

SURAT KETERANGAN

No.: 001/PTA-P4/SK/VIII/2022

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa:

1. Nama : Yohanes Tri Joko Wibowo
NIDN : 0309027603
Program Studi : Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi
2. Nama : Vuko A. T. Manurung
NIDN : 0316046603
Program Studi : Mesin Otomotif
3. Nama : Faisal Amanullah
NIDN : -
Program Studi : Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi

adalah dosen-dosen yang sedang melakukan penelitian bersama di lingkungan Program Studi Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi Politeknik Astra dengan judul

“Pembuatan Automatic Tools Changer Flush untuk Menurunkan Cacat Produk pada Mesin CNC Milling”

Surat keterangan ini dibuat untuk keperluan administrasi laporan kinerja dosen di lingkungan Kopertis III. Demikian surat ini dibuat dengan sebenar-benarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 4 Agustus 2022

Hormat kami,



Adiyono Eko P.

Kepala Program Studi P4

ASTRA
polytechnic
member of ASTRA

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

TECHNOLOGIC

VOLUME 13 NOMOR 2 | DESEMBER 2022

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330
Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821
www.polytechnic.astra.ac.id
Email: editor.technologic@polytechnic.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.polytechnic.astra.ac.id

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

PEMBUATAN AUTOMATIC TOOLS CHANGER FLUSH UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK PADA MESIN CNC MILLING

Yohanes T. Wibowo¹, Faisal Amanullah¹, Vuko AT Manurung¹
Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Politeknik Astra, Jakarta, Indonesia
Email: yohanes.trijoko@polytechnic.astra.ac.id¹

Abstract— *Quality, cost, and delivery are common business objectives. Quality connects companies with people on business to support activities in manufacturing. The oversize defect is one of the product defects. This product quality mismatch occurs due to the size that does not match the standard. Size accuracy is affected by various things, both of directly related to the machining process and things that are not directly related. In this study, the machining dimension results for Cover R K45G had oversize defects with an average of 3.56% of the total production. This number is twice the allowable threshold for oversize defects. Using the root cause approach, namely the five why analysis, further studies are carried out to observe existing problems to find the needed solution. Observation showed that scrap was attached to the tools magazine, causing the cutting tool to be asynchronous with the spindle and further impacted on not achieving the required size. The scrap sticks because the existing cleaning mechanism does not optimally carry out the cleaning process. By making automatic tools changer flush, sticking scrap can be minimized. The new cleaning method reduces the oversize defect to 0.05%. Moreover, the potential costs for the rework process and product remanufacturing can be minimized. Improvements in quality aspects, reductions in costs, and shortening processing time are achieved through the implementation of this tool.*

Keywords: Automatic tool changer flush, Machining, Scrap, Coolant, Oversized defect

Abstrak— Kualitas, biaya dan pengiriman merupakan obyekatif perusahaan yang sudah jamak. Kualitas menghubungkan perusahaan dengan pelaku bisnis untuk mendukung berjalannya aktivitas di dunia manufaktur. Salah satu cacat produk adalah cacat *oversize*. Cacat ini merupakan ketidaksesuaian produk yang terjadi akibat ukuran yang tidak sesuai dengan standar. Akurasi ukuran dipengaruhi oleh berbagai hal, baik yang berkaitan langsung dengan proses permesinan maupun hal-hal yang tidak langsung. Dalam sebuah studi, didapatkan data bahwa hasil permesinan Cover R K45G mengalami cacat *oversize* dengan rerata sebesar 3.56% dari total produksi. Angka tersebut dua kali lipat dari ambang batas cacat *oversize* yang diijinkan. Dengan menggunakan pendekatan akar masalah yaitu *5 why analysis*, dilakukanlah studi lanjut untuk penanganan masalah yang ada. Studi lapangan menunjukkan adanya *scrap* yang menempel pada *tools magazine*, yang menyebabkan ketidakcentrisan alat potong dengan spindle, dan lebih lanjut berdampak pada tidak tercapainya ukuran yang disyaratkan. *Scrap* tersebut menempel karena tidak optimalnya proses pembersihan yang dilakukan oleh mekanisme pembersihan yang ada. Dengan pembuatan *automatic tools changer flush*, *scrap* yang menempel dapat diminimalisir. Dengan metode pembersihan yang baru, cacat *oversize* turun menjadi 0.05%. Selain dampak pada aspek kualitas, potensi biaya untuk proses pengerjaan ulang atau pembuatan kembali produk dapat diminimalisir. Perbaikan aspek kualitas, penurunan biaya dan penurunan waktu proses tercapai melalui implementasi pembuatan alat ini.

Kata Kunci: Automatic tool changer flush, Machining, Scrap, Coolant, Cacat oversize

I. PENDAHULUAN

Kualitas merupakan salah satu faktor yang mendasar dan utama dalam proses produksi. Kualitas menghubungkan pelanggan dengan perusahaan [1]. Tujuan dari perusahaan manufaktur yang paling mendasar adalah QCD yang merupakan kependekan dari *quality, cost, dan delivery*. Seiring berjalannya waktu, tujuan tersebut didefinisikan sebagai kualitas, kecepatan proses dan biaya [2]. Tujuan tersebut kemudian semakin dipersempit lagi menjadi *survival, profit dan earning* [3] yang dalam bahasa yang lebih mudah dimengerti dipersepsikan sebagai waktu proses

yang pendek, hasil yang memenuhi persyaratan teknik dan harga yang terjangkau. Ketiga aspek tersebut, akan diwujudkan melalui proses produksi yang membutuhkan mesin-mesin perkakas untuk menjalankan proses produksi dan membuat produk sesuai kebutuhan pelanggan.

Line machining merupakan bagian dari *line finishing casting* dimana proses pengerjaan bentuk atau profil dilakukan menggunakan mesin CNC *milling*, mesin *washing*, dan mesin *leaktest*. Salah satu produk yang dikerjakan adalah *cover R K45G* dengan PT. Astra Honda Motor sebagai *customer*. Produk

cover R K45G dikenal juga dengan *right crankcase cover* yang merupakan *cover* untuk *crankcase* bagian kanan pada kendaraan roda dua. Gambar 1 memberikan gambaran lebih jelas bentuk dari produk *cover R K45G*.

Tabel 1 menjelaskan data *reject machining* untuk produk *cover R K45G* yang diperoleh dari seluruh *line*. *Reject machining* merupakan istilah untuk cacat produk yang terjadi di area permesinan. Cacat tertinggi berada pada *line 3* dengan total mencapai 1100 buah dengan persentase *reject machining* terhadap total produksi sebesar 5,74%. Dari ketiga *line* tersebut, didapatkan juga rerata persentase cacat sebesar 3,56 %.



Gambar 1. *Cover R K45G*

Tabel 1. Data Cacat Produk *Cover R K45G*

Tempat Produksi	Total Cacat	Cacat Dijinkan	Total Produksi	%
Line 1	271	960	8469	3.19
Line 2	488	960	27954	1.74
Line 3	1100	960	19187	5.74

Tabel 2 menampilkan detail data cacat produk tertinggi selama dua bulan berturut-turut, yang terjadi pada *line 3*. Cacat *oversize* atau cacat karena tidak sesuai ukuran dengan standar, merupakan cacat yang dominan dengan rerata sebesar 4,50% terhadap total produksi. Cacat *oversize* juga menjadi penyumbang tertinggi pada kelompok cacat *machining* yang mencapai 78,6%. Cacat *oversize* yang dimaksud terjadi pada profil berbasis lubang dengan suainan berbasis *ISO* dimana ukuran tersebut berada di luar jangkauan atau melebihi nilai yang diijinkan.

Tabel 2. Jenis dan Jumlah Cacat Produk di *Line 3*

Jenis	Januari	Pebruari	Total
<i>Oversize</i>	341	524	865
Kasar	19	7	26
Sent	0	21	21
<i>Dent</i>	12	9	21

Tabel 3 menjelaskan secara detail jumlah cacat menurut pengelompokan ukuran lubangnya. Semua ini merupakan cacat yang terjadi pada *line 3*. Cacat pada lubang dengan ukuran $\varnothing 12H7$ menempati posisi tertinggi. Dalam 2 bulan, cacat tersebut mencapai 709 buah atau sebesar 3,69% terhadap total produksi dalam 2 bulan. Ukuran $\varnothing 12H7$ diproses pada mesin *CNC milling* ares seiki operator 2.

Tabel 3. Detail Jumlah Cacat *Oversize* di *Line 3*

Ukuran	Pebruari	Maret	Total
$\varnothing 12H7$	300	409	709
$\varnothing 12H8$	21	78	99
$\varnothing 8F8$	20	31	51
$\varnothing 8H8$	0	6	6
$\varnothing 18H8$	0	0	0
$\varnothing 20H8$	0	0	0

Dalam proses permesinan manufaktur, terutama pada proses pembuatan bentuk yang berbasis silindris seperti lubang, elips ataupun gabungan keduanya, terdapat faktor titik sumbu yang harus menjadi perhatian utama. Selain sebagai referensi proses, titik sumbu juga merupakan acuan untuk pengukuran yang merupakan dasar pengelolaan kualitas. Peranan titik sumbu menjadi sangat vital ketika produk merupakan suatu bentuk tiga dimensi ataupun merupakan komponen dari suatu unit produk rakitan. Pergeseran titik sumbu akan berdampak pada tidak terpenuhinya dimensi, tidak sesuai suain geometris (bentuk) dan dampak yang paling vital adalah tidak bisa dirakitnya komponen tersebut menjadi satu unit produk. Semua dampak tersebut harus dikoreksi dengan proses *rework* atau *restart* yang berarti memunculkan ekstra biaya dan ekstra waktu.

Dalam proses perakitan benda-benda yang berbasis silinder, kesatusumbuan atau konsentrisitas merupakan prasyarat wajib yang harus dipenuhi. Konsentrisitas yang termasuk dalam aspek toleransi, merupakan satu dari tiga aspek yang harus dipenuhi di samping dimensi produk dan pengalaman merakit produk [4]. Terpenuhinya konsentrisitas suatu mesin, akan berdampak positif pada kualitas yang dihasilkan yang melekat pada produk-produk hasil proses menggunakan mesin tersebut [5]. Akurasi dimensi dapat dicapai dengan jika konsentrisitas mesin yang lebih kecil dari 1 um [6].

Dalam observasi lapangan, ditemukan adanya *scrab* yang masih menempel pada sisi taper arbor. Pada mekanisme *tools locking system*, *scrab* tersebut berpotensi mengganggu karena mengganjal pada bidang sentuh sisi taper arbor dengan sisi taper pada *tools magazine*. Dampak lebih lanjutnya adalah menyebabkan tidak tercapainya konsentrisitas arbor,

alat potong dan spindle mesin [5]. Konsentrisitas adalah suatu kondisi dimana titik pusat atau sumbu pusat beberapa benda berada pada satu titik atau satu garis yang sama. Secara sederhana, tidak tercapainya konsentrisitas dari beberapa benda menyebabkan satu atau beberapa benda tersebut berada dalam posisi miring, relatif terhadap benda yang menjadi referensi. Dampak lebih jauhnya adalah tidak terpenuhinya tuntutan kualitas [7,8] sebagai efek dari tidak terpenuhinya aspek konsentrisitas.

Dalam diskusi dengan para *silver expert*, muncul analisis terkait faktor yang menyebabkan cacat *oversize* terjadi, yaitu adanya *scrap* yang menempel pada sisi taper arbor, yang menyebabkan posisi arbor yang akan masuk ke *spindle* terganjal, dan pada akhirnya menyebabkan adanya kondisi ketidaksentrisan. Kondisi ketidaksentrisan arbor, alat potong dan *spindle* tersebut secara dominan berpotensi menyebabkan tidak tercapainya ukuran yang diisyaratkan [9, 10], sehingga diperlukan proses tambahan yaitu *rework* atau *restart*. *Rework* adalah proses pengerjaan ulang suatu produk akibat tidak terpenuhinya spesifikasi teknis yang diminta dengan tujuan perbaikan supaya spesifikasi teknis yang diminta terpenuhi, sedangkan *restart* adalah proses serupa dengan *rework* tetapi disertai dengan penggantian material. Deskripsi tersebut menegaskan bahwa masalah konsentrisitas adalah masalah penting dan perlu untuk segera diselesaikan [11].

Kondisi tersebut memunculkan pertanyaan penelitian tentang bagaimana menurunkan angka cacat *oversize* Ø12H7 pada produk *cover R K45G* pada proses permesinan *CNC milling*.

Untuk menjaga konsistensi dalam penelitian ini, tahapan penelitian mengikuti sebuah alur yang sistematis. Kondisi yang menjadi temuan-temuan di lapangan, kondisi ideal, isu-isu di dalamnya terkait cacat *oversize* diuraikan dalam bagian pendahuluan. Bagian kedua menjelaskan tentang metode yang dipilih dan digunakan dalam penelitian ini supaya dapat menghasilkan solusi dan kontribusi yang berarti serta menjaga riptabilitas kasus ini pada kasus yang lain. Bagian ketiga memuat analisis dan pembahasan yang berisi awal analisis kondisi sampai dengan evaluasi hasil percobaan alat. Pada akhirnya, penelitian ditutup dengan kesimpulan. Studi ini dilakukan dengan intensi untuk melihat dampak dari menempelnya *scrap* dalam *spindle system*, yang kemudian dilanjutkan sampai dengan memberikan dan menguji solusi atas tidak tercapainya dimensi dan kualitas pada produk *cover R K45G*.

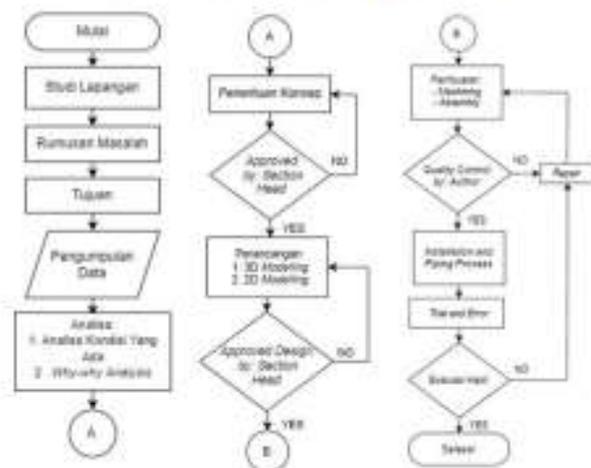
II. METODE PENELITIAN

Dalam studi ini, digunakan pendekatan *5 why analysis* dengan berbasiskan analisis pada kondisi

yang ada. Selanjutnya dilanjutkan dengan penentuan konsep perancangan dengan persetujuan *section head* sampai pada akhirnya dilakukan pembuatan dan kontrol kualitas sebelum dilakukan evaluasi sebagai gerbang terakhir sebelum proses ini selesai.

5 why analysis atau yang lebih dikenal dengan *why analysis* merupakan metode yang digunakan dalam *root cause analysis* dalam rangka pemecahan masalah, yaitu dengan menemukan akar masalah sampai ke akar penyebab masalah [12]. Metode *root cause analysis* dikembangkan oleh pendiri Toyota Motor Corporation, yaitu Sakichi Toyoda, yang menginginkan setiap individu dalam organisasi, mulai dari tingkat manajemen puncak hingga lantai produksi, memiliki keterampilan pemecahan masalah dan dapat menjadi pemecah masalah di lingkungan mereka atau di daerah masing-masing[13]. Metode yang digunakan *why analysis* adalah penggunaan literasi, yaitu pertanyaan mengapa yang diulang beberapa kali sampai ditemukan akar permasalahannya [14].

Secara lebih jelas, tahapan penelitian diuraikan dalam diagram alur yang tergambar pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Proses Penelitian

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kondisi yang Ada

Mempertimbangkan bahwa cacat *oversize* Ø12H7 merupakan *reject* tertinggi pada proses *machining* di *CNC milling* operator 2, maka pembahasan ini difokuskan pada kinerja *CNC milling* operator 2 yang terkait cacat *oversize* Ø12H7.

Gambar 3 menggambarkan kondisi *tools magazine* atau tempat penyimpanan arbor untuk proses *tools change* dimana ditemukan adanya tumpukan *scrap*. Seharusnya tempat tersebut merupakan tempat yang bebas *scrap*. Gambar 4 menggambarkan kondisi arbor dengan *scrap* yang

menempel pada sisi taper arbor. Ketika terjadi pergantian *tools*, arbor tersebut dicekam oleh *tools magazine* menggunakan sistem hidrolik. Dengan tekanan dari sistem hidrolik tersebut, *scrap* yang menempel akan tertekan dengan tekanan yang besar sehingga menempel dengan sangat kuat pada sisi arbor. Kondisi arbor dengan *scrap* yang melekat tersebut sangat berpotensi mengganggu proses *machining* di mesin CNC *milling*.



Gambar 3. Tumpukan Scrap pada Tool Magazine



Gambar 4. Scrap yang menempel pada Arbor

3.2. Analisis Akar Masalah

Berdasarkan analisis kondisi yang ada, ditemukan kondisi *abnormality* berupa penumpukan *scrap* pada *tools magazine* yang berpotensi menempel pada taper arbor sehingga mengganggu pencapaian kualitas produk. Tabel 4 merupakan diagram *why-why analysis* yang menjelaskan sistem *auto blow* pada spindle tetapi tidak mampu membersihkan *scrap* di bagian taper arbor secara menyeluruh. Hal tersebut

berdampak terjadinya tumpukan *scrap* seperti terlihat pada gambar 3 dan berakibat pada terjadinya cacat *oversize* Ø12H7. *Auto blow* adalah mekanisme pembersihan *tools* bawaan mesin CNC yang berfungsi membersihkan permukaan arbor ketika akan disimpan di *tools magazine*.

3.3. Rencana Penanggulangan

Tabel 5 menjelaskan secara detail aktivitas 5 W dan 1 H, termasuk rencana perbaikan yaitu pembuatan *automatic tool changer flush* pada mesin CNC *milling*. Tujuan pembuatan alat tersebut adalah untuk membersihkan *scrap* pada taper arbor pada setiap proses *automatic tool change* secara lebih optimal dan menyeluruh sehingga diharapkan mampu mengurangi cacat *oversize* Ø12H7 produk *cover R K45 Line 3* dampak dari adanya *scrap*. Alat ini diharapkan mampu menuntaskan masalah yang dialami sistem *auto blow* yang bekerja kurang optimal, dengan tujuan tidak ada lagi *scrap* yang tersisa dan menempel di sisi arbor.

Tabel 4. *Why Analysis Auto Blow*

Problem	Jumlah cacat <i>oversize</i> masih tinggi.
Why 1	Konsentrisitas arbor melewati toleransi yang diijinkan.
Why 2	Saat pengecaman arbor, sistem terganjal oleh <i>scrap</i> .
Why 3	Adanya <i>scrap</i> yang menempel pada taper arbor.
Why 4	Belum maksimalnya sistem <i>auto blow</i> pada mesin.
Why 5	Sistem <i>auto blow</i> tidak dapat membersihkan secara menyeluruh.

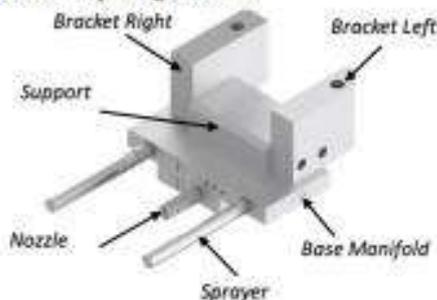
Tabel 5. 5W+1H

What	Sistem <i>auto blow</i> pada spindle tidak mampu membersihkan <i>scrap</i> secara menyeluruh di bagian taper arbor.
How	Membuat <i>automatic tool changer flush</i> pada mesin CNC <i>Milling Operator 2</i> .
Why	Dapat memaksimalkan proses pembersihan <i>scrap</i> yang menempel pada taper arbor di setiap proses <i>automatic tool change</i> .
When	9 Februari - 30 Juni 2022
Where	PT. AOP Divisi Nusametal
Who	Tim <i>Maintenance Machining</i>

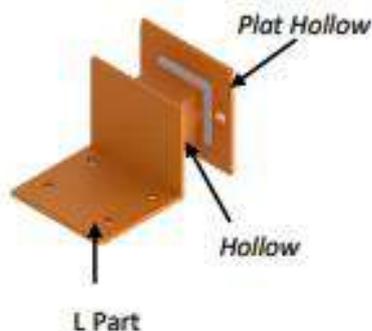
3.4. Pembuatan

Pembuatan *automatic tool changer flush* diawali dengan konsep terlebih dahulu. Dalam pembuatan alat, beberapa hal yang harus ditentukan adalah dapat mampu membersihkan *scrap* bagian taper arbor saat proses *automatic tool change*, bentuk dan penempatan alat tidak mengganggu pergerakan *automatic tools change* CNC *milling*, memudahkan *manpower* dalam

perawatan alat, dan bentuk serta penempatan *bracket filters* harus *safety* dan tidak mengganggu mobilitas pergerakan *manpower*[15]. Mempertimbangkan beberapa hal tersebut, dibuatlah konsep bagian utama atau *head* dari *automatic tools changer* seperti terlihat pada gambar 5. *Scrap* hasil produksi proses permesinan memiliki ukuran yang bervariasi, dari ukuran yang sangat kecil seperti pasir sampai yang besar berukuran 1-3mm dengan panjang yang bervariasi. Untuk memastikan bahwa butiran *scrap* tidak mengganggu proses *flush* atau semburan cairan pendingin, dibuatkan juga proses penyaringan seperti yang ada pada sistem *auto blow* bawaan mesin. Untuk keperluan filtrasi tersebut, dibuatkanlah *bracket filter* seperti terlihat pada gambar 6.

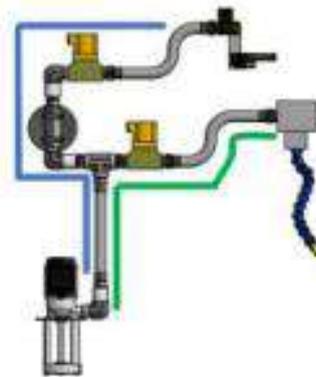


Gambar 5. Rancangan Head Automatic Tools Changer Flush



Gambar 6. Rancangan Bracket Filter

Gambar 7 merupakan gambaran jalur mengalirnya *coolant* atau cairan pendingin pada alat dari awal bak *coolant* sampai keluarnya *coolant* di *head automatic tools changer flush*. Garis warna biru mewakili aliran ke *tools flush* sedangkan garis warna hijau mewakili aliran ke *coolant tools*.



Gambar 7. Alur Coolant Automatic Tools Changer Flush

3.5. Evaluasi Hasil

Setelah *automatic tools changer flush* melewati tahap perakitan dan pemasangan, dilakukan pengujian sistem kerja alat dan dampaknya terhadap produk. Gambar 8 menjelaskan posisi *head automatic tool changer flush* terhadap *spindle* dan *tools*. Huruf A mewakili *head automatic tools changer flush* sedangkan, sedangkan B mewakili bodi mesin dan *spindle*.

Tabel 6 menjelaskan hasil proses pengujian yang dilakukan terhadap alat *automatic tool changer flush* sebanyak 2 kali.



Gambar 8. Head Automatic Tool Changer Flush terpasang di mesin

Setelah pemasangan *automatic tools changer flush*, kondisi *coolant* hasil sirkulasi yang dikeluarkan *automatic tools changer flush* sudah bersih dan tidak ada *scrap* yang terbawa. Karena itu, dilakukan optimasi pembersihan *arbor* pada bagian *taper* oleh *automatic tools changer flush* dengan menggunakan *coolant*. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 9 yang merupakan kondisi *arbor* sebelum dan sesudah pemasangan *automatic tool changer flush*.

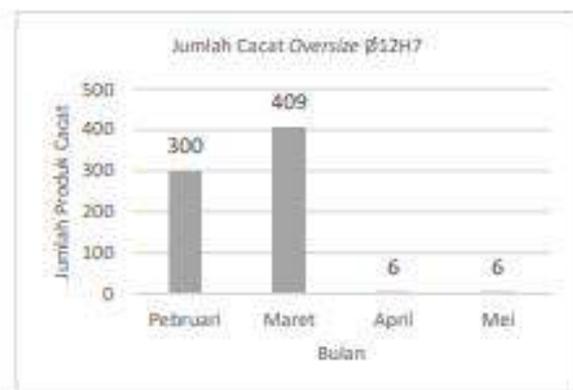
Gambar 10 menjelaskan perubahan jumlah cacat *oversize* yang terjadi sebelum dan setelah pemasangan *automatic tools changer flush* pada CNC milling operator 2. Secara jelas terlihat data perbandingan jumlah cacat *oversize* Ø12H7 dari bulan Februari 2022 sampai dengan bulan Mei 2022 yang berubah drastis. Sebelum pemasangan alat di bulan Januari, cacat mencapai 709 buah atau 3,69%, dan pada bulan Maret setelah pemasangan alat, cacat menjadi 12 buah atau 0,05%.

Tabel 6. Hasil Pengujian

No Pengujian	Parameter	OK	NG
1	Alat tidak mengganggu pergerakan mesin pada setiap proses <i>automatic tools change</i> .	OK	
	Instalasi dengan penambahan relay dapat berfungsi.	OK	
	Solenoid valve berfungsi karena relay mengaktifkan solenoid <i>coolant</i> .	OK	
	Alat dapat berfungsi dan mengeluarkan <i>coolant</i> .	OK	
	Alat berfungsi membersihkan bagian taper arbor.		NG
2	Alat tidak mengganggu pergerakan mesin pada setiap proses <i>automatic tools change</i> .	OK	
	Instalasi dengan penambahan relay dapat berfungsi.	OK	
	Solenoid valve berfungsi karena relay mengaktifkan solenoid <i>coolant</i> .	OK	
	Alat dapat berfungsi dan mengeluarkan <i>coolant</i> .	OK	
	Alat berfungsi membersihkan bagian taper arbor.	OK	
	Arbor bersih dari <i>scrap</i> ketika arbor masuk ke spindle.	OK	
	Menurunnya cacat <i>oversize</i> Ø12H7	OK	



Gambar 9. Kondisi Arbor Sebelum dan Sesudah Pemasangan Alat



Gambar 10. Data Perbandingan Cacat *Oversize* Ø12H7

3.6. Net Quality Income

Net Quality Income merupakan suatu model perhitungan untuk menghitung potensi keuntungan hasil dari suatu perbaikan. Model tersebut digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan suatu inovasi. Angka yang besar memiliki arti semakin baik perbaikan tersebut. *Net quality income* dikenal juga dengan istilah *potential benefit*. Berdasarkan model perhitungan, *net quality income* yang diperoleh PT Astra Otoparts Divisi Nusametal adalah sebesar Rp 33.779.068 untuk 1 tahun sebagai hasil dari pembuatan *automatic tools changer flush* pada line 3 produk cover R K45G, secara lebih spesifik di CNC milling operator 2.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik beberapa simpulan. Penelitian ini diawali dengan temuan tingginya angka cacat *oversize* dalam proses permesinan. Hasil observasi di lapangan menunjukkan temuan menempelnya *scrap* pada sisi taper arbor, yang sedang siaga di dalam *tools magazine*. Dari studi literatur yang dilakukan dan diskusi dengan *silver expert*, didapatkan analisis adanya kondisi ketidaksentrisan dari beberapa bagian mesin yang berdampak pada tidak tercapainya kualitas

yang diminta. Dengan menggunakan pendekatan SWIH dan *why-analysis*, muncul solusi pembuatan *automatic tools changer flush* yang mampu mengatasi kondisi menempelnya *scrab* pada *tools magazine*, serta berdampak pada ketidaksentrisan arbor terhadap spindle. Mempertimbangkan ukuran *scrab* yang bervariasi, untuk mencegah *scrab* berukuran kecil mengganggu proses permesinan, dibuatlah proses filtrasi. Setelah pemasangan alat selesai, diperoleh data bahwa proses filtrasi sudah berjalan dengan baik yang ditunjukkan dengan tidak adanya lagi *scrab* pada proses sirkulasi *coolant*. Dampak lebih lanjut yang menjawab masalah utama adalah mampu mengatasi masalah tingginya cacat *oversize* pada lubang dengan ukuran Ø12H7. Sebelum pemasangan alat yaitu pada bulan Februari sampai dengan bulan Maret 2022, cacat *oversize* Ø12H7 mencapai jumlah 709 buah atau 3,69%. Namun, setelah pemasangan alat yaitu pada bulan April sampai Mei 2022, terjadi penurunan jumlah cacat *oversize* yaitu menjadi sebanyak 12 buah atau 0,05%. Dengan terpenuhinya ukuran yang diminta, kebutuhan untuk melakukan proses *rework* ataupun *restart* menjadi tidak ada. Pembuatan alat *automatic tools changer flush* mampu menjawab pertanyaan penelitian yang dikemukakan di awal, dan menyelesaikan masalah yang timbul. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah melakukan kajian dan atau optimasi terhadap pengaruh tekanan *coolant* terhadap kinerja sistem dan dampaknya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schoenfeldt TI. (2008). A Practical Application of Supply Chain Management Principles. *ASQ Quality Press*.
- [2] Manalo RG, Manalo MV. (2010) Quality, Cost and Delivery performance indicators and Activity-Based Costing. In: *2010 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology*. Singapore, Singapore: IEEE. p. 869–74.
- [3] Oprea R. (2014). Survival Versus Profit Maximization in a Dynamic Stochastic Experiment. *Econometrica*. 82(6). 2225–55.
- [4] Yifan Qie, Lihong Qiao, Yapeng Cui, Nabil Anwar. (2017). A Domain Ontology for Assembly Tolerance Design. *Proceeding of ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress & Exposition*. Volume 2: Advanced Manufacturing. Tampa, Florida, USA.
- [5] Deyin He, Shaowei Liu, Mengxiong Fu, Bo Peng, Yao-fei Ren. (2021). Experimental study on resin-anchored bolt concentricity including a device for more consistent bolt centering. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. Vol. 148.
- [6] Yu Wang, Chaoliang Guan, Yifan Dai, Shuai Xue. (2022). On-Machine Measurement of Profile and Concentricity for Ultra-Precision Grinding of Hemispherical Shells. *Micromachines*. Vol. 13, 1731.
- [7] Shaikh et al. (2019). A Review on Concentricity Measurement of Shaft by Non-Destructive Testing. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*. Vol. 6. Issue 5.
- [8] Jae Hong Shim, Tae Hyeon Nam. (2017). Machine Vision ased Automatic Measurement Algorithm of Concentricity for Large Size Mechanical Parts. *Journal of Physics: Conference Series*, 806, 012002.
- [9] Widhiantoro, Dhanu. (2017). Pengaruh Spindle Speed dan Feed Rate terhadap Kekasaran Permukaan AL 6061 melalui Proses CNC Milling Sinumeric Type 802S. *Thesis*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [10] Lei Chen. (2017). Cylindrical Machining Workpiece Temperature and Bore Cylindricity. *Mechanical Engineering PhD Thesis*. The University of Michigan.
- [11] Siyi Ding, Sun Jin, Zhimin Li, Hua Chen. (2017). Multistage rotational optimization using unified Jacobian-Torsor model in aero-engine assembly. *Proceeding IMEChE Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 1-16.
- [12] Arum, Lutfia Puspa Indah. (2017). Perbaikan Proses Produksi Dengan Menggunakan Metode Lean Manufacturing di PT. ABC. *PhD Thesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Casban, Dewi, Aria Purnamasari. (2019). Upaya Menurunkan Tingkat Cacat pada Pipa Baja dengan Analisis Diagram Sebab Akibat dan Metode 5W+ 1H. *Prosiding Semnastek*.
- [14] Fauzi, Muhammad. (2013). Peningkatan Produktivitas melalui Perbaikan Berkesinambungan pada Coil Spring di PT. ISP GRESIK. *PhD Thesis*. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- [15] Theopilus Yansen, Jonathan William, Gustin, Yusan. (2018). Pengembangan Alat Bantu Material handling untuk Meminimasi Beban Kerja Operator Produksi Crank Case di PT. X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 7.2: 85-98.

