam tiga sektor seperti *Tray Packaging, Interior Kapal* dan Aksesoris Otomotif.

Untuk memenuhi kebutuhan dibidang komponen plastik baik untuk aksesoris kendaraan ataupun *tray packaging* PT. LTM memproduksi banyak *type*. Dalam proses produksi membutuhkan sistem pergantian *type* produk atau *dandori* dalam istilah Jepang. Semakin cepat waktu *dandori, downtime* akan berkurang sehingga produktifitas perusahaan meningkat. *Dandori* yang diterapkan PT LTM pada *line vacuum forming* masih memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 103 menit dikarenakan terdapat kegiatan *muda* didalam elemen kerjanya sehingga tingkat produktifitas perusahaan rendah.

Karena hal itu perlu dilakukan analisa penyebab masalah dan mencari solusi untuk memperbaiki metode kerja guna menurunkan waktu proses *dandori* di mesin *vacuum forming*.

II. METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGUMPULAN DATA

Untuk metodologi penelitian digunakan urutan *define problem, measure data, analyzed data, improve* dan *control* seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi penelitian

2.1. Define

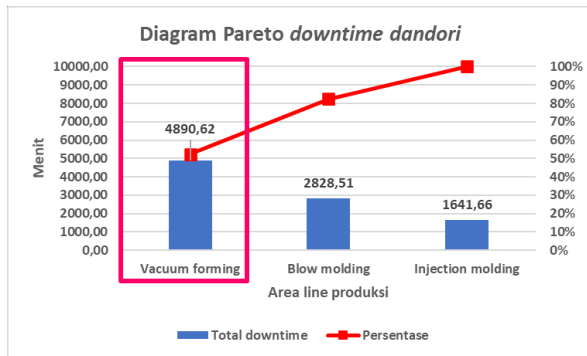
Penelitian fokus pada plant 3 PT LTM yang memproduksi komponen plastik. Pada plant 3 PT

LTM memiliki 4 line produksi dengan mesin *extrude*, mesin *plastic injection*, mesin *vacuum forming*, dan mesin *blow molding*. Produksi di plant 3 berupa plastik aksesoris otomotif dan *tray packaging*. Dari proses yang ada dilihat data *downtime* akibat proses *dandori* yang dilakukan selama dua bulan dengan hasil seperti pada tabel 1.

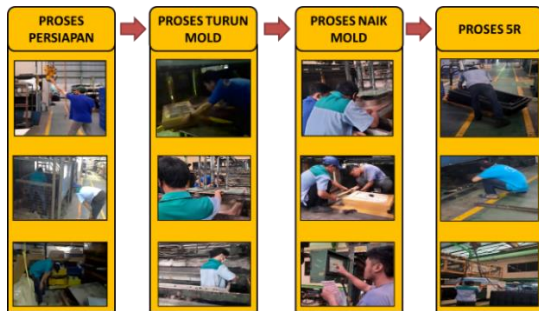
Tabel 1. Data downtime dandori produksi part plastik

Area line produksi	Februari 2021	Maret 2021	Total
Vacuum forming	1949,45 Menit	2941,17 Menit	4890,62 Menit
Blow molding	1375,23 Menit	1453,28 Menit	2828,51 Menit
Injection molding	728,21 Menit	913,45 Menit	1641,66 Menit

Data *downtime dandori* di mesin *vacuum forming* dimasukkan dalam diagram *pareto*. Hasil analisis dari diagram *pareto* didapatkan, waktu *downtime dandori* terbesar adalah 4890,62 menit seperti terlihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Pareto downtime dandori



Gambar 3. Alur proses *dandori* pada mesin *vacuum forming*

Gambar 3 menunjukkan alur proses *dandori* yang dilakukan di mesin *vacuum forming* di PT LTM. Dari hasil observasi, proses *dandori* akan di *breakdown* elemen kerja dari setiap tahapan.

2.2. Measure

Dalam tahapan ini dilakukan pengumpulan data produk plastik pada mesin *vacuum forming*

dilanjutkan analisis kondisi saat ini serta perhitungan penentuan *target*.

2.2.1. Data dandori

Terdapat empat produk komponen plastik yang dikerjakan di mesin *vacuum forming* dengan waktu dan frekuensi pergantian cetakan tertinggi. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2.

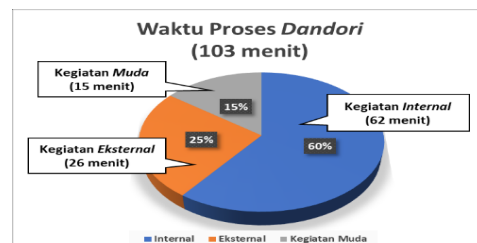
Tabel 2. *Down time dandori* produk pada mesin *vacuum forming*

Nama Mold	Februari 2021			Maret 2021		
	Waktu Total (Menit)	Frekuensi Dandori	Rata-rata (Menit)	Waktu Total (Menit)	Frekuensi Dandori	Rata-rata (Menit)
Tray PP Ato	283,45	3	94,48	383,50	4,00	95,88
Cover Ban Fortuner	309,75	3	103,25	100,95	1,00	100,95
Cover Ban Rush/Terios	201,70	2	100,85	204,82	2	102,41
Cover Ban Innova	202,77	2	101,38	102,15	1	102,15
Total	997,67	10	99,99	791,42	8	100,35

Dari tabel 2 didapat produk *cover ban Fortuner* merupakan produk dengan rata-rata *downtime dandori* terbesar yaitu 103,25 menit di bulan Februari 2021 dan 100,95 menit di bulan Maret 2021.

2.2.2. Analisis kondisi sekarang

Dari analisis kondisi yang ada, berdasarkan dari pengamatan elemen kerja *dandori* di cetakan *cover ban Fortuner*, didapatkan proses *muda* (*waste*) yaitu; pencarian tools, pencarian dan pengukuran *mold* serta pencarian dan pengukuran *frame*. Proses pencarian merupakan kegiatan *muda* (*waste*), sedangkan persiapan *tools*, *mold* dan *frame* merupakan bagian dari kegiatan *internal* dan *eksternal dandori*. Gambar 4 menunjukkan waktu proses *dandori* yang dibagi menjadi 3 kegiatan yaitu kegiatan *muda* sebesar 15 menit, kegiatan *eksternal* sebesar 26 menit, dan kegiatan *internal* sebesar 62 menit.



Gambar 4. Waktu proses *dandori* *cover ban Fortuner*

2.2.3. Penentuan Target

Dari hasil analisis diperhitungkan target yang akan dicapai dengan menggunakan metode SMART (*specific, measurable, achievable, realistic and timeline*). Hasil analisis SMART waktu *dandori* pada area mesin *vacuum forming* ditargetkan dapat turun 40% dalam waktu 4 bulan dengan fokus pada

perbaikan pada metode dan *tools* seperti terlihat pada gambar 5.

Analisis S.M.A.R.T	
<i>Specific</i>	Menurunkan waktu <i>dandori</i> pada area produksi M/C <i>vacuum</i> 2 dan 3
<i>Measureable</i>	Waktu <i>dandori</i> turun 40%
<i>Assignable</i>	Ferdinan Wijaya dan Team Produksi
<i>Realistic</i>	Target dapat dicapai dengan memperbaiki <i>tools</i> dan metode <i>dandori</i> dengan menggunakan metode SMED
<i>Time Base</i>	Februari- Juni 2021

Gambar 5. Analisis SMART untuk penentuan target

III. HASIL DAN PERANCANGAN

Setelah pengumpulan data, analisis awal dan penentuan target, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis elemen kerja, dan *improve* pada *tools* yang digunakan.

3.1. Analisis Menggunakan Metode SMED

Dalam metode SMED (*single minute exchange of dies*) dilakukan analisis elemen kerja internal dan eksternal.

3.1.1. Memisahkan *setup* internal dan eksternal

Setup internal hanya dapat dilakukan pada saat mesin berhenti. Sedangkan setup eksternal dapat dilakukan paralel saat mesin melakukan proses kerja, yang kemudian proses kerja mesin dan setup eksternal bekerja secara paralel. Dari tabel 3 dapat dilihat ada 14 aktivitas setup internal yang dilakukan bersamaan dengan setup eksternal.

Tabel 3. Observasi Setup internal dan eksternal mesin vacuum forming

NO	AKTIVITAS YANG DILAKUKAN	ELEMEN AKTIFITAS	
		INTERNAL	EKSTERNAL
1	Mempersiapkan dan mencari tools		
2	Melepas mold dari meja vacuum		
3	Melepas bolt pada frame atas mesin		
4	Melepas bolt pada frame bawah mesin		
5	Melepas bolt pada plug support		
6	Mencari mold dan plug support		
7	Membawa crane ke bagian penyimpanan mold		
8	Memasang crane pada mold naik		
9	Memindahkan mold naik ke area mesin		
10	Memasang crane pada mold turun		
11	Menurunkan mold turun		
12	Memasang crane pada mold naik		
13	Menaikan mold naik ke mesin		
14	Mengukur ukuran mold		
15	Mencari dan mengukur frame		
16	Membawa frame ke mesin		
17	Mengatur lebar frame pada mesin vacuum		
18	Memasang bolt pada frame bawah mesin		
19	Memasang bolt pada frame atas mesin		
20	Mengatur posisi mold terhadap frame		
21	Memasang lakban pada mold		
22	Mengatur ketinggian meja mold		
23	Mengatur sensor mold		
24	Memasang bolt pada plug support		
25	Mengatur sensor plug support		
26	Memasukan setting parameter		
27	Melakukan Trial setting awalan		
28	Mengembalikan frame		
29	Memasang crane pada mold turun		
30	Mengembalikan mold dan plug support		
31	Mengembalikan crane		
32	Membuang waste material		
33	Mengembalikan tools		

3.1.2. Konversi setup internal ke eksternal

Dari hasil analisis setup internal dan eksternal di tabel 3, aktivitas *dandori* dibagi menjadi 4 bagian; proses persiapan, turun *mold*, naik *mold* dan perapihan. Setiap proses sudah dipisahkan antara setup internal dan eksternalnya seperti terlihat pada tabel 4.

Proses persiapan dapat dilakukan saat mesin masih beroperasi dan proses perapihan dapat dilakukan setelah mesin mulai beroperasi dengan cetakan baru.

Tabel 4. Konversi setup internal dan eksternal

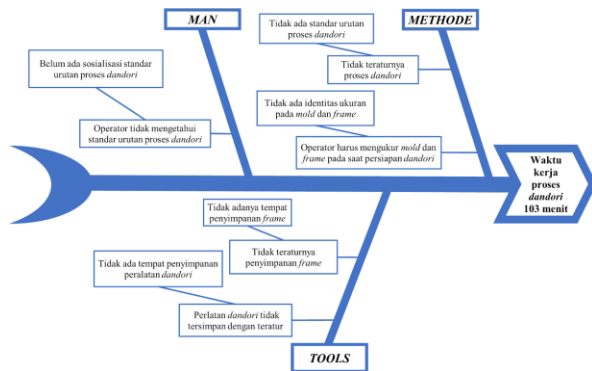
NO	AKTIVITAS YANG DILAKUKAN	ELEMEN AKTIFITAS	
		INTERNAL	EKSTERNAL
Proses Persiapan			
1	Mempersiapkan dan mencari tools		
2	Mencari mold dan plug support		
3	Membawa crane ke bagian penyimpanan mold		
4	Memasang crane pada mold naik		
5	Memindahkan mold naik ke area mesin		
6	Mengukur ukuran mold		
7	Mencari dan mengukur frame		
8	Membawa frame ke mesin		
Proses Turun Mold			
9	Melepas mold dari meja vacuum		
10	Melepas bolt pada frame atas mesin		
11	Melepas bolt pada frame bawah mesin		
12	Melepas bolt pada plug support		
13	Memasang crane pada mold turun		
14	Menurunkan mold turun		
Proses Naik Mold			
15	Memasang crane pada mold naik		
16	Menaikan mold naik ke mesin		
17	Mengatur lebar frame pada mesin vacuum		
18	Memasang bolt pada frame bawah mesin		
19	Memasang bolt pada frame atas mesin		
20	Mengatur posisi mold terhadap frame		
21	Memasang lakban pada mold		
22	Mengatur ketinggian meja mold		
23	Mengatur sensor mold		
24	Memasang bolt pada plug support		
25	Mengatur sensor plug support		
26	Memasukan setting parameter		
27	Melakukan trial setting awalan		
Proses 5 R			
28	Mengembalikan frame		
29	Memasang crane pada mold turun		
30	Mengembalikan mold dan plug support		
31	Mengembalikan crane		
32	Membuang waste material		
33	Mengembalikan tools		

3.1.3. Memperlancar proses operasi

Selain konversi kegiatan internal ke eksternal, pada tabel 4 dapat dilihat masih ada aktivitas *muda* (*waste*) pada kolom berwarna kuning. Perlu dilakukan analisis sebab akibat untuk mengetahui akar masalahnya.

3.2. Analisis sebab akibat

Faktor yang dilihat fokus pada *man*, *machine* dan *tools*. Diagram fishbone untuk mencari akar masalah dari setiap faktor dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Fishbone diagram waktu kerja proses *dandori* 103 menit

Akar masalah dari fishbone diagram dimasukkan dalam tabel 5W1H untuk mencari solusi yang sesuai untuk perbaikan masalahnya. Tabel 5W1H dapat dilihat pada tabel 5.

Dari tabel 5 berdasarkan faktor *tools* solusi yang didapat menyediakan *toolbox dandori* dan rak penyimpanan *frame* supaya *tools* dan *frame* lebih teratur. Untuk faktor metode, solusi yang dilakukan adalah mencantumkan spesifikasi ukuran pada *mold* dan *frame* serta petunjuk kerja proses *dandori* untuk mempercepat proses. Sedangkan dari faktor *man* diberikan sosialisasi terkait dengan petunjuk kerja *dandori*.

Tabel 5. Solusi dan rencana perbaikan masalah.

Factor	What	Why	How	Who	When	Where
Tools	Peralatan <i>dandori</i> tidak tersimpan dengan teratur	Tidak adanya tempat penyimpanan alat	Mengediakan <i>tool box</i> untuk proses <i>dandori</i>	Ferdinan & Pak Dedi Purwanto	April 2021	Plant 3 PT LTM
	Frame disimpan secara tidak teratur	Tidak adanya tempat penyimpanan <i>frame</i>	Membuat rak tempat penyimpanan <i>frame</i>	Ferdinan & Team Produksi	April 2021	
Methode	Operator harus mengukur <i>mold</i> dan <i>frame</i> pada saat persiapan <i>dandori</i>	Tidak ada identifikasi ukuran pada <i>mold</i> dan <i>frame</i>	Memberi identifikasi pada <i>mold</i> dan <i>frame</i>	Ferdinan	April - Mei 2021	Plant 3 PT LTM
	Tidak teraturanya proses <i>dandori</i>	Tidak ada standar urutan proses <i>dandori</i>	Membuat tabel standar komposisi kerja dan petunjuk kerja untuk mengetahui urutan kerja proses <i>dandori</i>	Ferdinan & Pak Dedi Purwanto	Mei 2021	
Man	Operator tidak mengetahui standar urutan proses <i>dandori</i>	Belum ada sosialisasi standar urutan proses <i>dandori</i>	Mensosialisasikan tabel standar komposisi kerja dan petunjuk kerja proses <i>dandori</i>	Ferdinan & Pak Dedi Purwanto	Mei 2021	Plant 3 PT LTM

3.3. Improve

Rencana perbaikan masalah yang sudah direncanakan dilanjutkan pada pelaksanaannya.

3.3.1. Penyediaan *toolbox*

Menyediakan *toolbox* sebagai penyimpanan alat untuk proses *dandori*. *Leader* membawa *toolbox* yang sudah lengkap dengan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan proses *dandori* untuk mengurangi waktu pengambilan dan pencarian alat.

Gambar 7 menunjukkan penempatan *tool* sebelum perbaikan yang tidak teratur dan sesudah

perbaikan setelah dengan menggunakan *toolbox* yang lebih tertata.



Gambar 7. Penempatan *tools* sebelum dan sesudah perbaikan.

3.3.2. Pembuatan rak *frame*

Karena kondisi sebelumnya *frame* tidak teratur dan cenderung berantakan dalam penyimpanan, maka dibuat tempat penyimpanan *frame* berbentuk rak sehingga *manpower* tidak lagi kesulitan untuk mengambil dan menyimpan *frame* secara rapi sesuai dengan spesifikasi ukurannya. Kondisi sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rak penempatan *frame* sebelum dan sesudah perbaikan.

3.3.3. Pemberian identifikasi *mold* *frame*

Perbaikan dilakukan dengan membuat *sticker* dengan kode warna pada *frame* dan *mold*. Perbaikan bertujuan untuk menghilangkan kegiatan mencari serta mengukur *mold* dan *frame* dengan tujuan mempersingkat waktu pencarian dan pengambilan *mold* dan *frame*. Kondisi sebelum dan sesudah pemberian stiker pada *mold* dapat dilihat pada gambar 9.





Gambar 9. Penyimpanan dan identifikasi mold sebelum dan sesudah perbaikan.

3.3.4. Pembuatan tabel standar kombinasi kerja

Perbaikan dilakukan dengan membuat tabel standar kombinasi kerja dan petunjuk kerja agar manpower bekerja sesuai urutan proses. Waktu didasarkan pada waktu setelah dilakukan perbaikan yang dapat dicapai oleh manpower. Tabel standar kerja dibuat berdasarkan pada urutan proses dandori yaitu persiapan, proses turun mold, proses naik mold dan perapihan.

A. Persiapan *dandori*

Proses persiapan *dandori* masuk dalam eksternal proses, yang berarti dapat dilakukan pada saat mesin masih berjalan produksi dan dilakukan oleh *leader*. Waktu yang digunakan untuk persiapan sebesar 9 menit 35 detik. Sebelumnya persiapan dilakukan dalam proses produksi sehingga menimbulkan *line stop*. Urutan proses dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Urutan proses persiapan *dandori*

NO	WORK NAME	MAN	AUTO	WALK	300°	600°
Proses Persiapan						
1	Mempersiapkan tools	25,0			9 Menit 35 Detik	
2	Membawa crane ke bagian penyimpanan mold			300,0		
3	Memasang crane pada mold naik	15,0				
4	Memindahkan mold naik ke area mesin			220,0		
5	Membawa frame ke mesin			15,0		

B. Proses turun mold

Proses turun mold berada di internal proses dilakukan oleh operator dengan bantuan leader. Proses ini membutuhkan waktu sebesar 9 menit 57 detik. Urutan proses dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Urutan proses turun mold

NO	WORK NAME	MAN	AUTO	WALK	600°	900°	1200°
Proses Turun Mold							
6	Melepas mold dari meja vacuum	120,0			9 Menit 57 Detik		
7	Melepas bolt pada frame atas mesin	120,0					
8	Melepas bolt pada frame bawah mesin	130,0					
9	Melepas bolt pada plug support	110,0					
10	Memasang crane pada mold turun	15,0					
11	Menurunkan mold turun			102,0			

C. Proses naik mold

Proses naik mold berada di internal proses dilakukan oleh operator dengan bantuan leader. Proses ini membutuhkan waktu sebesar 49 menit 55 detik. Urutan proses naik mold dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Urutan proses mold naik

Proses Naik Mold					2200°	1530°	1830°	2100°	2400°	2700°	3000°	3300°	3600°	3900°	4200°
12	Memasang crane pada mold naik	15,0			49 Menit 55 Detik										
13	Menalkan mold naik ke mesin			100,0											
14	Mengatur lebar frame pada mesin vacuum	90,0													
15	Memasang bolt pada frame bawah mesin	80,0													
16	Memasang bolt pada frame atas mesin	570,0													
17	Mengatur posisi mold terhadap frame	120,0													
18	Memasang lakban pada mold	600,0													
19	Mengatur ketinggian meja mold	120,0													
20	Mengatur sensor mold	45,0													
21	Memasang bolt pada plug support	320,0													
22	Mengatur sensor plug support	120,0													
23	Memasukan setting parameter	45,0													
24	Melakukan trial setting awalan	300,0													

D. Proses perapihan

Proses perapihan berada di eksternal proses, yang dapat dilakukan saat mesin sudah memproduksi dan dilakukan oleh *leader*. Proses ini membutuhkan waktu 13 menit 10 detik. Urutan proses naik mold dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Urutan proses perapihan

Proses 5 R					4200°	4500°	4800°
25	Membuang waste material			20,0	13 Menit 10 Detik		
26	Mengembalikan frame			15,0			
27	Memasang crane pada mold turun	175,0					
28	Mengembalikan mold dan plug support			300,0			
29	Mengembalikan crane			260,0			
30	Mengembalikan tools	20,0					

3.3.5. Sosialisasi petunjuk kerja *dandori*

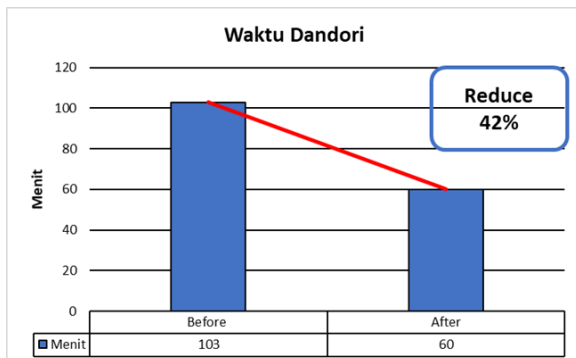
Kegiatan sosialisasi diberikan kepada *manpower* mengenai standar urutan proses *dandori* berdasarkan TSKK dan petunjuk kerja yang telah dibuat dan membahas mengenai perbaikan di tempat penyimpanan *mold*, *frame*, dan juga *toolbox* yang telah diperbaiki. Kegiatan sosialisasi dilakukan pada saat Pertemuan 5 Menit dimana semua *manpower* dikumpulkan untuk memberikan informasi kerja seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Sosialisasi perbaikan kepada karyawan

3.3.6. Evaluasi Hasil Perbaikan

Sebelum perbaikan, *dandori* di *area line* mesin *vacuum forming* pada *mold cover* ban Fortuner berada di waktu rata-rata 103 menit. Setelah dilakukan perbaikan, waktu *dandori* mencapai 60 menit seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 11. Grafik hasil perbaikan *dandori*.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya proses analisis dan perbaikan menggunakan metode *SMED*, membuat tabel standak kombinasi kerja (TSKK) serta perbaikan *tools*, waktu *dandori* dapat diturunkan sebanyak 43 menit, dari 103 menit menjadi 60 menit.

Saran agar waktu proses *dandori* tetap stabil di PT LTM adalah; Pembuatan *sticker* kode warna pada semua *mold*, mengganti kunci pas menjadi kunci *rachet* agar dapat mengurangi waktu proses pelepasan dan pemasangan *frame*, monitoring saat pengerjaan proses *dandori* agar tidak melebihi dari standar yang telah ditetapkan, menggunakan *impact* pada proses pergantian *frame* agar dapat mengurangi waktu proses pelepasan dan pemasangan *frame* di waktu internal dan untuk penelitian selanjutnya dapat mengambil

tema analisis elemen kerja memasang lakban pada *mold* serta pemasangan dan pelepasan bolt yang memiliki waktu proses yang tertinggi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryanto, A. Y. (2018). *Pengukuran Waktu Kerja Metode Jam Henti*. 1–4.
- [2] Atmaja, L. T., Supriyadi, E., & Utaminingsih, S. (2018). *ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN PRESSING PH-1400 DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT. SURYA SIAM KERAMIK. 1*.
- [3] Doran, G. (1981). There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. In *Management Review* (Vol. 70, Issue 11, pp. 35–36). <https://community.mis.temple.edu/mis0855002fa112015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf>
- [4] Ishikawa, K. (1976). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organizer.
- [5] K. Liker, J., & Meler, D. (1976). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*.
- [6] P. Womack, J., & T. Jones, D. (1987). Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. In *Interchange* (Vol. 18). <https://doi.org/10.1007/BF01807056>
- [7] Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. In *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. <https://doi.org/10.4324/9781315136479>

DETEKSI DINI IDENTIFIKASI INSIDEN PADA KEJADIAN ANOMALI PERANGKAT LUNAK DENGAN SISTEM PENDETEKSI ANOMALI PERANGKAT LUNAK STUDI KASUS DI ASTRA LIFE

Sasmito Budi Utomo¹, Mela Hidayah², dan Noer Lisna Anjani³

Program Studi Manajemen Informatika, Jurusan Informatika, Politeknik Astra, Jalan Gaya Motor Raya No. 8
Sunter, Jakarta 14330, Indonesia

E-mail : sasmito.budi@polman.astra.ac.id¹, melamela.hidayah@gmail.com², noerlisnaa@gmail.com³

Abstrak--PT Astra Aviva Life atau Astra Life merupakan sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang asuransi khususnya pelayanan asuransi jiwa sering mengalami anomali atau penyimpangan pada perangkat lunak utamanya. Anomali ini menghambat proses layanan bisnis asuransi karena sistem tidak mampu berfungsi dengan semestinya. Deteksi dan pemulihan anomali membutuhkan waktu untuk memeriksa dan memperbaiki perangkat lunak agar berfungsi kembali sebagaimana mestinya. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah sistem pemantau perangkat lunak untuk mendeteksi lebih awal anomali atau penyimpangan perangkat lunak yang mungkin muncul sehingga tetap terjaga stabilitasnya, yang dinamakan Sistem Pendeteksi Anomali Perangkat Lunak (SIMPEL). SIMPEL merupakan aplikasi berbasis web yang dibangun dengan menggunakan metodologi Scrum, bahasa pemrograman Java, *framework* Spring MVC, basis data Oracle, server web Tomcat, dan menggunakan arsitektur jaringan terdistribusi *three-tier-client-server*. Kesimpulannya menunjukkan SIMPEL mampu mendeteksi lebih dini anomali yang terjadi dengan mamantau target *apps* secara otomatis dan berdampak memperpendek durasi penanganan anomali perangkat lunak dengan menurunkan waktu identifikasi insiden hingga 53%.

Kata Kunci: Identifikasi Insiden, Sistem Pendeteksi, Anomali Perangkat Lunak, Astra Aviva Life.

I. PENDAHULUAN

PT Astra Aviva Life atau Astra Life merupakan perusahaan yang bergerak di bidang asuransi khususnya pelayanan asuransi jiwa. Selama menjalankan bisnis asuransinya, Astra Life sangat bergantung dengan berbagai perangkat lunak yang dimilikinya. Keandalan dan ketersediaan layanan perangkat lunak menjadi sangat penting. Sekecil apapun kegagalan atau penyimpangan perangkat lunak dalam menjalankan fungsinya akan menyebabkan bisnis Astra Life terganggu. Selama ini perusahaan menyebut kegagalan atau penyimpangan ini dengan anomali.

Kondisi saat ini terjadinya anomali dilaporkan oleh pengguna perangkat lunak kepada *help desk* (Departemen IT), di mana proses ini disebut identifikasi insiden. Selama proses penanganan pelaporan, *help desk* membutuhkan waktu yang relatif lama untuk melakukan pemeriksaan maupun perbaikan kejadian anomali tersebut. Selama proses pemulihan ini sistem berhenti berfungsi yang akan mengakibatkan pelayanan bisnis terganggu.

Masalah mendeteksi anomali aplikasi ini cukup menarik. Beberapa pembahasan pendeteksian anomali telah dilakukan, misalnya kerangka kerja pendeteksi anomali otomatis menurut Syed Shariyar Murtaza [1] pada penelitian yang berjudul TotalADS: Automated Software Anomaly Detection System. Selain itu M.S. Josephine [2] telah melakukan perancangan sistem pakar untuk mendeteksi kesalahan dan koreksi dalam

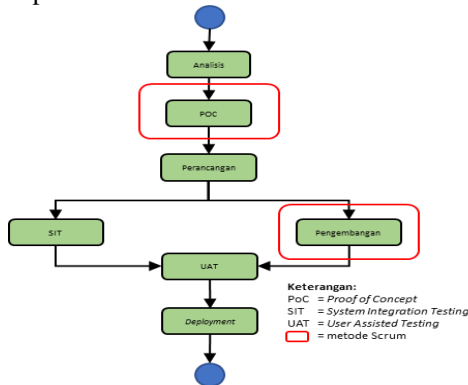
Pengembangan Perangkat Lunak. Sedangkan Hemank Lamba [3] mengembangkan pendekatan berbasis model untuk mendeteksi anomali di arsitektur perangkat lunak. Dan menurut Sheng-Chi Yang [4] yang mengusulkan prosedur mendeteksi anomali otomatis dalam Aplikasi *Near-Real Time*. Anomali merupakan suatu keganjilan, keanehan atau penyimpangan dari yang biasa atau dari keadaan normal yang berbeda dari kondisi mayoritas [5]. Anomali perangkat lunak merupakan suatu keganjilan, keanehan atau penyimpangan dari yang biasa atau dari keadaan normal yang berbeda dari kondisi mayoritas yang terjadi pada program yang digunakan untuk mengoperasikan komputer [6]

Tujuan penelitian ini adalah membangun aplikasi pemantau stabilitas perangkat lunak yang dinamakan Sistem Pendeteksi Anomali Perangkat Lunak atau disingkat SIMPEL. SIMPEL diharapkan mampu mendeteksi lebih dini anomali yang terjadi pada perangkat lunak bisnis asuransi dengan studi kasus di Astra Life. SIMPEL merupakan aplikasi berbasis web yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA, *framework* Spring MVC, basis data Oracle, server web Tomcat, dan dengan menggunakan arsitektur jaringan terdistribusi *three-tier-client-server*. SIMPEL mendeteksi anomali dengan memantau target *apps* dengan melakukan pengambilan data dari aplikasi yang dipantau (target *apps*) secara otomatis dan waktu nyata, melakukan proses validasi, dan menampilkan hasilnya secara

daring dan waktu nyata. SIMPEL merupakan bentuk pemanfaatan teknologi untuk melakukan perubahan proses sesuai konsep *Business Process Improvement* (BPI) [7]. SIMPEL memangkas proses pelaporan oleh pengguna ke *customer service*, sehingga total proses menjadi ringkas dan hanya melibatkan *help desk*. Kontribusi penelitian ini adalah memperkuat penelitian sebelumnya terkait pendeteksian anomali aplikasi dan membantu Astra Life meningkatkan efisiensi kerja dengan melakukan *business process improvement* (BPI) [7] untuk memangkas proses penanganan anomali dengan aplikasi SIMPEL.

II. TAHAPAN DAN METODOLOGI

SIMPEL dibangun menggunakan standar tahapan pengembangan aplikasi di Astra Life, yaitu Analisis, *Proof of Concept* (PoC), Perancangan, Pengembangan, *System Integration Testing* (SIT), *User Assisted Testing* (UAT) [8], dan Deployment Production. Untuk tahap PoC dan tahap Pengembangan menggunakan konsep metodologi scrum [9]. Tahap pengembangan dan SIT dilakukan secara bersamaan. Tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

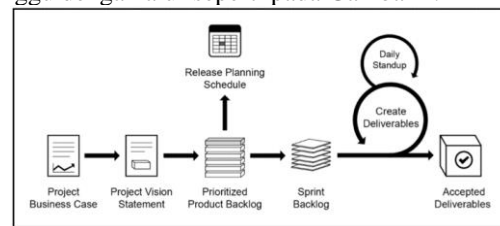


Gambar 1. Tahapan Pembangunan SIMPEL

Analisis dilakukan untuk mendapatkan kondisi yang sedang terjadi, permasalahan yang ada, dan permintaan solusi oleh pengguna. Analisis dilakukan dengan mewawancarai pengguna, *customer service*, *help desk*, dan pimpinan kerja yang terkait. Selain wawancara, analisis dilakukan dengan observasi di lapangan terkait terjadinya anomali. Hasil analisis diperoleh dalam bentuk masalah yang muncul dan solusi yang ditawarkan yang didokumentasikan dalam bentuk dokumen *user stories*. *Proof of Concept* (PoC) dilakukan untuk menunjukkan dan memverifikasi bahwa solusi yang ditawarkan berpotensi untuk dikembangkan di lingkungan sebenarnya [9]. Dalam PoC, purwarupa dirancang untuk mentukan kelayakan finansial maupun teknis, membantu memahami permintaan pengguna, dan membantu untuk

pengambilan keputusan pembuatan desain proyek di awal proses [9]. Tahap perancangan merancang kebutuhan data yang digambarkan dengan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dan *Physical Data Model* (PDM) [11][12]. Selain itu, tahap perancangan juga merancang antarmuka pengguna sesuai purwarupa yang dikembangkan di PoC.

Pengembangan SIMPEL menggunakan metodologi scrum. Scrum merupakan salah satu metodologi *agile* yang bertumpu pada kekuatan kolaborasi tim [9]. Secara umum Scrum memiliki lima tahapan, yaitu memulai (*initiate*), persiapan dan perkiraan (*plan and estimate*), pelaksanaan (*implement*), tinjauan ulang dan perbaikan (*review and retrospect*), dan rilis (*release*) [9]. Tahapan-tahapan tersebut dilakukan dalam satu periode pengembangan produk dengan durasi tertentu yang terdiri dari beberapa *sprint*. *Sprint* adalah batasan waktu untuk pengembangan produk yang biasanya berdurasi 1-4 minggu dengan alur seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Scrum Satu Kali *Sprint* [9]

Dibanding dengan metodologi pengembangan perangkat lunak yang lain, metodologi Scrum memiliki kelebihan sifat yang adaptif, iteratif, cepat, fleksibel, dan efektif. Selain itu, metodologi Scrum menggunakan strategi fleksibel, di mana hasil yang diperoleh mulai terlihat pada awal fase pengerjaan. Dengan demikian proses eksekusi program dapat diubah sewaktu-waktu, sekalipun pada saat pengerjaan tugas tengah dilakukan [10]. Namun di sisi lain, Scrum menuntut komitmen tim dengan komitmen tinggi dan penguasaan teknologi yang akan diimplementasikan. Berdasarkan kelebihan maupun kekurangan tersebut, metodologi ini dipilih karena sangat sesuai dengan kondisi dan situasi yang terjadi pada lingkungan di mana penelitian ini dilakukan termasuk ketersediaan tim dengan penguasaan teknologi yang berpengalaman. Pengembangan SIMPEL dilakukan melalui 12 *sprint* dengan durasi setiap *sprint* rata-rata satu minggu dan untuk *sprint planning* dilakukan di setiap awal minggu.

Pengujian SIMPEL dilakukan dengan dua cara, yaitu SIT dan UAT. Tahapan SIT dilakukan secara paralel di dalam proses pengembangan. Pada tahap ini, *developer* melakukan pengujian secara mandiri terhadap setiap fungsi yang telah diselesaikan.

Tahapan UAT di Astra Life dilakukan oleh *developer* bersama pengguna SIMPEL dari Astra Life. UAT menguji aplikasi SIMPEL sesuai permintaan pengguna yang didefinisikan dalam *project charter*.

Selanjutnya dilakukan *deployment* SIMPEL untuk dijalankan di server *production*. Sebelum dijalankan di server *production*, dilakukan pengujian perbandingan antara proses penanganan anomali yang lama dan yang baru. Pengujian dilakukan dengan membandingkan durasi waktu penanganan anomali sebelum dan sesudah instalasi SIMPEL. Data durasi waktu penanganan sebelum adanya SIMPEL diperoleh dari pihak Astra Life berdasarkan kejadian yang pernah dialami sebelumnya yang dipilih berdasarkan waktu tercepat identifikasi insiden yang pernah terjadi, sedangkan durasi waktu setelah adanya SIMPEL diperoleh berdasarkan jadwal yang berjalan pada masing-masing perangkat lunak yang dipantau selama pengujian.

Data yang digunakan untuk pengujian berupa nama aplikasi, nama *job*, persentase penurunan waktu identifikasi insiden, dan waktu durasi identifikasi insiden dalam satuan jam. Data tersebut ditempatkan dalam sebuah tabel, sehingga akan terlihat nilai perbandingannya. Persentase penurunan waktu identifikasi insiden dihitung dengan persamaan (1).

$$P = 100\% - \left(\frac{x_2}{x_1} \times 100\%\right) \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase penurunan waktu identifikasi insiden

x1 = Waktu identifikasi sebelum adanya SIMPEL

x2 = Waktu identifikasi sesudah adanya SIMPEL

Setelah angka presentasi penurunan diperoleh, selanjutnya dihitung rata-rata waktu identifikasi insiden setelah adanya SIMPEL dengan persamaan (2).

$$R = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

R = Rata-rata waktu identifikasi insiden

n = Jumlah aplikasi yang dipantau

x1 = Penurunan waktu identifikasi job aplikasi ke-1

x2 = Penurunan waktu identifikasi job aplikasi ke-2

x3 = Penurunan waktu identifikasi job aplikasi ke-3

xn = Penurunan waktu identifikasi job aplikasi ke-n

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa penanganan anomali di Astra Life dilakukan melalui proses identifikasi insiden, investigasi, *troubleshooting/ bug fixing*, dan administratif penyelesaian insiden. Investigasi perangkat lunak yang digunakan hanya dilakukan ketika terjadi anomali pada perangkat lunak yang dilaporkan pengguna melalui telepon. Selama

analisis, perangkat lunak yang dipantau yaitu: *Relationship Management Customer Service (RMCS)*, *iProsper*, *iPlus* dan *Integration Email*. Setelah melakukan pemantauan, permasalahan yang muncul sebagai berikut:

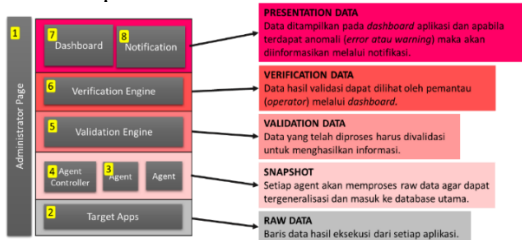
1. *Job COA Balance MTD* dan *Generate Journal Report* pada aplikasi *iPlus* tidak berjalan, maka anomali ini akan berdampak pada kesalahan penghitungan laporan keuangan perusahaan.
2. Anomali pada aplikasi *RMCS* dan *iProsper* yang langsung dirasakan oleh nasabah, menghambat proses penjualan kepada nasabah.
3. Pelaporan *job Decrease Contract Sum Assured* yang lambat mengakibatkan nilai klaim nasabah berpotensi untuk mendapatkan nilai maksimal, sehingga dapat merugikan perusahaan.
4. Anomali pengiriman polis menggunakan *Integration Email* menyebabkan nasabah tidak menerima polis, sehingga berpotensi nasabah membatalkan pengajuan asuransi apabila permasalahan tersebut tidak diketahui oleh pihak perusahaan.
5. Anomali pada *job Generate Billing* akan mengakibatkan kesalahan pembayaran premi nasabah, di mana nasabah tidak akan menerima tagihan pembayaran.

Berdasarkan hasil analisis dan permasalahan yang ditemukan, maka dibutuhkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi anomali dan mempercepat proses penanganannya yang dinamakan SIMPEL.

SIMPEL dirancang terdiri dari lima lapisan data (*data layer*), yaitu *raw data*, *snapshot*, validasi data, verifikasi data, dan presentasi data. Konsep data *layer* digunakan untuk mendukung desain SIMPEL yang modular. Dari kelima lapisan tersebut, SIMPEL memiliki delapan modul, yaitu modul *administrator page*, *target apps*, *agent*, *agent controller*, *validation engine*, *verification engine*, *dashboard*, dan *notification*.

1. *Administrator Page* adalah modul untuk mendaftarkan aplikasi dan *rule* yang akan dipantau.
2. *Target Apps* adalah aplikasi yang akan dipantau.
3. *Agent* adalah modul untuk mengambil data dari aplikasi yang akan dipantau. *Agent* dapat mengambil data dari basis data, file system, dan web service.
4. *Agent Controller* adalah modul untuk mengatur jalannya modul *agent*.
5. *Validation engine* adalah modul untuk menyimpan aturan keberhasilan *scheduler* dari setiap aplikasi. Pada modul ini terdapat *validation engine* dan *rule engine* yang bekerja sama untuk melakukan proses verifikasi data.

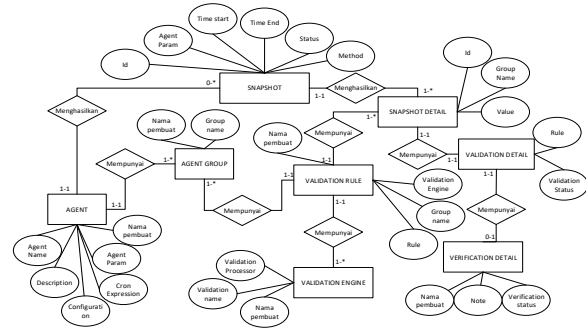
6. Verification engine adalah modul untuk menyimpan hasil verifikasi dari operator.
 7. Dashboard adalah modul untuk menampilkan hasil eksekusi secara keseluruhan (presentation).
 8. Notification adalah modul untuk memberitahukan kepada operator.
- Ruang lingkup pengembangan delapan modul SIMPEL dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Pemetaan Lapisan Data SIMPEL

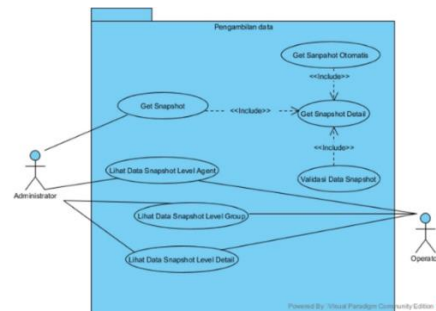
Setelah melalui proses Proof of Concept (PoC), di mana dibuat purwarupa sebagai model untuk memastikan kelayakan modul dan lapisan data dapat diterapkan dan dapat dikembangkan, maka dilakukan pengembangan SIMPEL. Pengembangan dimulai oleh Tim Scrum dengan pemodelan data untuk lapisan data dan modul, membuat *use case diagram*, dan membuat *product backlog*. Pemodelan data menghasilkan delapan entitas yaitu: *agent*, *agent group*, *validation engine*, *validation rule*, *snapshot*, *snapshot detail*, *validation detail*, dan *verification detail*. Untuk melihat hubungan antar-entitas yang terbentuk dilakukan dengan membuat *Entity Relationship Diagram* (ERD), yang digunakan menjadi acuan untuk pembuatan *Physical Data Model* (PDM) [13]. ERD yang dihasilkan pada pemodelan data ini dapat dilihat pada Gambar 4.

- Selanjutnya dilakukan pemodelan fungsi menggunakan *use case diagram*. Pada pemodelan fungsi dilakukan pemodelan empat fungsi utama yaitu:
1. Kelola *agent manager* meliputi fungsi tambah, lihat, hapus, dan ubah *agent*.
 2. Kelola *validation rule* meliputi fungsi tambah, lihat, hapus, dan ubah *rule*.
 3. Pengambilan data meliputi fungsi *get snapshot*: *get snapshot* otomatis dan *get snapshot* detail, validasi data *snapshot*, dan lihat data *snapshot*: level *agent*, level detail, dan level grup.
 4. Pemantauan meliputi fungsi mencari dan verifikasi data *snapshot* level grup, mencari dan verifikasi data *snapshot* level detail.



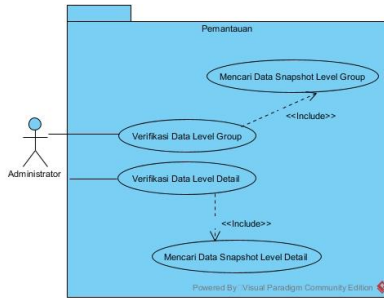
Gambar 4. ERD yang dihasilkan pada tahap pemodelan data untuk SIMPEL

Use case diagram Pengambilan Data dapat dilihat pada Gambar 5. sedangkan *use case diagram* Pemantauan dapat dilihat pada Gambar 6. Selain pemodelan data dan fungsi, pada pengembangan ini juga dimodelkan proses dengan menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD). DFD yang dihasilkan adalah *Context Diagram* (DFD Level 0) hingga DFD level 2. Pemodelan ini memodelkan tujuh proses utama pada SIMPEL yaitu: mengelola data master, mengambil data dari target *apps*, melakukan validasi data, menampilkan validasi detail, menampilkan *snapshot*, melakukan verifikasi data, dan menampilkan data verifikasi. DFD level 1 dapat dilihat pada Gambar 7.

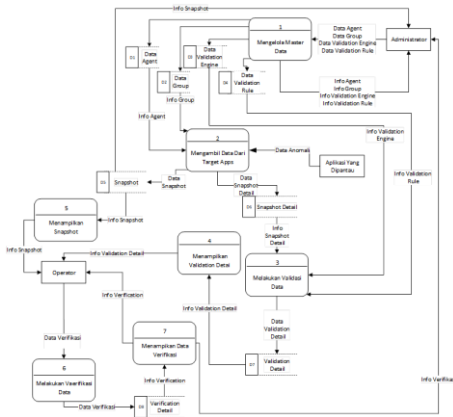


Gambar 5. Use Case Diagram Fungsi Pengambilan Data

Selanjutnya dilakukan penulisan kode program yang dibuat secara berurutan sesuai *sprint backlog* pada *sprint* yang sudah ditentukan, yaitu 12 *sprint* yang harus dijalankan. Berdasarkan pemodelan fungsi dan proses, penulisan kode program menghasilkan 126 *file* baik dalam bentuk java maupun html dan tersimpan ke dalam 101 direktori. Pada tahap pengembangan secara bersamaan dilakukan SIT. Pada SIT, *developer* melakukan pengujian secara mandiri terhadap setiap fungsi yang telah diselesaikan.



Gambar 6. Use Case Diagram Fungsi Pemantauan



Gambar 7. DFD pada pemodelan proses SIMPEL

Pada UAT ditemukan beberapa *bug* maupun perubahan minor fungsi yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. *Bug* maupun perubahan fungsi dibuatkan *product backlog* untuk dilakukan perbaikan dan revisinya. Selanjutnya dilakukan UAT kembali untuk menguji setiap perbaikan *bug* maupun perubahan fungsi untuk memastikan keberhasilannya sebelum aplikasi digunakan. Proses ini berulang hingga seluruh fungsi berjalan sesuai permintaan pengguna. Setelah aplikasi memenuhi kebutuhan pengguna, lolos pengujian UAT, dan disetujui oleh pihak-pihak yang bertanggung jawab terhadap jalannya aplikasi di Astra Life, selanjutnya SIMPEL akan di-*deploy* ke server *production*.

Sebelum SIMPEL dijalankan di server *production*, dilakukan pengujian efektifitasnya. Pengujian ini bertujuan melihat nilai perbandingan waktu identifikasi insiden sebelum dan saat menggunakan SIMPEL. Pertama disiapkan sebuah tabel yang memiliki kolom nama aplikasi, nama *job*, kondisi keberadaan SIMPEL, persentase penurunan waktu identifikasi insiden, dan waktu durasi identifikasi insiden dalam jam. Nama aplikasi merupakan implemetasi dari modul target *apps*, yaitu aplikasi yang dipantau oleh SIMPEL. Aplikasi yang dipantau pada saat pengujian dilakukan ada empat, yaitu RMCS, iProsper, iPlus, dan Integration Email.

Keempat aplikasi ini terpilih untuk dipantau karena merupakan aplikasi yang vital untuk menunjang bisnis perusahaan. Setiap aplikasi memiliki *job* masing-masing. *Job* tersebut merupakan obyek spesifik yang akan dipantau dari setiap aplikasi. Penentuan *job* ini dilakukan berdasarkan tingkat kritikal *job* sebagai penunjang utama pelayanan nasabah perusahaan.

Setelah data terkumpul, selanjutnya dihitung persentase penurunan waktu identifikasi insiden dengan Persamaan (1). Berdasarkan nilai persentase penurunan waktu identifikasi insiden yang diperoleh selanjutnya dihitung nilai rata-rata waktu identifikasi insiden saat menggunakan SIMPEL dengan Persamaan (2). Berikut ini contoh perhitungan untuk waktu identifikasi insiden dengan Persamaan (1).

Contoh nama aplikasi (*agent*): Integration Email:

1. $x_1 = 24$ jam,
2. $x_2 = 1$ jam,

dengan menggunakan Persamaan (1) menjadi:

$$P = 100\% - \left(\frac{x_2}{x_1} \times 100\%\right)$$

$$P = 100\% - \left(\frac{1}{24} \times 100\%\right)$$

$$P = 100\% - (4,16\%)$$

$$P = 95,833\%$$

$$P = 96\%$$

Hasil perhitungan pada contoh menunjukkan persentase penurunan waktu identifikasi insiden *agent* Integration Email = 96%. Proses perhitungan nilai ini diulang hingga seluruh *agent* yang dipantau selesai dihitung. Setelah semua nilai persentase penurunan waktu identifikasi insiden diperoleh, selanjutnya dihitung nilai rata-rata waktu identifikasi insiden dengan Persamaan (2). Dari perhitungan seluruh nilai persentase penurunan waktu identifikasi insiden diperoleh data sebagai berikut:

1. RMCS Submission (x_1) = 0 %
2. iProsper Submission (x_2) = 50 %
3. COA Balance MTD (x_3) = 70 %
4. Generate Journal Report (x_4) = 50 %
5. Decrease Contract Sum Assured (x_5) = 58 %
6. Generate Billing (x_6) = 50 %
7. Integration Email E-Policy (x_7) = 96 %

dengan menggunakan Persamaan (1) menjadi:

$$R = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7}{7}$$

$$R = \frac{0\%+50\%+70\%+50\%+58\%+50\%+96\%}{7}$$

$$R = \frac{374\%}{7}$$

$$R = 53,428\%$$

$$R = 53\% \text{ (pembulatan)}$$

Hasil perhitungan Persamaan (2) menunjukkan nilai rata-rata persentase penurunan identifikasi insiden setelah ada SIMPEL 53%. Nilai ini menunjukkan bahwa pada uji coba menggunakan

SIMPEL berhasil mengurangi waktu identifikasi insiden sebesar 53%. Data perbandingan dan hasil pengujian efektifitas SIMPEL dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan waktu sebelum dan saat menggunakan SIMPEL beserta nilai rata-rata persentase penurunan waktu identifikasi insiden

Nama Aplikasi	Nama Job	Kondisi Keberadaan SIMPEL	Persentase Penurunan Waktu Identifikasi Insiden	Durasi Identifikasi Insiden (Jam)
RMCS	RMCS Submission	Sebelum	0%	0.25
		Sesudah		0.25
iProsper	iProsper Submission	Sebelum	50%	2
		Sesudah		1
iPlus	COA Balance MTD	Sebelum	70%	10
		Sesudah		3
iPlus	Generate Journal Report	Sebelum	50%	6
		Sesudah		3
iPlus	Decrease Contract Sum Assured	Sebelum	58%	10
		Sesudah		5
iPlus	Generate Billing	Sebelum	50%	6
		Sesudah		3
Integratio n Email	E-Policy	Sebelum	96%	24
		Sesudah		1
Rata-rata persentase penurunan waktu identifikasi insiden			53%	

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan data dan kasus uji pada empat target *apps*, SIMPEL mampu mendeteksi lebih dini anomali yang terjadi pada perangkat lunak dengan mengambil data secara otomatis dari target *apps* yang dipantau. SIMPEL efektif menurunkan waktu identifikasi insiden yang berdampak memperpendek durasi penanganan anomali perangkat lunak hingga 53%. Kemampuan SIMPEL mendeteksi anomali ini memperkuat dan memperkaya pembahasan terkait pendeteksian anomali perangkat lunak yang telah dilakukan sebelum penelitian ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Murtaza1, A. Hamou-Lhadj, W. Khreich, and M. Couture, "TotalADS: Automated Software Anomaly Detection System," 2014.
- [2] K. S. S. M.S.JOSEPHINE, "Software Error Detection and Correction (SEDC) Using Layer Based Approach in Expert System," *ISSN 2076-3328*, 2010.
- [3] T. J. G. Hemank Lamba and J. P. Bradley Schmerl, Javier Cámara, David Garlan, "A Model-based Approach to Anomaly Detection in Software Architectures," *ACM ISBN 978-1-4503-2138-9*, 2016.
- [4] M.-C. W.-M. K.-H. Y. Sheng-Chi Yang, "An Automated Anomaly Detection Procedure for Hourly Observed Precipitation in Near-Real Time Application," *ISBN 978-981-15-5436-0*, 2020.
- [5] H. S. M Echols John, *An English-Indonesian Dictionary*. Gramedia, 1995.
- [6] Kemdikbud, "Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring," 2020. [Online]. Available: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/modular>. [Accessed: 04-Mar-2020].
- [7] T. Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, *Systems Analysis Design UML Version 2.0 An Object-Oriented Approach Third Edition*, 3rd ed. United States of America: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [8] Hambling Brian & van Goethem Pauline, *User Acceptance Testing: A step-by-step guide*, BCS Learning and Development Ltd., 2013.
- [9] Tridibesh Satpathy, *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK GUIDE)*, 2016th ed. Phoenix: Scrum Study, 2016.
- [10] Setiawan, E.I., Prakoso, H.K.B., Gunawan, T.P., Setyati E., Santoso, J., *Aplikasi Mobile Untuk Memantau Body Mass Index Dengan Metodologi Scrum. TEKNIKA, Volume 10(3), November 2021. ISSN 2549-8037, EISSN 2549-8045. DOI: 10.34148/teknika.v10i3.405*
- [11] R. M. R. Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, *System Analysis & Design*, 6th ed. Hokoben: C. Baltzer AG Science Publishers, 2015.
- [12] B. N. S. Elmasari R., *Fundamental of Database System Sixth Edition*. Addison-Wesley, 2011.
- [13] Binus University, "Jenis Aplikasi Oracle," *Binus University*, 2020.

ANALISIS PENGGUNAAN LAMPU *LIGHT EMITTING DIODE* (LED) PADA AREA *BASEMENT* DI GEDUNG MENARA ASTRA

Rahayu Budi Prahara¹ dan Jonathan Hanslim²

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta, Indonesia

E-mail: rahayu.budiprahara@polman.astra.ac.id¹, jonathanhanslim.business@gmail.com²

Abstrak-- PT Menara Astra merupakan gedung perkantoran milik PT. Astra International Tbk dengan ketinggian 260 meter dan 47 lantai yang diproyeksikan menjadi *signature project* Astra dengan *standard Green Building*. Pada bagian *basement* gedung Menara Astra, lampu yang digunakan masih berupa lampu neon jenis T5 28 Watt. Saat ini telah ditemukan lampu yang hemat energi yaitu lampu *light emitting diode* (LED). Oleh karena itu dilakukanlah penelitian lebih lanjut dan didapatkan solusi untuk mengganti lampu yang sudah ada menjadi lampu LED. Setelah dilakukan penggantian, didapatkan dampak positif yaitu pihak perusahaan dapat menghemat penggunaan daya listrik sebesar 41,07% dan juga menghemat biaya operasional untuk lampu sebesar 40,64% dari penggantian lampu di area *basement* 1 sampai dengan *basement* 3.

Kata Kunci: Efisiensi, Lumen, *Tube Light* (TL), *Lampu Essential*, *Light Emitting Diode* (LED).

I. PENDAHULUAN

PT. Menara Astra merupakan proyek perkantoran milik PT. Astra International Tbk. Menara Astra dirancang untuk menjadi *International Grade A Office* dengan *standard Green Building* peringkat platinum, yang merupakan peringkat tertinggi dari suatu grade gedung perkantoran.

Pada zaman sekarang ini, energi listrik merupakan salah satu elemen penting yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Semakin banyaknya penggunaan alat berenergi listrik tentunya mengakibatkan jumlah energi primer menjadi berkurang. Dari hal tersebut dapat mengakibatkan nilai jual energi listrik primer menjadi naik. Hal ini juga akan berpengaruh kepada kebutuhan akan gedung-gedung hunian, perkantoran dan lain sebagainya. Salah satu dari banyak fasilitas di PT. Menara Astra yang menarik untuk diteliti adalah penerangan gedung. Penggunaan lampu yang sangat banyak tentunya dapat menjadi masalah tersendiri. Setelah melakukan analisa bagian-bagian gedung di PT. Menara Astra, pada bagian *basement* gedung PT. Menara Astra penerangan yang digunakan masih berupa lampu neon jenis T5 28 Watt. Hal tersebut merupakan permasalahan yang menarik untuk diselesaikan. Tentunya ini akan membantu bagaimana caranya untuk bisa mendapatkan penerangan yang dibutuhkan dengan biaya pengeluaran seminimal mungkin [1].

Dari hal tersebut, akan diberikan alternatif solusi dengan cara membandingkan penggunaan daya lampu, *life time*-nya, dan biaya yang dikeluarkan dengan jenis lampu lainnya, lalu dapat ditemukan dan disimpulkan manakah yang lebih hemat energi [2]. Pemilihan lampu hemat energi ini juga diharapkan dapat

membantu pihak perusahaan untuk mengurangi penggunaan daya listrik dan pengeluaran biaya listrik [3]. Hasil ini juga dapat mendukung program perusahaan dalam mengedepankan konsep *Green Building*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

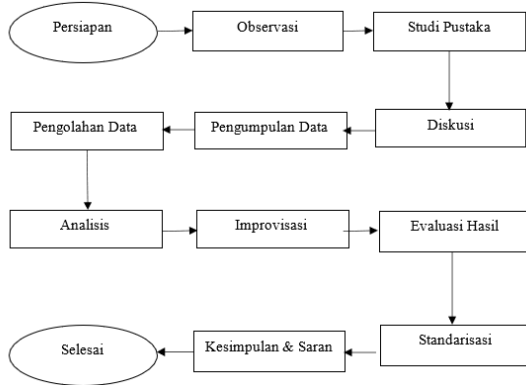
2.1 Metode DMAIC

DMAIC merupakan sebuah metode yang terdiri dari proses-proses yang bertujuan untuk melakukan peningkatan secara terus menerus menuju target *Six Sigma*. Langkah-langkah dalam metode DMAIC dijelaskan sebagai berikut:

1. *Define*: Melakukan identifikasi terhadap masalah yang dihadapi agar dapat dipahami, sehingga dapat memilih alternatif tindakan terbaik untuk memecahkan masalah.
2. *Measure*: Proses pengumpulan data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian. Data-data yang dikumpulkan digunakan sebagai tolak ukur untuk proses perbaikan atau peningkatan kualitas sehingga dapat dilakukan secara objektif.
3. *Analyze*: Dilakukan proses analisa dan identifikasi terkait akar masalah dari penelitian kali ini. Alat bantu yang dapat digunakan salah satunya adalah 5W + 1H
4. *Improve*: Dilakukan tindakan perbaikan atau peningkatan setelah ditemukan akar permasalahannya. Langkah yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian dan percobaan agar hasil akhir dari peningkatan dapat optimal.
5. *Control*: Menetapkan standar untuk mengontrol hasil dari perbaikan. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penurunan atau masalah ketika proses pergantian.

2.2 Alur Penelitian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam proses perbaikan.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.3 Green Building

Menurut *Green Building Council* Indonesia/GBCI [4], secara definisi *green building* adalah bangunan yang sejak di mulai dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga dalam pemeliharannya memperlihatkan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, serta mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu dari kualitas udara di ruangan, dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semuanya berpegang pada kaidah pembangunan yang berkelanjutan [1].

Green building mengedepankan konsep penghematan yang sekarang ini sangat diperlukan untuk kebutuhan masa mendatang yang merupakan salah satu dari program pemerintah pada penghematan gedung bertingkat, baik perhotelan, apartment, atau gedung perkantoran [5]. Konsep bangunan hijau merupakan satu kesatuan proses dari perencanaan, konstruksi, pengoperasian, renovasi, peruntukan gedung, yang mengedepankan pertimbangan.

2.4 Perhitungan Parameter

2.4.1 Electricity Consumption

Electricity consumption adalah total konsumsi listrik. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$EC = n \times P \times \cos \phi \times OH \quad (1)$$

Dengan:

n = jumlah lampu

P = Daya lampu (kW)

$\cos \phi$ gedung Menara Astra = 0,988

OH = Operational Hours (lama operasi)

2.4.2 Energy Saving

Energy Saving adalah nilai penghematan energi. Pada persamaan sebelumnya terdapat

perhitungan konsumsi energi, maka persamaan untuk *energy saving* adalah sebagai berikut:

$$ES = EC(before) - EC(after) \quad (2)$$

Dengan:

$EC (before)$ = Energy Consumption lampu TL
 $EC (after)$ = Energy Consumption lampu LED

2.4.3 Electricity Rates

Electricity Rates adalah tarif biaya listrik negara yang dikenakan kepada konsumen yang disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero). Untuk gedung Menara Astra sendiri termasuk kedalam Golongan Premium. Kelebihan dari golongan premium ini adalah sumber listrik di-supply dari dua gardu yaitu gardu karet lama dan gardu karet baru. Pada golongan premium ini dilengkapi dengan *Automatic Change Over Switch* System dengan kecepatan transfer 0,3 detik.

Untuk tarif yang dikenakan dari PLN terbagi menjadi dua yaitu tarif Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan tarif Waktu Beban Puncak (WBP) [6].

2.4.4 Cost Saving

Cost Saving adalah perhitungan penghematan biaya. Persamaan untuk *cost saving* adalah sebagai berikut:

$$CS = OC(before) \times OC(after) \quad (3)$$

Dengan:

CS = Cost Saving

$OC(before)$ = Operating Cost lampu TL

$OC(after)$ = Operating Cost lampu LED

2.4.5 Operating Cost

Operating Cost adalah perhitungan biaya operasi yang dikeluarkan untuk penggunaan lampu. Persamaan untuk *operating cost* adalah sebagai berikut:

$$OC = EC \times ER \quad (4)$$

Dengan:

OC = Operating Cost

EC = Electricity Consumption

ER = Electricity Rates

III. PENGUMPULAN DATA

3.1 Permasalahan yang terjadi

Untuk lampu yang digunakan sebelum penggantian adalah Philips TL5 *Essential Super* 80 1200mm 28W/840 T5 [7], dan penggantian lampu T5

Essential ini sendiri terjadi lumayan sering dikarenakan memang umur lampu ini yang hanya 20.000 jam. Ditambah dengan masalah lain seperti lampu pecah maka lampu tidak dapat digunakan lagi dan juga mengeluarkan senyawa merkuri yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Penggantian lampu rusak biasa dilakukan oleh bagian *engineering*. Dan dikarenakan di bagian *engineering* Menara astra itu memiliki *job desk* yang cukup banyak yaitu mengerjakan komplek dari pihak retail dan masalah teknis di fasilitas gedung ini, maka penggantian lampu T5 *essential* ini tentunya cukup memakan waktu yang seharusnya bisa digunakan untuk mengerjakan komplek yang lain.

Dan juga untuk pencahayaan dari lampu T5 *essential* di area *basement* itu sendiri cukup rendah, yaitu sekitar 70-90 lux yang diambil dengan alat ukur lux meter [8]. Sedangkan minimal untuk area *basement* itu di butuhkan sebesar 100 lux [9] [10]. Dapat dilihat ini salah satu contoh dari pengukuran iluminasi lampu di area *basement*.

3.2 Data Keseluruhan Per-Basement

Dibawah ini merupakan data keseluruhan per-*basement* yang telah disatukan dari data dan perhitungan yang telah didapat sebelumnya.

1. Basement 1

Ames	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya LWBP	Biaya WBP	Biaya LWBP	Biaya WBP
DB AN 1	17	24	11,29	Rp 10.416,79	Rp 3.959,05	Rp 312.503,84	Rp 118.771,47
DB AN 2	75	07:00-19:00	24,90	Rp 24.187,60	Rp 6.986,56	Rp 725.628,10	Rp 209.596,71
DB AN 3	17	06:10-21:50	7,36	Rp 5.937,57	Rp 3.824,44	Rp 178.127,19	Rp 114.733,24
Tower							
DB.A 1	24	24	23,24	Rp 21.466,34	Rp 8.150,98	Rp 643.390,25	Rp 244.529,50
DB.A 2	25	05:30-24:00	12,79	Rp 10.884,42	Rp 5.822,13	Rp 326.532,65	Rp 174.663,93
DB.A 3	25	24	16,60	Rp 15.318,82	Rp 5.822,13	Rp 459.564,47	Rp 174.663,93
DB.B 1	16	07:00-19:00	5,31	Rp 5.160,02	Rp 1.490,47	Rp 154.800,66	Rp 44.713,97
DB.B 2	27	05:50-24:00	13,57	Rp 11.465,21	Rp 6.287,90	Rp 343.956,43	Rp 188.637,04
DB.B 3	27	24	17,93	Rp 16.544,32	Rp 6.287,90	Rp 496.529,62	Rp 188.637,04
Mesraning							
M	56	24	37,1004160	Rp 34.314,15	Rp 13.041,57	Rp 1.029.424,40	Rp 391.247,19
Total	324	196,33	170,17	Rp 155.675,25	Rp 61.673,13	Rp 4.670.257,61	Rp 1.850.194,01
				Total biaya	Rp	217.348,39	Rp 6.520.451,61

Gambar 2. Data Keseluruhan Basement 1

2. Basement 2

Ames	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya LWBP	Biaya WBP	Biaya LWBP	Biaya WBP
DB AN 1	24	05:50-21:00	10,07	Rp 8.663,29	Rp 4.471,40	Rp 259.298,85	Rp 134.141,90
DB AN 2	50	05:50-21:00	20,98	Rp 18.006,86	Rp 9.315,41	Rp 540.205,94	Rp 279.462,28
DB AN 3	16	21:00-06:00, 08:00-17:00	7,97	Rp 8.772,04	Rp 745,23	Rp 263.161,13	Rp 22.356,98
Tower							
DB.A 1	10	24	6,64	Rp 6.127,53	Rp 2.328,85	Rp 183.825,79	Rp 69.865,57
DB.A 2	14	05:50-21:00	5,87	Rp 5.041,92	Rp 2.608,31	Rp 151.257,66	Rp 78.249,44
DB.A 3	10	05:50-21:00	4,20	Rp 3.601,37	Rp 1.863,08	Rp 108.041,19	Rp 55.892,46
DB.B 1	50	06:00-21:30	21,44	Rp 17.737,58	Rp 10.479,84	Rp 532.127,28	Rp 314.395,07
DB.B 2	15	05:50-21:00	6,29	Rp 5.402,06	Rp 2.794,62	Rp 162.061,78	Rp 83.838,68
DB.B 3	10	24	6,64	Rp 6.127,53	Rp 2.328,85	Rp 183.825,79	Rp 69.865,57
Total	199	141,83	90,10	Rp 79.460,18	Rp 36.935,00	Rp 2.383.805,39	Rp 1.108.067,95
				Total biaya	Rp	116.395,78	Rp 3.491.873,33

Gambar 3. Data Keseluruhan Basement 2

3. Basement 3

Ames	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya LWBP	Biaya WBP	Biaya LWBP	Biaya WBP
DB AN 1	17	05:50-21:00	7,13	Rp 6.122,33	Rp 3.167,24	Rp 183.670,02	Rp 95.017,18
DB AN 2	75	05:50-21:00	31,47	Rp 27.010,30	Rp 13.973,11	Rp 810.308,90	Rp 419.193,42
DB AN 3	17	24	11,29	Rp 10.416,79	Rp 3.959,05	Rp 312.503,84	Rp 118.771,47
Tower							
DB.A 1	55	05:50-21:00	23,08	Rp 19.807,55	Rp 10.246,95	Rp 594.226,53	Rp 307.408,51
DB.A 2	33	05:50-21:00	13,85	Rp 11.884,53	Rp 6.148,17	Rp 356.535,92	Rp 184.445,11
DB.A 3	33	24	21,91	Rp 20.220,84	Rp 7.685,21	Rp 606.625,09	Rp 230.556,38
DB.B 1	44	05:50-21:00	18,46	Rp 15.846,04	Rp 8.197,56	Rp 475.381,22	Rp 245.926,81
DB.B 2	13	05:50-21:00	5,45	Rp 4.681,78	Rp 2.422,01	Rp 140.453,54	Rp 72.660,19
DB.B 3	13	24	8,63	Rp 7.965,78	Rp 3.027,51	Rp 238.973,52	Rp 90.825,24
Total	300	163	141,27	Rp 123.955,95	Rp 58.826,81	Rp 3.718.678,59	Rp 1.764.804,31
				Total biaya	Rp	182.782,76	Rp 5.483.482,89

Gambar 4. Data Keseluruhan Basement 3

Dari data diatas maka dapat dihitung total untuk *basement 1* sampai dengan *basement 3* secara harian dan didapatkan sebagai berikut:

Jumlah Lampu	Waktu Operasional	Konsumsi Listrik	LWBP	WBP
763		516,664	401,53 kWh	Rp. 359.091,39
				Rp. 157.435,54

Gambar 5. Data Total Basement 1 sampai Basement 3 secara harian

$$\text{Total Biaya Harian} = \text{Rp. } 516.526,93 / \text{hari}$$

$$\text{Total Biaya Bulanan} = \text{Total Biaya Harian} \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 516.526,93 \times 30$$

$$= \text{Rp. } 15.495.807,84 / \text{bulan}$$

$$\text{Total Biaya Tahunan} = \text{Total Biaya Bulanan} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 15.495.807,84 \times 12$$



$$= \text{Rp. } 185.949.694,03 / \text{tahun}$$

IV. PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengolahan Data dan Analisis

Dari data di atas dengan daya lampu yang kurang lebih sama dan juga warna lampu yang sama, dapat dilihat bahwa untuk voltase, lumen, umur lampu, dan juga *angle* pencahayaan lampu yang lebih baik didapatkan pada lampu ke 3 yaitu Philips *Master LED Tube T5 16,5 Watt* [11]. Maka dari itu lampu yang akan digunakan untuk mengg antikan lampu Philips *TL5 Essential Super 80 1200mm 28W/840 T5* adalah lampu Philips *Master LED Tube HF 1200 mm HE 16,5W T5*.

Berikut merupakan perbandingan lampu sebelumnya dengan lampu LED yang sudah terpilih untuk digunakan:

PHILIPS Master LED Tube HF 1200mm HE 16.5W T5	Philips TL5 Essential Super 80 1200mm 28W/840 T5
	
16,5 Watt	28 Watt
2500 lm	2600 lm
1163,2 x 18,8 mm	1200 x 16 mm
50.000 jam	20.000 jam
> 80	> 80
4000 K	4000 K
100-120 lux (rata-rata)	70-90 lux (rata-rata)

Gambar 6. Perbandingan Lampu Sebelumnya dengan Lampu LED yang Terpilih

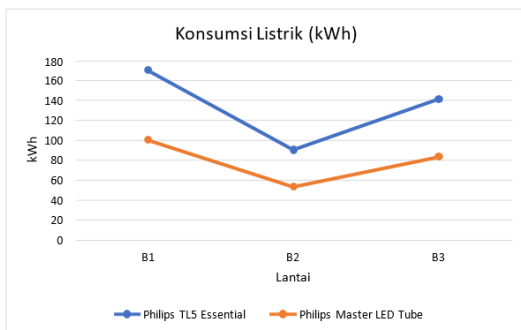
Berdasarkan dari hasil perbandingan diatas maka dilakukan *improvement* yaitu berupa penggantian lampu dari lampu T5 *Essential* menjadi menggunakan lampu *Master LED Tube*

4.2 Electricity Consumption Perhari Sesudah Penggantian Ke Lampu Philips *Master LED Tube* LED 16,5 Watt

Berdasarkan data yang telah didapat dari pemakaian listrik lampu sebelum penggantian dan sesudah diganti menggunakan lampu LED, dapat dihitung nilai penghematan konsumsi listrik dan efisiensi pemakaian daya sebagai berikut.

Lantai	Philips TL5 Essential Super 80 1200mm 28W/840 T5	Philips Master LED Tube HF 1200 mm HE 16,5W T5
B1	170,17 kWh	100,28 kWh
B2	90,10 kWh	53,09 kWh
B3	141,27 kWh	83,25 kWh
Total	401,53 kWh	236,62 kWh

Gambar 7. Data Konsumsi Listrik



Grafik 1. Konsumsi Listrik

Penghematan konsumsi listrik yang didapat setelah menggunakan lampu LED sebesar 164,92 kWh/hari

Penghematan dari penggunaan energi dengan menggunakan lampu LED didapatkan dengan perhitungan berikut ini:

$$EC \text{ total TL} - EC \text{ total LED}$$

$$\eta = EC \text{ total TL} \times 100\% = 12.046,02 - 7.098,59$$

$$\eta = 12.046,02 \times 100\%$$

$$\eta = 41,07 \%$$

4.3 Biaya Operasional Lampu Sesudah Menggunakan LED

Berikut ini adalah perhitungan untuk biaya operasional lampu dari *basement* 1 sampai dengan *basement* 3 sesudah menggunakan lampu LED, berdasarkan tarif L WBP dan WBP yang dikenakan oleh PLN terhadap gedung Menara Astra. Tarif LWBP dikenakan biaya sebesar Rp. 1.165,78 untuk penggunaan listrik dari pukul 22:00 – 17:00. Sedangkan untuk tarif WBP dikenakan biaya sebesar Rp. 1.683,67 untuk penggunaan listrik dari pukul 17:00 – 22:00.

Dari data yang telah didapat dari perhitungan biaya operasional lampu sebelum penggantian dan sesudah diganti menggunakan lampu LED, maka telah didapatkan data total biaya operasional perharinya adalah sebagai berikut.

Jenis Lampu	Philips TL5 Essential Super 80 1200mm 28W/840 T5		Philips Master LED Tube HF 1200 mm HE 16,5W T5	
	LWBP	WBP	LWBP	WBP
B1	Rp 155.675,25	Rp 61.673,13	Rp 91.737,21	Rp 36.343,09
B2	Rp 79.460,18	Rp 36.935,60	Rp 49.043,45	Rp 21.765,62
B3	Rp 123.955,95	Rp 58.826,81	Rp 73.045,47	Rp 34.665,80
Total	Rp 359.091,38	Rp 157.435,54	Rp 193.605,29	Rp 85.089,30
		516.526,92		306.600,64
Selisih				Rp 209.926,28 / hari

Gambar 8. Data Total Biaya Operasional Perharinya

Berdasarkan data diatas yang merupakan data total biaya operasional penggunaan lampu perhari sebelum dan sesudah menggunakan lampu LED, maka dapat kita hitung penghematan biaya operasional sebesar Rp. 6.297.788,30 / bulan

4.4 Data Keseluruhan Per-Basement Sesudah Penggantian Ke Lampu Philips *Master LED Tube* LED 16,5 Watt.

1. Basement 1

Annex	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya L.WBP	Biaya WBP	Biaya L.WBP	Biaya WBP
DB AN 1	17	24	6,651	Rp 6.138,47	Rp 2.333,01	Rp 184.154,05	Rp 69.990,33
DB AN 2	75	07:00-19:00	14,672	Rp 14.253,43	Rp 4.117,08	Rp 427.602,28	Rp 123.512,35
DB AN 3	17	06:10-21:50	4,340	Rp 3.498,93	Rp 2.253,69	Rp 104.967,81	Rp 67.810,66
Tower		Jumlah					
DB A 1	35	24	13,69	Rp 12.638,02	Rp 4.803,26	Rp 379.140,68	Rp 144.097,74
DB A 2	25	05:30-24:00	7,34	Rp 6.414,03	Rp 3.430,90	Rp 192.421,02	Rp 102.926,96
DB A 3	25	24	9,78	Rp 9.027,16	Rp 3.430,90	Rp 270.814,77	Rp 102.926,96
DB B 1	16	07:00-19:00	3,13	Rp 3.040,73	Rp 878,31	Rp 91.221,82	Rp 26.349,30
DB B 2	27	05:50-24:00	8,00	Rp 4.756,29	Rp 3.705,37	Rp 202.688,61	Rp 111.161,11
DB B 3	27	24	10,56	Rp 9.749,33	Rp 3.705,37	Rp 292.479,96	Rp 111.161,11
Mezzanine		Jumlah					
M	56	24	21,91	Rp 20.220,84	Rp 7.685,21	Rp 606.625,09	Rp 230.556,38
Total	320	196,33	100,28	Rp 91.737,20	Rp 36.343,10	Rp 2.752.116,09	Rp 1.090.292,90
Total biaya				Rp	128.080,30	Rp	3.842.408,99

Gambar 9. Data Keseluruhan Basement 1 Sesudah Penggantian Lampu

2. Basement 2

Annex	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya L.WBP	Biaya WBP	Biaya L.WBP	Biaya WBP
DB AN 1	24	05:50-21:00	5,93	Rp 5.093,37	Rp 2.634,93	Rp 152.801,11	Rp 79.047,90
DB AN 2	50	05:50-21:00	12,36	Rp 10.611,19	Rp 5.489,44	Rp 318.335,64	Rp 164.683,13
DB AN 3	16	21:00-06:00, 08:00-17:00	4,69	Rp 5.169,24	Rp 499,16	Rp 155.077,09	Rp 13.174,65
Tower		Jumlah					
DB A 1	10	24	3,91	Rp 3.610,86	Rp 1.372,36	Rp 108.325,91	Rp 41.170,78
DB A 2	14	05:50-21:00	3,46	Rp 2.971,13	Rp 1.537,04	Rp 89.133,98	Rp 46.111,28
DB A 3	10	05:50-21:00	2,47	Rp 2.122,24	Rp 1.097,89	Rp 65.667,13	Rp 32.936,63
DB B 1	50	06:00-21:30	12,63	Rp 10.452,50	Rp 6.175,62	Rp 313.575,00	Rp 185.268,52
DB B 2	15	05:50-21:00	3,71	Rp 3.402,06	Rp 1.646,83	Rp 102.061,78	Rp 49.404,94
DB B 3	10	24	3,91	Rp 3.610,86	Rp 1.372,36	Rp 108.325,91	Rp 41.170,78
Total	199	141,83	53,09	Rp 49.043,45	Rp 21.765,62	Rp 1.471.303,55	Rp 652.968,61
Total biaya				Rp	70.809,07	Rp	2.124.272,16

Gambar 10. Data Keseluruhan Basement 2 Sesudah Penggantian Lampu

3. Basement 3

Annex	Jumlah	Waktu Operasional	Daya total real perhari	Perhari		Perbulan	
				Biaya L.WBP	Biaya WBP	Biaya L.WBP	Biaya WBP
DB AN 1	17	05:50-21:00	4,20	Rp 3.607,80	Rp 1.866,41	Rp 108.234,12	Rp 55.992,26
DB AN 2	75	05:50-21:00	18,54	Rp 15.916,78	Rp 8.234,16	Rp 477.503,46	Rp 247.024,70
DB AN 3	17	24	6,65	Rp 6.138,47	Rp 2.333,01	Rp 184.154,05	Rp 69.990,33
Tower		Jumlah					
DB A 1	35	05:50-21:00	13,60	Rp 11.672,31	Rp 6.038,38	Rp 350.169,20	Rp 181.151,44
DB A 2	33	05:50-21:00	8,16	Rp 7.003,38	Rp 3.623,03	Rp 210.101,52	Rp 108.690,87
DB A 3	33	24	12,91	Rp 11.915,85	Rp 4.528,79	Rp 357.475,50	Rp 135.863,58
DB B 1	44	05:50-21:00	10,88	Rp 9.337,85	Rp 4.830,71	Rp 280.135,36	Rp 144.921,15
DB B 2	13	05:50-21:00	3,21	Rp 2.758,91	Rp 1.427,25	Rp 82.767,27	Rp 42.817,61
DB B 3	13	24	5,09	Rp 4.694,12	Rp 1.784,07	Rp 140.823,68	Rp 53.222,02
Total	300	163	83,25	Rp 73.045,47	Rp 34.665,80	Rp 2.191.364,17	Rp 1.039.973,97
Total biaya				Rp	182.782,70	Rp	3.231.338,13

Gambar 11. Data Keseluruhan Basement 3 Sesudah Penggantian Lampu

Dari data diatas maka dapat dihitung total untuk basement 1 sampai dengan basement 3 secara harian dan didapatkan sebesar Rp. 306.600,64 /hari, jadi untuk total biaya per tahun sebesar Rp. 110.376.231,61

4.5 Biaya Investasi

Di bawah ini adalah kumpulan pengolahan data untuk mendapatkan perhitungan biaya awal dan biaya tahunan yang dikeluarkan dari penggunaan lampu sebelum dan sesudah diganti ke LED. Untuk perhitungan yang akan dibahas pertama adalah mengenai lampu yang sebelumnya digunakan. Berikut ini adalah perhitungan biaya awal penggunaan lampu sebelumnya.

$$T5 \text{ Essential} : 819 \times \text{Rp. } 36.100 = \text{Rp. } 29.565.900$$

Pada perhitungan diatas dapat dilihat bahwa biaya awal yang dikeluarkan untuk pembelian lampu T5

Essential ini totalnya adalah sekitar Rp. 29.565.900. Nilai tersebut didapat dari total jumlah lampu dari basement 1 sampai dengan basement 3 lalu dikalikan dengan harga satuan unit lampu. Berikut ini adalah biaya tahunan penggunaan lampu sebelumnya yaitu sebesar Rp. 185.949.691,20 / tahun

Setelah dilakukan perhitungan untuk biaya yang dikeluarkan untuk lampu T5 Essential didapatkan biaya untuk pemakaian satu hari sebesar Rp. 516.526,92, sedangkan untuk satu bulan pemakaian adalah sebesar Rp. 15.495.807,60 dan untuk pemakaian selama satu tahun biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 185.949.691,20.

Untuk lampu yang sudah digunakan sekarang yaitu lampu LED T5 16,5 Watt, didapatkan perhitungan biaya awal yang dikeluarkan sebesar Rp. 234.643.500. Sedangkan untuk biaya tahunannya didapatkan perhitungan biaya sebesar Rp. 110.376.231,61 / tahun

4.6 Standarisasi Lampu

Setelah melakukan proses penggantian lampu, maka perlu dibuat adanya standarisasi untuk tetap mempertahankan dan mengontrol peningkatan yang telah dilakukan. Hal ini juga berfungsi untuk mencegah kemungkinan permasalahan yang akan terjadi di lapangan. Untuk bagian waktu penggantian berikutnya yang tertera pada tabel, waktu yang digunakan adalah 50.000 jam. Waktu tersebut didapat dari pencahayaan maksimal yang masih bisa di dapatkan setelah penurunan lumen terjadi, namun masih di atas standar pencahayaan. Berikut adalah gambar tabel standarisasi:

STANDARISASI PENGGANTIAN LAMPU AREA: BASEMENT 1 - 3				
Standarisasi				
Jenis Lampu	LED			
Tipe Lampu	Philips Master LED Tube 16,5 Watt			
Iuminasi	> 100 lux			
Waktu Penggantian Lampu Berikutnya				
B1	Mezzanine	M	5 Tahun 9 Bulan	
		Annex	DB AN 1	5 Tahun 9 Bulan
			DB AN 2	11 Tahun 6 Bulan
	DB AN 3		8 Tahun 10 Bulan	
	Tower	DB A 1	5 Tahun 9 Bulan	
		DB A 2	7 Tahun 6 Bulan	
		DB A 3	5 Tahun 9 Bulan	
		DB B 1	11 Tahun 6 Bulan	
		DB B 2	7 Tahun 7 Bulan	
DB B 3		5 Tahun 9 Bulan		

Gambar 12. Standarisasi Penggantian Lampu

Selanjutnya adalah pembuatan kontrol untuk standarisasi yang bertujuan untuk tetap mengawasi hasil dari peningkatan yang telah dilakukan agar

berjalan dengan maksimal. Berikut adalah tabel kontrol standarisasi:

Area		Tanggal	PIC	Tanggal	PIC	Tanggal	PIC
B1	Mezzanine	M					
		Annex	DB AN 1				
			DB AN 2				
	DB AN 3						
	Tower	DB A 1					
		DB A 2					
		DB A 3					
		DB B 1					
		DB B 2					
		DB B 3					
	Annex	DB AN 1					
		DB AN 2					
		DB AN 3					

Gambar 13. Kontrol untuk Standarisasi

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai standar lux untuk area parkir basement Menara Astra adalah sebesar 100 lux, sedangkan sebelum pergantian dilakukan, rata-rata nilai lux untuk area basement Menara Astra adalah sebesar 70-90 lux saja. Besar konsumsi listrik untuk penerangan di area basement gedung Menara Astra dengan menggunakan lampu T5 Essential 28 Watt adalah 401,53 kWh / hari, sedangkan untuk penggunaan lampu LED Tube 16,5 Watt adalah 236,62 kWh per hari, maka dalam sebulan besar konsumsi listrik yang dapat dihemat adalah sebesar 4.947,6 kWh. 6.297.788,30. Sehingga dalam satu tahun penghematannya adalah sebesar Rp. 75.573.459,59.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Roshaunda, L. Diana, L. P. Caroline, S. Khalisha, and R. S. Nugraha, "Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi Green Building Council Indonesia," *WIDYAKALA J. Pembang. JAYA Univ.*, vol. 6, pp. 29–46, 2019.
- [2] A. Chumaidy, "Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu Tl, Cfl Dan Lampu Led (Studi Kasus Pada Apartemen X)," *Sinusoida*, vol. 19, no. 1, 2017.
- [3] S. Suyatno, M. Maslahah, and S. Indrawati, "Desain Efisiensi Energi Penggunaan Lampu pada Perpustakaan Lantai 5 ITS Surabaya," *JFA (Jurnal Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 3, pp. 156–162, 2020.
- [4] V. Hendriawan, D. Sarasanty, and E. T. Asmorowati, "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONSEP GREEN BUILDING PADA GEDUNG-GEDUNG UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT BERDASARKAN STANDAR GREEN

BUILDING COUNCIL INDONESIA (GBCI)." Universitas Islam Majapahit, 2020.

- [5] A. S. Prataksita, "Penilaian Green Building Berdasarkan Greenship Gedung Terbangun Kriteria Efisiensi Energi Serta Kesehatan Dan Kenyamanan Dalam Ruang Pada Gedung Balai Kota Among Tani Batu." Universitas Brawijaya, 2018.
- [6] A. Kartikaningtyas and E. Ariyanto, "Studi Kasus Kehilangan Kvarh Pelanggan Tarif I-2 dengan Daya 16.500 Va dan 17.600 Va di PT PLN (Persero) Area Semarang," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 2.
- [7] "No Title." https://www.lighting.philips.co.id/prof/led-lamps-and-tubes/led-tubes/master-ledtube-instantfit-hf-t5/929001391102_EU/product (accessed Jul. 25, 2021).
- [8] J. Paschal, *Step-by-step Guide to Lighting*. EC & M Books, 1998.
- [9] F. K. Mujib and A. Rahmadiansah, "Desain Pencahayaan Lapangan Bulu Tangkis Indoor ITS," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [10] D. Tangoro, *No Title*. 2000. [Online]. Available: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=25629&lokasi=loka1>
- [11] https://www.lighting.philips.co.id/id/prof/conventional-lamps-and-tubes/lampu-neon-dan-starter/tl5/tl5-essential-he-super-80/927926784058_EU/product (accessed Jul. 25, 2021).

PENGEMBANGAN METODE PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING (PBL)* UNTUK MENINGKATKAN UNJUK KERJA MAHASISWA DALAM MEMBUAT PRODUK DI PRODI TEKNIK PRODUKSI DAN PROSES MANUFAKTUR - POLITEKNIK ASTRA

Rohmat Setiawan¹, Heri Sudarmaji², Danny Wicaksono³, Nicholas Ego Guarsa⁴,
Muhamad Nur Andi W.⁵, dan Faratiti Dewi Audensi⁶

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jakarta, 14330, Indonesia

E-mail : rohmat.setiawan@polman.astra.ac.id¹, heri.sudarmaji@polman.astra.ac.id²,

danny.wicaksono@polman.astra.ac.id³, nicholas.egoguarsa@polman.astra.ac.id⁴,

muhamad.andi@polman.astra.ac.id⁵, faratiti.dewiaudensi@polman.astra.ac.id⁶

Abstrak— Salah satu keterampilan khusus dari capaian pembelajaran lulusan yang dimiliki oleh program studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur sesuai KKNi level 5 diantaranya mampu merancang dan memproduksi komponen, alat bantu produksi (*jig and fixture*), dan peralatan mekanik sederhana, yang sudah terdefinisi dengan jelas, yang memenuhi kebutuhan spesifik dengan pertimbangan yang tepat terhadap masalah keamanan, kesehatan kerja, dan lingkungan. Makalah ini bertujuan untuk memperkenalkan metode *project based learning (PBL)* yang diterapkan di program studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur melalui uji coba pembelajaran berbasis proyek secara integrasi antara beberapa mata kuliah untuk membuat produk yang dapat dikomersialkan. Salah satu produk yang sedang dikembangkan adalah kotak perkakas bertingkat, dimana proses pembuatannya melibatkan beberapa praktikum, antara lain: gambar teknik, CAD, proses fabrikasi pelat logam, pengelasan, pengecatan, perakitan mekanik, dan kewirausahaan. Tujuan dari proses pembelajaran ini adalah agar setiap mahasiswa dapat membuat produk secara terintegrasi dengan waktu yang ditentukan dan produk yang memenuhi kualitas dapat dikomersialkan, sehingga unjuk kerja dan kesadaran kualitas setiap mahasiswa dalam membuat produk dapat meningkat. Hal ini terlihat pada evaluasi penilaian kompetensi mahasiswa/i dari mata kuliah terkait rata-rata naik dari level 1,7 menjadi level 3 setelah menerapkan metode PBL ini.

Kata Kunci: KKNi, Project Based Learning, Kotak Perkakas Bertingkat

I. PENDAHULUAN

Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNi) atau Kerangka Kualifikasi Indonesia merupakan kerangka kualifikasi kompetensi yang dapat menyandingkan, menyamakan, dan mengintegrasikan antara bidang pendidikan dan pelatihan kerja serta pengalaman kerja dalam rangka pemberian pengakuan kompetensi kerja sesuai dengan struktur kerja di berbagai sektor. KKNi mencerminkan hasil pembelajaran yang diperoleh seseorang melalui: pendidikan, pelatihan, pengalaman kerja dan merdeka belajar (PP No.8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia). KKNi erat kaitannya dengan keberadaan Standar Nasional Pendidikan di Indonesia yang memandu praktisi pendidikan dalam mengembangkan sistem pembelajarannya. Sebagaimana tertuang dalam PP No. 19 Tahun 2005, yaitu standar kompetensi lulusan pada jenjang pendidikan tinggi bertujuan untuk mempersiapkan mahasiswa menjadi anggota masyarakat yang berakhlak mulia, memiliki pengetahuan, keterampilan, kemandirian, dan sikap untuk menemukan, mengembangkan, dan menerapkan

ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni, yang bermanfaat bagi kemanusiaan [1].

Program studi D3 Teknik Produksi dan Proses Manufaktur (TPM) di Politeknik Astra dalam menerapkan KKNi level 5 di kurikulum pendidikan sejak tahun 2017. Kurikulum yang mengacu pada KKNi level 5 diwujudkan dalam hasil pembelajaran program studi. Hasil belajar adalah internalisasi dan akumulasi pengetahuan, keterampilan dan sikap [2]. Capaian pembelajaran lulusan yang dirumuskan untuk memenuhi keterampilan khusus program studi TPM sesuai dengan KKNi level 5 [3], di antaranya:

- a. mampu menerapkan pengetahuan matematika, sains alam, dan prinsip-prinsip rekayasa ke dalam prosedur praktek teknikal untuk menyelesaikan masalah rekayasa yang terdefinisi dengan jelas (*well-defined*) pada perancangan komponen, alat bantu produksi (*jig and fixture*), dan peralatan mekanik sederhana;
- b. mampu menerapkan pengetahuan matematika, sains alam, dan prinsip-prinsip rekayasa ke dalam prosedur praktek teknikal untuk menyelesaikan masalah rekayasa yang terdefinisi dengan jelas

- (*well-defined*) pada perancangan proses manufaktur komponen dalam lingkup terbatas;
- c. mampu mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah rekayasa yang terdefinisi dengan jelas (*well-defined*) pada perancangan dan proses manufaktur komponen, alat bantu produksi (*jig and fixture*), dan peralatan mekanik sederhana menggunakan analisis data yang relevan dari *codes*, *database*, dan referensi, serta memilih metode perancangan dan proses manufaktur dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan, keselamatan publik, dan lingkungan;
 - d. mampu merancang dan memproduksi komponen, alat bantu produksi (*jig and fixture*), dan peralatan mekanik sederhana, yang sudah terdefinisi dengan jelas, yang memenuhi kebutuhan spesifik dengan pertimbangan yang tepat terhadap masalah keamanan, kesehatan kerja, dan lingkungan;
 - e. mampu mengoperasikan dan merawat mesin-mesin perkakas (konvensional dan cnc) dan produksi secara terampil dengan mempertimbangkan faktor K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan);

Project Base Learning (PBL) merupakan metode pembelajaran yang mengarahkan mahasiswa/i untuk membuat produk, mulai dari perencanaan desain, proses produksi, jaminan kualitas dan penjualan komersial. Diharapkan dengan metode ini, mahasiswa/i memiliki kompetensi kerja, baik secara teknis maupun organisasi dalam suatu tuntutan pekerjaan di dunia industri. [4-5]

Dalam beberapa tahun terakhir, *project-based learning (PBL)*, telah banyak diterapkan dalam pendidikan teknis, karena dianggap cukup efektif [6]. Pembelajaran berbasis proyek menjadi metode pembelajaran yang disukai terutama dalam pembelajaran yang melibatkan beberapa bidang ilmu pengetahuan, seperti manufaktur [7]. Pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan bagi siswa, guru, dan anggota masyarakat untuk berkolaborasi satu sama lain untuk menyelidiki pertanyaan dan ide. Pembelajaran berbasis proyek juga membangun kepercayaan diri siswa dan memungkinkan mereka untuk berpikir, mengembangkan dan merancang ide-ide dan pendekatan baru melalui kerja tim [8].

Pembelajaran berbasis proyek mengubah pendekatan tradisional, yang berpusat pada guru, dan berdasarkan pengetahuan, menjadi kontekstual, berpusat pada siswa, dan berdasarkan pemahaman yang kompleks tentang pengetahuan teknologi. Konsep inovatif dalam pembelajaran berbasis proyek adalah beralih dari pengajaran ke pembelajaran,

tugas instruktur tidak lagi mentransfer pengetahuan, tetapi memfasilitasi proses pembelajaran siswa [9].

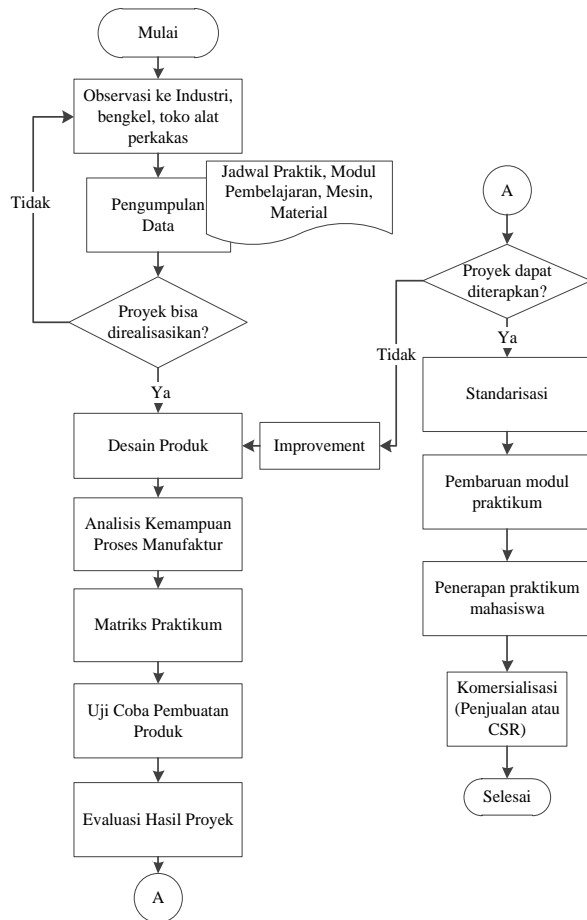
Pembelajaran berbasis proyek juga perlu diterapkan dalam praktik laboratorium. Seperti diketahui, bahwa keterampilan praktis atau teknis merupakan salah satu keterampilan penting di sektor teknik. Keterampilan praktis membutuhkan "praktik langsung" sebagai kunci untuk memahami dan memecahkan beberapa masalah dunia nyata yang tidak dapat diprediksi. Praktik langsung ini hanya dapat dilakukan jika peralatan laboratorium tersedia. Namun, beberapa praktik di laboratorium terjebak dalam prosedur eksperimental. Siswa hanya mengikuti prosedur dan menyelesaikan dengan sedikit pengetahuan tentang apa yang sedang dilakukan. Dengan penerapan pembelajaran berbasis proyek, menjadikan praktik di laboratorium sebagai fokus pada pembelajaran, meningkatkan keterampilan praktis dan partisipasi siswa dalam tim [10].

Dari keunggulan pembelajaran berbasis proyek di atas, membuat produk pembelajaran berbasis proyek menjadi perlu. Pembelajaran berbasis proyek yang direncanakan secara sistematis, terintegrasi dan berkelanjutan dari satu tingkat ke tingkat berikutnya, telah terbukti menghasilkan pembelajaran yang lebih baik [5].

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Aliran Proses Penelitian

Project Base Learning (PBL) yang diterapkan adalah metode pembelajaran yang mengintegrasikan beberapa mata kuliah praktikum untuk membuat proyek dalam bentuk produk yang dapat menambah nilai guna. Berikut ini adalah aliran proses penelitian dalam menerapkan PBL di prodi TPM :



Gambar 1. Aliran Proses Penelitian

Berdasarkan gambar 1, penelitian terhadap penerapan *project based learning* (PBL) ini dimulai dari dilakukannya observasi ke industri, perbengkelan dan toko penyedia alat perkakas untuk mendapatkan referensi produk yang bisa diproduksi. Kemudian dilakukan pengumpulan data yang ada di struktur kurikulum prodi TPM, maka beberapa mata kuliah praktikum yang bisa diterapkan dalam metode *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi dapat dilihat pada tabel 1. Proses penerapan PBL dilakukan melalui 3 lokakarya, dimana hasil proyek dari laboratorium/mata kuliah akan digunakan di laboratorium/mata kuliah berikutnya.

Tabel 1. Distribusi Mata Kuliah Praktikum

Lokakarya	Mata kuliah Terkait	Semester
Lokakarya Desain	Gambar	Teknik 1
	CAD	2
Lokakarya Produksi dan Kualitas	Proses Fabrikasi Pelat Logam	4
	Pengelasan	2
	Pengecatan	2
	Perakitan Mekanik	1

Lokakarya	Mata kuliah Terkait	Semester
Lokakarya Pemasaran	Kewirausahaan	5

2.2. Implementasi PBL

Berdasarkan data yang diperoleh dari kurikulum dan observasi ke industri, bengkel dan toko perkakas, maka untuk menjamin semua lokakarya dalam PBL dapat dilakukan dengan benar, proyek harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- Produk dapat dimanfaatkan di industri, bengkel dan bisa dijual di toko perkakas,
- Proses pengerjaan meliputi unsur – unsur Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, diantaranya desain, perencanaan, produksi dan sistem mutu,
- Hasil proyek yang dikerjakan saling berhubungan antar lokakarya,
- Dilakukan dalam kelompok mahasiswa/i dengan 7 anggota,
- Setiap kelompok dipandu oleh dosen / instruktur,
- Praktikum dilaksanakan 14 pertemuan / 2 SKS praktik,
- Penilaian terhadap hasil proyek per lokakarya meliputi : pengetahuan, keterampilan dan sikap,
- Rubrik penilaian per lokakarya meliputi : proses kerja, perhitungan, kelengkapan desain, hasil produk, presentasi dan laporan.

2.3. Matriks Mata Kuliah

Distibusi mata kuliah praktik untuk menjalankan proyek terdapat di semester ganjil dan genap yang saling berhubungan. Matriks mata kuliah dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Matriks Mata Kuliah Praktikum

Semester	M/K	Grup			
		A	B	C	D
Ganjil	GT	1	1	1	1
	PM	1	1	1	1
	KWU	5	5	5	5
Genap	CAD	2	2	2	2
	PFPL	4	4	4	4
	PL	2	2	2	2
	PC	2	2	2	2

Keterangan :

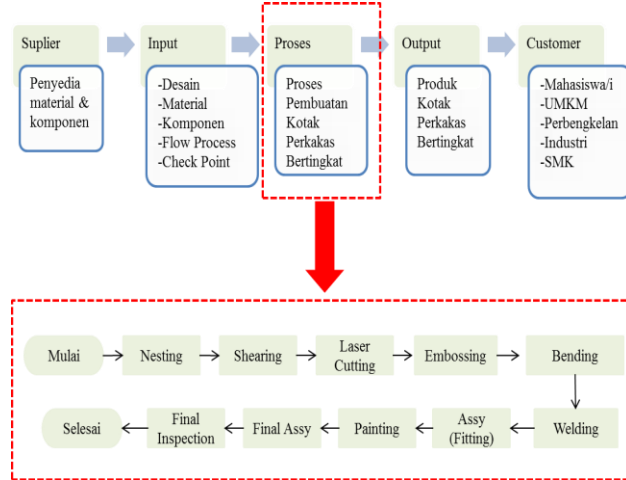
- GT : Gambar Teknik
- PM : Perakitan Mekanik
- CAD : Computer Aided Design
- PFPL : Proses Fabrikasi Pelat Logam
- PL : Pengelasan
- PC : Pengecatan
- KWU : Kewirausahaan

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Contoh Proyek

Bagian ini menjelaskan contoh proyek dalam metode *project based learning (PBL)* yang diimplementasikan dalam beberapa lokakarya terkait. Gambar 2 menunjukkan beberapa mata kuliah yang terlibat dalam pembuatan proyek ini sesuai dengan tabel 2.

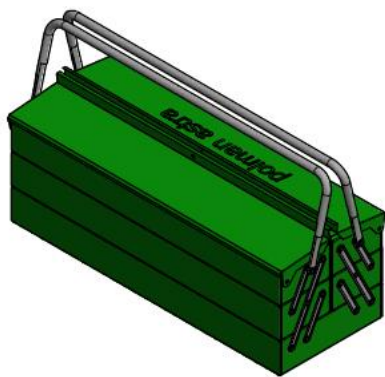
a. Ruang Lingkup Proyek



Gambar 2. Ruang lingkup proyek

Berdasarkan gambar 2, ruang lingkup proyek yang dijalankan dapat melibatkan mata kuliah secara berurutan yakni gambar teknik, CAD, proses fabrikasi pelat logam, pengelasan, pengecatan, perakitan mekanik dan kewirausahaan.

b. Contoh Desain Proyek “Kotak Perkakas Bertingkat”



Gambar 3. Proyek “Kotak Perkakas Bertingkat”

Berdasarkan gambar 3, dalam menjalankan proyek yang dikembangkan, mahasiswa/i melakukan pembelajaran melalui mata kuliah sesuai dengan tabel 2. Adapun proses yang dilalui adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Proses *Project Based Learning (PBL)* Terintegrasi

Proses	Mata kuliah	Proyek yang diberikan
Pertama	Gambar Teknik	Menggambar sketsa bentangan komponen dengan teknik <i>freehand</i>
Kedua	CAD	Desain 3 dimensi menggunakan perangkat lunak Inventor dari assembling sampai drafting
Ketiga	Proses Fabrikasi Pelat Logam	Melakukan proses pembuatan produk menggunakan mesin secara berurutan yakni : <i>shearing, fiber laser cutting, bending dan press</i>
Keempat	Pengelasan	Melakukan proses penyambungan pelat menggunakan teknik <i>spot welding</i>
Kelima	Pengecatan	Melakukan proses pengecatan produk menggunakan teknik <i>dry spraying</i>
Keenam	Perakitan Mekanik	Melakukan proses perakitan menggunakan teknik <i>riveting</i>
Ketujuh	Kewirausahaan	Melakukan komersialisasi produk dengan cara: penjualan atau penghibahan

c. Hasil Uji Coba Proyek



Kotak Perkakas Bertingkat

Gambar 4. Hasil Uji Coba Proyek

Berdasarkan gambar di atas, kemampuan mahasiswa/i prodi TPM sudah bisa menghasilkan produk secara integrasi antar lokakarya yakni : desain, produksi dan kualitas, dan pemasaran. Dengan metode *project based learning (PBL)* terintegrasi ini setiap

mahasiswa/i akan menaikan unjuk kerjanya dalam menyelesaikan proyek secara terstruktur dan berkualitas, karena hasil dari masing – masing proyek saling berhubungan. Namun untuk pengembangan metode *project based learning (PBL)* kali ini belum melibatkan mata kuliah kewirausahaan.

Penilaian proyek dalam lokakarya produksi dilakukan melalui proses pembuatan, peragaan hasil produk, presentasi dan diskusi, serta dokumentasi laporan. Selama proses produksi, setiap kelompok diminta untuk berkonsultasi dan menyerahkan kemajuan proyek setiap minggu kepada dosen/instruktur. Pada akhir pembelajaran, hasil proyek akan dinilai oleh dosen/instruktur.

d. Umpan Balik dari Hasil Proyek

Pada akhir proyek ini, setiap mahasiswa/i menulis refleksi pribadi untuk mendapatkan umpan balik dari mereka. Berikut adalah kutipan dari sebagian besar mahasiswa/i:

- Mendapatkan pengalaman baru yang sangat menarik terkait dengan metode pembelajaran ini.
- Dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam desain, produksi, pengukuran, dan kualitas.
- Dapat meningkatkan *soft skill*, seperti kerja sama, manajemen proyek, disiplin, dan kreativitas.
- Koordinasi kelompok sulit karena anggota kelompok bukan dari kelas yang sama sehingga mereka memiliki jadwal kelas yang berbeda.
- Jadwal konsultasi dengan dosen/instruktur terkadang tidak konsisten karena kesibukannya.

Meskipun sebagian besar komentar positif, namun masih ada beberapa tantangan untuk pelaksanaan metode *project based learning (PBL)* terintegrasi ini. Hal ini menjadi tantangan bagi program studi untuk dapat meningkatkan metode pembelajaran ini.

Dosen/instruktur yang mendampingi juga mendapatkan pengalaman yang baik dengan metode *project based learning (PBL)* terintegrasi ini. Dosen juga harus meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka di semua elemen teknologi manufaktur, tidak hanya bidang keahlian mereka.

e. Evaluasi dari Hasil Proyek

Untuk mendapatkan matriks evaluasi kompetensi terhadap mahasiswa/i setelah menjalankan metode pembelajaran *project based learning (PBL)*, maka digunakan metode *role competency matrix (RCM)* dengan 4 level kompetensi

[11], yaitu level 1 (terlatih), level 2 (berpengalaman), level 3 (ahli), dan level 4 (menguasai). Berikut rubrik penilain berdasarkan kemampuan yang harus dimiliki mahasiswa/i di abad 21 [12]:

Tabel 4. Rubrik Penilaian Level Kompetensi

Level Kompetensi	Kriteria
Level 1	- Terampil dalam menjalankan proyek - Memiliki pengetahuan yang baik - Memiliki sikap yang baik dalam tingkah laku
Level 2	- Sangat terampil dalam menjalankan proyek - Memiliki pengetahuan yang sangat baik dan dapat menjelaskan proses menjalankan proyek - Memiliki sikap yang baik dalam komunikasi dan tingkah laku
Level 3	- Sangat terampil dalam menjalankan proyek - Memiliki pengetahuan yang sangat baik dan dapat menjelaskan proses menjalankan proyek - Memiliki sikap yang sangat baik dalam berkomunikasi dan tingkah laku - Dapat berkolaborasi antar bagian dalam menjalankan proyek - Dapat berfikir kritis dan problem solving dalam menjalankan proyek - Memiliki kreatifitas dalam menjalankan proyek
Level 4	- Sangat terampil dalam menjalankan proyek - Memiliki pengetahuan yang sangat baik dan dapat menjelaskan proses menjalankan proyek - Memiliki sikap yang sangat baik dalam berkomunikasi dan tingkah laku - Dapat berkolaborasi antar bagian dalam menjalankan proyek - Dapat berfikir kritis dan <i>problem solving</i> yang tinggi dalam menjalankan proyek - Memiliki kreatifitas yang tinggi dalam menjalankan proyek

Berdasarkan rubrik penilaian level kompetensi pada tabel 4, maka dosen/instruktur dapat mengamati kemampuan mahasiswa/i sebagai evaluasi dari hasil proyek yang dijalankan. Berikut evaluasi dari mata kuliah terkait:

Tabel 5. Evaluasi Level Kompetensi dari Mata Kuliah

Mata Kuliah	Penilaian	
	Sebelum	Sesudah
Gambar Teknik	1	2
CAD	1	3
Perakitan Mekanik	2	3
Proses Fabrikasi Pelat Logam	2	3
Pengelasan	2	3
Pengecatan	2	3
Kewirausahaan	2	4
Rata – rata Penilaian	1,7	3

Berdasarkan hasil evaluasi kompetensi dari mata kuliah terkait pada tabel 5, terlihat bahwa rata – rata level kompetensi mahasiswa/i setelah menjalankan metode *project based learning PBL*) menjadi naik dari sebelumnya level 1,7 menjadi level 3. Dari hasil tersebut maka dapat diartikan metode PBL yang dijalankan ini memenuhi tuntutan kemampuan yang harus dimiliki mahasiswa/i di abad 21.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengembangan metode pembelajaran berbasis proyek ini dapat disimpulkan bahwa mahasiswa/i dapat melakukan perencanaan produk dalam bentuk produksi dimulai dari detail gambar kerja, perhitungan kebutuhan material, peralatan yang digunakan, teknik produksi yang dilakukan serta alur kerja/koordinasi kerja sehingga unjuk kerja setiap mahasiswa/i akan meningkat. Selain itu juga mahasiswa/i memiliki kesadaran untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan, karena setiap hasil proyek akan dilanjutkan ke proses berikutnya, jadi apabila terdapat salah satu hasil proyek yang dibuat gagal (*not good*) maka akan mengganggu proses selanjutnya. Terakhir, level kompetensi mahasiswa/i prodi TPM naik dari level 1,7 menjadi level 3 sehingga secara umum kemampuan yang dimiliki sesuai dengan tuntutan abad 21.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dokumen 001. Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. 2015.
- [2] Dokumen Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 03 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Perguruan Tinggi. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. 2020.
- [3] Dokumen Kurikulum Program Studi D3 Teknik Produksi dan Proses Manufaktur. Politeknik Astra. 2017.
- [4] Ilyas, I.P. and T. Semiawan, Production-based Education (PBE): The Future Perspective of Education on Manufacturing Excellent. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012. 52: p. 5-14.
- [5] Ananto, G., A.B. Setiawan, and M.Z. Darman, MSWT-01, an alternative in combining Production Based Education (PBE) and student CSR program in Polman. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2014. 58.
- [6] Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.
- [7] Lin, K.-Y., Wu, Y.-T., Hsu, Y.-T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15.
- [8] Mann, L., Chang, R., Chandrasekaran, S., Coddington, A., Daniel, S., Cook, E., Crossin, E., Cosson, B., Turner, J., & Mazzurco, A. (2021). From problem-based learning to practice-based education: A framework for shaping future engineers. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 27–47.
- [9] Wurdinger, S., Newell, R., & Kim, E. S. (2020). Measuring life skills, hope, and academic growth at project-based learning schools. *Improving Schools*, 23(3), 264–276.
- [10] Efstratia, D. (2014). Experiential Education through Project Based Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 1256–1260.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.362>
- [11] Kuruba, M. (2019). The Role Competency Matrix. In *Role Competency Matrix* (pp. 49–75). Springer.
- [12] Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104.

RANCANG BANGUN VOLTMETER EKONOMIS BERBASIS ANDROID DENGAN KALIBRASI OPEN CIRCUIT VOLTAGE DENGAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK APLIKASI SISTEM MONITORING BATERAI PADA KENDARAAN ELEKTRIK

Elroy FKP Tarigan¹ Leo Setiawan² Andreas Edi³

1,3.Teknik Otomotif, Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang, 17530, Indonesia

2. Teknik Alat Berat, Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang, 17530, Indonesia

E-mail : elroy.fransiskus@polman.astra.ac.id¹ leo.setiawan@polman.astra.ac.id²

edi.widyartono@polman.astra.ac.id³

Abstrak-- Salah satu perangkat yang sering digunakan dalam sistem monitoring baterai untuk mobil listrik adalah voltmeter, fungsi dari Voltmeter untuk membaca nilai tegangan pada saat baterai tidak terhubung dengan beban (*Open Circuit Voltage*), dengan voltmeter nilai tegangan baterai dapat dipantau, dalam perancangannya pembacaan voltase baterai ditargetkan dapat mendekati perangkat dengan standar industri. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas dari voltmeter yaitu dengan metode kalibrasi *moving averaging*, sehingga pembacaan voltase yang semula menunjukkan pergerakan nilai pembacaan yang tidak stabil dapat lebih stabil dan nilai hasil pembacaan dapat mendekati nilai dari alat dengan kualitas standar industri. Dengan metode kalibrasi hasil pembacaan voltase menjadi stabil dan nilai error sebesar 0,15 volt untuk rentang pembacaan 10 volt dan factor ekonomis perancangan alat sebesar 1:5.

Kata Kunci: Open Circuit Voltage, Voltmeter, Kalibrasi, Electric Vehicle, Moving Average

I. PENDAHULUAN

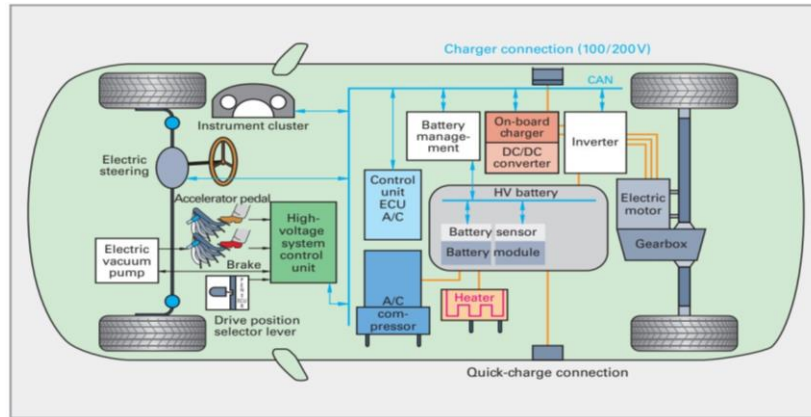
Untuk semakin mengurangi dampak polusi, mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan mengurangi emisi suara dari kendaraan, teknologi penggerak alternatif semakin dikembangkan, salah satu alternatif penggerak yaitu energi listrik [1][2]. Gambar 2 menunjukkan berbagai alternatif energi yang digunakan sebagai penghasil energi listrik, diantaranya: biomassa, batubara, PLTA, PLTS dan nuklir. Kendaraan listrik terdiri dari berbagai sistem yang saling terintegrasi, sistem tersebut misalnya: Sistem motor listrik, Sistem pengisian daya, kemudi elektrik, inverter, sistem monitoring baterai dan sistem komunikasi data (gambar 1) [1][3]. Sistem monitoring baterai merupakan salah satu sub-sistem dalam Battery Management system (BMS). Contoh metode dalam sistem monitoring baterai yaitu: [4]

- Sistem pendeteksi tegangan
- Sistem pendeteksi arus
- Sistem pendeteksi suhu
- Sistem pendeteksi hambatan internal baterai

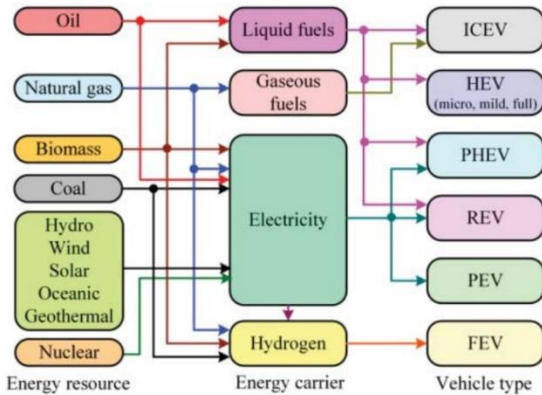
Fungsi utama dari sistem monitoring baterai yaitu untuk mengetahui tingkat keterisian baterai (State of Charge-SOC). Xiong dkk membagi model pembacaan SOC baterai menjadi 4 bagian[5][6] :

- *Looking up table based method*
- *Ampere hour integral method*
- *Model based estimation method*
- *Data Driven estimation method*

Model Looking up table based method menggunakan tabel sebagai referensi dan membandingkan tabel tersebut dengan hasil pembacaan. Contoh model looking up table based method adalah pembacaan tegangan baterai (Open Circuit Voltage-OCV) dan pembacaan hambatan internal baterai. Model ampere hour integral method membutuhkan data nilai kapasitansi baterai dan pengukuran dapat dilakukan baik dalam kondisi baterai tidak terhubung dengan beban (Open Circuit) maupun pada saat baterai terhubung dengan beban (close Circuit). [5][7]



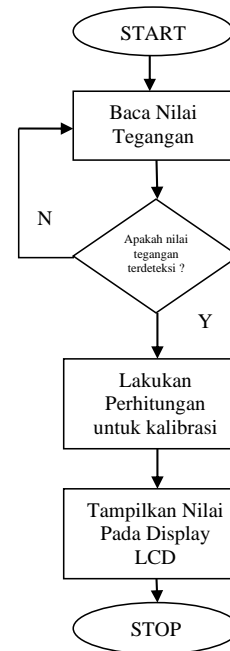
Gambar 1. Sistem pada Kendaraan Listrik



Gambar 2. Diversifikasi Energi Penggerak Kendaraan [2]

II. METODE

Metode dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan nilai tegangan sebagai parameter input, kemudian data tersebut diolah oleh Modul Microprosesor (Arduino) dan hasil dari pengolahan data ditampilkan dalam bentuk visualisasi menggunakan LCD. (gambar 3)



Gambar 3. Flow Chart Pembacaan Tegangan

Modul input yang digunakan adalah Voltage Sensor board untuk microprosesor Arduino (gambar 4).



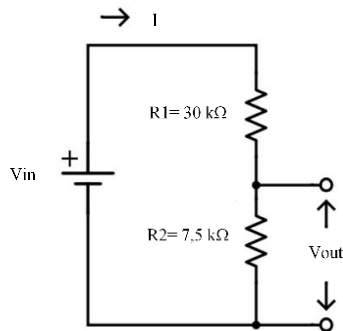
Gambar 4. Voltage Sensor[8]

Konfigurasi PIN dari Voltage sensor dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pin Voltage Sensor

Pin	Description
GND	The Low side of input voltage that we measure
VCC	The High side of input voltage that we measure
S	Arduino Analog Input
-	Arduino Ground
+	Arduino VCC

Sensor voltase merupakan modul yang sering digunakan sebagai input pada sistem Arduino. Prinsip kerja dari sensor voltase merupakan pembagi tegangan menggunakan resistor. (gambar 5)



Gambar 5. Prinsip Pembagi Tegangan

Rumus untuk perhitungan pembagi resistor dapat dilihat pada rumus (1)

$$V_{out} = V_{in} * (R_2 / (R_1 + R_2)) \quad (1)$$

Pada modul sensor voltase digunakan $R_1 = 30K$ ohm and $R_2 = 7.5K$ ohm. Pemilihan nilai hambatan ini digunakan untuk membatasi nilai tegangan maksimum sebesar 25 V. Artinya untuk setiap tegangan masukan sampai dengan 25 Volt, nilai tegangan keluaran akan menjadi maksimum 5V.

$$\frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} = \frac{V_{out}}{R_2}$$

$$\frac{25 V}{(30.000 \Omega + 7.500 \Omega)} = \frac{V_{out}}{7.500 \Omega}$$

$$V_{out} = \frac{25 * 7.500}{37.500} = 5 V$$

Nilai tegangan keluaran sebesar 5V merupakan nilai maksimum tegangan masukan yang dapat dibaca oleh modul arduino. Pasangan resistor ini akan membatasi nilai tegangan keluaran sehingga aman untuk dibaca modul arduino. [9]

Pada modul Arduino terdapat banyak analog input yang dapat dihubungkan dengan modul Analog to digital converter(ADC) di dalam modul Arduino. Modul Arduino menggunakan platform 10 bit, sehingga nilai voltage dapat diantara 0 sampai dengan 1023. [10]

Modul Arduino yang digunakan dalam penelitian ini yaitu modul Arduino Mega. Pemilihan modul arduino mega berdasarkan jumlah parameter input yang lebih banyak daripada modul arduino lainnya. Arduino Mega menggunakan ATmega 2560 microchip, memiliki 54 digital input/output pin (15 diantaranya dapat digunakan sebagai PWM output), 16 analog pin, 4 UART, 16 Mhz osilator kristal, USB pin, Power Socket dan tombol reset. [11]



Gambar 6. Arduino Mega 2560 [12]

Sebagai parameter keluaran, pada penelitian ini digunakan modul LCD yang dilengkapi dengan modul I2C. dengan menggunakan modul I2C, koneksi dari modul LCD ke Microcontroller hanya membutuhkan 4 kabel dengan konfigurasi 2 pin sumber tegangan dan 2 pin data. [13]

Untuk membandingkan hasil pembacaan, dalam penelitian ini digunakan alat sejenis yang memiliki standar industry (Fluke 325). Detail teknis dari Fluke 325 dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 7 [14]

Tabel 2. Spesifikasi Fluke 325 [14]

Parameter	Description	Value
DC Voltage	Range	600 V
	Accuracy	1.5 % ± 5 digits
Rating Category		CAT III 600 V
		CAT IV 300 V
Operation Temp.		-10 °C to +50 °C
Storage Temp.		-30 °C to +60 °C



Gambar 7. Fluke 325 [14]

III. SIMULASI DAN EKSPERIMEN

Pada penelitian ini eksperimen dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan terhadap 4 baterai dan membandingkan hasilnya dengan alat standar industry lalu menyesuaikan parameter perhitungan yang sesuai.

Persiapan yang dilakukan yaitu memastikan baterai dalam kondisi standar (baterai baru) dengan melakukan pengukuran:

- Tegangan awal baterai
- Hambatan Internal baterai
- Kapasitas baterai

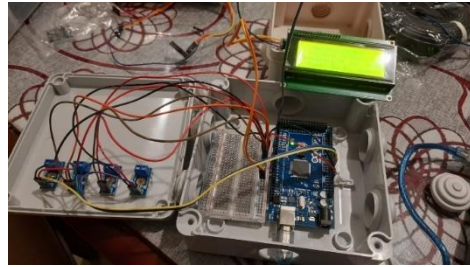
Setelah baterai selesai diukur dan dipastikan semua dalam kondisi standar, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan alat pembaca tegangan yang dirancang untuk pengukuran tegangan

Setelah set eksperimen pengukuran tegangan siap digunakan, metode selanjutnya adalah menentukan nilai kalibrasi dari alat ukur dan memilih konsep pengukuran yang sesuai sehingga hasil yang didapat menjadi lebih stabil dan akurasi pembacaan mendekati alat standar industry.

Pembacaan tegangan yang diukur pada saat eksperimen menghasilkan nilai pembacaan yang berbeda dengan nilai yang dihasilkan oleh alat standar industry.



Gambar 8. Set Eksperimen pengukuran baterai [13]



Gambar 9. Set Eksperimen Pengukuran Tegangan [3]

Dari sampling 300x pengukuran, didapatkan nilai parameter untuk mendekati hasil pengukuran alat eksperimen dengan hasil pengukuran alat standar industry. Kemudian data yang dihasilkan ditampilkan ke LCD display dan diberikan metode *smoothing* sehingga nilai pembacaan pengukuran menjadi lebih stabil. Terdapat 3 metode yang umum digunakan untuk membuat nilai pembacaan menjadi lebih stabil: [15]

- Normal Averaging
- Moving Averaging
- Exponential Filter

Apabila menggunakan metode Normal Averaging, nilai dari pembacaan tegangan tidak stabil, dalam penelitian ini dicoba model moving averaging, sehingga pembacaan nilai tegangan menjadi lebih stabil.

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  vin1 = analogRead(inputPin1);
  calculation1 = ( vin1 ) * 5 / 1024.0;
  v1 = calculation1 / ( r2 / ( r1 + r2 ) );
  delay(100);
  // subtract the last reading:
  total1 = total1 - readings1;
  // read from the sensor:
  readings1 = v1;
  // add the reading to the total:
  total1 = total1 + readings1;
  // advance to the next position in the array:
  readIndex1 = readIndex1 + 1;

  // if we're at the end of the array...
  if (readIndex1 >= numReadings1)
    // ...wrap around to the beginning:
    readIndex1 = 0;

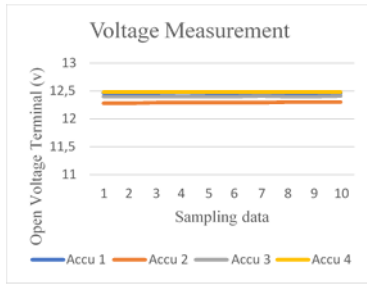
  // calculate the average:
  average1 = (total1 / numReadings1);
  // send it to the computer as ASCII digits

  delay(100); // delay in between reads for stability
}
```

Gambar 10. Coding Moving Averaging

IV. HASIL DAN DISKUSI

Hasil awal dari eksperimen adalah hasil pengukuran tegangan, hambatan internal baterai dan kapasitas baterai. Range nilai pengukuran tegangan dari 12.29 volt sampai dengan 12.48 volt.

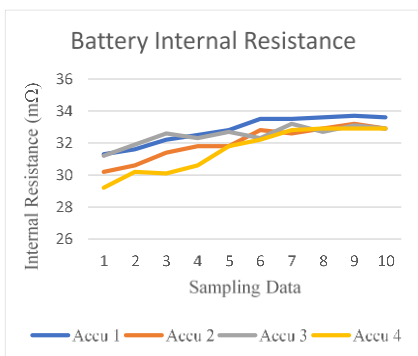


Gambar 11. Hasil Pengukuran Tegangan [3]

Nilai hambatan internal baterai menunjukkan variasi yang tinggi sampai dengan pengukuran ke 5. Semakin banyak pengukuran yang dilakukan, hasil yang didapat menjadi lebih stabil. Hal ini disebabkan karena baterai masih dalam kondisi baru diisi oleh cairan elektrolit.

Pembacaan nilai hambatan internal dilakukan sebanyak 10 kali. Nilai minimum pembacaan hambatan internal baterai sebesar 29.2 Ω dan nilai maksimum sebesar 33.7Ω. Nilai detail dari gambar 12, dapat dilihat pada tabel 3

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran kapasitas baterai, pengukuran ini menggunakan alat ukur *baterai capacitance meter*. hasil pengukuran kapasitas bateraai dapat dilihat pada tabel 4



Gambar 12. Hambatan Internal Baterai[3]

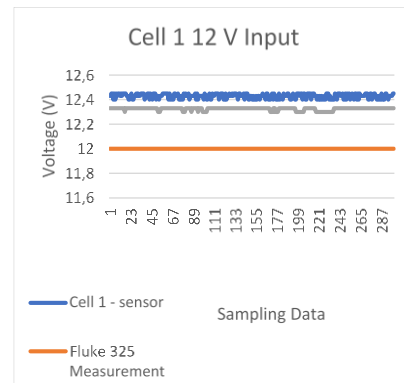
Tabel 3. Pembacaan Hambatan Internal Baterai [3]

Battery	Minimum Value (mΩ)	Maximum Value (mΩ)	Average Internal Resistance (mΩ)
Battery 1	31.3	33.7	32.83
Battery 2	30.2	33.2	32.02
Battery 3	31.2	33.2	32.49
Battery 4	29.2	32.9	31.56

Tabel 4. Kapasitas Baterai[3]

Battery Number	Capacitance Condition
Battery 1	Good
Battery 2	Good
Battery 3	Good
Battery 4	Good

Setelah memastikan baterai dalam kondisi normal, pengukuran tegangan dilakukan untuk masing-baterai sebanyak 300kali. Untuk memastikan nilai kalibrasi, pengukuran dilakukan di 3 nilai tegangan, yaitu 10 volt, 12 volt dan 14 volt.



Gambar 13. Contoh Voltage pada Baterai 1[3]

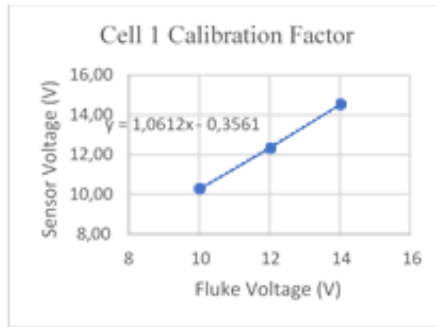
Pada gambar 13 terlihat ada perbedaan pembacaan nilai tegangan, rata-rata 12.33 volt pada alat eksperimen dan rata-rata 12 volt pada alat standar industri. Perbedaan ini akan disesuaikan untuk masing2 tegangan 10 volt, 12 volt dan 14 volt, sehingga hasil keluaran yang didapat dari eksperimen akan mendekati nilai alat standar industry,

Tabel 5. Rata-rata Pengukuran Baterai 1 [3]

Fluke 325 Measurement (V)	Sensor Voltage Measurement (V)
10.0	10.28
12.0	12.33
14.0	14.53

Penyimpangan pada tabel 5 diatasi dengan perhitungan faktor kalibrasi sesuai gambar 13. Semua faktor kalibrasi disesuaikan untuk masing-masing baterai. Penentuan factor kalibrasi dan metode stabilisasi hasil pembacaan tegangan menghasilkan nilai pembacaan tegangan mendekati alat standa industry dan hasil pembacaan yang lebih stabil.

Perbandingan aspek ekonomis dari pembuatan alat dapat dilihat pada tabel 6.



Gambar 14. Faktor Kalibrasi [3]

$$Sr_1 = 1.0612 Fr - 0.3561 \quad (2)$$

Sr1 = Pembacaan tegangan baterai 1

Fr = Pembacaan tegangan fluke

Tabel 6. Perhitungan Biaya Pembuatan Alat

Materials	Prices (USD)	Source
Microcontroller	40,30	https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3
Voltage Sensors	12,00	https://www.ebay.com/
Automotive Cable	4,70	https://www.tokopedia.com/
Jumper Cable	1,10	https://www.tokopedia.com/
LCD Display	6,95	https://www.ebay.com/

Berdasarkan data di situs resmi Fluke, harga Fluke 325 sebesar 305,- USD, sedangkan data perhitungan tabel 6 menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat alat eksperimen sebesar 65,- USD. Nilai perbedaan harga sebesar 1:5 (<https://content.fluke.com/pdf/TTC-pricelist/Belgium-eng.pdf>).

V. KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode rata-rata perhitungan *moving averaging* menghasilkan pembacaan tegangan yang stabil. Factor kalibrasi telah ditentukan untuk masing-masing baterai sehingga nilai akurasi alat menjadi mendekati alat standar industri sebesar 1.5%. dengan perbandingan data harga dari *website* dihitung faktor ekonomis dari pembuatan alat sebesar 1:5, hal ini tidak termasuk faktor kemasan alat dan ijin edar.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. et al Fischer, *Modern Automotive Technology*, 2nd ed. Haan-Gruiten, 2014.
- [2] K. T. Chau, *Electric Vehicle Machines and Drives*. Solaris South Tower: Wiley, 2015.
- [3] E. F. K. P. Tarigan, D. Hendriana, and A. Syahriar, "Design and Development of Battery Management Systems in Passenger Electric Vehicles Prototype," Swiss German University, 2021.
- [4] P. Wang and C. Zhu, "Summary of Lead-acid Battery Management System Summary of Lead-acid Battery Management System," 2020, doi: 10.1088/1755-1315/440/2/022014.
- [5] R. U. I. Xiong *et al.*, "Battery Management Systems," *Batter. Manag. Syst.*, vol. 2008, no. June, pp. 111–143, 2008, doi: 10.1007/978-1-4020-6945-1.
- [6] R. Xiong, *Battery management algorithm for electric vehicles*. 2019.
- [7] R. Xiong and W. Shen, *Advanced Battery Management Technologies for Electric Vehicle*. Hobokrn: John Wiley & Sons, 2019.
- [8] "Voltage Sensor Module," 2020. <https://www.circuittest.com/osepp-volt-01-sensors-arduino-compatible-voltage-sensor-module.html>.
- [9] N. W. and S. A. Riedel, *Electric Circuit*, 10th ed. Essex: Pearson, 2015.
- [10] V. Verma, *50+ Sensor to use with Arduino*. 2022.
- [11] ARDUINO, "Arduino Mega 2560 Rev3," *Consultado 02 de Enero del 2018*, 2018. <https://store.arduino.cc/mega-2560-r3%0Ahttps://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>.
- [12] "What is Arduino?," 2018. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>.
- [13] E. F. Tarigan, D. Hendriana, A. Syahriar, A. Purwoko, and Y. C. Utama, "Individual Battery Monitoring System using IoT in Electric Vehicle Prototype," in *CMEI*, 2021, pp. 1–5.
- [14] F. Corp., *323/324/325 Calibration Manual*. Everet: Fluke Corporation, 2013.
- [15] P. Martinsen, "Three Methods to Filter Noisy Arduino Measurements," 2017. <https://www.megunolink.com/articles/coding/3-methods-filter-noisy-arduino-measurements/>.

PERANCANGAN ALAT ANGKAT MOBIL (*CAR LIFT*) MENGGUNAKAN SISTEM LENGAN DAN SILINDER HIDROLIK DENGAN *ANGLE OF ATTACK* 90°

Andreas Edi Widyartono¹, Yohanes Pembabtis Agung Purwoko², Elroy FKP Tarigan³, Wanda⁴, Stevanus Brian Kristianto⁵, Lukyawan Pama Deprian⁶, Renita Dewi⁷
1,2,3,4,5,6,7 Automotive Engineering, Politeknik Astra, Jl. Gaharu, Cikarang, 17530, Indonesia
Email: edi.widyartono@polman.astra.ac.id¹, agung.purwoko@polman.astra.ac.id², elroy.fransiskus@polman.astra.ac.id³, wanda@polman.astra.ac.id⁴, stevanus.brian@polman.astra.ac.id⁵, lukyawan.deprian@polman.astra.ac.id⁶

Abstrak-- Menentukan *Angle of Attack* dalam sistem mekanis yang menggunakan Silinder Hidrolik merupakan hal utama dalam perancangan alat untuk mengangkat beban, terutama yang menuntut efisiensi tempat. *Angle of Attack* yang mendekati 90 derajat (maksimum) merupakan sistem mekanis yang efektif, namun di sisi lain akan mengakibatkan Rasio Gaya mendekati 0, sebaliknya *Angle of Attack* mendekati 0 derajat akan membuat sistem menjadi tidak efektif bila dilihat dari sisi tempat yang dibutuhkan. Peneliti membuat model perhitungan dengan menambahkan komponen yang lain yaitu *cam* dengan rasio tertentu, yang dapat membantu pergerakan sistem Mekanis yang menggunakan Silinder Hidrolik untuk mengatasi masalah *Angle of Attack* mendekati atau sama dengan 90 derajat tersebut dapat beroperasi. Cara kerja dari komponen *cam* tersebut adalah dengan memberikangaya unkit pada Lengan dari sistem melalui pergeseran dari Silinder Hidrolik itu sendiri sampai antara sistem Lengan dan Silinder Hidrolik terbentuk *Angel of Attack* yang cukup memadai, *cam* akan berhenti pada posisi yang ditentukan sebelumnya dan selanjutnya hanya Silinder Hidrolik akan beroperasi. Hasil penelitian menunjukkan, perbandingan perubahan antar panjang Silinder Hidrolik dan ketinggian menunjukkan bahwa alat angkat kendaraan ini dapat beroperasi dengan bantuan mekanisme *cam*, hal ini dapat dibuktikan dengan hasil perbandingan (rasio) secara total paling kecil adalah 1.65939, dapat diartikan dengan menggunakan Silinder Hidrolik berkekuatan angkat 1 Ton, maka angkat (melalui Rasio *Cam*) yang dihasilkan adalah 1.65939 Ton.

Kata Kunci : *Angle of Attack*, Sistem Hidrolik, *cam*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan jenis alat angkat khususnya, alat angkat kendaraan, dapat dipengaruhi oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Misalnya untuk mengganti ban atau melakukan penyetelan roda depan akan berbeda. Alat angkat kendaraan sendiri juga dapat dibagi menjadi yang tetap (*fixed*) dan dapat dipindah (*portable*). Alat angkat mobil yang tetap misalnya Two Post Lift, Four Post Lift, Scissor Lift, atau Single Post Lift yang biasanya digunakan dalam jasa pencucian mobil secara umum, merupakan alat angkat kendaraan yang tetap (*non moveable*), tidak seperti Dongkrak yang dapat dipindah peletakkannya. Alat angkat kendaraan tetap, biasanya dipasang permanen dengan lantai, bahkan sebagian dari konstruksi atau komponen alat angkat kendaraan ini berada di dalam bangunan sehingga ketinggiannya dapat menyesuaikan lantai untuk memenuhi beberapa alasan. Gaya utama dari alat angkat kendaraan ini dapat berupa mekanik misalkan ulir, hidrolik dan elektrik yaitu menggunakan motor listrik dengan konstruksi mekanis tetap diperlukan dalam semua jenis alat angkat kendaraan. Model kendaraan yang semakin berkembang karena kondisi, antara lain kondisi jalan

yang relatif semakin baik, tenaga mesin yang dihasilkan semakin tinggi, dan kebutuhan-kebutuhan khusus misalnya mobil berkecepatan tinggi, membuat desain – desain kendaraan memenuhi kebutuhan tersebut antara lain adalah dengan *ground clearance* yang rendah dengan kurang lebih 110 mm sampai dengan 120 mm. *Ground clearance* yang rendah ini membutuhkan alat angkat kendaraan yang lebih rendah juga supaya bisa melaksanakan perawatan, perbaikan, atau pemindahan kendaraan itu sendiri karena berbagai kebutuhan, sedangkan alat yang tersedia secara umum lebih tinggi dari ketinggian *ground clearance* yang ada.

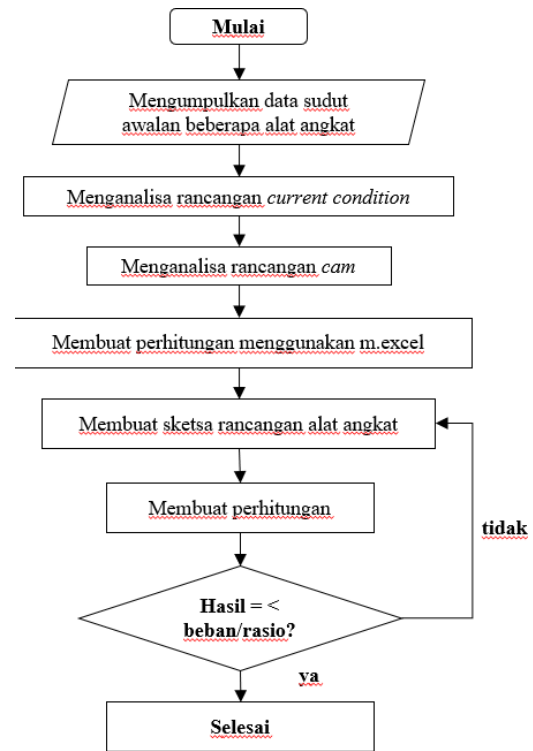
Ketinggian alat angkat, khususnya hidrolik *movable lift*, disebabkan karena dalam konstruksi alat angkat yang menggunakan Silinder Hidrolik harus membentuk sudut awalan supaya Gaya Vertikal dapat terbentuk. (*proyeksi gaya* tidak tegak lurus atau dengan kata lain sudut serangnya atau lebih dikenal dengan *angle of attack*nya tidak 90°). Penggunaan Silinder Hidrolik pada alat angkat yang menggunakan lengan secara umum menggunakan rasio kurang dari 1, yaitu perubahan panjang Silinder Hidrolik lebih kecil dari pada perubahan ketinggian alat angkat

(beban). Semakin kecil rasio, perubahan panjang Silinder Hidrolik akan semakin kecil untuk menghasilkan perubahan ketinggian dari alat angkat, namun gaya Vertikal yang dihasilkan juga akan semakin kecil namun pada sisi positifnya akan efisien karena hanya membutuhkan panjang Silinder Hidrolik yang tidak panjang dan penggunaan tempat yang lebih efisien. Semakin tinggi rasio, yaitu mendekati 1 (dalam desain alat angkat menggunakan Silinder Hidrolik secara umum nilai rasio maksimum =1), gaya Vertikal yang didapatkan semakin besar, namun membutuhkan Silinder Hidrolik yang cukup panjang dan penggunaan tempat tidak cukup efisien dan akan sangat ada masalah apabila diterapkan dalam alat angkat kendaraan dengan ground clearance yang rendah. Perancangan alat angkat kendaraan dengan menggunakan sistem lengan dan Silinder Hidrolik harus meletakkan Silinder Hidrolik dengan sudut yang kecil supaya bisa diletakkan di bawah kendaraan, dengan kompensasi gaya Vertikal yang dihasilkan kecil.

Tujuan perancangan untuk mengatasi masalah yang dalam penelitian ini adalah merancang alat angkat kendaraan menggunakan sistem lengan dan Silinder Hidrolik yang diposisikan dengan sudut awalan 0° , yang berarti akan secara tegak lurus memproyeksikan gaya Vertikalnya, atau angle of attacknya 90° dimana secara matematis gaya Vertikal yang diproyeksikan mendekati 0. Perancangan ini akan menggunakan gaya awalan yang akan dihasilkan oleh Silinder Hidrolik itu sendiri, yaitu dengan menggunakan Hukum Aksi – Reaksi yang dihubungkan oleh sebuah cam (komponen proyektor gaya) yang akan terdorong oleh perubahan panjang dari Silinder Hidrolik dan memberikan gaya angkat awalan sampai terbentuk sudut yang cukup bagi Silinder Hidrolik untuk melanjutkan fungsinya sendiri. Indikator utama dalam penelitian ini adalah perubahan panjang Silinder Hidrolik dan perubahan ketinggian alat angkat sesuai fungsinya. Semakin kecil perbandingan antara perubahan alat angkat dan perubahan ketinggian alat angkat, maka semakin besar gaya yang dibutuhkan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode permodelan eksperimen dan matematis, dimana data sebelumnya didapatkan lewat survey, literatur, dan wawancara dengan pelaku pasar. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data teknis dari alat pengangkat dilihat dari sudut awalan yang dibentuk untuk menentukan besar sudut yang akan dicapai oleh cam.



Gambar 1. Alur penelitian

Gambar 1 menjelaskan alur penelitian dimulai dengan observasi Angle of Attack, observasi rancangan alat angkat yang tersedia di lapangan, membuat rancangan cam untuk pengangkatan awal, membuat simulasi perhitungan dengan menggunakan Microsoft Excel, membuat sketsa desain alat angkat, membuat perhitungan sesuai dengan kebutuhan, dan membuat simulasi dari rancangan/desain alat tersebut dengan membandingkan jarak perubahan panjang silinder hidrolik dan perubahan tinggi alat angkat terhadap sebelumnya sampai hasilnya sesuai yang diinginkan.

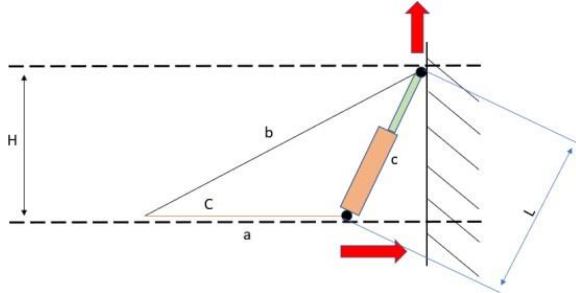
III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Perbandingan Proyeksi gaya sesuai dengan angle of attack

Gambar 2 menjelaskan perbedaan proyeksi gaya yang terjadi sesuai dengan sudut serangnya (angle of attack) dimana gambar di sebelah kiri menunjukkan

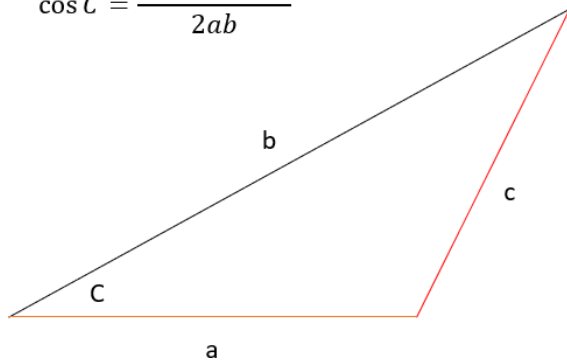
masih ada gaya yang terproyeksi, sedangkan gambar di sebelah kanan menunjukkan gaya F tidak terproyeksi karena sudut serangnya tegak lurus. Dengan mekanisme seperti di atas, dibutuhkan proyeksi gaya yang lain untuk membantu pergerakan tersebut.



Gambar 3. Konstruksi dasar Lengan - Hidrolik

Gambar 3 menjelaskan konstruksi dasar dari sebuah alat pengangkat Lengan – Hidrolik, dari gambar tersebut terlihat bahwa Silinder Hidrolik harus terdapat sudut awalan. Perhitungan matematisnya dapat dilihat dibawah ini.

$$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$



Jika

a = 200 mm b = 400 mm

c = 200 mm (panjang awalan Silinder Hidrolik)

Dalam perhitungan ini C adalah Silinder Hidrolik yang akan bertambah panjang ketika dioperasikan. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil perhitungan rasio beban

a	b	c	selisih c	C (degree)	h (tinggi Lift)	selisih tinggi h	Rasio c dan h
200	400	200	0	0	0	0	
200	400	200.01	0.01	0.405353748	2.828444801	2.828444801	0.003535512
200	400	200.04	0.03	0.810742963	5.656995641	5.656995641	0.005303168
200	400	202	1.97	5.749206614	40.04946816	34.39247252	0.057279976
200	400	203	1.03	7.051554444	49.08018433	9.030716168	0.114055185
200	400	204	2.97	8.154263695	56.70695195	7.626767626	0.389417922
200	400	205	2.03	9.129972908	63.43793103	6.730979078	0.301590597
200	400	206	3.97	10.01587881	69.53353076	6.095599727	0.651289484
200	400	207	3.03	10.83404492	75.14831997	5.614789206	0.539646261
200	400	208	4.97	11.59882554	80.38292356	5.234603593	0.949451073
200	400	209	4.03	12.32017653	85.30717434	4.92425078	0.818398611
200	400	210	5.97	13.00533608	89.9718706	4.664696265	1.279826094
200	400	211	5.03	13.65976047	94.41532446	4.44345386	1.132002302

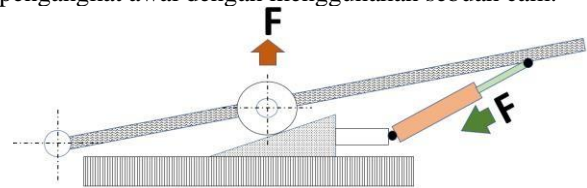
Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan rasio perubahan panjang dari Silinder Hidrolik dan perubahan ketinggian dari Alat Angkat, dan pada sudut yang kecil terdapat rasio yang kecil, artinya pergerakan Silinder Hidrolik sangat kecil untuk mengangkat beban yang terjadi.

Contoh:

beban yang ada adalah 1 Ton dan Silinder Hidrolik yang digunakan adalah 5 Ton maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

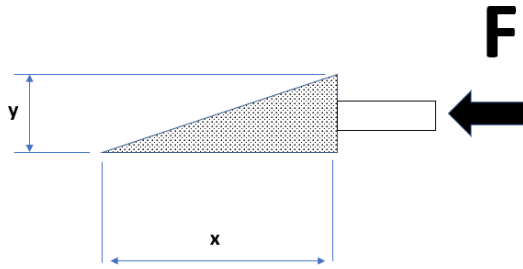
$$5 \text{ Ton} * 0.00353 = 0.017678 \text{ Ton (kurang dari beban)}$$

Dengan kondisi tersebut, maka gaya angkat yang terjadi terlalu kecil. Penyelesaian masalah yang dirangsang adalah dengan membuat mekanisme pengangkat awal dengan menggunakan sebuah cam.



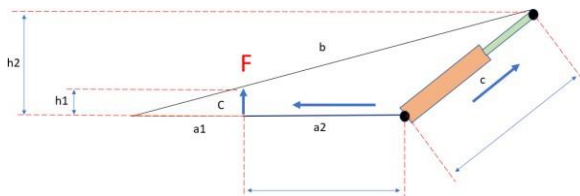
Gambar 4. Konstruksi pengangkat awal

Gambar 4 menunjukkan konstruksi pengangkat awal yang menggunakan cam dan mendapatkan gaya dari reaksi Silinder Hidrolik pada saat awal beroperasi dan gaya ini akan digunakan untuk mendorong cam dan follower sehingga ada gaya yang terproyeksi secara vertikal dan alat angkat mulai naik keatas dan membentuk sudut yang cukup untuk bisa berfungsi (rasio mulai membesar).



Gambar 5. Konstruksi cam

Gambar 5 menunjukkan konstruksi dasar dari sebuah cam, dengan mengatur sudut atau perbandingan ukuran antar x dan y maka akan didapat gaya pengangkatan yang berbeda beda.



Gambar 6. Konstruksi alat angkat dengan *angle of attack* 90°

Gambar 6 menunjukkan konstruksi dari alat angkat yang dilengkapi dengan cam untuk pengangkatan awal. Perbedaan konstruksi ini terletak pada batang a yang terdiri dari a_1 dan a_2 , dimana karena reaksi dari Silinder Hidrolik pada saat pengangkatan awal akan mendorong cam menuju pangkal b dan akan terjadi pengangkatan awal.

Tabel 2. Hasil perhitungan rasio beban awal

a1	a	b	c	Δc	Δh_1	$\Delta c/h_1$	h_2	Δh_2	$\Delta c/h_2$
50	200	400	200.00000			0.00000			
50	199	400	201.07916	1.07916	1.00000	1.07916	7.99840	7.99840	0.13492
50	198	400	202.31304	1.23388	1.00000	1.23388	15.98722	7.98881	0.15445
50	197	400	203.69565	1.38260	1.00000	1.38260	23.95692	7.96970	0.17348
50	196	400	205.22028	1.52464	1.00000	1.52464	31.89809	7.94117	0.19199
50	195	400	206.87967	1.65939	1.00000	1.65939	39.80149	7.90340	0.20996
50	194	400	208.66604	1.78637	1.00000	1.78637	47.65809	7.85660	0.22737
50	193	400	210.57121	1.90517	1.00000	1.90517	55.45914	7.80105	0.24422
50	192	400	212.58673	2.01552	1.00000	2.01552	63.19620	7.73706	0.26050
50	184	400	231.64448	2.58835	1.00000	2.58835	121.91029	6.97114	0.37130
50	183	400	234.26795	2.62346	1.00000	2.62346	128.76109	6.85080	0.38294
50	182	400	236.91938	2.65144	1.00000	2.65144	135.48779	6.72669	0.39417
50	181	400	239.59202	2.67264	1.00000	2.67264	142.08710	6.59932	0.40499
50	180	400	242.27950	2.68748	1.00000	2.68748	148.55627	6.46917	0.41543
50	179	400	244.97584	2.69634	1.00000	2.69634	154.89299	6.33672	0.42551
50	178	400	247.67547	2.69963	1.00000	2.69963	161.09545	6.20245	0.43525
50	177	400	250.37323	2.69775	1.00000	2.69775	167.16224	6.06680	0.44468

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan alat angkat beban menggunakan cam untuk membangkitkan gaya angkat awalan, Δc adalah perubahan panjang Silinder Hidrolik (diaktifkan dengan memompa fluida ke dalam Silinder), Δh_1 adalah perubahan ketinggian seperti terlihat di gambar 5, Δh_2 adalah pertambahan ketinggian alat angkat beban, $\Delta c/h_1$ adalah rasio pengangkatan oleh cam, $\Delta c/h_2$ adalah rasio pengangkatan oleh Silinder Hidrolik.

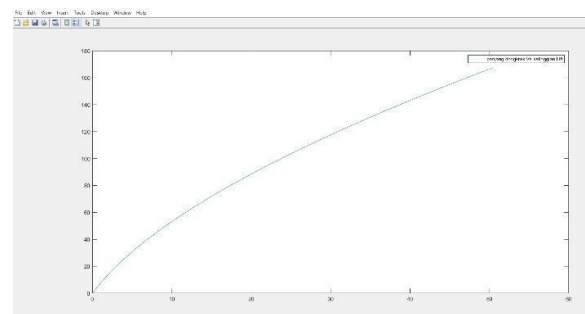
Pada pengangkatan awal terlihat bahwa rasio

pengangkatan cam lebih besar, sementara rasio pengangkatan oleh Silinder Hidrolik lebih kecil, namun seiring dengan ketinggian alat angkat yang terjadi, rasio pengangkatan oleh Silinder Hidrolik semakin besar sehingga di suatu ketinggian tertentu sudah cukup kuat untuk mengangkat, sementara cam akan dihentikan, sehingga tidak ada pergerakan cam dan hal ini berakibat akan selalu tetap sehingga pergerakannya dapat dilihat di tabel berikut (bagian Biru).

Tabel 3. Hasil perhitungan rasio beban lanjut

a1	a	b	c	Δc	Δh_1	$\Delta c/h_1$	h_2	Δh_2	$\Delta c/h_2$
50	195	400	206.87967	1.65939	1.00000	1.65939	39.80149	7.90340	0.20996
50	194	400	208.66604	1.78637	1.00000	1.78637	47.65809	7.85660	0.22737
50	193	400	210.57121	1.90517	1.00000	1.90517	55.45914	7.80105	0.24422
50	192	400	212.58673	2.01552	1.00000	2.01552	63.19620	7.73706	0.26050
50	184	400	231.64448	2.58835	1.00000	2.58835	121.91029	6.97114	0.37130
50	183	400	234.26795	2.62346	1.00000	2.62346	128.76109	6.85080	0.38294
50	182	400	236.91938	2.65144	1.00000	2.65144	135.48779	6.72669	0.39417
50	181	400	239.59202	2.67264	1.00000	2.67264	142.08710	6.59932	0.40499
50	180	400	242.27950	2.68748	1.00000	2.68748	148.55627	6.46917	0.41543
50	179	400	244.97584	2.69634	1.00000	2.69634	154.89299	6.33672	0.42551
50	178	400	247.67547	2.69963	1.00000	2.69963	161.09545	6.20245	0.43525
50	177	400	250.37323	2.69775	1.00000	2.69775	167.16224	6.06680	0.44468
50	177	400	252.33576	1.96253			173.09243	5.93018	0.33094
50	177	400	254.31891	1.98315			178.88544	5.79301	0.34254
50	177	400	256.31836	1.99945			184.54109	5.65566	0.35353
50	177	400	258.33001	2.01165			190.05957	5.51847	0.36453
50	177	400	260.35005	2.02004			195.44135	5.38178	0.37535
50	177	400	262.37489	2.02484			200.68724	5.24589	0.38599
50	177	400	264.40121	2.02632			205.79830	5.11107	0.39646
50	177	400	284.17948	19.77827			249.87802	44.07972	0.44869

Tabel 3. Menunjukkan hasil perhitungan rasio beban lanjut dan dalam hal ini hanya Silinder Hidrolik saja yang melakukan pengangkatan karena sudut yang terbentuk sudah memungkinkan untuk proyeksi gaya ke arah vertikal. Dengan mengatur bentuk/rasio cam dan mengatur layout terutama yang berhubungan dengan panjang lengan, titik angkat dari Silinder Hidrolik, kinerja dari alat pengangkat beban ini dapat disesuaikan.



Grafik 1. Perbandingan Perubahan Panjang Dongkrak dan Ketinggian Lift pada titik Pivot

Grafik 1 adalah grafik perubahan panjang dongkrak dan vs ketinggian Lift dibuat menggunakan MATLAB, menunjukkan pergerakan ketinggian lift pada titik Pivot berdasarkan perubahan panjang dongkrak (Silinder Hidrolik) pada saat pengangkatan beban. Berdasarkan perhitungan, dimensi yang digunakan dalam

penulisan ini akan mendapatkan hasil rasio antara dongkrak (silinder hidrolik) dan beban masih bernilai besar dalam arti masih terlalu kuat namun tidak efisien dalam penggunaan tempat dan bobot dari alat pengangkat tersebut sehingga masih dapat dibuat lebih efisien.

IV. KESIMPULAN

Perbandingan perubahan antar panjang Silinder Hidrolik dan ketinggian menunjukkan bahwa alat angkat kendaraan ini dapat beroperasi dengan bantuan mekanisme *cam*, hal ini dapat dibuktikan dengan hasil perbandingan secara total paling kecil adalah 1,65939 dapat diartikan dengan menggunakan Silinder Hidrolik berkekuatan angkat 1 Ton, maka angkat (melalui Rasio *Cam*) yang dihasilkan adalah 1,65939 Ton dan nilai Rasio *Cam* dapat diubah dengan mengubah bentuk profilnya sesuai dengan kebutuhan.

Perbandingan Ratio Perubahan Panjang Silinder Hidrolik dan Ketinggian Total pada tahap 2 (tabel 3 warna Biru) menunjukkan nilai 0,33094 dapat diartikan dengan kekuatan 1 Ton, maka gaya angkat yang dihasilkan adalah 0,33094 Ton atau 330,94 kg dan dapat diubah rasionya. Kinerja alat angkat kendaraan ini masih terbuka untuk perbaikan dengan mengubah bentuk *cam*, layout lengan, panjang lengan dan panjang sumbu masing-masing lengan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Russel C. Hibeller (1997). *Engineering Mechanics*. McGraw-Hill, Inc
- [2] Russel C. Hibeller. (2003). *Static Dynamic* (Edisi 2). Prentice Hall.
- [3] Serge Lang (2005). *Basic Mathematic*. Springer.
- [4] Amir Tjolleng (2017) (*PENGANTAR PEMROGRAMAN MATLAB*). Gramedia
- [5] V. Eduardo, "Optimal Synthesis and 3D Modeling of a Lifting Mechanism for a Platform with Variable Slope," vol. 107, pp. 19–29, 2015.
- [6] A. Sasmito, "DISAIN KEKUATAN SAMBUNGAN HOOP PILLAR DAN FLOOR BEARER," vol. 9, no. 1, pp. 657–670, 2018.
- [7] Kiran Kumar, M., Chandrasheker, J, Manda, Mahipal, Vijay Kumar, D, Design & Analysis of Hydraulic Scissor Lift, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 03 Issue: 06, e-ISSN: 2395 -0056, p-ISSN: 2395-0072.

PERANCANGAN *BUSINESS INTELLIGENCE* (BI) DASHBOARD SEBAGAI ALAT PENDUKUNG KEPUTUSAN PT. XYZ

Edwar Rosyidi¹, Septiayu Nuraini²

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jakarta, Indonesia

E-mail : edwar.rosyidi@polman.astra.ac.id¹, septiayunuraini@gmail.com²

Abstrak -- PT. XYZ merupakan perusahaan yang menyediakan layanan terminal meliputi kendaraan, alat berat dan *sparepart* yang beroperasi di Pelabuhan Jakarta, Indonesia. Divisi komersial merupakan salah satu divisi dalam departemen komersial dan strategi pengembangan bisnis. Penelitian dilakukan di divisi komersial. Salah satu masalah yang terdapat pada divisi komersial adalah resiko keterlambatan pengambilan keputusan terkait data pelanggan dari data finansial dan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi waktu pengambilan keputusan terkait data pelanggan dari data finansial dan operasional. Data diambil dari tahun 2019-2020 mengambil data secara langsung dari sistem terkait Sistem Operasi (SIMOP) & Sistem Keuangan (SIMKEU). Hasil penelitian ini diketahui bahwa sebesar 73% pertanyaan bisnis mengalami resiko keterlambatan pengambilan keputusan. Adapun *improvement* yang dilakukan adalah merancang *business intelligence dashboard* berbasis excel yang membantu proses monitoring pelanggan. Microsoft excel dapat menampilkan informasi berdasarkan data melalui proses analisis data dan kemudian disajikan secara dinamis dan interaktif sehingga dapat disesuaikan dengan keinginan pengguna untuk sebagai acuan pengambilan keputusan. *Dashboard* dirancang sesuai dengan kebutuhan divisi komersial melalui pertanyaan bisnis yang dianalisis menjadi kebutuhan informasi, setelah itu dibuat pengukuran data dan divisualisasikan dengan grafik dan *chart* lalu kumpulan visualisasi disatukan dalam sebuah tampilan dashboard. Setelah itu dilakukan evaluasi efektif dan efisien terhadap rancangan *dashboard*. Sistem ini dapat meningkatkan kualitas keputusan yang diambil dalam menyelesaikan masalah pemenuhan kebutuhan data, memantau data finansial dan operasional, memenuhi kebutuhan informasi dan manajemen data yang efektif

Kata Kunci: *Dashboard, Microsoft Excel, Visualisasi, pendukung keputusan*

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang dioperasikan khusus untuk melayani kargo berupa kendaraan dan barang secara *Roll on Roll Of* (RoRo) yang berdiri pada tanggal 5 November 2012. Salah satu divisi di PT. XYZ adalah divisi komersial. Divisi komersial bertugas untuk mengoptimalkan aset yang ada agar menghasilkan pendapatan bagi perusahaan, mencari pelanggan sebanyak-banyaknya, memproses registrasi pelanggan, dan menerima keluhan pelanggan, serta menjalin hubungan baik dengan pelanggan. Divisi komersial bertanggung jawab memberikan dan melayani permintaan pelanggan dengan cepat dan tepat, sehingga dalam pengambilan keputusan yang tepat memerlukan data yang informatif. Permasalahan yang dihadapi adalah dalam mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar bisa menjadi proses yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Kurangnya ketersediaan data dalam bentuk yang tepat pada waktu yang tepat dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan yang mungkin perlu dilakukan terkait dengan data tersebut.

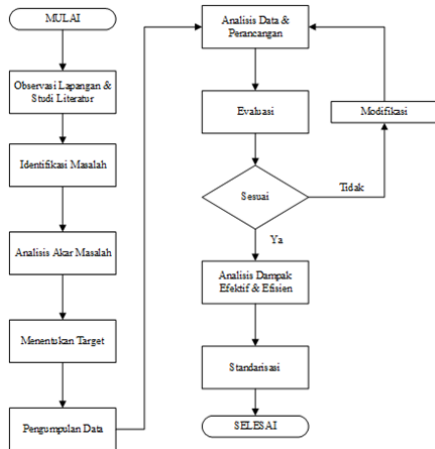
Permasalahan tersebut menimbulkan pengambilan keputusan yang kurang maksimal dan

efisien serta belum adanya analisis secara lengkap terkait riwayat pertumbuhan pelanggan dalam sisi finansial dan operasional perusahaan. Analisis data yang dimaksud adalah penyebab naik turunnya *track* pendapatan, penentuan *treatment* khusus (diskon, hadiah, dll) kepada pelanggan yang memberikan pendapatan besar di PT. XYZ guna mempertahankan kerja samanya, kapasitas yang dapat dimuat suatu kapal ekspor impor, dan lain-lain. Berdasarkan dari masalah-masalah tersebut, maka diperlukan *improvement* untuk mengurangi waktu analisis data pelanggan guna acuan pengambilan keputusan dalam Divisi Komersial.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Proses Penelitian

Alur Proses Penelitian adalah urutan proses yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian mencakup dari seluruh proses menyelesaikan permasalahan sampai dengan menstandarisasi perbaikan yang telah diuji terhadap masalah tersebut. Penelitian ini dengan menggunakan alur proses sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Proses Penelitian

2.2 Pengambilan Data Sebelum Perbaikan
Berikut data-data yang dikumpulkan oleh penulis:

1. Data waktu pembuatan laporan statistik komersial bulanan

Laporan statistik komersial berisi mengenai laporan produksi atau pencapaian volume *throughput* yang pembandingnya dibandingkan dengan tahun sebelumnya beserta *market share*-nya. Perbandingan tersebut berdasarkan kunjungan kapal, tipe kargo, *cargo owner* dan merk kargo. Berikut uraian proses dan waktu dalam pembuatan laporan statistik komersial:

Tabel 1. Waktu Pengerjaan Laporan Statistik Sebelum Perbaikan

No	Kegiatan	Waktu
1.	Staf komersial meminta data <i>throughput</i> ke divisi operasional	Setiap bulan
2.	Pengolahan data jumlah tonjangan kapal	1*
3.	Pengolahan data <i>throughput</i> mobil total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta <i>market share</i> -nya	1*30'
4.	Pengolahan data <i>throughput</i> truck & bus total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta <i>market share</i> -nya	1*15'
5.	Pengolahan data <i>throughput</i> alat berat & spare part total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta <i>market share</i> -nya	1*15'
6.	Pembuatan laporan statistik komersial	1*30'
Total waktu		12*

Pada tabel diatas dapat dilihat waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan laporan statistik kondisi aktua adalah 12 jam.

2. Data pelanggan PT. XYZ

Data pelanggan adalah kumpulan data komprehensif yang teorganisir tentang informasi pelanggan terkini, dapat diakses dan dimanfaatkan untuk mencapai tujuan-tujuan pengelolaan pelanggan seperti identifikasi pelanggan, kualifikasi pelanggan, atau pemeliharaan hubungan pelanggan. Berikut data dari pelanggan PT. XYZ :

Tabel 2. Data Pelanggan PT. XYZ

NO	KD PEJANOGAN	PERUSAHAAN	NOTA PERUSAHAAN	CREATED DATE
1	08401040	PT. AAA	JAKARTA PUSAT	12/28/2011 00:00:00
2	08401080	PT. AAB	JAKARTA UTARA	12/28/2011 10:25:43
3	08402010	PT. AAC	JAKARTA UTARA	12/28/2011 12:13:27
4	08300001	PT. AAD	JAKARTA TIMUR	12/28/2011 12:32:51
5	08403000	PT. AAE	YOKYAC JAPAN	12/28/2011 12:45:55
6	08414010	PT. BAA	JAKARTA PUSAT	12/28/2011 15:48:51
7	08411080	PT. BAB	JAKARTA PUSAT	12/28/2011 18:07:04
8	08405010	PT. BAC	JAKARTA SELATAN	12/31/2011 13:50:25
9	08400000	PT. BAD	JAKARTA UTARA	12/31/2011 14:03:58
10	08402000	PT. BAE	JAKARTA UTARA	01/05/2012 16:50:05
11	08401200	PT. CAA	JAKARTA UTARA	01/04/2012 16:24:38
12	08405000	PT. CAB	JAKARTA UTARA	01/10/2012 14:22:20
13	08401000	PT. CAC	JAKARTA UTARA	08/12/2012 09:28:42
14	0834493	PT. CAD	JAKARTA BARAT	08/06/2012 12:40:40
15	08420040	PT. CAE	JAKARTA SELATAN	01/26/2014 12:35:39
16	0840110	PT. DAA	JAKARTA PUSAT	07/12/2014 11:58:35
17	0829748	PT. DAB	JAKARTA BARAT	08/18/2014 10:35:38
18	082822	PT. DAC	JAKARTA UTARA	08/28/2014 11:15:01
19	0830193	PT. DAD	JAKARTA SELATAN	11/03/2014 11:18:46
20	0830265	PT. DAE	BEKASI	11/30/2015 13:24:25
21	0830463	PT. DAA	JAKARTA SELATAN	01/28/2016 18:12:15
22	0833706	PT. EAB	JAKARTA UTARA	03/18/2016 12:01:18
23	0833866	PT. EAC	JAKARTA UTARA	04/07/2016 14:03:82
24	0833869	PT. EAD	JAKARTA UTARA	04/08/2016 13:51:57
25	0834125	PT. EAE	JAKARTA PUSAT	05/24/2016 12:03:29
26	0834272	PT. ABA	JAKARTA UTARA	06/17/2016 14:03:53
27	0830178	PT. ABB	JAKARTA TIMUR	07/20/2016 18:44:23
28	0830631	PT. ABC	JAKARTA SELATAN	04/12/2017 11:25:00
29	0830682	PT. ABD	BEKASI	04/17/2017 14:50:12
30	0830684	PT. ABE	JAKARTA PUSAT	06/21/2017 08:53:20
31	0830688	PT. ACA	BEKASI	08/01/2017 16:56:23
32	0830688	PT. ACB	JAKARTA UTARA	09/20/2017 13:07:11
33	0830682	PT. ACC	JAKARTA UTARA	02/28/2017 16:12:47
34	0830684	PT. ADA	JAKARTA UTARA	08/28/2017 10:09:19
35	0830100	PT. ADB	DKI JAKARTA	05/21/2018 09:09:38
36	0830101	PT. ADC	JAKARTA UTARA	07/18/2018 16:57:54
37	0830103	PT. ADD	JAKARTA TIMUR	11/07/2018 11:19:24
38	0830104	PT. ADE	JAKARTA UTARA	12/20/2018 12:48:40
39	0830108	PT. AEA	JAKARTA PUSAT	12/21/2018 12:22:20
40	0830110	PT. AEB	JAKARTA PUSAT	12/17/2018 10:48:58
41	0830111	PT. AEC	JAKARTA UTARA	01/15/2019 17:44:21
42	0830112	PT. AED	JAKARTA UTARA	01/17/2019 08:25:18
43	0830114	PT. AEE	KALIMANTAN BARAT	02/26/2019 10:04:20
44	0830140	PT. BBA	JAKARTA SELATAN	08/10/2019 28:13:32
45	0830141	PT. BBA	JAKARTA UTARA	07/31/2019 12:22:20
46	0830144	PT. BBC	JAKARTA UTARA	08/13/2019 11:24:53
47	0830148	PT. BBD	JAKARTA SELATAN	11/25/2019 15:52:48
48	0830148	PT. BEA	JAKARTA SELATAN	02/07/2020 15:30:21
49	0830149	PT. BCA	SULAWESI SELATAN	03/17/2020 17:09:10
50	0830151	PT. BEB	BEKASI	03/26/2020 14:44:23
51	0830154	PT. BCD	JAKARTA SELATAN	08/18/2020 14:25:20
52	0830156	PT. BCE	JAKARTA UTARA	09/13/2020 08:43:18

Jumlah pelanggan PT. XYZ sebelum dicleaning 73 pelanggan, setelah dilakukan cleaning terkait status, data ganda, salah input staf, jumlah pelanggan yang dimiliki oleh PT. XYZ adalah 52 pelanggan. Data pelanggan tersebut merupakan data yang diambil dari 23 Desember 2012 sampai 13 September 2020.

3. Data nota Januari 2019 - Desember 2020 (periode 2 tahun)

Data nota pelanggan merupakan kumpulan data dari setiap layanan yang digunakan pelanggan dan tercantum pendapatan yang didapat perusahaan. Data ini diambil dari sistem yaitu SIMOP (Sistem Operasional) dan SIMKEU (Sistem Keuangan).

Tabel 3. 40 Data Nota PT. XYZ

No	No Nota	Tgl Nota	Tipe Perbaikan	No. Revisi	Qty	Unit	Volume	No. Nota Pelanggan	No. Pelanggan
1	0000-90-00001	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	18	SI UNIT	8100000000	PT.DA	PT.DA
2	0000-90-00002	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	18	SI UNIT	8100000000	PT.DA	PT.DA
3	0000-90-00003	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	18	SI UNIT	8100000000	PT.DA	PT.DA
4	0000-90-00004	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	18	SI UNIT	8100000000	PT.DA	PT.DA
5	0000-90-00005	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	37	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
6	0000-90-00006	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	4	SI UNIT	2000000000	PT.DA	PT.DA
7	0000-90-00007	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	367	SI UNIT	18350000000	PT.DA	PT.DA
8	0000-90-00008	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	367	SI UNIT	18350000000	PT.DA	PT.DA
9	0000-90-00009	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	142	SI UNIT	6100000000	PT.DA	PT.DA
10	0000-90-00010	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	366	SI UNIT	18300000000	PT.DA	PT.DA
11	0000-90-00011	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	366	SI UNIT	18300000000	PT.DA	PT.DA
12	0000-90-00012	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	7	SI UNIT	4050000000	PT.DA	PT.DA
13	0000-90-00013	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	150	SI UNIT	6150000000	PT.DA	PT.DA
14	0000-90-00014	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	9	SI UNIT	4050000000	PT.DA	PT.DA
15	0000-90-00015	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	20	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
16	0000-90-00016	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
17	0000-90-00017	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	366	SI UNIT	18300000000	PT.DA	PT.DA
18	0000-90-00018	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	2	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
19	0000-90-00019	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	2	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
20	0000-90-00020	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	178	SI UNIT	8100000000	PT.DA	PT.DA
21	0000-90-00021	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	2	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
22	0000-90-00022	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
23	0000-90-00023	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	366	SI UNIT	18300000000	PT.DA	PT.DA
24	0000-90-00024	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	46	SI UNIT	20700000000	PT.DA	PT.DA
25	0000-90-00025	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	200	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
26	0000-90-00026	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	366	SI UNIT	18300000000	PT.DA	PT.DA
27	0000-90-00027	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	3	SI UNIT	13500000000	PT.DA	PT.DA
28	0000-90-00028	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	204	SI UNIT	9180000000	PT.DA	PT.DA
29	0000-90-00029	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	2	SI UNIT	9000000000	PT.DA	PT.DA
30	0000-90-00030	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	12	SI UNIT	5400000000	PT.DA	PT.DA
31	0000-90-00031	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
32	0000-90-00032	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
33	0000-90-00033	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	24	SI UNIT	10800000000	PT.DA	PT.DA
34	0000-90-00034	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	27	SI UNIT	12150000000	PT.DA	PT.DA
35	0000-90-00035	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
36	0000-90-00036	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
37	0000-90-00037	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	24	SI UNIT	10800000000	PT.DA	PT.DA
38	0000-90-00038	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	27	SI UNIT	12150000000	PT.DA	PT.DA
39	0000-90-00039	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA
40	0000-90-00040	09/07/19 10:10:00	ASAP CERAGA	PERSEKUTIPAN	36	SI UNIT	15300000000	PT.DA	PT.DA

Data nota didapatkan dari bulan Januari 2019 sampai bulan Desember 2020. Total data nota tahun

2019 dan 2020 sebelum proses pembersihan data masing-masing sebanyak 38.642 dan 30.946 records data, total data nota 2019-2020 sejumlah 69.588 records data.

4. Data throughput Januari 2019-April 2021 (periode 2 tahun 4 bulan)

Data volume throughput adalah kumpulan data operasional bongkar muat yang diambil dari sistem dari divisi operasional.

Tabel 4. 5 Data Throughput Teratas (Januari 2019-April 2021)

No	Operator	Tipe Cargo	Modul	Barang	Tipe Muat	Acta	Teknisi	Acta	Volume	Acta
1	JENI	TRUCK	TRUCK	CA	TR	5				
2	HERI	ALBER	TRUCK	TRUCK	CA	TR	2			
3	ICTE	TRUCK	TRUCK	CA	TR	16				
4	CAIR	TRUCK	TRUCK	CA	TR	5				
5	CAIR	TRUCK	TRUCK	CA	TR	1				

Data throughput bersumber dari sistem yang dimiliki divisi operasional, data yang akan diolah sebagai penelitian adalah data dari bulan Januari 2019 sampai bulan April 2021. Total data nota tahun 2019, 2020, 2021 masing-masing sebanyak 4.788, 3.331 dan 1.126 records data sehingga total data nota sejumlah 9.275 records data.

2.3 Analisa Permasalahan

Kondisi ideal untuk Divisi Komersial adalah sistem untuk pengolahan data guna memonitoring pendapatan dan kegiatan operasional pelanggan dilakukan secara real time, sehingga mengurangi resiko keterlambatan pemberian keputusan dan analisa perkembangan bisnis perusahaan.

Kondisi aktual pengolahan data dilakukan dalam sebulan sekali dalam bentuk laporan data statistik informasi terkait kegiatan operasional saja sehingga pendapatan setiap pelanggan belum termonitor dengan baik dan mengakibatkan keterlambatan pemberian keputusan terkait data-data tersebut dikarenakan data terupdate dalam sebulan sekali.

Berikut penulis mencantumkan data yang diambil penulis terkait pertanyaan bisnis yang membutuhkan analisis dalam pemberian keputusan bisnis untuk divisi komersial :

Tabel 5. Data Pertanyaan Bisnis Divisi Komersial

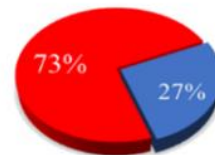
No	Bulan	Perihal	Laporan Belanja Komersial
1		Cargo Owner XXXX mengajukan pemberian diskon dalam kegiatan impor mobil, berapa diskon yang tepat dan sesuai dengan kontribusi pendapatan untuk perusahaan?	Tidak ada
2		Analisa flow pendapatan tahun 2020, pada bulan apa pendapatan perusahaan turun? Apakah ada alasan atau pengantian tahun pendapatan perusahaan turun atau naik?	Tidak ada
3	Februari	Bagaimana pendapatan perusahaan dari setiap pelanggan setiap bulannya dan bagaimana perbandingan pendapatan per tahun?	Tidak ada
4		Siapa top 10 pelanggan dilihat dari kontribusi pendapatan dan berapa persentase dari total pendapatan perusahaan?	Tidak ada
5		Bagaimana kontribusi pendapatan per kategori pelayanan perusahaan?	Tidak ada
6		Top 10 pelanggan berdasarkan tipe pelanggan dilihat dari kontribusi pendapatan?	Tidak ada
7		Bagaimana flow volume throughput ekspor, impor dan realisasi total setiap bulannya?	Tidak ada
8		Bagaimana flow volume throughput per tipe throughputnya (accessories & others, alat berat, bus, mobil, truk)?	Tidak ada
9	Maret	Berapa jumlah muatan yang dibawa oleh kapal per tipe cargo?	Ada
10		Bagaimana kontribusi vessel dilihat dari jumlah muatan volume throughput untuk analisis dan pemberian informasi rekomendasi kepada pelanggan?	Tidak ada
11		Bagaimana perbandingan volume throughput ekspor, impor dan realisasi total setiap tahunnya dan berapa persentase perubahannya?	Ada
12		Berapa volume throughput per tipe cargo, merk dan persentase market sharenya?	Ada
13	April	Bagaimana kontribusi top 10-15 pelanggan dalam kegiatan ekspor, impor dan realisasi totalnya serta per merk dan berapa merk shipnya?	Tidak ada
14		Bagaimana keterkaitan hubungan vessel, logistik dan perusahaan bongkar muat (PBM) dalam kegiatan operasional perusahaan?	Tidak ada
15		Bagaimana keterkaitan shipper dengan cargo owner setiap merknya dalam kegiatan ekspor, impor dan realisasi total?	Tidak ada
TOTAL PERTANYAAN BISNIS			15

Dilihat dari data diatas sebanyak 11 dari 15 pertanyaan bisnis yang didata penulis pada bulan Januari-April 2021 tidak tersedia informasi tersebut dalam laporan statistik komersial, sehingga hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pengambilan suatu keputusan dan memonitoring data operasional perusahaan.

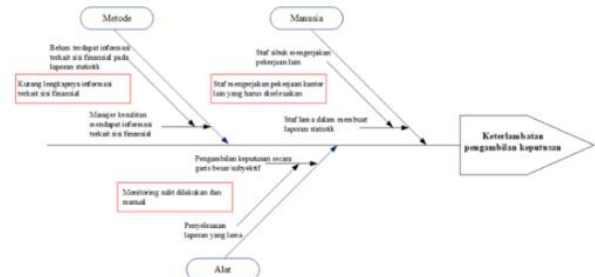
2.4 Analisa Masalah

Status Ketersediaan	Jumlah	%
Ada	4	27%
Tidak Ada	11	73%
Total	15	100%

Resiko Keterlambatan Pengambilan Keputusan



Gambar 2. Data Resiko Keterlambatan Pengambilan Keputusan



Gambar 3. Fishbone Diagram

Tabel 6. Why-why Analysis

Problem	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3
Keterlambatan pengambilan keputusan	Manusia	Staf lama dalam membuat data statistik	Staf sibuk mengerjakan pekerjaan yang lain	Staf mengerjakan pekerjaan kantor lain yang harus diselesaikan
	Metode	Manajer kesulitan mendapat informasi terkait sisi finansial	Belum terdapat informasi terkait sisi finansial	Kurang lengkapnya informasi terkait sisi finansial
	Alat	Pengambilan keputusan secara subjektif	Pencarian data dan penyelesaian laporan yang lama	Monitoring sulit dilakukan dan manual

2.5 Rencana Perbaikan

Setelah menemukan akar permasalahan, langkah selanjutnya penulis menganalisis rencana perbaikan menggunakan metode 5W+2H diuraikan pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Rencana Perbaikan

Problem	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3
Keterlambatan pengambilan keputusan	Manusia	Staf lama dalam membuat data statistik	Staf sibuk mengerjakan pekerjaan yang lain	Staf mengerjakan pekerjaan kantor lain yang harus diselesaikan
	Metode	Manajer kesulitan mendapat informasi terkait sisi finansial	Belum terdapat informasi terkait sisi finansial	Kurang lengkapnya informasi terkait sisi finansial
	Alat	Pengambilan keputusan secara subjektif	Pencarian data dan penyelesaian laporan yang lama	Monitoring sulit dilakukan dan manual

Langkah selanjutnya adalah pembuatan *dashboard business intelligence* dengan memanfaatkan layanan *Business Intelligence Tools*. Layanan *Business Intelligence Tools* yang akan digunakan tentunya dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan divisi komersial, *Business Intelligence Tools* yang dianalisis oleh penulis meliputi Ms.Excel, Power BI, Tableau, dan Sisense. Berikut analisis perbandingan *Business Intelligence Tools*:

Tabel 8. Perbandingan *Business Intelligence Tools*

	Ms.Excel	Power BI	Tableau	Sisense
Familiar bagi Pengguna	Sangat familiar	Kurang familiar	Kurang familiar	Kurang familiar
Automatic Update	Kemampuan update data secara otomatis	Kemampuan update data secara otomatis	Kemampuan update data secara otomatis	Kemampuan update data secara otomatis
Cost	-	\$9.99/bulan	\$70/bulan	Tergantung pada kebutuhan fungsional dan kebutuhan spesifik organisasi
Service	Mengumpulkan data, visualisasi data, dashboard interaktif, pembuatan laporan	Visualisasi data, dashboard interaktif	Visualisasi data, dashboard interaktif	Visualisasi data, dashboard interaktif

Setelah melakukan perbandingan alat BI yang dipilih adalah Ms. Excel dikarenakan Ms. Excel sudah sangat familiar bagi *users*, dan hampir semua perangkat telah mempunyai alat tersebut sehingga tidak ada biaya tambahan dalam melakukan *improvement* terkait perancangan *Business Intelligence Tools* bagi divisi komersial PT. XYZ.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Proses Perbaikan

Berikut langkah-langkah proses perbaikan dalam penelitian ini:



Gambar 4. Proses Perbaikan

3.1.1 Analisis Kebutuhan Informasi dan Sumber Data

Berdasarkan dari metode pengumpulan data yang dilakukan, diperoleh beberapa kebutuhan informasi yang diperlukan diantaranya :

1. Informasi tentang trafik total pendapatan perusahaan
 2. Informasi mengenai total pendapatan perusahaan berdasarkan pelanggan dan waktu (bulan dan tahun)
 3. Informasi top 10 pelanggan berdasarkan total pendapatan
 4. Kebutuhan informasi tentang perbandingan tingkat pendapatan bulan ini dengan bulan sebelumnya
 5. Kebutuhan informasi tentang perbandingan tingkat pendapatan tahun ini dengan tahun sebelumnya
 6. Informasi tentang volume *throughput* berdasarkan tipe kargo dan waktu (bulan dan tahun)
 7. Informasi tentang trafik volume *throughput* ekspor impor dan realisasi total
 8. Kebutuhan informasi tentang perbandingan tingkat volume *throughput* bulan ini dengan bulan sebelumnya
 9. Informasi volume *throughput* ekspor impor dan realisasi total berdasarkan kapal
 10. Informasi volume *throughput* ekspor impor dan realisasi total berdasarkan kapal disesuaikan dengan waktu
 11. Informasi rekomendasi *vessel*, logistik, dan perusahaan bongkar muat berdasarkan jumlah volume *throughput cargo owner* (pemilik barang)
 12. Informasi volume *throughput* ekspor impor dan realisasi total berdasarkan kapal disesuaikan dengan *vessel*, logistik, dan perusahaan bongkar muat
 13. Informasi top 10 pelanggan beserta *market share* nya berdasarkan kegiatan ekspor impor dan realisasi total
 14. Perbandingan dan persentase perubahannya volume *throughput* berdasarkan kegiatan ekspor impor dan realisasi total
 15. *Report layout* untuk memudahkan membuat laporan statistik perusahaan
- Sumber data diperoleh dari sistem yang digunakan untuk kegiatan operasional PT. XYZ yaitu SIMOP (Sistem Operasional) dan SIMKEU (Sistem Keuangan). Data tersebut berupa data nota

dan data volume *throughput* bongkar muat, diimpor oleh divisi IT dalam format .xls periode bulan Januari 2019 sampai bulan Desember 2020 (2 tahun) dan divisi operasional format .xls periode bulan Januari 2019 sampai April 2021 (2 tahun 4 bulan).

Total data nota tahun 2019 dan 2020 sebelum proses pembersihan data masing-masing sebanyak 38.642 dan 30.946 *records* data, total data nota 2019-2020 sejumlah 69.588 *records* data.

Setelah proses pembersihan data, total data nota tahun 2019 dan 2020 masing-masing sebanyak 38.352 dan 21.488 *records* data sehingga total data tersebut sejumlah 59.840 *records* data.

Total data *throughput* tahun 2019, 2020, 2021 masing-masing sebanyak 4.788, 3.331 dan 1.126 *records* data sehingga total data *throughput* sejumlah 9.275 *records* data.

3.1.2 Mengimpor file sumber data dan pengolahan data

Selanjutnya mengimpor file sumber data yang telah *dicleaning* ke file baru yang akan dibuat *dashbooard*, setelah itu proses pengolahan data, pengolahan data berguna untuk melengkapi *field-field* yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Berikut detail proses pengolahan data yang dilakukan :

1. Data nota

Pada data nota dilakukan 2 pengolahan data :

- 1) Mengkoreksi kode pelanggan yang salah
- 2) Mengidentifikasi jenis pelanggan

2. Data *throughput*

Pada data *throughput* dilakukan pengolahan data guna menentukan realisasi total ekspor impor dan nama *vessel*. Dalam hal ini menggunakan rumus excel sebagai berikut :

- 1) Menghitung realisasi total
- 2) Mengidentifikasi nama kapal

3.1.3 Membuat pengukuran dengan pivot tabel

Data yang telah selesai diolah lalu dilakukan pengukuran data dengan membuat *pivot table* dalam bentuk tabular report, hal ini bertujuan untuk memberikan kebutuhan informasi dalam bentuk tabel.

1. Data nota

Pada data ini, pengukuran data yang didapatkan adalah data pendapatan pelanggan perbulan dan pertahun, top 10 pelanggan berdasarkan total kontribusi pendapatan, top 10 pelanggan dilihat per tipe pelanggan dan pendapatan per tipe layanan PT. XYZ.

2. Data *throughput*

Pengukuran data yang didapatkan dari data *throughput* meliputi muatan total kargo pada *shipping line* (realisasi total, ekspor dan impor), jumlah *throughput* per tipe kargo beserta persentase perubahan pertahun, *market share* dan jumlah *throughput* per tipe

kargo beserta *brand* nya, hubungan *brand* dengan logistik/debitur dan hubungan logistik/debitur dengan *shippingline*.

3.1.4 Membuat filter data dengan *slicers* dan *timeline controls*

Fitur filter data berguna untuk menentukan informasi sesuai dengan kebutuhan *users*, berikut filter data untuk tampilan *dashboard* pendapatan dan *throughput*.

3.1.5 Memvisualisasikan data

Microsoft Excel menyediakan berbagai macam grafik atau plot untuk memvisualisasikan data sesuai kebutuhan informasi yang ingin ditampilkan. Visualisasi data pada penelitian ini berupa *bar and column charts, line charts, dan pie charts*.

3.1.6 Dashboard

Setelah menyelesaikan seluruh representasi visual dari data pendapatan dan operasional. Kumpulan visualisasi tersebut disatukan dalam *Dashboard* yang bertujuan dapat membantu pengguna untuk melakukan *monitoring* dan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, terdapat 2 jenis *dashboard* yang dihasilkan yaitu *dashboard* pendapatan dan *dashboard throughput*.



Gambar 5. *Dashboard* Pendapatan

Dari gambar diatas dapat kita lihat data pendapatan yang disajikan dalam grafik dan tampilan yang lebih mudah dipahami.



Gambar 6. *Dashboard* Throughput

Dari gambar diatas dapat di lihat dashboard Throughput yang lebih mudah di baca dan di mengerti secara visualisasi.

3.1.7 Share Workbook Displayed (Berbagi workbook dengan beberapa perangkat)

Setelah *dashboard* terupdate dengan data-data nya, microsoft excel memberikan fitur share workbook, hal ini dapat dimanfaatkan untuk berbagi informasi *dashboard* kepada pengguna yang membutuhkan. *Share Workbook Displayed* ada 2 cara

yaitu dengan menggunakan One Drive dan secara manual.

3.2 Evaluasi Hasil Perbaikan

3.2.1 Perbandingan waktu pembuatan laporan statistik
Penulis melakukan pengambilan waktu pembuatan laporan statistik divisi komersial setelah perbaikan.

Tabel 9. Waktu Pengerjaan Laporan Statistik Setelah Perbaikan

No	Kegiatan	Waktu
1.	Staf komersial meminta data throughput ke divisi operasional	Setiap bulan 1 ^o
2.	Pengolahan data jumlah kunjungan kapal	15 ^o
3.	Pengolahan data throughput mobil total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta market sharenya	1 ^o
4.	Pengolahan data throughput truck & bus total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta market sharenya	45 ^o
5.	Pengolahan data throughput alat berat & spare part total secara impor, ekspor dan realisasi total dan jumlah unit mobil berdasarkan brand beserta market sharenya	1 ^o
6.	Pembuatan laporan statistik komersial	1 ^o
Total waktu		5^o

Dari data diatas dapat disimpulkan waktu pembuatan laporan statistik berkurang sebesar $12^{\circ} - 5^{\circ} = 7^{\circ}$ atau sebesar 58,33%.

3.2.2 Analisis QCQM

Tabel 10. Analisis QCQM

No	Faktor	Hasil
1	Quality	Dengan diterapkannya usulan dari penulis, diharapkan tidak ada keterlambatan pengambilan keputusan dan monitoring dilakukan lebih mudah, tepat, dan berkala sehingga keputusan yang diambil lebih berkualitas dan maksimal.
2	Cost	Memberikan benefit berupa saving cost bagi perusahaan (NQI)
3	Delivery	Setelah dilakukannya perbaikan, diharapkan dapat mempercepat pemberian keputusan pertanyaan bisnis yang terkait dengan data finansial dan operasional serta mempercepat pembuatan laporan statistik.
4	Moral	Pada aspek moral dari perbaikan yang dilakukan diharapkan proses pengambilan keputusan dan monitoring berjalan dengan baik sehingga mengurangi pekerjaan staf dan dapat memaksimalkan pekerjaan staf.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil, yaitu dapat mengurangi waktu keterlambatan dalam pengambilan keputusan berdasarkan data dari sisi finansial dan operasional karena tidak melakukan waktu pengolahan data yang lama yaitu 8 jam. Lalu, dapat mengurangi waktu dalam pembuatan laporan statistik dapat ditingkatkan sebesar 58,33% yaitu dari total waktu 12 jam menjadi 5 jam dalam pembuatan laporan statistic dan data yang disajikan lebih akurat dan *real time*.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Annual Report IPC Car Terminal (2019). Retrived : 14 April 2021 from : <https://www.indonesiacarterminal.co.id/uploads/AR/pdf/2019-annual-report-ipcc.pdf>

[2] Alexander, Michael and J. Walkenbach (2013). "Excel Dashboards and Reports"(2nd ed). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

[3] Kaplan, Robert S and David P Norton, 1996. Balanced Scorecard : Menerapkan Strategi Menjadi Aksi, Erlangga : Jakarta.

[4] Handayani, Sutri. 2017. ANALISIS BALANCED SCORECARD SEBAGAI TOLOK UKUR KINERJA PERUSAHAAN PADA PT POS INDONESIA (PERSERO) LAMONGAN, Univesitas Islam Lamongan.

[5] Djatna, Taufik dkk. 2011. Progress in Business Intelligence System Research : A literature review. International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS-IJENS Vol: 11 No: 03 : Bogor. Akses 8/05/2021 12:14 WIB

[6] Brannon, Nadia . "Business Intelligence and E-Discovery". July 2010. Intellectual Property & Technology Law Journal Vol. 22

[7] Darudiato, S., Santoso, S. W., & Wiguna, S. (2010). "BUSINESS INTELLIGENCE : KONSEP DAN METODE." CommIT, 4, 64–65.

[8] Prasetya, H.P., & Susilowati, M. (2016). Visualisasi Informasi Data Perguruan Tinggi Dengan Data Warehouse dan Dashboard System. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informatika, 2(3), 298-308. <https://journal.maranatha.edu/index.php/jutisi/article/view/634/630>

[9] Kurniasih, N. (2017, November 13). Infografis. <https://doi.org/10.31227/osf.io/5jh43>

[10] Hafidz, Irmasari dkk. 2018. Rancang Bangun Dashboard dan Visualisasi Data Kickstarter dengan Pendekatan Business Intelligence. Jurnal Sisfo Vol. 08 No. 02 (2019) i-ii

[11] Alexander, Michael (2016). "Excel Dashboards and Reports For Dummies"(3rd ed). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

[12] Asmoko, H. (2013). Teknik Ilustrasi Masalah-Fishbone Diagrams. Magelang Badan Pendidik Dan Pelatih Keuang Dep Keuang.

[13] Kuswardana, A., Mayangsari, N. E., & Amrullah, H. N. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis) di PT. PAL Indonesia. In Seminar K3 (Vol. 1, No. 1, pp. 141-146).

PEMBANGUNAN APLIKASI E-RECRUITMENT SATUAN PENGAMANAN (SATPAM) PT SIGAP PRIMA ASTREA

Ayu Safitri¹, Suhendra², Fauziah Eka Damayanti³

1,2,3 Manajemen Informatika, Politeknik Manufaktur Astra, Jalan Gaya Motor Raya No.8
Sunter II, Jakarta Utara, 14330

E-mail : ayu.safitri2033@gmail.com¹, suhendra@polman.astra.ac.id², fauziaheka.damayanti@gmail.com³

Abstrak-- PT Sigap Prima Astrea (SIGAP) merupakan badan usaha jasa pengamanan terbesar di Indonesia yang berdiri sejak tahun 2002. Dengan bisnis yang bergerak di bidang penyaluran tenaga kerja satpam dan penyedia perangkat pengamanan. Rekrutmen satpam oleh SIGAP yang berjalan saat ini masih dilakukan secara konvensional dan rutin berkala sehingga menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan dan validasi data berkas lamaran dan lambat dalam proses sortir. Dari permasalahan tersebut, diusulkanlah sebuah aplikasi e-Recruitment. e-Recruitment merupakan aplikasi berbasis web yang dikembangkan dengan metode pengembangan aplikasi purwarupa, dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP, framework CI dan basis data MySQL serta diuji dengan metode *black box*. Metode MPE ditambahkan untuk mengatasi keterlambatan dan proses sortir lamaran. Berdasarkan pada pengujian yang dilakukan, aplikasi e-Recruitment dapat mempermudah pengelolaan berkas lamaran dan mempercepat dalam proses seleksi.

Kata Kunci: aplikasi web, e-Recruitment, mpe, framework CI, metode purwarupa

I. PENDAHULUAN

PT Sigap Prima Astrea atau biasa dikenal dengan "SIGAP" adalah perusahaan yang bergerak di bidang keamanan menyediakan tenaga kerja satpam untuk disalurkan kepada perusahaan rekanan. SIGAP membuka rekrutmen melalui beberapa tahapan yang dilakukan dalam 2 kali sebulan dengan jumlah pelamar mencapai 200 orang untuk berbagai area kerja di Indonesia. Saat ini pelaksanaan perekrutan tenaga kerja satpam masih dilakukan secara konvensional sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan berkas pelamar dan berkas seleksi. Adapun jumlah berkas yang dibutuhkan dalam proses rekrutmen dapat mencapai 26 lembar berkas seleksi untuk tiap pelamar diluar berkas data diri pelamar. Dari data tersebut diperoleh 5200 lembar perbulan untuk 200 pelamar yang menyebabkan proses pengecekan membutuhkan waktu lama dan menyulitkan untuk pengelolaan dan validasi data. Selain itu, dalam hal seleksi pelamar karena masih dilakukan secara manual yang membutuhkan waktu cukup lama untuk melakukan penyeleksian di tiap tahapan seleksi.

Sehingga dalam konteks tersebut perlu dilakukan upaya pemecahan masalah. Pembuatan aplikasi e-recruitment sebagai salah satu solusi telah dilakukan. E-recruitment merupakan aplikasi yang membantu dalam proses rekrutmen pegawai dengan bantuan teknologi (internet)[1]-[3]. Menurut D. Silva [4] dalam penelitiannya berjudul "A Study On Increase in E-Recruitment and Selection Process" pelamar lebih memilih menggunakan e-recruitment daripada proses recruitment biasa. Secara pemanfaatan aplikasi, penelitian yang dilakukan Ivan Royanto Hutabarat dan

Grace Gata [5], [6] menyebutkan bahwa aplikasi e-recruitment membantu dalam mengelola berkas dan menyeleksi pelamar. Ivan Royanto Hutabarat dan Grace Gata menggunakan metode waterfall dalam pembangunan aplikasinya, terbatas pada proses seleksi tertentu dan belum dapat memberikan rekomendasi pelamar.

Oki Triandy dan Tukino dalam penelitiannya berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Baru Pada PT. Kingslee Infinitas Teknologi" menjelaskan bahwa metode perbandingan eksponensial (MPE) mampu memberikan perankingan dengan lebih dari satu kriteria [7]. Senada dengan penelitian yang dilakukan Oki Triandy, Tupan Tri Mulyono dalam penelitiannya juga berkesimpulan MPE dapat diterapkan dalam seleksi penerimaan karyawan [8].

Oleh karena itu maka peneliti mencoba mengusulkan untuk membangun sebuah aplikasi *e-Recruitment* yang diharapkan mampu untuk mengatasi permasalahan pengelolaan data pelamar dan dapat membantu mengatasi keterlambatan dan proses sortir pelamar melalui fitur perankingan pelamar menggunakan metode MPE.

II. METODE PENELITIAN

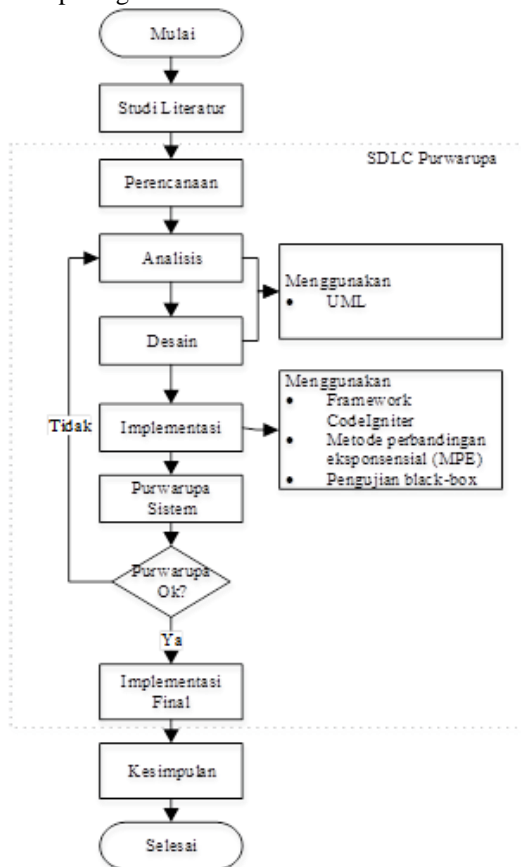
Pada penelitian ini, dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Studi Literatur, dilakukan dengan mengumpulkan sumber-sumber referensi dari hasil-hasil penelitian yang sebelumnya.
2. Tahap Perencanaan, merupakan tahapan awal ataupun mendasar untuk mengetahui, memahami

alasan aplikasi dibangun. Ditahap ini juga dilakukan pengumpulan data.

3. Tahap Analisis, merupakan tahapan yang menentukan apa yang perlu dilakukan pada saat pembangunan aplikasi. Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu UML.
4. Tahap Desain, merupakan tahapan pembuatan rancangan user interface dan basis data. Sama seperti tahap analisis, pada tahap ini juga menggunakan alat bantu UML dalam penggambaran diagramnya.
5. Tahap Implementasi, merupakan tahapan penerapan dari tahapan-tahapan sebelumnya. Pada tahapan ini, pembuatan kode program, implementasi metode perbandingan eksponensial (MPE) dan pengujian aplikasi menggunakan metode blackbox dilakukan.

Dalam pembuatan aplikasi, diadopsi metode purwarupa [9] dimana proses pengembangan aplikasi dapat dilakukan dengan cepat dan erat dengan interaksi pengguna [10]. Proses no.2 sampai dengan no.5 dilakukan secara iteratif sampai aplikasi disetujui. Gambaran tahapan-tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

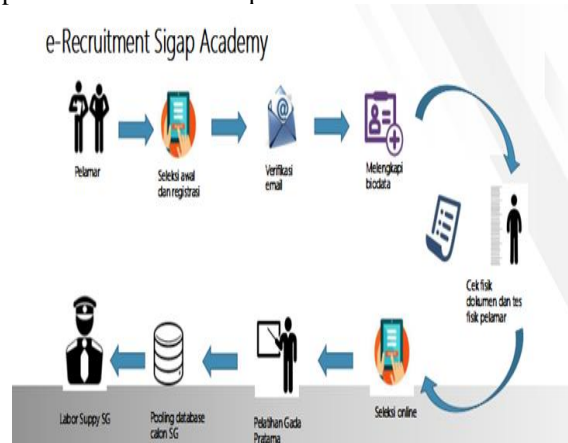
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Aplikasi

e-Recruitment sigap academy dibuat untuk memudahkan dalam penyediaan sumber daya, proses seleksi, penyediaan data peserta pelatihan, dan rekomendasi satpam kepada *customer*. Pengguna dari aplikasi ini yaitu calon satpam (pelamar), admin SA, admin *leader*, dan *customer*. Pelamar dapat melakukan seleksi background check dan seleksi tes psikotes secara daring melalui aplikasi. Akan tetapi untuk seleksi seperti tes fisik, tes kesehatan dan tes samapta dilaksanakan secara luring. Pelamar dapat melihat informasi hasil tes dan jadwal tes tersebut dilaksanakan melalui aplikasi *e-Recruitment*.

Admin SA dapat melakukan pengelolaan data dari hasil seleksi yang sudah dilakukan Pelamar dan melakukan persetujuan terhadap hasil seleksi dengan tujuan apakah Pelamar dapat melakukan tes selanjutnya atau tidak. Selanjutnya penjadwalan mengenai kapan tes akan dilaksanakan pun dibuat oleh Admin SA.

Lalu pada Admin *Leader* melakukan persetujuan terhadap hasil seleksi dengan maksud bahwa admin *leader* tersebut telah melihat hasil seleksi para Pelamar yang sebelumnya sudah dilakukan persetujuan oleh Admin SA serta menjadi gerbang terakhir persetujuan terhadap rekomendasi satpam untuk *customer*. Kemudian *customer* dapat melakukan permintaan satpam kepada admin SA akan mengirimkan rekomendasi calon satpam berdasarkan dengan permintaan dan sistem penilaian terbaik.



Gambar 2. Gambaran Aplikasi

3.2. Perangkingan Pelamar dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)

Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) merupakan salah satu metode dari *decision support system* (DSS) metode ini digunakan untuk menentukan urutan prioritas alternatif keputusan dengan kriteria yang beragam. Melalui perhitungan secara

eksponensial, perbedaan nilai antara kriteria dapat dibedakan antar satu dengan lainnya. MPE sebagai salah satu metode pengambilan keputusan yang akan mengukur opini seseorang dengan skala tertentu. Para manajer atau pembuat keputusan dapat menggunakan model MPE yang terdefinisi dengan baik dalam tahapan proses. Keunggulan dari MPE dibandingkan dengan metode lain adalah tahapan pada MPE sudah mencakup perankingan. Sementara metode DSS lain seperti Analytical Hierarchy Process (AHP), Topsis dan Weight Product (WP) hanya mencakup tahapan pembobotan. Sistem penilaian atau pembobotan dirancang menggunakan metode perbandingan eksponensial (MPE). Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih. Alternatif yang akan dipilih adalah Pelamar.
2. Memilih kriteria apa saja atau perbandingan kriteria keputusan yang penting untuk dievaluasi. Dalam sistem rekrutmen ini kriteria keputusan yang ada antara lain tes background check, tes fisik, tes psikotes, tes kesehatan, tes samapta, dan tes wawancara. Yang dipilih menjadi kriteria yang akan dievaluasi adalah tes samapta, karena rekrutmen ini bertujuan untuk mencari calon satpam, sehingga nilai yang sangat penting untuk menjadi pertimbangan adalah tes samapta.
3. Menentukan derajat kepentingan dari tiap kriteria keputusan yang dipilih. Kriteria ini didapat dari hasil wawancara dengan pengguna. Selain itu juga dilakukan observasi terhadap hasil tes samapta yang telah ada. Sehingga didapatkan kriteria yang menjadi penilaian yaitu jenis kelamin, usia, lari 12 menit, push up, sit up, pull up, dan shuttle run. Dengan tingkat kriteria sebagai berikut:
 - 1) Jenis kelamin dan usia
 - 2) Lari 12 menit, push up, sit up, pull up, dan shuttle run
4. Melakukan penilaian pada setiap kriteria
Sebagai contoh
 - a. Usia > 13 dan usia <= 19 dan Perempuan = P1
- Lari 12 menit (40%)

Tabel 1. Penilaian Lari 12 menit P1

Total	Konversi
< 1,090	E
1,090	D
1,380	C
1,560	B
1,790	A
3,400	A

- b. Usia > 13 dan usia <= 19 dan Laki-laki = L1

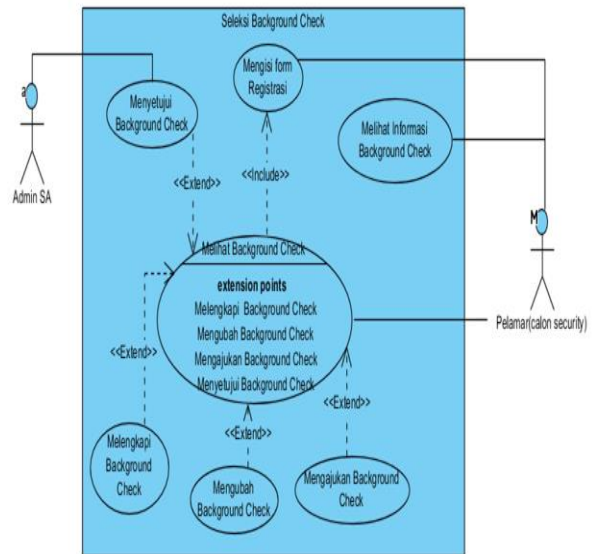
- Lari 12 menit (40%)

Tabel 2. Penilaian Lari 12 menit L1

Total	Konversi
< 1,200	E
1,200	D
1,800	C
1,980	B
2,200	A
3,400	A

3.3. Use Case

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan fungsi dasar sistem informasi dan cara suatu sistem berinteraksi dengan lingkungannya [9]. Berikut contoh gambaran use case diagram dalam aplikasi e-recruitment yang dibangun.



Gambar 3. Use Case Diagram

Tampilan Aplikasi

Tampilan untuk pengguna dibuat berdasarkan kesepakatan dengan pengguna dalam hal tata letak menu, warna dasar dan atribut atau komponen penyusun halaman. Contoh tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.

The screenshot shows a web application interface for recruitment. On the left is a sidebar menu with options like 'Soal', 'Customer', 'Statistik', 'Background Check', 'Tes Fisik (Aktif)', 'Tes Psikotes', 'Tes Kesehatan', 'Tes Sampel', 'Tes Rawatmaka', 'Pelatihan', and 'Buat Pelatihan'. The main content area is titled 'Daftar Pelamar Tes Fisik' and contains a table with columns: 'Tanggal Tes', 'Jumlah Peserta', and 'Aktif'. The table lists several test dates and the number of participants, with a search bar and pagination controls at the bottom.

Tanggal Tes	Jumlah Peserta	Aktif
2021-03-31 10:56:00	1	+
2021-04-01 11:00:00	1	+
2021-04-17 09:40:00	0	+
2021-05-13 08:51:00	0	+
2021-05-14 08:18:28	9	+
2021-05-19 12:02:00	1	+

Gambar 4. Contoh Tampilan Aplikasi e-recruitment 3.4. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan metode *blackbox* dimana setiap fungsi yang terdapat pada usecase akan diperiksa dan disetujui oleh pengguna. Berikut adalah hasil yang diperoleh dari pengujian aplikasi.

1. Aplikasi *e-Recruitment* menghilangkan biaya penggunaan kertas untuk dokumen calon satpam sebanyak 5.200 lembar per bulan dari 200 Pelamar dengan cara menyimpan seluruh data yang diperlukan seperti data biodata Pelamar dan hasil tes Pelamar ke dalam aplikasi. Sehingga jika mulanya dalam setahun membutuhkan 62.000 lembar menjadi tidak ada kertas yang digunakan dalam proses rekrutmen.
2. Aplikasi *e-Recruitment* dapat menghilangkan penggunaan biaya Telekomunikasi untuk menginformasikan jadwal seleksi calon satpam sebanyak Rp. 28.800.000,00 per tahun melalui fitur lihat jadwal seleksi yang tertera pada dashboard aplikasi Pelamar.
3. Aplikasi *e-Recruitment* dapat mempercepat persetujuan dari Admin 41 menit menjadi 5.5 menit melalui formulir persetujuan seleksi dan pengaturan informasi pada layar yang dapat memudahkan Admin SA ketika membaca.
4. Aplikasi *e-Recruitment* memudahkan Admin SA dalam memilih kandidat rekomendasi calon satpam melalui filterisasi dengan menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembangunan dan hasil pengujian dari aplikasi e-recruitment didapatkan kesimpulan bahwa aplikasi e-recruitment mampu untuk mempermudah pengelolaan berkas lamaran, mempercepat dalam proses seleksi dan dapat memberikan rekomendasi pelamar melalui

perangkingan pelamar dengan mengimplementasikan metode mpe. Aplikasi yang dibangun dalam penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi misalnya dengan menggunakan penerapan algoritma yang berbeda dalam pemberian rekomendasi pelamar.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Malik, "Impact of E-Recruitment on Effectiveness of HR Department in Private Sector of Pakistan," vol. 8, no. 2, pp. 80–94, 2018.
- [2] C. Sołek and M. Wilczewska, "New technologies in the recruitment process," vol. 15, no. 2, pp. 25–33, 2018.
- [3] N. Jayabalan *et al.*, "E-recruitment Technology Adoption among Generation Z Job-Seekers," no. December, 2019.
- [4] C. D. Silva, "A Study On Increase in E-Recruitment and Selection Process," no. 8, 2020.
- [5] I. Royanto, J. Idoan, F. T. Informasi, and U. A. Indonesia, "Analisa dan Perancangan Sistem Rekrutmen Online (E-Recruitment) Berbasis Web pada PT Bravo Security Indonesia Analysis and Design of Web Based Online Recruitment System (E- Recruitment) at PT Bravo Security Indonesia," *TeIka*, vol. 7, no. 2, pp. 25–36, 2017.
- [6] G. Gata, Y. Prabowo, and R. A. Kusuma, "Sistem Informasi Pengelolaan Sumber Daya Manusia E-Recruitment Dalam Bidang Jasa Penyalur Kerja," no. July, 2019.
- [7] O. Triandy and T. Tukino, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN KARYAWAN BARU PADA PT KINGSLEE INFINITAS TEKNOLOGI," *J. Comasie*, vol. 4, no. 3, pp. 57–66, 2021.
- [8] T. Tri Muryono, Irwansyah, and A. Budiyantara, "PENENTUAN PENERIMAAN PEGAWAI MENGGUNAKAN METODE PERBANDINGAN EKSPONENSIAL (MPE)," *INFOTECH*, vol. 6, no. 2, pp. 57–62, 2020.
- [9] A. Dennis, B. Wixom, and D. Tegarden, *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*, 6th ed. Wiley, 2020.
- [10] M. V Polishwala and A. Shastri, "Comparative Analysis of Various Software Development Approaches," *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 88–91, 2021.

PEMBUATAN ALAT BANTU PENGETESAN TORQUE CONVERTER TIPE WA600-3 PADA AREA HDYRAULIC TEST BENCH DI PT UTR JAKARTA

Vuko T Manurung¹, Ihsan Ihwanudin², Yohanes Tri Joko Wibowo³

1,2. Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Astra Jakarta Indonesia

3. Program Studi Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi, Politeknik Astra Jakarta Indonesia

E-mail : vuko.manurung@polman.astra.ac.id¹, ihsan_ihwayudin@gmail.com², yohanes.trijoko@polman.astra.ac.id³

Abstrak-- Hydraulic Test bench adalah mesin uji komponen-komponen hidrolis yang biasa dipakai pada industri otomotif, industri manufaktur, maupun industri penerbangan. Komponen yang akan diuji antara lain *power train*, serta silinder hidrolis (*control valve*, *main pump*, dan lain lain). Sedangkan alat bantu untuk masing-masing penerapannya di *test bench* sangat tergantung dari ukuran dan jenis hidrolisnya. Untuk memastikan bahwa hasil *remanufacturing* sampai ke customer sesuai dengan permintaan dan tidak terjadi claim maka perlu dipastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar telah lolos uji, meskipun belum ada data yang menunjukkan claim atas produk yang dihasilkan. Akan tetapi kemungkinan ini menjadi kekuatiran tersendiri mengingat belum ada alat pengujian yang spesifik. Apabila terjadi claim maka kerugian yang akan ditanggung oleh perusahaan menjadi besar yang meliputi ongkos kirim, denda akibat unit tidak beroperasi dan kemungkinan biaya yang timbul akibat terjadi kecelakaan akibat produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan permintaan. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut maka manajemen perusahaan melakukan antisipasi terhadap semua kemungkinan yang akan terjadi (*risk management*). Adapun garansi dari produk adalah pemakaian selama 3000 jam atau 6 bulan mana yang lebih dahulu tercapai. *Torque converter* tipe WA600-3 pengujian yang selama ini dilakukan adalah digabung dengan transmisinya sehingga fungsi *torque converter* sendiri tidak dapat diamati hasilnya setelah di *remanufacturing*. Hal ini mengakibatkan tidak ada kepastian produk benar-benar telah sesuai dengan standar yang diminta. Oleh karena itu dibuatlah alat bantu khusus (*special tool*) sehingga proses pengujian tidak perlu lagi bersamaan dengan transmisinya. Disain alat bantu ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Autodesk Inventor yang ada diperusahaan. Dengan adanya alat bantu ini maka proses pengujian komponen *torque converter* tipe WA600-3 seluruhnya dapat dilakukan di *test bench*, dan tanpa melakukan *sampling test*. Hasil pengujian memenuhi target *Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale, dan Productivity*. Dengan demikian kemungkinan claim dari customer akibat kesalahan dalam *remanufacturing* dapat diminimalkan.

Kata Kunci : *Test bench*, alat bantu (*special tool*), *converter torque*

I. PENDAHULUAN

Torque converter adalah suatu komponen *power train* yang bekerjanya secara hidrolis. Fungsi utamanya tidak jauh berbeda dengan main *clutch* (*coupling*), sehingga *torque converter* sering juga disebut *fluid clutch*. Baik *fluid coupling* maupun *torque converter* menggunakan media oli sebagai pemindah dayanya. *Torque Converter* dipasang antara mesin (*engine*) dan transmisi, sehingga daya dari mesin dapat di teruskan ke output shaft. Keuntungan lainnya menggunakan *torque converter* dapat memindahkan daya dari mesin ke transmisi secara halus, tidak berisik dan tidak ada hentakan (*shock*), karena menggunakan oli sebagai media perantara. Dengan demikian menimbulkan benturan-benturan yang keras pada roda gigi dan poros transmisi dan apabila unit mendapat benturan atau beban kejutan pada *attachment*-nya tidak akan diteruskan ke mesin. Sebaliknya, getaran yang mungkin timbul pada setiap

perubahan torsi mesin, akan diserap aliran oli yang ada di dalam *torque converter* [1,2].

Tujuan diakukannya penelitian ini agar produk yang dihasilkan dapat dikirim ke customer tepat waktu dan sudah melewati proses pengujian di workshop guna menghindari claim dikemudian hari yang mengakibatkan kerugian perusahaan, meskipun belum ada data yang menyatakan telah terjadi komplain atas produk yang dihasilkan. Disamping itu perlu proses perbaikan agar *leadtime* pengerjaan menjadi turun. Hal ini sesuai dengan program manajemen resiko yang diterapkan di perusahaan.

Pada penelitian sebelumnya [1] proses *remanufacturing* mengalami keterlambatan akibat adanya keterlambatan pengiriman suku cadang dan proses kemampuan pekerja (*manpower*) dalam melaksanakan proses pengerjaan. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi kebutuhan suku cadang untuk di ganti dan pelatihan terhadap

pekerja akan jenis-jenis komponen yang di lakukan pergantian sehingga mempercepat prosesnya.

II. PENGUMPULAN DATA

PT UTR dalam hal ini mendapat customer untuk melakukan *remanufacturing torque converter* tipe WA600-3 yang digunakan untuk alat berat *wheel loader*. Sesuai dengan peraturan perusahaan bahwa setiap komponen yang akan di kirimkan customer sudah melalui proses pengujian agar tidak ada *claim* dikemudian hari akibat garansi yang diberikan. Dari data Produksi yang ada pada tabel 1 menunjukkan bahwa kegiatan pengujian komponen yang ada di *test bench* hidrolik berjalan dengan normal, sehingga tidak menimbulkan permasalahan yang mengarah ke waktu tunggu (*leadtime*).

Akan tetapi pada saat komponen transmisi WA600-3 terjadi penambahan waktu pada proses pengujian karena komponen transmisi untuk unit WA600-3 ini tidak jadi 1 bagian bersama *torque converter*-nya, dan sekaligus komponen yang baru pertama kali masuk produksi di area Jakarta, sehingga belum ada alat bantu untuk pengujiannya. Untuk itu dilakukan proses pembuatan alat bantu pengujian sehingga produk yang dihasilkan benar-benar sudah memenuhi kualifikasi jaminan keamanan dan keandalan sesuai yang diharapkan.

Tabel 1. Produksi Transmisi di *Test bench* hidrolik.

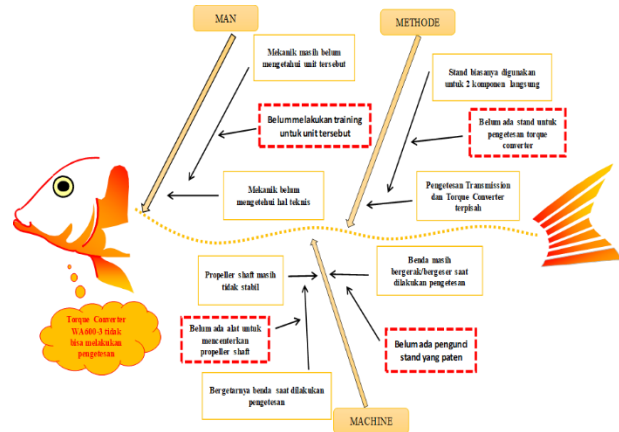
Unit/Model	Fungsi	Status
WA800-3	Transmisi	No Problem
WA180-3	Transmisi	No Problem
R164	Transmisi	No Problem
WA800-3	Transmisi	No Problem
R164	Transmisi	No Problem
W 800-3	Transmisi	No Problem
D61EX-15	Transmisi	No Problem
WA600-3	Transmisi	Interlude Test T/C

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan metodologi penelitian yang digunakan adalah mengumpulkan data-data yang ada di lapangan. Kemudian dilakukan pencarian akar masalah menggunakan metode manajemen yang sering diimplementasikan di perusahaan dan studi literatur yang relevan. Dengan demikian solusi yang dihasilkan merupakan hal-hal yang praktis dan dapat di aplikasikan dilapangan tanpa mengurangi fungsi dan manfaatnya.

Mencari akar permasalahan dengan menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) seperti pada gambar 1. Dari diagram tulang ikan tersebut terdapat suatu akar masalah yaitu

tertundanya pengerjaan pengujian komponen *torque converter* pada produksi khususnya di area pengujian *hydraulic test bench*.



Gambar 1. Diagram tulang ikan

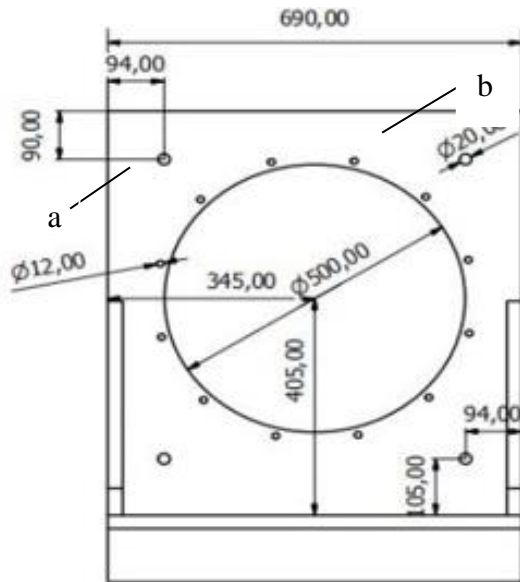
Solusi untuk menurunkan *lead time* dicari dengan menggunakan prinsip *man, method, machine*, berdasarkan pada gambar 1. Solusi manajemen menggunakan diagram tulang ikan merupakan salah satu alternatif yang sering digunakan di perusahaan untuk menemukan suatu akar permasalahan dan solusinya sehingga tindakan (*action plan*) menjadi jelas dan terukur. Dari diagram tulang ikan tersebut maka didaftarkan akar permasalahannya dan solusi yang di lakukan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Akar masalah dan solusinya

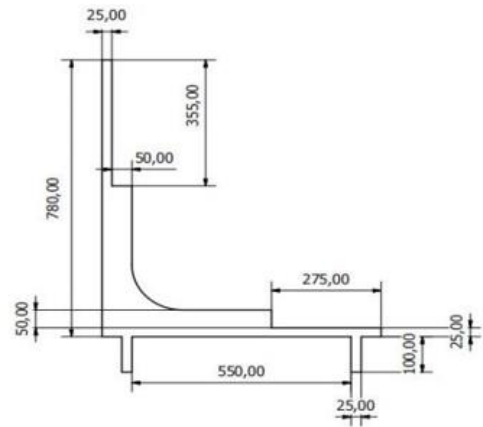
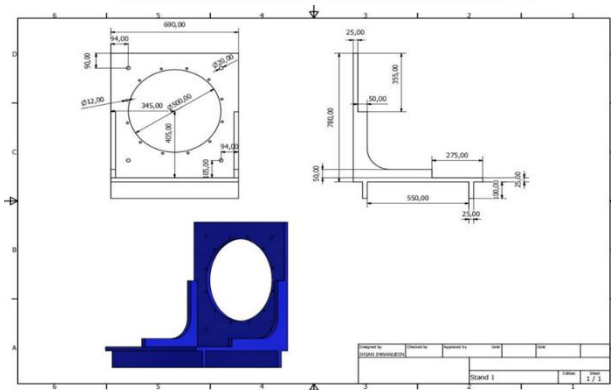
	ROOT CAUSE (AKAR MASALAH)	SOLUSI YANG DILAKUKAN
MAN	Belum ada pelatihan untuk unit tersebut	Melakukan <i>sharing knowledge</i> dan informasi teknis terkait unit tersebut
MACHINE	Belum ada pengunci stand yang permanen	Membuat alat pengunci yang permanen untuk stand-nya
	Belum ada alat untuk melakukan <i>centering propeller shaft</i>	Membuat <i>stand</i> serta penopang propeller dengan menggunakan bantalan (<i>bearing</i>) sehingga menjadi segaris (<i>centering</i>) dengan <i>propeller shaft</i> dari <i>hydraulic test bench</i>
METHOD	Belum ada stand untuk pengujian <i>torque converter</i>	Membuat dudukan (<i>stand</i>) serta penopang <i>propeller</i> dengan dudukannya sehingga segaris dengan <i>hydraulic test bench</i> -nya

Untuk membuat stand pengujiannya diawali dengan melakukan disain menggunakan alat bantu

software Autodesk. Setelah disain tersebut selesai (gambar 2) kemudian dilakukan approval untuk disain tersebut. Dalam proses pembuatannya masih dilakukan perbaikan-perbaikan kecil sehingga alat bantu tersebut benar-benar efektif dan efisien dalam penggunaannya di *wokshop*.



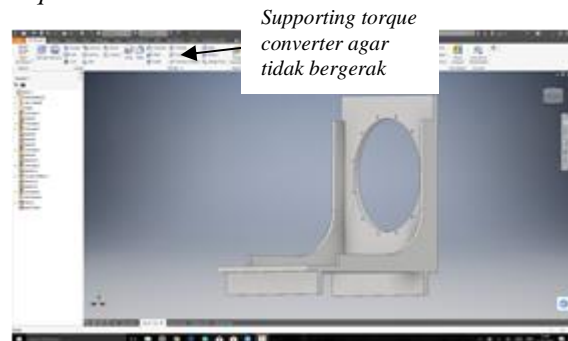
a. Tampak atas



b. Tampak samping

Gambar 2. Sketsa disain alat bantu *Torque Converter*

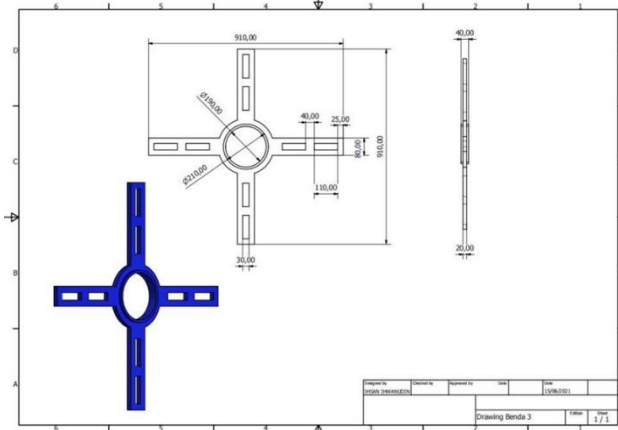
Adapun gambar tiga dimensi dudukan dari rumah *torque converter* adalah seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Disain tempat perletakan *torque converter* tiga dimensi

Disain pada gambar 4, yaitu pembuatan alat untuk dudukan antara komponen *torque converter* dengan *stand*-nya itu sendiri. Fungsi dari alat itu adalah untuk menopang sebagian badan dari komponen sehingga komponen itu tidak bergerak dan tetap stabil serta kokoh selama proses pengujian. Gambar 4 adalah disain dudukan *torque converter* dengan konsep berbentuk huruf X dengan lubang di tengah-tengah. Pembuatan alat ini berfungsi untuk membantu memposisikan bantalan *rolling shaft* yang akan dihubungkan dari mesin *test bench hydraulic* menuju ke *propeller* yang ada di *torque converter* menggunakan bantalan (*bearing*) menjadi segaris (*centering*) dengan ukuran diameter yang sudah disesuaikan, dengan tujuan agar tidak ada getaran yang berlebihan yang diakibatkan ke tidak-*center*-an. Untuk lebih jelasnya disain yang telah dibuat diaplikasikan

pada *torque converter* yang akan dilakukan pengujian seperti pada gambar 5.



Gambar 4. Disainudukan Torque Converter

Setelah alat bantu selesai dibuat kemudian dilakukan uji coba lengkap dengan komponen *torque converter*-nya (gambar 5). Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa alat bantu pengetesan torque converter dapat dipasang dengan baik dan siap digunakan dengan hasil yang memuaskan.



Gambar 5. Uji coba alat bantu pengujian *Torque Converter*

Adapun keuntungan dari pembuatan alat ini diukur berdasarkan *Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale, dan Productivity*.

- a. *Quality* tentunya dengan adanya stand ini, maka proses produksi *remanufacturing* dapat berjalan dengan standar yang di terapkan oleh PT UTR berupa meminimalkan kerusakan (*failure*) barang tersebut dan melakukan pengujian torque converter secara terpisah.

- b. *Cost* yaitu dengan tereliminasi potensi terjadinya kegagalan atau kerusakan maka biaya produksi dapat ditekan, disamping itu dengan adanya alat ini maka dapat di lakukan pengujian kebocoran sehingga dapat diambil tindakan perbaikan bila ada kebocoran selama pengujian. Hal ini akan mengurangi biaya yang dikeluarkan seandainya tidak dilakukan pengujian sebelum dikirim ke customer dan saat dipakai terjadi kebocoran.
- c. *Delivery*, dengan diimplementasikannya proses pembuatan alat pengujian ini, maka pengiriman ke customer akan menjadi tepat waktu (*on scadule*).
- d. *Safety*, terkait dengan penggunaan alat ini yang telah dilakukan uji coba, yaitu memberikan proses kerja yang aman dan sesuai standar keamanan yang disyaratkan oleh perusahaan dan costomer
- e. *Morale*, tentu dengan diimplementasikannya alat ini, maka akan lebih mudah melakukan pengetesan akan lebih mudah dan mengurangi delay job. Selain itu menurunnya *failure in field* yang berkurang akan berimbas terhadap kepuasan customer

IV. KESIMPULAN

Dengan adanya alat bantu ini maka PT UTR dapat mengirimkan produk *remanufacturing torque converter* tipe wa600-3 tepat waktu dan memastikan bahwa produknya sudah melewati tahapan pengujian yang standar, sehingga meminimalkan klaim dari customer dikemudian hari. Disamping itu *leadtime* pada pengerjaan di area *hydraulic test bench* menurun sebesar 40% dibandingkan dengan *leadtime* sebelum.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan *support* dari PT UTR sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vuko A.T. Manurung, Pama Deprian, Lukyawan, Tri Joko Wibowo, Yohanes, (2019), Program Excellence Solution untuk Menurunkan Waktu Pengerjaan Remanufacturing Unit Komatsu PC2000-8 di PT UT Site Kalimantan Selatan, Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics Vol 4.
- [2] T Gilles (2012), Automotive Service Inspection, Meintenance, Repair, 4th Edition, Delmar.
- [3] V A T Manurung, Y T Joko W1 and R I Poetra. (2018). Auto Drain Valve Water Separator Inside the Unit of Komatsu HD 465-7R, Published under

- licence by IOP Publishing Ltd, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 306, Manado, Indonesia.
- [4] Vuko A T Manurung, YT Wibowo, RP, Afani (2019), Menurunkan kerusakan yang tidak terjadwal (*unschedule breakdown*) sistem bahan bakar pada unit komatsu hd 1500-7 di PT UT Site Kalimantan Timur, *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics* 4 (1).
- [5] M Vuko Manurung, Yohanes Wibowo (2018), Oil Flushing Method To Avoid Unschedule Breakdown Final Drive Components At Komatsu Dump Hd465-7R In Pt Atp, *CETASIA* 1, 033
- [6] Vuko A T Manurung, FRSR Tambunan, YC Utama (2013), Mengurangi Resiko Kerusakan Auto Priming Pump pada Dump Truck Tipe HD785-7 di PT UT site Batu Kajang Kalimantan Timur. Authors.
- [7] Alciatore, D. G. dan Histan, M. B. (2003). *Introduction to Mechatronics and Measurement System* (Edisi 2). McGraw-Hill, Inc.
- [8] Tant, Katherine M M; Mulholland, Anthony J; Curtis, Andrew; Ijomah, Winifred L, (2019), Design-for-testing for improved remanufacturability, *Journal of Remanufacturing; Heidelberg* Vol. 9, Iss. 1, 61-72.
- [9] Xiong, Shaoping, Wilfong, Gabriel, Lumkes, John Jr, (2019), Components Sizing and Performance Analysis of Hydro-Mechanical Power Split Transmission Applied to a Wheel Loader, *Energies Basel* Vol. 12, Iss. 9.
- [10] Jurmu, Luke W, 2021, Experimental Evaluation and Simulation of Torque Transmissibility Frequency Response Functions of Vibration Isolators and Absorbers for Drivetrain Applications, Michigan Technological University, ProQuest Dissertations Publishing.
- [11] Hai-jun, Wei, (2008), A study on bench test for automatic transmission fluid friction durability *Industrial Lubrication and Tribology*, Bradford Vol. 60, Iss. 2, 64-66.

MODIFIKASI DESAIN GRIPPER DAN PEMBUATAN SISTEM INTERLOCK UNTUK MENGURANGI REJECT PADA PRODUKSI SHROUDFAN DI MESIN 1060-5

Suhartinah¹, Agus Ponco Putro², Hadiyan Sabri³

1,2,3. Mekatronika, Teknik Mesin dan Industri, Politeknik Astra, Cikarang, 17530, Indonesia

E-mail : suhartinah@polman.astra.ac.id¹, agus.ponco@polman.astra.ac.id², hadiyan.sabri@gmail.com³

Abstrak-- *Shroud Fan* merupakan salah satu komponen pendingin mesin, *Shroud Fan* yang di produksi memiliki 6 jenis. masing-masing jenisnya memiliki kebutuhan & penempatan insert collar yang berbeda-beda. *Insert collar* adalah komponen tambahan, bermaterial logam yang merupakan bagian dari *shroud fan*. Dalam produksinya sudah dibantu oleh robot. Proses yang melibatkan robot adalah pengambilan produk dari mesin *injection molding*, dan penempatan *insert collar* pada *molding*. robot mengambil *insert collar* yang sudah dipersiapkan oleh operator dan kemudian akan di tempatkan pada mold mesin injeksi. masalah utamanya adalah *insert collar* sering terjatuh dari cengkeraman gripper robot, sehingga mengakibatkan bagian dari *Shroud fan* tidak lengkap dan dianggap *Not Good (NG)*. Penyebab jatuhnya *insert collar* dari *gripper* dikarenakan *gripper* yang dipakai bentuknya tidak simetris & presisi, yaitu berupa plat besi dengan tebal 2mm yang dibentuk sedemikian rupa dengan tenaga manusia, hal ini berdampak pada hasil cengkeraman yang kurang presisi sehingga *insert collar* rawan terjatuh. Dari masalah tersebut di buatlah *improvement* desain *gripper* yang presisi dan juga sistem *interlock* pencegahan produk *NG* yang bertujuan untuk mengurangi potensi *Out Flow* khususnya produksi *Shroud fan*. Dari modifikasi ini rasio *NG* per 30 hari kategori insert collar problem turun 75,4 %. Dengan rasio *NG* 151 pcs, berkurang menjadi 37,15 pcs.

Kata Kunci : Insert collar, Shroud Fan, Modifikasi, Outflow

I. PENDAHULUAN

Shroud fan merupakan sebuah *cover* dalam rangkaian komponen pendingin mesin kendaraan roda empat. *Shroud fan* juga biasa disebut *shroud fan asm* dikarenakan gabungan dari dua part yaitu *Body part* (hasil injeksi plastik) dan *insert collar*, yaitu part tambahan bermaterial logam yang di pasang pada mold sebelum proses injeksi berlangsung, agar *insert collar* menjadi satu bagian utuh dengan part *shroud fan*.

Shroud fan SF 5000 #2 yang di produksi di mesin 1060-5 memiliki kebutuhan 4 jenis *Insert collar* yaitu : satu *hexagon nut*, tiga *collar OD11.5-ID5*, dua *collar OD16-ID8*, dan satu *collar u shape*. dalam produksi *Shroud Fan* di mesin 1060-5, insert collar ditempatkan diatas jig oleh operator, yang kemudian diambil & diletakkan ke dalam mold oleh robot ABB 6 Axis. setelah proses injeksi selesai robot 6 axis mengambil produk & meletakkannya diatas metal detector untuk mengecek kelengkapan *insert collar*, meskipun sudah melewati pengecekan metal *detector* masih sering terjadi laporan *Outflow* (produk *NG* yang diterima customer), masalah utamanya adalah insert collar sering terjatuh dari cengkeraman gripper robot, sehingga mengakibatkan bagian dari *shroud fan* tidak lengkap dan dianggap *NG* [1][2]. Penyebab jatuhnya *Insert collar* dari *gripper* dikarenakan *gripper* yang dipakai bentuknya tidak simetris & presisi, yaitu

berupa plat besi dengan tebal 2mm yang dibentuk sedemikian rupa dengan tenaga manusia, hal ini cukup berdampak pada hasil cengkeraman yang kurang presisi sehingga *insert collar* rawan terjatuh [3][4].

Untuk mengurangi potensi terjadinya *Outflow* (Produk *NG* yang diterima customer), penulis memutuskan memodifikasi desain gripper robot yang stabil & presisi, dan juga di tempatkannya sensor proximity pada gripper untuk pembuatan sistem interlock [5]. Diharapkan dengan dilakukannya modifikasi ini rasio *NG* per 30 hari kategori *insert collar* problem turun menjadi 75,4 %.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Terjadinya *customer claim* terhadap produk injeksi plastik yang *NG*, atau sering disebut *Outflow*. Termasuk pada produk *Shroud Fan* 5000#2 yang di produksi di mesin 1060-5. Maka diberlakukan upaya-upaya untuk mengurangi *customer claim* atau *outflow*, salah satunya adalah meningkatkan kualitas produksi dengan melakukan *improvement* agar mengurangi terjadinya produk *NG*. *Insert collar* problem ini dalam data *NG* masuk dalam kategori *Other*. Dikarenakan tidak semua produk yang diproduksi memiliki insert collar. Dibawah ini gambar *insert collar* problem ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Contoh produk NG kategori *insert collar problem*

Yang masuk dalam kategori *insert collar problem* ada beberapa macam yaitu:

- a) Hilangnya *insert collar* dalam produk,
Penyebab:
 - Jatuh saat proses pemindahan dari jig ke mold oleh *gripper robot*, karena cengkeraman tidak presisi
 - Jatuh saat penempatan pada mold oleh *gripper*, karena posisi *gripper* geser
 - Penempatan *insert collar* yang kurang pas pada jig, oleh operator
 - b) *Insert collar* penyok
Penyebab:
 - Terjepit mold, karena penempatan oleh *gripper* miring atau kurang pas.
 - c) Lubang ulir pada *insert collar hexagon* rusak.
Penyebab:
 - *Insert collar* yang sudah NG dari *supplier*
 - Pin collar pada mold miring atau bengkok sehingga ketika *mold close*, ulir rusak karena tertekan mold.
- Sebelum dilakukannya *improvement* penulis menganalisa masalah yang mengakibatkan produk NG dengan mengkaji rekap data daily NG report yang ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi NG *Shroud Fan 5000* jan-april 2021

Rekap Data NG Shroud Fan 5000 tahun 2021									
No	Bulan	Deskripsi NG							Jumlah
		Short	Contamination	Burn Mark	Scratch	Silver	Crack	Insert collar problem	
1	Januari	24	0	0	0	10	0	165	199
2	Februari	37	5	1	2	2	2	163	212
3	Maret	0	0	0	0	0	0	134	134
4	April	43	0	0	0	16	0	142	201
Total		104	5	1	2	18	2	604	746

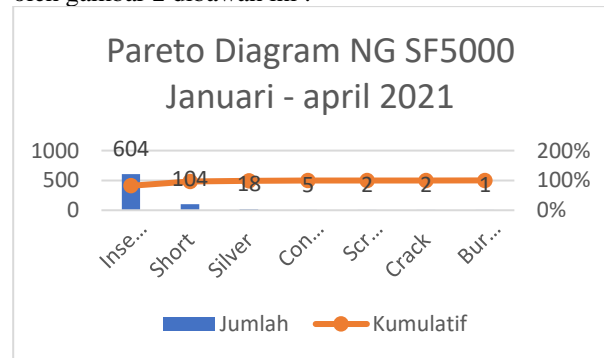
Berdasarkan data diatas maka akan dibuatkan tabel rasio NG per 30 hari agar bisa menjadi perbandingan dengan data setelah implementasi hasil *improvement*.

Berikut data rasio NG part per 30 hari periode Januari hingga April 2021 ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2. Rasio data NG *Shroud Fan 5000* per 30 hari, Periode Januari hingga April 2021

Rasio Data NG Shroud Fan 5000 per 30 hari, Periode Januari hingga April 2021		
No	Deskripsi NG	Jumlah
1	Short	26
2	Contamination	1,25
3	Burn Mark	0,25
4	Scratch	0,5
5	Silver	4,5
6	Crack	0,5
7	Insert Collar Problem	151
Total Rasio NG per 30 hari		186,5

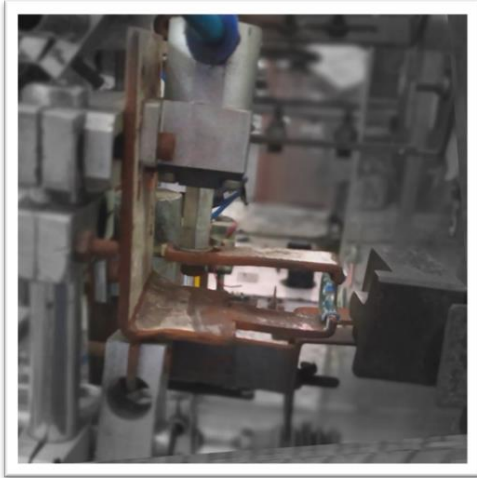
Data Rasio diatas dibuat dengan melakukan operasi pembagian 4 (empat) pada jumlah data masing-masing kategori NG priode Januari hingga April 2021, angka 4 (empat) didapatkan dari total jumlah hari Januari hingga April yaitu 120 hari, kemudian dilakukan operasi pembagian 30 hari. Selanjutnya penulis membuat diagram pareto berdasarkan data Rekap *daily NG* yang ada pada tabel 1 untuk melihat kategori yang menjadi permasalahan utama penyebab NG part *Shroud fan 5000* ditunjukkan oleh gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Pareto dari data NG *Shroud Fan 5000*

Diagram pareto diatas menunjukkan bahwa masalah yang mendapatkan presentase tertinggi dari terjadinya produk NG pada *Shroud Fan 5000* adalah masalah pada *insert collar*. Masalah utama yang mengakibatkan NG dalam kategori *insert collar problem* menurut penulis adalah pada proses pengambilan hingga penempatan *insert collar* secara otomatis oleh robot. Setelah ditelusuri lebih dalam ditemukan masalah pada pencengkeraman *gripper*

yang tidak stabil, hal tersebut dikarenakan kontur grip pada gripper yang tidak presisi karena diketahui pembuatan gripper merupakan hasil *handmade* ditunjukkan gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. *Gripper collar U (handmade)* sedang mengambil collar U Shape dari jig collar

Melihat permasalahan yang terjadi, penulis memutuskan untuk membuat desain baru *gripper collar* dan juga sistem interlock untuk menghentikan mesin ketika collar yang dibawa oleh gripper terjatuh.

Desain Gripper

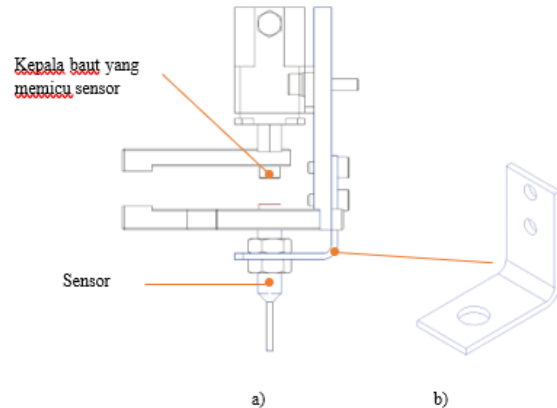
Proses perancangan model gripper menggunakan *software Autodesk inventor* karena menurut pendapat pribadi penulis *software Autodesk inventor* lebih flexible dan mudah digunakan untuk penggunaan desain perancangan dari nol. Kemudian akan dibuatkan juga backup files 3D & 2D drawing versi *software Solidworks* untuk aset perusahaan, sebagai *software drafting*.

Konsep awal dalam pembuatan desain didasari dengan apa yang menjadi fungsi dan tuntutan yang harus dipenuhi ketika desain di implementasikan. Berikut ini adalah tuntutan desain dari gripper yang akan dibuat:

- Dapat mencengkeram *insert collar* dengan stabil dan presisi
- Memiliki desain bodi kerangka yang kokoh & solid.
- Dapat ditempatkan sensor proximity untuk sistem *interlock*
- Menggunakan suku cadang yang ada (Yushin single *pneumatic cylinder*, & *Autonics Proximity Sensor PR08*)
- Memiliki fungsi pengganti dari gripper sebelumnya berdasarkan aspek *safety, efficiency, cost, rigidity, material*.

Penempatan Sensor

Sensor diposisikan di bagian bawah gripper yang ditujukan untuk dapat mendeteksi kepala baut pengikat pada grip atas, ketika grip atas berada di posisi paling rendah (posisi ketika silinder *extend* tetapi tidak ada benda yang di grip). Maka dari itu dibuatlah desain sensor *stand* sebagai penopang sensor yang ditunjukkan oleh gambar 4 dibawah ini.

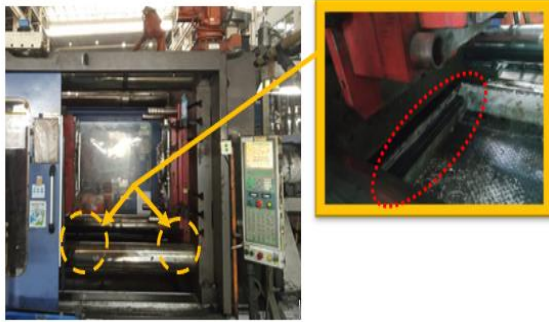


Gambar 4. (a) Posisi sensor dari pandangan samping dan (b) desain sensor *stand*.

Bagian grip bawah di desain memiliki *space* yang cukup agar tidak mempengaruhi sense dari proximity sensor. Ukuran *space* yang dibuat mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh autonics pada *datasheet cylindrical proximity sensor PR Series*, dimana tipe sensor yang dipakai yaitu PR08-2DP memiliki standar pemasangan dengan dinding disekitar yang memiliki diameter 24mm.

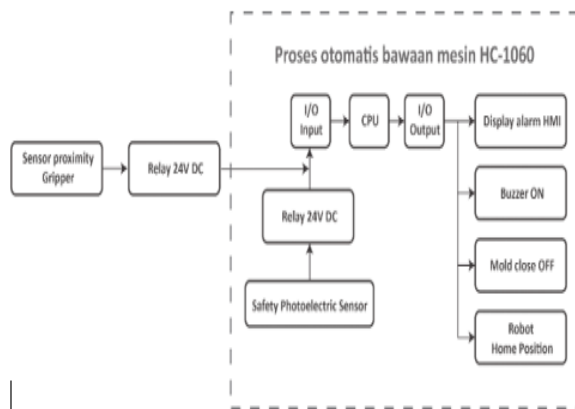
Perancangan Sistem *Interlock*

Sistem *interlock* untuk pencegahan ganda setelah melakukan modifikasi desain gripper. Hasil yang diharapkan dalam penerapan sistem ini adalah berhentinya proses otomatis mesin dan munculnya alarm, sehingga mengurangi terjadinya NG part karena *insert collar* terjatuh. Berdasarkan konsep *interlock* mesin yang dibutuhkan, maka dibuatlah sistem *interlock* yang menggunakan sistem otomatis yang sudah ada dalam mesin injeksi Hwa-chin HC-1060, yaitu Dengan menggunakan sistem yang berjalan pada *safety Photoelectric sensor* mesin. Dibawah ini gambar 5 menunjukkan posisi *safety sensor photoelectric*.



Gambar 5. Posisi *safety* photoelectric sensor

Photoelectric sensor *emitter* dan *receiver* posisinya berada di bagian bawah *moving platen*, sensor ini mencegah *moving platen* close mold jika ada orang di dalam mesin. Rancangan dari perangkat masukan, proses hingga ke perangkat keluaran dapat dilihat pada diagram blok dibawah ini.



Gambar 6. Diagram Blok perancangan sistem *interlock*

Dari diagram blok diatas dapat disimpulkan sistem ini hanya memerlukan tambahan relay 24V DC yang difungsikan sebagai *holding*, juga sebagai pemersatu jalur parallel dari beberapa sensor proximity. Singkatnya sensor proximity dari gripper masuk ke I/O input sebagai alarm photoelectric sensor yang seharusnya menjadi *interlock safety* saat proses dandory untuk mencegah *moving platen* close mold.

III. HASIL DAN ANALISA

Proses Desain & Drafting gripper menggunakan Desain 3D pada *software* Autodesk inventor 2019. Hasil desain 3D akan didiskusikan hingga menemukan desain yang disetujui oleh Tim. Jika sudah di setujui maka dibuatkannya gambar kerja 2D sebagai pendukung proses manufaktur. Tahap selanjutnya akan dilakukan proses manufaktur dengan acuan

gambar kerja yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya. Hingga hasil benda kerja sesuai maka selanjutnya dilakukan Assembly dan kemudian dilaksanakannya Trial. Besarnya biaya dalam pembuatan gripper ini akan meliputi: *Bill Of Material* (BOM), *Bill Of Tool* (BOT), biaya proses manufaktur, dan biaya *Man Power* yang dirangkum dalam tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. biaya total pembuatan.

Biaya Total		
No	Nama	Biaya
1	<i>Bill Of Material</i>	Rp1.608.400,-
2	<i>Bill Of Tool</i>	Rp391.500,-
3	<u>Biaya Proses Manufaktur</u>	Rp3.472.400,-
4	<u>Biaya Man Power</u>	Rp780.000,-
TOTAL		Rp6.252.300,-

Bill of Material merincikan biaya material dan perangkat elektronik yang dibutuhkan untuk pembuatan 8 gripper, *Bill of Tool* merincikan biaya kebutuhan alat pembantu proses manufaktur pembuatan gripper, Biaya Proses Manufaktur adalah rincian biaya pemakaian mesin untuk pembuatan gripper, dan tidak lupa di hitung juga biaya tenaga manusia yang dibutuhkan untuk pembuatan gripper, upah dihitung berdasarkan UMR tenaga kerja karawang 2021.

Sistem *interlock* pada gripper akan memakai *safety alarm photoelectric* sensor bawaan dari mesin. untuk *Photoelectric sensor* sendiri memakai *adres* 110 pada IO input PLC.

Analisa Hasil

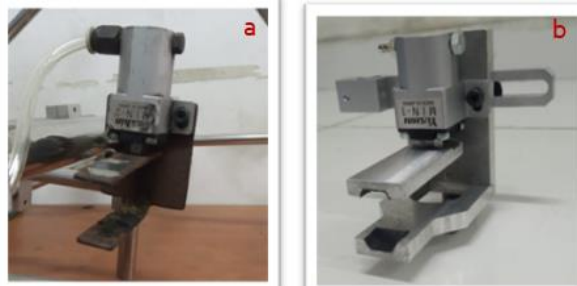
Proses pengujian terhadap gripper dan sistem *interlock* yang telah dibuat dilakukan dengan cara *Trial & error* dengan mengimplementasikan penggunaan Gripper yang baru pada robot di mesin 1060-5. Pengujian cengkerman Grip pada gripper Diawali dengan percobaan mengambil collar pada masing-masing gripper dan didapatkan hasil yang bagus, semua gripper dapat mencengkerman *insert collar* dengan kuat dan presisi, tetapi ada kekhawatiran terhadap gripper *round collar 2* (*collar* OD16-ID8) yaitu kontur setengah lingkaran pada grip atas dan grip bawah ketika di trial untuk mencengkerman masih terdapat rongga di sekitar kontur meski cengeraman sudah kuat. Maka didapatkan solusi dengan melapisi kontur menggunakan material karet (*rubber*) ketebalan 1mm, dan untuk kedepannya dibuatkan revisi pada gambar kerja dengan merubah ukuran kontur grip lebih besar 0.2mm dari kontur *insert collar*. Gambar 7

menunjukkan gambar pengujian gripper pengambilan insert collar.



Gambar 7. Pengujian pengambilan insert collar dari jig collar

Kemudian pengujian berlanjut dengan merangkai semua gripper pada lengan robot dan di implementasikan di mesin 1060-5. Diuji dengan mengambil *insert collar* yang di pasang pada jig collar, Hasil OK *insert collar* tidak ada yang terjatuh saat robot bergerak menuju mold. Setelah berhasil mengambil insert collar pada jig collar maka pengujian selanjutnya adalah menempatkan *insert collar* pada mold di dalam mesin. Untuk *insert collar U Shape* hasil Ok dan tidak ada masalah. Berikut ini gambar 8 menunjukkan perbandingan hasil visual gripper sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi desain.



Gambar 8. (a) desain lama *Gripper hexagon* (b) hasil desain baru *Gripper hexagon*

Pengujian pada sistem *interlock* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem *interlock* sudah berjalan sesuai yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menjalankan proses otomatis pengambilan *insert collar*, kemudian ketika robot hendak menuju mold untuk proses selanjutnya, pada tahap ini-lah dijatuhkannya *insert collar* dari cengkeraman gripper dengan sengaja. Untuk hasil *interlock* sudah ok dan sesuai dengan yang diharapkan.

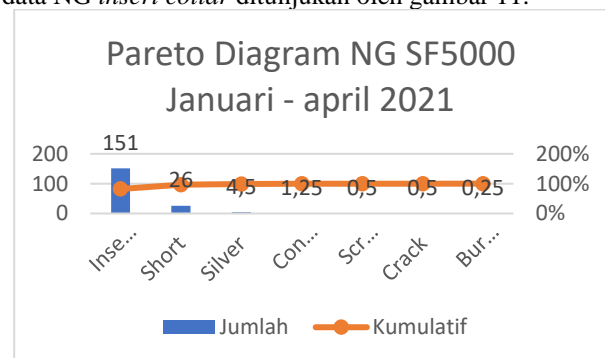
Hasil *improvement* diterapkan pada produksi *Shroud fan 5000 #2* yang diterapkan periode bulan Mei 2021, dari hasil *improvement* menghasilkan data bahwa jumlah NG untuk kategori *Insert collar* problem berkurang, yang berarti tujuan dilakukannya modifikasi gripper bisa dibilang tercapai. Berikut adalah tabel rasio data NG 30 hari ditunjukkan oleh tabel 4.

Tabel 4. Rasio 30 hari Data NG Shroud Fan 5000 Periode Mei hingga 10 Juni 2021

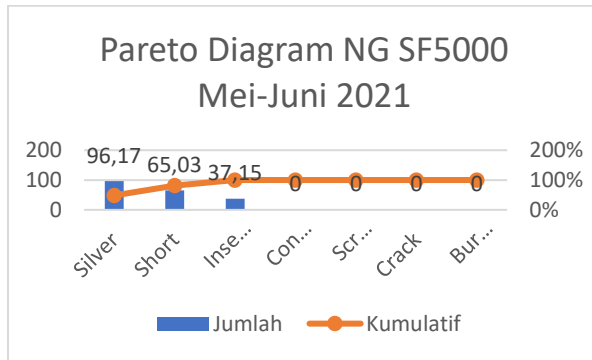
Rasio 30 hari Data NG Shroud Fan 5000 Periode Mei hingga 24 Juni 2021		
No	Deskripsi NG	Jumlah
1	Short	65,03
2	Contamination	0
3	Burn Mark	0
4	Scratch	0
5	Silver	96,17
6	Crack	0
7	Insert Collar Problem	37,15
Total Rasio NG per 30 hari		198,35

Dari tabel rasio diatas penghitungan masing-masing NG per 30 hari agar bisa menjadi perbandingan rasio NG sebelum dilakukan *improvement*. Rasio data per 30 hari dibuat dengan cara dilakukannya operasi pembagian 1,83 pada masing-masing data total kategori NG. Angka 1,83 merupakan hasil dari penjumlahan hari pada periode data yaitu 55 hari kemudian dibagi 30 hari.

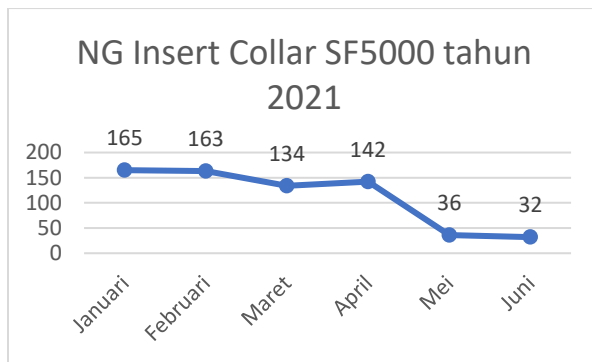
Kemudian di buatannya diagram pareto perbandingan sebelum dan sesudah *improvement*. Ditunjukkan oleh gambar 9 dan gambar 10 sedangkan data NG *insert collar* ditunjukkan oleh gambar 11.



Gambar 9. Diagram pareto dari data rasio NG per 30 hari sebelum *improvement*



Gambar 10. Diagram pareto dari data rasio NG sesudah *improvement*



Gambar 11. Grafik NG SF5000 kategori *insert collar problem*

Dari perbandingan diagram pareto dan grafik yang ditunjukkan bisa dilihat adanya penurunan rasio NG kategori *insert collar problem* sekitar 75,4 %. dari yang awalya memiliki rasio NG 151 pcs / 30 hari, menjadi 37,15 pcs / 30 hari. Penurunan rasio tersebut dibarengi juga dengan penurunan peringkat masalah penyebab NG part *shroud fan* 5000.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa hasil pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa desain gripper dibuat dengan mengikuti kontur *insert collar* sehingga cengkraman presisi dan stabil, meski ada sedikit kekhawatiran terhadap jarak *space* kontur grip dengan insert collar dan telah dilakukannya revisi gambar kerja dengan mempersempit jarak menjadi hanya 0.2mm. perubahan gambar ini ditujukan untuk pembuatan & implementasi kedepannya. Setelah dilakukan implementasi didapatkan hasil data NG kategori *insert collar problem* sudah tidak menjadi masalah utama penyebab NG pada produksi Shroud Fan 5000. Data rasio NG per 30 hari kategori *insert collar problem* menurun sekitar 75,4 % dari yang

awalya memiliki rasio NG 151 pcs / 30 hari, berkurang menjadi 37,15 pcs / 30 hari.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sirmayanti, S. Amelia, N. Afifah, and I. Abduh, "Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266," J. Telekomun. dan Komput., vol. 11, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i1.10091.
- [2] K. Bangunan, B. Sementara, D. I. Remote, and D. A. Putra, "Jurnal Teknik Mesin: Vol. 10, No. 2, Juni 2021 100," vol. 10, no. 2, 2021.
- [3] G. K. Chandan and B. K. Kanchan, "Design and Experimental Analysis of Gripper for Shape Memory Alloy Actuation Composite materials View project Machine design View project," Artic. Int. J. Eng. Res., vol. 5013, no. 5, pp. 236–240, 2016, doi: 10.17950/ijer/v5s4/403.
- [4] N. Tsourveloudis, R. Kolluru, K. Valavanis, and D. Gracanin, "Position and Suction Control of a Reconfigurable Robotic Gripper," Mach. Intell. Robot. Control, vol. 1, no. 2, pp. 53–62, 1999, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228805816_Position_and_Suction_Control_of_a_Reconfigurable_Robotic_Gripper.
- [5] J. Wozniak and V. Baggiolini, "Software Interlocks System," Proc. ICALEPCS07, no. June, pp. 403–405, 2007, [Online]. Available: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ica07/APERS/WPPB03.PDF>.

PERANCANGAN MEKANISASI PANEN TANAMAN BATANG RUMPUT DENGAN PEMOTONG TIPE SIRKULAR MENGGUNAKAN PEMODELAN INVENTOR®

Brim Ernesto Kacaribu¹, Mochamad Safarudin²

1. Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Manufaktur Astra, Komplek Astra International, Gedung B lantai 5, Jl. Gaya Motor Raya No 8, Sunter II, Jakarta Utara, Indonesia.
2. Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung, Indonesia
Email: brim.ernesto@polman.astra.ac.id¹, mochsafarudin@gmail.com²

Abstrak-- *In general, traditional farmers still use the manual method which requires a large number of workers and takes longer for one hectare. With this mechanization, it is hoped that the time and cost at harvest will be faster and cheaper. It is hoped that this harvester can not only be used on one type of grass stalks plant (eg. rice) but can also be used for other types of grass stalks plants (lemongrass, sticky rice, straw). This paper produces a design using Inventor 3D to describe a mechanization system for harvesting grass stalks using a circular harvester. The crucial analysis carried out on the carrier, focuses on three things, namely the estimation of power system requirements, estimation of harvest capacity and system stability. Fits the speed-adjusting lever and the lever adjusts the height of the cutter. In its application can be used on wet land or dry land. The conclusion from the calculation is that the driving force is sufficient to move the body and cutting blades, the design capacity exceeds twice that of the manual method, and in practice the body is still stable when passing through land with an elevation of 30 degrees.*

Kata Kunci: *grass stalks, reaper, Inventor 3D*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

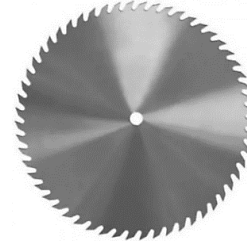
Pada umumnya petani di Indonesia masih menggunakan cara manual yang membutuhkan jumlah pekerja yang banyak dan waktu yang lebih lama untuk satu hektarnya. Sebagian besar petani kita belum memenuhi standar proses pemotongan saat panen dan pengumpulan hasil panen sehingga mempengaruhi dalam hal jumlah dan kualitas. Waktu produksi mulai dari panen sampai dengan menjadi suatu produk akhir membutuhkan waktu yang panjang sehingga biaya produksi relatif mahal. Mekanisasi pemanenan dibutuhkan untuk dapat menurunkan waktu dan biaya pada saat panen.



Gambar 1. Mesin potong rumput standar mata potong bilah

Menurut Handaka and Joko Pitoyo^[1] mesin potong rumput standar dapat digunakan untuk memotong tanaman batang rumput dengan memodifikasi

mekanisme salah satunya dengan mengganti mata potong bilah dengan mata potong sirkular.



Gambar 2. Mata potong sirkular

Kapasitas dapat meningkat dari 0,025 ha/jam menjadi 0,05 ha/jam. Kemudian selanjutnya oleh Ida Bagus Komang Edo Setiawan^[2] mekanisasi mata potong sirkular menggunakan pengarah sehingga kehilangan gabah hanya sebesar 2,1%, sedang kapasitas efektif pemanenan mekanis mencapai 0,05 ha/jam. Sesuai saran Ida Bagus Komang perlu adanya pengembangan desain pada bagian unit pengarah, agar padi yang diarahkan dapat terkumpul dengan baik pada suatu wadah, agar tidak lagi memungut pada waktu setelah pemotongan. Penggunaan roda pendorong agar mudah digunakan pada lahan pada saat siap dipanen.

Tanaman batang rumput termasuk *familia poaceae*, merupakan tumbuhan yang berbentuk batang bulat dengan banyak ruas, ukuran ruas tergolong pendek^[4].

Contoh tanaman adalah padi, ketan, jerami, serai dll. Karakteristik morfometri (bentuk batang, diameter

batang, tinggi batang, dan jumlah ruas per-batang) tanaman batang rumput (Calmus) adalah.

Tabel 1 Morfometri Batang Pada Beberapa Varietas Tanaman Batang Rumput. ^[11]

No.	Varietas	BBt	X DBt (cm)	X TBt (cm)	RRBt (ruas)
1.	Padi IR 64	Bulat	0,64	68	4-5 Ruas
2.	Ketan Hitam	Bulat	0,56	59,8	4-5 Ruas
3.	Serai Wangi	Bulat	1,5 cm	100 cm	-

Keterangan: BBt = Bentuk batang; X DBt = Rata-rata diameter batang; X TBt = Rata-rata tinggi batang(cm); RRBt= Rata-rata jumlah ruas dalam satu batang.

Dengan perancangan ini didapat mekanisasi panen tidak hanya pada satu jenis tanaman batang rumput (mis. padi) tetapi juga dapat digunakan kepada jenis tanaman batang rumput lainnya (termasuk serai, ketan, jerami).

Permasalahan Saat Ini

Waktu proses panen masih lambat untuk satu siklus karena menggunakan cara manual. Kebutuhan *manpower* panen dalam waktu relative singkat secara padat karya sering kali tidak tercapai dan tidak ekonomis.

Untuk satu hektar jumlah pekerja banyak. Khususnya pada saat panen pekerja yang dibutuhkan banyak karena tahap pemotongan menggunakan cara manual. Pada tahap pengumpulan, tanaman yang sudah dipotong kemudian akan diikat menjadi suatu berkas. Berkas terikat tersebut akan dipanggul dan ditumpuk di tepi jalan di jalur transportasi. Pemotongan sering tidak konsisten karena cara pemotongan dari pekerja yang khusus melakukan kegiatan memotong memiliki ketrampilan yang berbeda satu dengan lainnya misalnya ketinggian pemotongan. Bila pemotongan belum mengikuti standar pemotongan dapat merusak tanaman sehingga dapat mempengaruhi keberhasilan panen berikutnya (contohnya serai wangi).

Maksud dan Tujuan

Membuat pemodelan dengan teknologi pemotongan yang cepat dan efisien waktu dan biaya dengan menggunakan Inventor 3D. Mekanisasi pemotongan menggunakan mata potong sirkular. Memanfaatkan pengarah dan penampung untuk kemudian disimpan kedalam bak penampungan. Untuk tahap awal yang dianalisa adalah perkiraan daya engine yang ditempatkan pada carrier berupa frame. Pada carrier juga tempat dimana mekanisasi

pemindahan daya engine sampai kepada mata potong. Selanjutnya yang dianalisa adalah perkiraan kapasitas pemanenan dan kemudian analisa dari kestabilan sistem.

Khusus dalam pemodelan ini, dipilih mekanisasi mata potong menggunakan jenis sirkular. Rencana selanjutnya adalah mata potong dapat diganti antara sirkular maupun mata potong horizontal dengan mudah yaitu berupa modular.

Hal yang sering kurang diperhatikan pada saat panen adalah kondisi tanaman setelah dipotong agar tidak mengalami kerusakan. Hal ini dibutuhkan khususnya untuk tanaman yang dapat dipanen berulang ulang (tanaman serai).

Kebutuhan pekerja yang sering menjadi kendala akibat lowongan pekerjaan lain yang memberikan pendapatan yang kurang lebih sama. Dalam perancangan ini kebutuhan pekerja paling banyak 3 orang untuk setiap hektarnya. Pencapaian kapasitas kerja minimal 2 kali lebih tinggi dari cara manual dan kehilangan karena panen terbuang lebih rendah. Pada akhirnya biaya panen lebih rendah dibanding dengan cara manual.

II. METODE PENELITIAN

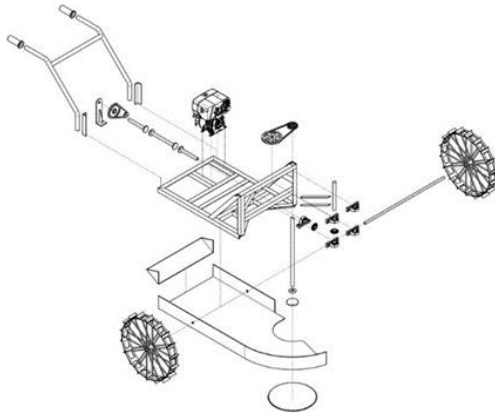
- Melakukan studi literatur dari buku referensi dan jurnal pertanian.
- Survey ke salah satu lahan jenis tanaman batang daun dalam hal ini serai wangi, untuk mengumpulkan data kemiringan lahan juga kondisi lahan saat kering ataupun basah. Hal ini yang diperlukan untuk rancangan alat dan menyusun metode pemanenan mekanime sirkular yang sesuai.

Data hasil survey (lahan serai):

- Pemanenan dilakukan minimal 12 org/hektar.
 - Daun pipih memanjang dengan panjang daun mencapai 45 cm sd 50 cm.
 - Pemangkasan minimal sekitar 5 cm di atas pangkal.
 - Lebar daun bila pertumbuhan normal 1 – 2 cm.
 - Kemiringan lahan mencapai 30°.
 - Usia tanaman mencapai 9 tahun.
- Rancangan mesin pemanen dimulai dari penetapan kapasitas produksi, kapasitas sumbar daya, bentuk dan dimensi. Spesifikasi kebutuhan perancangan:
 - Mesin 4 Stroke gasoline engine 3PK 1 Silinder Honda GX 120
 - Mata porong sirkular diameter potong 400mm
 - Carrier dimension 120 cm x 60cm x 40cm

Rancangan mesin pemotong batang rumput mesin pemanen sirkular terdiri dari beberapa bagian utama yaitu:

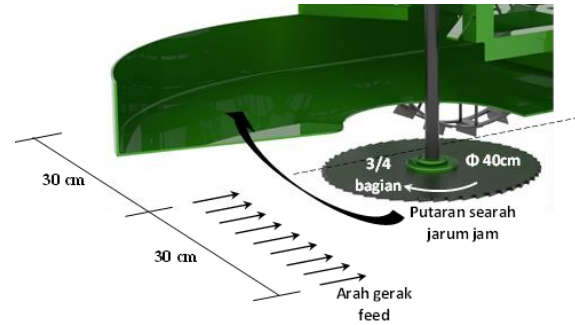
1. Engine, 2. Frame, 3. Cutting wheel, 4. Drive wheel shaft, 5. Drive Wheel, 6. Connecting shaft 1, 7. Connecting shaft 2, 8. Cone gear, 9. Cutting wheel shaft, 10. Bearings, 11. Pulley, 12. Belt



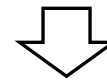
Gambar 3. Bagian utama pemodelan Inventor®

Prinsip kerja mesin panen sirkular:

1. Mesin pemanen sirkular bekerja dengan menggunakan sumber daya dari *four stroke engine*. Engine memutar connecting shaft melalui sambungan kopling fleksibel. Daya diteruskan melalui transmisi *cone gear* yang terletak pada ujung *connecting shaft 1* (datar), kemudian putaran diteruskan ke *connecting shaft 2* (vertikal).
2. Dengan menggunakan *pulley* dan *belt*, putaran dari *connecting shaft 2* diteruskan ke *cutting wheel shaft*.
3. Untuk menggerakkan *drive wheel*, energi diambil dari *connecting shaft 1* dan direduksi oleh *reducer taper gear* kemudian diteruskan menggunakan *sproket* dan *rantai* ke *drive wheel shaft*.
4. Pemanenan dilakukan dengan cara berkeliling dari tepi lahan sampai ke tengah petakan. Mesin diarahkan pada tanaman yang akan dipanen sebelum mesin dinyalakan dimulai dari sisi sebelah kanan lahan. Persiapan pendahuluan dilakukan pemotongan manual di sekeliling lahan yaitu pada seluruh tepi keliling lahan.
5. Berkas tanaman yang telah terpotong akan bergerak turun ke dalam bak penampung. Bila bak penampung penuh, ada orang yang siap untuk pengambilan berkas bak penampung ke dalam karung.
6. Oleh gerakan mata potong searah jarum jam membuat energi kinetik yang menyertai mata potong selain untuk mendapatkan daya potong juga untuk memaksa berkas hasil pemotongan terlempar dan tertangkap. Efektifitas $\frac{3}{4}$ bagian (30cm) dari keseluruhan mata potong yang berhadapan langsung dengan tanaman.

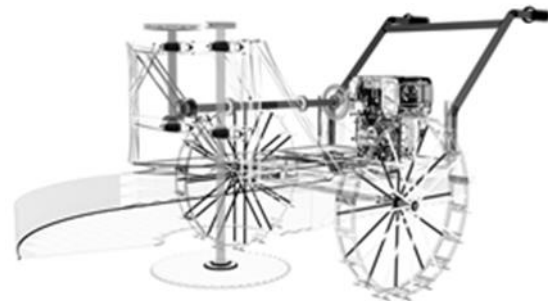


Gambar 4. Desain mekanisasi panen sudah mempertimbangkan dengan efektif mengarahkan batang rumput tertangkap sesaat setelah terpotong saat bergerak *feed*.



Gambar 5. Ilustrasi arah gerak kerja pemotongan mesin panen pada lahan

Perlakuan mula pada lahan dilakukan berupa pemotongan tanaman cara manual pada baris/rumpun pertama sekeliling petak lahan (bagian diarsir). Kemudian selanjutnya menggunakan mesin panen mengikuti arah panah Start sampai Finish.



Gambar 6. Wiremesh alat panen Inventor®



Gambar 7. Model Solid menggunakan Inventor®

Mekanisasi mata potong sirkular berputar dengan searah jarum jam, yang mengakibatkan berkas batang daun yang terpotong terdorong/terlempar masuk kedalam pengumpul, selanjutnya turun ke bak perampungan.

III. ANALISA DAN PERHITUNGAN

Daya pemotongan

$$P_p = F_p \times v_t \quad (1)$$

Dimana:

F : gaya pemotongan (N)

v_t : laju tangensial (m/s)

Kebutuhan Daya Penggerak

$$P_r = F_r \times v_t \quad (2)$$

F : gaya dorong

v : laju teoritis

Daya Mesin

$$P_m = P_p + P_r$$

Laju Aktual

Laju aktual traktor dihitung dengan rumus :

$$v_a = S / T \quad (3)$$

dengan :

v_a : Laju aktual (m/detik)

S : Jarak tempuh (m)

T : waktu tempuh (detik)

Hubungan antara Laju Teoritis dan Laju Aktual

$$v = v_a / (1 - slip) \quad (4)$$

dengan :

v_t : laju teoritis traktor (m/detik)

v_a : laju aktual traktor (m/detik)

s : konstanta slip roda (0 ke 1)

Kapasitas Kerja Teoritis Pengolahan Lahan ^[6]

Besarnya kapasitas kerja teoritis untuk pengolahan tanah diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$KK_{teo} = 0,36 \times v_{teo} \times w \quad (5)$$

dengan :

KK_t = Kapasitas kerja teoritis (ha/jam)

v_t = Laju kerja teoritis (m/detik)

w = Lebar kerja pengolahan tanah (m)

0,36 = Konversi satuan, 1 m²/detik = 0,36 ha/jam.

Kapasitas Kerja Aktual Pengolahan Tanah

Besarnya kapasitas kerja aktual traktor atau kapasitas kerja efektif tractor untuk pengolahan tanah diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$KKe = A / T \quad (6)$$

dengan :

KKe : Kapasitas kerja efektif (ha/jam)

A : Total luas (ha)

T : Total waktu (jam)

Kestabilan Guling ^[2]

Titik pusat massa di peroleh dengan cara

menggunakan persamaan berikut ini

$$X \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n X . w; Y \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n Y . w;$$

$$Z \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n Z . w \quad (7)$$

Untuk mencapai kesetimbangan guling harus memenuhi syarat:

$$\Sigma M = 0 = \Sigma M_x + \Sigma M_y + \Sigma M_z \quad (8)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Kebutuhan Daya Sistem

Konstanta slip roda penggerak bervariasi antara 0-1. Bila konstanta slip sama dengan 1, artinya laju sistem sama dengan 0. Bila konstanta slip sama dengan 0, maka laju sistem sama dengan laju roda ^[7]. Konstanta slip roda traktor tangan umumnya adalah 14 %^[5]. Konstanta slip berkaitan dengan laju kerja. Semakin tinggi laju kerja maka semakin besar frekuensi putaran roda, sehingga semakin tinggi nilai slip.

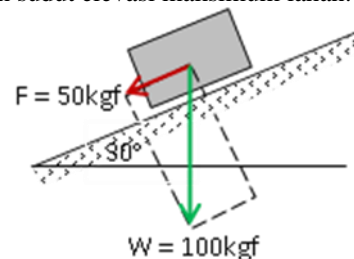
Laju kerja aktual v_a sebesar 3 km/jam

$$v = \frac{v_a}{1 - slip}$$

Setelah ditentukan konstanta slip 0,14 laju kerja teoritis sebesar $v_t = 0,97$ m/s

Perkiraan bobot body: 100kg

Kebutuhan sudut elevasi maksimum lahan: 30°



Gambar 8. Gaya bidang miring

Perkiraan daya penggerak(P_r)

$$P = F \times v_t = 457,785 \text{ watt}$$

Pada 2 roda penggerak, faktor yang diperhitungkan adalah gaya F , laju dan *service factor* yang terjadi. Berikut adalah persamaan dan perhitungan pada roda depan.

Daya Aktual, $Pr = P \times sf$

Service factor dipilih sebesar 1,2

$Pr = 571 \text{ W}$

Perkiraan daya pemotongan (Pp)

Pisau jenisnya melingkar dengan jumlah mata potong 42 buah.

Bahan mata pisau adalah ujung karbida tebal roda 2 mm.

Kecepatan rotasi adalah 4.000rpm.

Diameter pisau adalah 400 mm. Kecepatan memotong

dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Kecepatan tangensial, $v = \omega r$

Kecepatan sudut, $\omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ (rad/s)}$

Kecepatan tangensial, $v = \frac{\pi n d}{60000} \text{ (m/s)}$,

d: diameter (mm)

Nilai kecepatan tangensial (laju mata potong), $v = 83,78 \text{ m/s}$

Menurut simulasi analisis tegangan geser batang rumput (padi) yang dilakukan^[3], nilai *ssyp* yang digunakan berdasarkan jurnal tersebut terhadap kecepatan potong pada pisau dan luas batang 14 mm^2 (padi) adalah Nilai *ssyp* yang dipilih adalah 220 KPa untuk dapat menentukan gaya pemotongan berdasarkan simulasi diameter dapat memperkirakan daya pemotongan.

$$Ssyp \leq \frac{F_{dinamis}}{A}$$

Sehingga didapatkan F dinamis yaitu sebesar 3,08 newton.

Daya pemotongan $P = F \times v$

Dengan memasukkan *service factor* sebesar 1,2

$Pp = 271 \text{ watt}$

Berdasarkan perhitungan diatas, kebutuhan daya keseluruhan adalah jumlah dari daya penggerak dan daya pisau potong.

$Psistem = Pr + Pp$

$Psistem = 842 \text{ watt}$ atau 1,13HP

Pemilihan engine sebesar 3 HP masih lebih besar dari kebutuhan minimum.

2. Perhitungan Kapasitas Panen

Dengan lebar pemotongan 1/2 bagian dari lebar frame body atau 300 mm dan sistem berjalan aktual 3 km/jam atau 0,833 m/s kapasitas panen adalah 0,25

m^2/s atau setara dengan 0,09 ha/jam. Artinya untuk satu hektar dapat diselesaikan selama sekitar 11 jam.

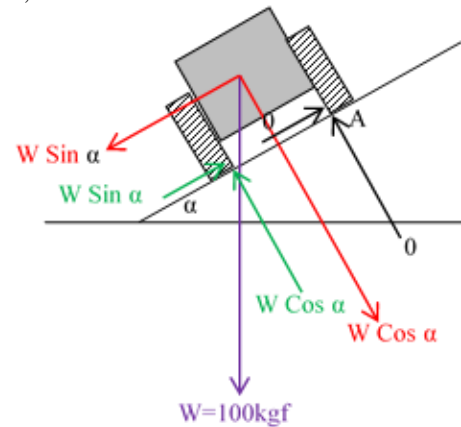
3. Kestabilan Guling

Titik berat diperhitungkan untuk dapat diketahui bahaya guling atau stabilitas mesin pemanen terhadap kemiringan lahan. Titik berat ini diperhitungkan dengan menggunakan persamaan^[2] sebagai berikut:

$$X \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n X.t.w; \quad Y \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n Y.t.w;$$

$$Z \sum_{t=1}^n w = \sum_{t=1}^n Z.t.w$$

Perancangan dimesi yaitu Panjang x Lebar x Tinggi : 1200 mm x 600 mm x 400 mm. Perhitungan sudut guling (α) didasarkan atas pusat massa seperti pada gambar perancangan menggunakan Inventor 3D. Bila posisi titik massa adalah 367mm dari dasar sumbu simetris, maka:



Gambar 9. FBD untuk menghitung Kestabilan Guling Syarat kesetimbangan agar tidak terguling^[2] $\sum M_A = 0 = +W \sin \alpha (367) + W \cos \alpha (300) - W \cos \alpha (600)$ Gaya Normal di A, $N_A = 0$ (sesaat sebelum terguling) Sehingga didapatkan kondisi agar sistem tidak terguling maka sudut maksimum $\alpha = 39^\circ$. Perkiraan sudut perancangan untuk maksimum lahan sebesar 30° sudah sesuai dengan perkiraan.

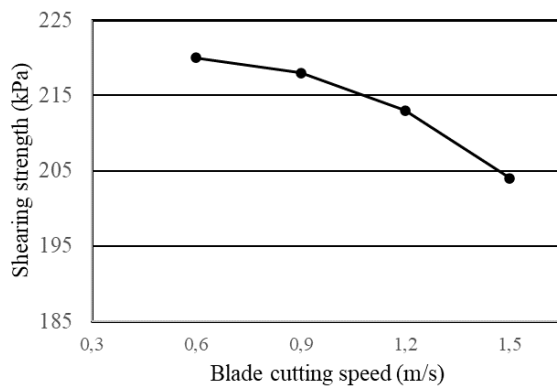
V. KESIMPULAN

Pemodelan mekanisasi panen tanaman batang rumput menggunakan Inventor 3D mempermudah dalam melakukan perancangan dengan cepat dan efisien terutama untuk dapat memprediksi kestabilan sistem. Dalam tulisan ini, perhitungan yang dilakukan berfokus pada tiga hal krusial yaitu perkiraan kebutuhan daya sistem, perkiraan kapasitas panen dan kestabilan sistem. Sedangkan perhitungan mekanika kekuatan material pada masing-masing elemen mesin belum dilakukan. Mekanisasi ini dapat digunakan pada semua jenis tanaman batang rumput. Dengan cara menyesuaikan ketinggian potong sesuai dengan jenis tanamannya.

Pada saat panen dilakukan dapat diprediksi tanaman yang telah terpotong akan terkumpul pada bak penampung sementara sehingga lebih mudah dalam pengumpulan ke karung. Pada jenis padi yang mudah rontok maka gabah akan tertampung, bila pada serai yang terpotong kecil-kecil, potongan daun tidak tercerai berai.

Dapat berkerja pada kondisi lahan yang kering maupun basah berlumpur. Hanya membutuhkan 2-3 orang untuk panen dalam 1 hektar. Dalam penggunaan mekanisasi potong sirkular ini, dilakukan persiapan pendahuluan pemotongan manual di sekeliling lahan yaitu pada seluruh tepi keliling lahan untuk setiap kegiatan pemanenan.

Kontruksinya sederhana, ketinggian mata potong sirkular dapat disesuaikan karena masing-masing tanaman batang rumput memiliki perbedaan walaupun pada umumnya karakteristiknya sama. Hal-hal lain yang didapat dari perancangan ini adalah perkiraan daya penggerak 571 watt dan perkiraan daya pemotongan 271 watt.



Gambar 10. Grafik Ssyp^[3]

Perkiraan daya pemotongan tersebut adalah dengan mengambil data blade cutting speed 0,6 m/s yaitu pada kondisi ssyp maksimum^[3]. Kapasitas panen adalah 0,25 m²/s atau setara dengan 0,09 ha/jam pada sudut elevasi maksimum $\alpha = 39^\circ$ yaitu kondisi agar sistem tidak terguling.

Perhitungan mekanika kekuatan material perlu dilakukan pada masing-masing elemen mesin agar dapat diperkirakan safety factor dan umur masing-masing komponen. Dari Perancangan Inventor 3D dapat diteruskan kepada produksi prototype.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handaka and Joko Pitoyo. 2011. *Modification of A Grass Cutter Into A Small Rice Harvester*, Indonesian Journal of Agriculture 4(1), 2011: 40-45
- [2] Ida Bagus Komang Edo Setiawan. (2020). *Rancang Bangun Unit Pemotong dan Pengarah*

- pada Mesin Panen Padi (Oryza sativa l) Tipe Carry Harvester*, Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian) Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.
- [3] Tabatabae Kolor R., Borgheie A. (2006). Measuring The Static and Dynamic Cutting Force of Stems for Iranian Rice Varieties. *J Agric Sci Tech*. 8: 193-198.
- [4] Rosanti, Dewi. (2013). *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Suprodjo. (1980). *Cara-Cara Penentuan Ukuran Utama dari Traktor untuk Pengolahan Tanah*. Bagian Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [6] Santosa, M.P. (2008). *Manajemen Tenaga Alat dan Mesin Pertanian*, Universitas Andalas Padang.
- [7] Santosa. (1990). *Alat Pengolah Tanah*. Jurusan Teknologi Pertanian - Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- [8] Heywood, John. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*, 2nd Ed., McGraw-Hill, Inc.
- [9] Beer Ferdinand P, Johnston E Russel Jr. (1987). *Mechanic for Engineers : Statics and Dynamics, 4th edition*. McGraw-Hill, Inc.
- [10] Taufiq Rochim. *Proses Pemesinan*. Jica. (1993).
- [11] Esmay M., et al. (1979). *Rice Postproduction in the Tropics*. The University Press of Hawaii.
- [12] Sumardi. (2012). *Pembuatan Mesin Pemotong Padi Circular Reaper*. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [13] Douthwite, B.,G.R. Quick and C.J.M. Tado. (1993). *The Stripper Gatherer system for small-area rice harvesting*. *Agricultural Engineering Journal* 2(4): 183.
- [14] Poerwanto. (2010). *Budidaya Serai Wangi*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor.