



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

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 2 | DESEMBER 2023

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., IPM., ASEAN Eng.

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

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 2, Edisi Desember 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2023 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan Berjaya. Tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN KOMPONEN MODUL UNTUK INDIKATOR LEVEL BENSIN MENJADI LEVEL BATERAI PADA <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR LISTRIK KONVERSI TANPA MERUBAH FUNGSI DAN TAMPILAN ORISINAL <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR	74
Afitro Adam Nugraha , Ajib Rosadi, dan Yohanes Climacus Utama	
EFEKTIVITAS PEMBUATAN 3D MODEL MENGGUNAKAN <i>VISUAL SCRIPT</i> (STUDI KASUS: PROYEK JORR ELEVATED RUAS CIKUNIR – ULUJAMI, JAKARTA)	80
Dica Rosmyanto, Muhammad Pandu Madani	
OPTIMASI PEKERJAAN <i>PATCHING</i> MENGGUNAKAN <i>ASPHALT PRE-CAST</i> PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN	86
Andry Wisnu Prabowo, Cintri Anjani Rahmada Putri	
ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE</i> PADA PROYEK X DI JAWA BARAT	93
Cintri Anjani Rahmada Putri , Awal Fikri Arsalan	
EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR	100
Sofian Arissaputra, Faid Elhar	
ANALISIS <i>WASTE MATERIAL</i> MENGGUNAKAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> PADA PEKERJAAN <i>CONCRETE BARRIER</i>	107
Merdy Evalina Silaban , Amir Hamzah Pamungkas	
PURWARUPA SIMULATOR <i>THROTTLE-BY-WIRE</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN <i>ENGINE MANAGEMENT SYSTEM</i>	115
Aditya Endratma, Ajib Rosadi, dan Yohanes C. Utama	
PENGENDALIAN KUALITAS HASIL PRAKTIKUM <i>SAND CASTING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)</i> MENGGUNAKAN PETA KENDALI VARIABEL	121
Rifdah Zahabiyah, Rohmat Setiawan, dan Noviani Putri Sugihartanti	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN <i>SPAREPART DIES</i> MENGGUNAKAN <i>QR CODE</i> DENGAN METODE <i>DESIGN THINKING</i> PADA PT XYZ	127
Rohmat Setiawan, Dita Ameilya Kusuma, Ida Bagus Indra Widi K., dan Rifdah Zahabiyah	
PENGGANTIAN UKURAN <i>NOZZLE VACUUM DRYER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>8 STEPS</i> UNTUK MENGURANGI <i>MOISTURE</i> PADA <i>CRUDE PALM OIL (CPO)</i> DI PT LETAWA	135
Nensi Yuselin, Edwar Rosyidi, Hasanuddin Pardomuan Lubis	

OPTIMALISASI DIMENSI <i>FEED SYSTEM</i> PADA CETAKAN <i>BODY CALIPER</i> UNTUK EFISIENSI BAHAN BAKU	142
Agung Kaswadi, Taufik Irmawan, dan Mohamad Rizki Darmawan	
ANALISIS <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PADA PEKERJAAN ARSITEK STUDI KASUS APARTEMEN GARDEN SERPONG	150
Kartika Setiawati , Dwicky Titto Sundjava	

ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE *EARNED VALUE* PADA PROYEK X DI JAWA BARAT

Cintri Anjani Rahmada Putri¹, Awal Fikri Arsalan²

1.2 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Astra, Jl. Gaharu Blok F-3 Delta Silicon 2 Lippo Cikarang, Kel.

Cibatu, Kec. Cikarang Selatan Bekasi, Jawa Barat 17530, Indonesia

E-mail : Cintri.putri@polytechnic.astra.ac.id¹, Awal.fkr12@icloud.com²

Abstract--Project control is a very important function in implementing a construction project. In project implementation, there may be delays, acceleration, or in accordance with the project plan schedule. Delays or acceleration of projects can provide advantages or disadvantages. One method that can be used to avoid losses in a project is to use the earned value method. This method involves the use of cost budget plans, unit price analysis and project progress reports to obtain BCWS (Budgeted Cost of Work Schedule), BCWP (Budgeted Cost of Work Performance), and ACWP (Actual Cost of Work Performed). Research begins with collecting data, carrying out analysis, and concluding the results from the collected data. The purpose of this research is to estimate the time and costs that will be required and to project the costs and time required to complete the project. From the calculation results of applying the earned value method, it is known that the results of the review up to the 40th week showed that the BCWS value = Rp. 172,020,918,000.- ; BCWP = Rp. 147,714,360,000.-; ACWP = Rp. 120,240,052,674.-, while the schedule variance value up to week 40 is negative and the cost variance value is positive. For the calculation results, the estimated final completion time is 56 weeks with an estimated completion time of 54 weeks and the calculation results estimate the final completion cost of Rp. 186.130.112.499.- with a planned budget of Rp. 206,000,000,000.00. From the results it is known that the work was late but experienced cost savings.

Keywords: Earned value, schedule variance, cost variance

Abstrak--Pengendalian proyek merupakan fungsi yang sangat penting dalam melaksanakan suatu proyek konstruksi. Dalam pelaksanaan proyek, dapat terjadi keterlambatan, percepatan, atau sesuai dengan jadwal rencana proyek. Keterlambatan maupun percepatan proyek bisa memberikan keuntungan atau kerugian. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghindari kerugian dalam proyek adalah dengan menggunakan metode earned value. Metode ini melibatkan penggunaan rencana anggaran biaya, analisis harga satuan dan laporan kemajuan proyek untuk mendapatkan BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*), BCWP (*Budgeted Cost of Work Performance*), dan ACWP (*Actual Cost of Work Performed*). Penelitian dimulai dengan pengumpulan data, melakukan analisis, dan menyimpulkan hasil dari data yang terkumpul. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi waktu dan biaya yang akan diperlukan serta memproyeksikan besarnya biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Dari hasil perhitungan penerapan metode earned value diketahui hasil tinjauan hingga minggu ke-40 didapatkan nilai BCWS = Rp. 172.020.918.000,- ; BCWP = Rp. 147.714.360.000,- ; ACWP = Rp. 120.240.052.674,- sedangkan untuk nilai schedule variance hingga minggu ke-40 adalah negatif dan nilai cost variance adalah positif. Untuk hasil perhitungan perkiraan waktu penyelesaian akhir adalah 56 minggu dengan estimasi waktu penyelesaian 54 minggu dan hasil hasil perhitungan perkiraan biaya penyelesaian akhir sebesar Rp. 186.130.112.499,- dengan anggaran rencana sebesar Rp. 206.000.000.000,00. Dari hasil diketahui bahwa pekerjaan terlambat namun mengalami penghematan biaya.

Kata Kunci: Earned value, schedule variance, cost variance

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Proyek X yang terletak di Jawa Barat merupakan pabrik dengan luas lahan hingga 27 hektar, Untuk proyek besar ketergantungan antara pekerjaan satu dengan lain sangat kompleks sehingga pengendalian menjadi rumit sehingga dalam pengelolaan proyek konstruksi waktu dan biaya adalah dua faktor utama

yang harus diperhatikan dengan baik. Keterlambatan dalam penyelesaian proyek akan menyebabkan biaya yang semakin tinggi, sedangkan pengeluaran yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Oleh karena itu perlu dilakukan diperlukan suatu metode pengendalian agar proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana (Maromi, 2015). Dengan menggunakan metode *earned value*, proyek dapat dipantau dan diukur secara terus menerus untuk

memastikan proyek berada dalam kendali dan sesuai dengan rencana. Penelitian ini akan membahas tentang perhitungan kinerja waktu dan biaya dengan metode *earned value* pada proyek X, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan rekomendasi kepada para praktisi proyek konstruksi dalam mengelola proyek agar dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

Tujuan

Tujuan penulisan ini adalah:

1. Menganalisis kinerja waktu dan biaya proyek.
2. Mengetahui besar perkiraan biaya untuk sisa pekerjaan, perkiraan waktu penyelesaian dan total biaya akhir untuk penyelesaian proyek

Ide penelitian ini diambil dari penelitian Maromi (2015) mengenai Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya. Sedangkan penelitian ini merupakan penelitian penulis terhadap suatu proyek yang mengalami keterlambatan dan ingin mengetahui sejauh mana keterlambatan proyek dan biaya yang mungkin ditimbulkan akibat keterlambatan tersebut sebagai upaya peningkatan mutu dan kualitas proyek.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dilakukan dengan menentukan variabel-variabel dari keterlambatan proyek dan menentukan data-data seperti apa yang dibutuhkan berdasarkan metode yang akan digunakan. Data data yang yaitu : Rencana Anggaran Biaya (RAB), Kurva S, dan laporan mingguan.
2. Pada tahap analisis ini akan dilakukan pemberian kode variabel, tabulasi dan perhitungan dengan rumus yang sudah ditentukan. Setelah itu dilakukan analisis hasil pengolahan data berdasarkan hasil perhitungan dan teori yang ada. Beberapa langkah yang dijadikan acuan dalam analisis data yaitu:

- Menghitung *Planned Value* (PV) dengan rumus:
Bobot rencana X RAB (1)
- Menghitung *Earned Value* (EV) dengan rumus: Bobot realisasi X RAB(2)
- Membuat *Actual Cost* (AC) berdasarkan laporan mingguan keuangan proyek.
- Analisis waktu dengan mencari *Schedule Variance* (SV) menggunakan rumus:

Earned value – planed value (3)

- Estimasi waktu penyelesaian proyek dengan menghitung *Time Estimate* (TE) menggunakan rumus: (Waktu rencana – waktu pelaporan)/ *Schedule Performance Index* (SPI)

(4)

- Analisis biaya dengan mencari *Cost Variance* (CV) menggunakan rumus: *Earned value – actual cost* (5)

- Menghitung perkiraan total biaya proyek (BETC) dengan rumus: (RAB – earned value)/ *Cost Performance Index* (CPI)

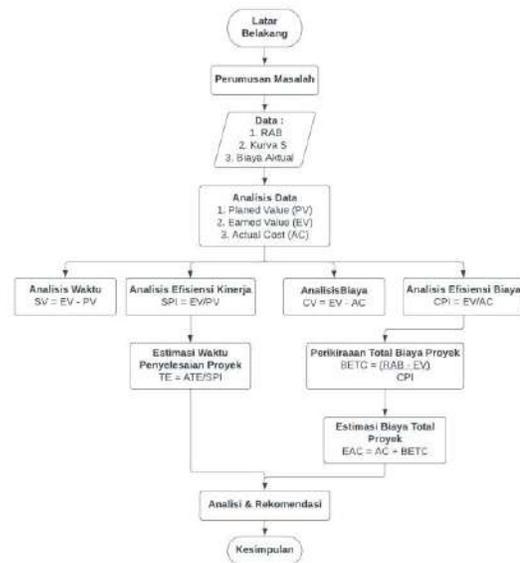
(6)

- Menghitung estimasi biaya proyek total (BEAC) dengan rumus: *Actual cost + perkiraan total biaya proyek*

(7)

3. Penarikan kesimpulan yang diambil berdasarkan analisis data dan diperiksa sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian
4. Membuat saran dan rekomendasi untuk menjadi rujukan untuk perbaikan dalam mengelola proyek agar dapat selesai tepat waktu dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

Diagram alir penelitian ini digambarkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III.HASIL DAN PERANCANGAN

Analisis Kinerja Waktu

Analisis kinerja waktu digunakan untuk mengevaluasi efisiensi durasi pekerjaan proyek.

Dengan menganalisis kinerja waktu proyek dapat mengidentifikasi potensi untuk mengoptimalkan waktu dan meningkatkan efisiensi keseluruhan. Hasil analisis kinerja waktu dapat memberikan rekomendasi dan strategi untuk mengoptimalkan penggunaan waktu.

a. Analisis *Planned Value* (PV)

Planned value perminggu diperoleh dengan mengalikan bobot rencana pekerjaan mingguan dengan total anggaran proyek. Data ini diambil dari kurva S rencana. Sebagai contoh, untuk pekerjaan pada minggu ke-40:

Total anggaran proyek : Rp. 206.000.000.000,00

Bobot pekerjaan : 75,23%

Nilai PV : 75,23% x Rp. 206 juta

: Rp. 154.973.800.000,-.

Hasil perhitungan *planned value* menunjukkan bahwa pada minggu ke-40, dengan bobot kumulatif sebesar 75,23% dan bobot mingguan sebesar 3,39%. Anggaran yang direncanakan untuk periode tersebut sebesar Rp. 154.973.800.000,-.

b. Analisis *Earned Value* (EV)

Earned value perminggu diperoleh dengan mengalikan bobot kemajuan pekerjaan mingguan yang telah direalisasikan dengan anggaran biaya seluruh proyek. Data ini diambil dari laporan mingguan pekerjaan. Sebagai contoh, untuk pekerjaan pada minggu ke - 40 pada periode 18 Oktober 2022 perhitungannya sebagai berikut :

Total anggaran proyek : Rp. 206.000.000.000,00

Bobot pekerjaan : 64,60%

Nilai PV : 64,60% x Rp. 206 juta

: Rp. 133.076.000.000,-.

Hasil perhitungan *planned value* menunjukkan bahwa pada minggu ke-40, dengan bobot kumulatif sebesar 64,60% dan bobot mingguan sebesar 0,60%. Anggaran yang direncanakan untuk periode tersebut sebesar Rp. 133.076.000.000,-.

c. *Schedule Variance* (SV)

Nilai *schedule variance* merupakan selisih dari besarnya nilai EV realisasi proyek dengan nilai PC yang telah direncanakan. Contoh perhitungan sebagai berikut :

Schedule Variance Cost

$$SV = EV - PV$$

$$SV = - Rp. 21.897.800.000,00$$

Schedule Variance Waktu

$$SV^* = ((SV \times ATE) : PV) \times 7$$

$$SV^* = -39,56 = -40 \text{ Hari}$$

Pada minggu ke-40, hasil perhitungan SV menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan pelaksanaan terlambat dari jadwal. Proyek mengalami keterlambatan selama 40 hari dengan biaya tambahan penyelesaian proyek sebesar Rp. 21.897.800.000,-.

d. *Schedule Performance Index* (SPI)

Schedule performance index setiap periode merupakan perbandingan antara EV realisasi dengan PV rencana. Contoh perhitungan sebagai berikut :

$$SPI = EV : PV$$

$$SPI = Rp. 133.076.000.000 : Rp. 172.020.918.000$$

$$SPI = 0,77 < 1$$

Pada minggu ke-40 hasil perhitungan SPI menunjukkan nilai SPI kurang dari 1 yang artinya pelaksanaan terlambat dari jadwal.

Analisis Kinerja Biaya

Analisis kinerja biaya adalah suatu proses evaluasi dengan tujuan untuk efisiensi penggunaan sumber daya. Melalui analisis ini dapat diidentifikasi biaya per periode dan mengambil langkah untuk meningkatkan efisiensi dan keuntungan. *Actual Cost* didapat dari pencatatan keuangan oleh pihak kontraktor secara berkala

a. *Cost Variance* (CV)

Nilai *cost variance* merupakan selisih dari besarnya nilai EV realisasi proyek dengan nilai PV yang telah direncanakan. Contoh perhitungan untuk pekerjaan pada minggu ke-40 sebagai berikut:

Nilai EV :Rp 133.076.000.000,00

Nilai AC : Rp 120.240052.674,00

Variasi jadwal (CV) : Rp 133.076.000.000 - Rp 120.240052.674,-

:Rp 12.835.947.326,-.

b. *Cost Performance Index (CPI)*

Cost performance index setiap periode merupakan perbandingan antara EV realisasi dengan AC rencana. Contoh perhitungan untuk pekerjaan pada minggu ke-40 sebagai berikut:

EV : Rp 133.076.000.000,00

AC : Rp 120.240052.674,00

CPI : Rp 133.076.000.000,00 / Rp 120.240052.674,00

CPI : 1,11

Perkiraan Waktu Dan Biaya Penyelesaian Akhir

Perkiraan ini akan sangat bergantung pada kompleksitasnya. Diperkirakan proyek ini akan memakan waktu sekitar 54 minggu untuk diselesaikan. Adapun biaya penyelesaian akhir diperkirakan akan mencapai angka Rp.206.000.000.000,00. Perlu dicatat bahwa estimasi ini dapat berubah seiring dengan perkembangan proyek dan faktor-faktor lain seperti keterlambatan proyek, oleh karena itu analisis ini akan mencari estimasi waktu dan biaya yang dihitung setelah proyek mengalami keterlambatan.

a. Perhitungan *Budget Estimate To Complete (BETC)*

BETC merupakan perkiraan biaya penyelesaian proyek dengan penjumlahan antara AC pelaporan dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. Contoh perhitungan untuk pekerjaan pada minggu ke-40 sebagai berikut:

RAB = Rp. 206.000.000.000,00

EV = Rp. 5.314.800.000,00

CPI = 1,11

$$ETC = \frac{(Rp\ 206\ \text{juta} - Rp\ 314,8\ \text{juta})}{1,75} = Rp\ 65.890.059.825,00$$

b. Perhitungan *Budget Estimate at Complete (BEAC)*

BEAC merupakan perkiraan biaya penyelesaian proyek dengan penjumlahan antara AC pelaporan dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. Contoh perhitungan untuk pekerjaan pada minggu ke-40 sebagai berikut:

AC = Rp. 120.240.052.674,00

ETC = Rp 65.890.059.825,00.

EAC = Rp. 120.240.052.674,00 + Rp 65.890.059.825,00

= Rp. 186.130.112.499,00.

c. Perhitungan *Time Estimate (TE)*

TE merupakan perkiraan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa. Nilai TE didapatkan dari perbandingan antara waktu rencana tersisa dengan SPI. Contoh perhitungan *Time Estimate* sebagai berikut:

Waktu rencana = 14 minggu

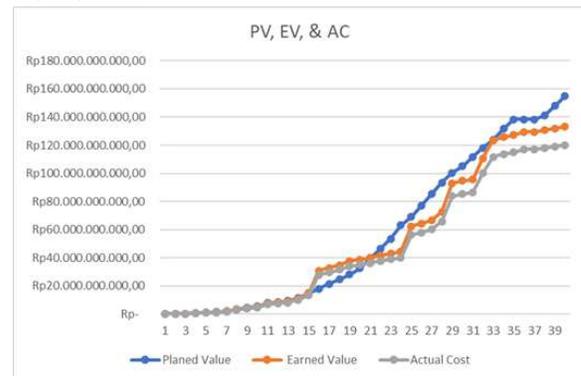
Waktu pelaporan = 40 minggu

SPI = 0,77

TE = (14:0,77) + 40 = 58,1 minggu

Kinerja Proyek Berdasarkan Data AC, PV dan EV

AC merupakan biaya aktual yang dikeluarkan selama pelaksanaan proyek. PV merupakan total biaya yang telah direncanakan berdasarkan bobot pekerjaan. EV merupakan jumlah biaya yang seharusnya dikeluarkan berdasarkan pekerjaan yang telah diselesaikan.



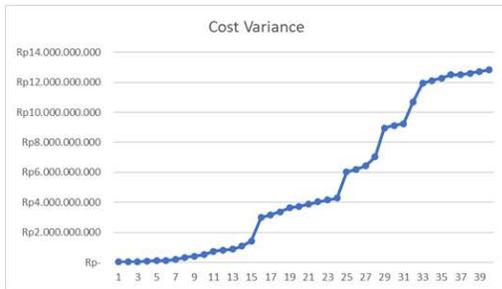
Gambar 2. Perbandingan PV, EV, dan AC

Dari perbandingan gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai EV mengalami kenaikan yang stabil dan tetap di atas PV dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4. Namun pada minggu ke-21 PV mengalami kenaikan hingga minggu ke-40 dengan posisi berada di atas EV. Sedangkan AC stabil berada di bawah EV.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan telah diselesaikan sesuai dengan jadwal pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4. Namun mulai minggu ke-21 hingga minggu ke-40, pekerjaan mengalami keterlambatan. Namun biaya aktual masih tetap dalam batas anggaran rencana proyek.

Analisis Varians

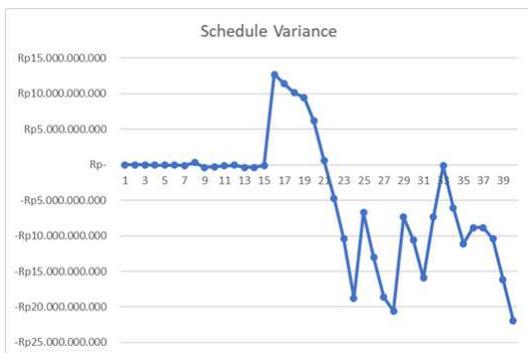
Nilai CV dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 3. Grafik *Cost Variance*

Dari gambar 3 hasil analisis CV menunjukkan terjadi kenaikan dan penurunan nilai CV. Pada akhir penelitian, yaitu minggu ke-40 terlihat bahwa indikator CV menunjukkan nilai positif, menandakan selama periode pekerjaan dari minggu ke-1 hingga minggu ke-40, biaya yang dikeluarkan lebih rendah dari biaya rencana.

Nilai SV dapat dilihat pada grafik berikut:

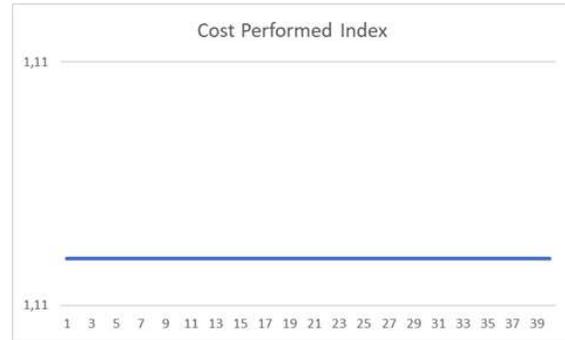


Gambar 4. Grafik *Schedule Variance*

Dari gambar 4, hasil analisis SV menunjukkan terjadi kenaikan yang signifikan dari minggu ke-15 hingga minggu ke-17. Kemudian dari minggu ke-17 nilai SV mengalami penurunan hingga menyentuh angka 0 pada minggu ke-22.

Index Produktifitas

Nilai CPI dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. Grafik *Cost Performed Index*

Pada gambar 5, CPI minggu ke-1 hingga minggu ke-40 menunjukkan nilai di atas angka satu yang berarti indeks produktivitasnya mengalami penghematan biaya pekerjaan dari anggaran proyek.

Nilai SPI dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 6. Grafik *Schedule Performed Index*

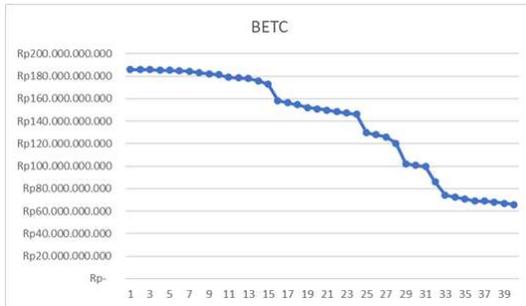
Pada gambar 6, SPI minggu ke-1 hingga minggu ke-17 rata rata nilai SPI berada diatas angka 1 yang berarti indek produktivitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih cepat dari jadwal rencana. Kemudian pada minggu ke-17 nilai SPI mengalami penurunan hingga minggu ke-25 kemudian nilai SPI kembali naik dan turun di bawah angka 1 hingga minggu ke-40.

Hal ini menunjukkan jadwal pekerjaan selesai lebih cepat hanya dalam 17 minggu pada minggu ke-1 hingga minggu ke-17. Kemudian mengalami penurunan tajam hingga minggu ke-25 dan naik turun hingga minggu ke-40 dengan nilai SPI di bawah angka 1.

Proyeksi Biaya

Hasil analisis nilai BETC menunjukkan variasi dalam perkiraan sisa biaya pekerjaan setiap

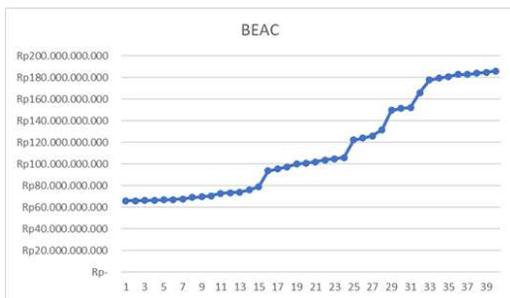
minggunya. Untuk mencapai efektivitas, nilai ETC harus berada pada titik di mana pekerjaan terealisasi sesuai dengan anggaran yang tersisa. Jika tidak demikian, pekerjaan yang telah dilakukan dianggap tidak efektif.



Gambar 7. Grafik *Budget Estimate To Complete*

Dari hasil analisis BETC pada gambar 7, pada minggu ke-1 hingga minggu ke-40 menunjukkan nilai BETC cenderung menurun hingga akhir pelaporan. Pada minggu ke-40 nilai BETC sebesar Rp. 65.890.059.825,-

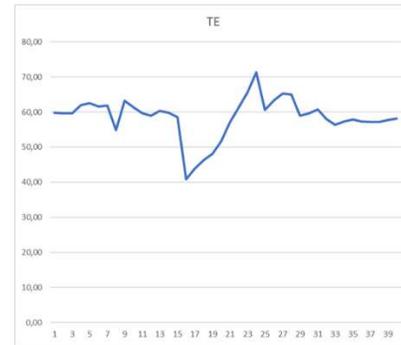
Hasil analisis nilai BEAC pada biaya tersisa proyek menunjukkan variasi total biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Jikai nilai BEAC berada di bawah anggaran yang direncanakan, berarti biaya yang diperlukan lebih hemat.



Gambar 8. Grafik *Budget Estimate At Complete*

Hasil dari analisis BEAC pada gambar 8 menunjukkan nilai BEAC mengalami kenaikan setiap minggunya, dari hasil analisis minggu ke-40 nilai BEAC sebesar Rp. 186.130.112.499,-.

Perkiraan Waktu



Gambar 9. Grafik *Time Estimate*

Hasil analisis TE yang digambarkan pada gambar 9 menunjukkan nilai yang sangat tinggi pada periode pelaporan minggu ke-24 yaitu 70 minggu jadwal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Sementara pada periode ke-40 memperoleh nilai 58,10 minggu tang berarti perkiraan proyek akan diselesaikan dengan keterlambatan sebesar 4,10 minggu.

Rekomendasi

Berdasarkan perhitungan di atas, proyek akan mengalami keterlambatan sebesar 4 minggu. Berikut adalah beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan jika proyek mengalami keterlambatan:

1. Mengevaluasi penyebab keterlambatan
2. Mempertimbangkan untuk menambah sumber daya jika keterlambatan disebabkan oleh kurangnya sumber daya manusia atau peralatan.

Hal ini dapat membantu mempercepat proyek.

Untuk analisis selanjutnya penerapan metode *earned value* ini perlu dilakukan pada proyek-proyek yang belum selesai dan mengalami keterlambatan dengan merencanakan percepatan proyek menggunakan metode *crash program*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data proyek dengan menggunakan metode *earned value*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan *schedule variance* terdapat nilai negatif mulai terjadi dari minggu ke-21 hingga minggu ke-40 dan *cost variance* tidak ditemukan nilai negatif pada tiap minggu nya, dengan nilai terendah pada periode pertama.
2. Pada period ke-1 hingga periode ke-40 nilai *cost performed index* adalah lebih dari 1, menunjukkan biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya rencana yang artinya terjadi penghematan biaya aktual pelaksanaan dibandingkan biaya yang

direncanakan dan pada periode ke-1 hingga periode ke-3 nilai *schedule performed index* adalah 1, dimana proyek terlaksana sesuai dengan rencana, pada periode ke-4 hingga periode ke-15 nilai *cost performed* mengalami penurunan yang berarti proyek yang berlangsung tidak sesuai dengan rencana, setelah periode ke-16 hingga ke-21 nilai *cost performed index* mengalami kenaikan yang berarti proyek mengalami percepatan pekerjaan, setelah periode ke-22 hingga periode ke-40 nilai *cost performed index* mengalami penurunan kembali yang artinya proyek mengalami keterlambatan.

3. Berdasarkan hasil perhitungan didapat estimasi biaya akhir proyek sebesar Rp. 186.130.112.499,- dan estimasi penyelesaian proyek selama 58,1 minggu dengan selisih biaya dari nilai RAB sebesar Rp. 19.869.997.501,- dan selisih waktu 4 minggu lebih lambat dari rencana.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asiyanto, 2005. *Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi*, Jakarta: Penerbit Pradnya Paramita, Cetakan Pertama.
- [2] Castollani, A & Dewa, M. (2020).\ *Analisis Biaya dan Waktu Pada Proyek Apartemen Dengan Metode Earned Value Concept*. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil* Vol.3, No.1.
- [3] Iman, S. (1999). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga,
- [4] Irwan, Y, A. (2022). Analisis Optimasi Biaya dan Waktu Metode TCTO. *Jurnal Civil Engineering Study* (Vol.2, No.2).
- [5] Krisstina, F. (2016). Analisis Percepatan Proyek Metode *Crash Program*, *Jurnal Karya Teknik Sipil* (Vol.5, No.2), 148-158
- [6] Kristina, R. (2020). *Penerapan Earned Value Analysis Sebagai Evaluasi Kinerja Proyek Dari Segi Biaya & Waktu*. *Jurnal Teknik Sipil* Vol.9, No.2.
- [7] M. Priyo & K. F. Indraga. (2015). *Semesta Teknik*, (vol.18, No.2), 106-121.
- [8] Maromi, Muhammad Izeul., & Indryani, Retno. (2015). Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 4, No. 1.
- [9] PMBOK guide (A Guide to the Project Management Body of Knowledge), 2004, Third Edition.
- [10] *Project Management Institute, publisher.* (2017). *PMBOK guide*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- [11] Putri, C & Prabowo, A. (2023). *Technologic, Simulasi Monte Carlo dan Real Option Valuation Pada Perhitungan Kelayakan Finansial Dormitory Politeknik Astra*, (Vol.14, No1)
- [12] Wahyuni, E & Hendrawan, B. (2018). *Applied Business Administration, Analisis Kinerja Proyek "Y" Menggunakan Metode Earned Value Management* (Studi Kasus di PT Asian Sealand Engineering), (Vol.2, No.1).

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

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 13 No. 2, Edisi Desember 2022.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2022 kali ini berisi 13 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan semakin menurunnya kasus pandemi covid-19, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa 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

PEMBUATAN STANDARISASI KERJA UNTUK MENGURANGI ANGKA <i>PRESETTING DEVIATION</i> PADA <i>LINE 9</i> PT SKF INDONESIA	81
Nensi Yuselin, Elvin Valerian	
IMPLEMENTASI METODE <i>QUALITY CONTROL CIRCLE</i> (QCC) UNTUK MEMPERCEPAT WAKTU PROSES PEMASANGAN SISTEM PENYANGGA UNIT MOTOR MATIC DI POLITEKNIK ASTRA	88
Neilinda Novita Aisa, Muhamad Nur Andi W., Nicholas Ego Guarsa, Rohmat Setiawan, Faratiti Dewi Audensi, Rahayu Budi Prahara	
OPTIMALISASI <i>BOOKING RATE</i> DENGAN MENINGKATKAN KONTRIBUSI INSTAGRAM DAN WHATSAPP DI AUTO2000 ZZZ	95
Setia Abikusna, Lea Nika Fibriani	
MENURUNKAN <i>CLAIM NEXT PROCESS REJECT PLATE R</i> CEMBUNG PADA PROSES PERAKITAN <i>CRANKSHAFT</i> MENGGUNAKAN METODE <i>EIGHT STEPS</i> DI PT XYZ	102
Rohmat Setiawan, Dimensi Fara Safitri	
PENGARUH PENGGUNAAN ALAT <i>WEIGHT IN MOTION</i> (WIM) TERHADAP BIAYA PEMELIHARAAN JALAN TOL CIPALI	110
Kartika Setiawati, Syafiq Maulana Asvira	
EVALUASI <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PEKERJAAN ARSITEKTUR PROYEK CSR MASJID JAMI MEDAN SATRIA MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT 2020	116
Sofian Arissaputra, Cintri Anjani Rahmada Putri, Febrian Adien Fahrezy	
ANALISIS FAKTOR PENYEBAB SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI	120
Cintri Anjani Rahmada Putri, Sofian Arissaputra	
ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN DINDING GESER METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE <i>STRUT AND TIE</i>	126
Sofian Arissaputra, Rhesma Nur Widyana	
ANALISIS BIAYA PEKERJAAN ULANG KONSTRUKSI BERDASARKAN DATA EVALUASI DESAIN DENGAN SISTEM <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	133
Dica Rosmyanto, Lily Kholida, M. Heri Sukantara	
EVALUASI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN <i>SHEAR PLATE SHEAR WALL</i> PENGGANTI CONCRETE <i>SHEAR WALL</i> TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN BANGUNAN	140
Gita Zakiah Putri, Muhammad Yusup Fiqri	

**PEMBUATAN AUTOMATIC TOOLS CHANGER FLUSH UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK
PADA MESIN CNC MILLING** 145

Yohanes T. Wibowo, Faisal Amanullah, Vuko AT Manurung

**DESIGN OF WIRELESS CONTROL SYSTEMS AND NAVIGATION SYSTEMS ON THE AUTONOMOUS
VEHICLES AT HEAVY EQUIPMENT COMPANY** 152

Heru Suprpto, Iqbal Nur Fauzi, Syahril Ardi, Agus Ponco

**IMPLEMENTASI DMAIC UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PENUMPUKAN KERETA PRODUK
REJECT PADA PROSES CRUSHING DI PT XYZ** 159

Agung Kaswadi, Fransiskus Aris, Dimas Arief Hidayat

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI

Cintri Anjani Rahmada Putri¹, dan Sofian Arissaputra²

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail : cintri.putri@polytechnic.astra.ac.id¹, sofian.arissaputra@polytechnic.astra.ac.id²

Abstract--This research discussed the analysis of the factors causing waste structural work materials on construction projects using the SPSS program. Before carrying out the analysis, normality, validity, and reliability test results were carried out. From the results of the normality test it was found that Sig. < 0.05 so that this study uses non-parametric statistics which is Rank Spearman and Kendall method. In validity test, it was found that all the variables reviewed were greater than 0.316 and in the reliability test, the Cronbach Alpha values of all variables were greater than 0.6. It shows that the variables used are valid and reliable. Furthermore, for the correlation of causes and the percentage of material used Spearman's Rank Correlation Test and it was found that the formwork method had quite an effect on the rest of the material because the correlation value was 0.406. Next, for the percentage of formwork, the waste material with the largest percentage was nails worth 41%, for rebar work, waste of bendrat wire material worth 58%, and for concrete work, waste of sand and split material were 27% each. The main factors of waste of construction materials are the waste of cutting that cannot be reused, changes of design, and construction methods. The form of prevention that can minimize the waste material for structural work is to carry out periodic checks (monitoring) and improve coordination between project construction personnel.

Keywords: waste material, structural work, SPSS program, Kendall, Spearman

Abstrak--Penelitian ini membahas analisis faktor penyebab sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi menggunakan program SPSS. Sebelum melakukan analisis, dilakukan pengujian uji normalitas, validitas, dan hasil uji reliabilitas. Dari hasil uji normalitas didapatkan bahwa Sig. < 0,05 sehingga penelitian ini menggunakan statistika non parametrik yang metodenya adalah Rank Spearman dan Kendall. Pada uji validitas, didapatkan bahwa semua variabel yang ditinjau lebih besar daripada 0,316 dan pada uji reliabilitas, nilai Cronbach Alpha dari semua variabel lebih besar daripada 0,6. Hal ini menunjukkan variabel-variabel yang digunakan valid dan reliable. Kemudian, untuk korelasi penyebab dan persentase material digunakan Uji Korelasi Rank Spearman dan didapatkan bahwa metode pekerjaan kayu bekisting adalah cukup berpengaruh terhadap sisa material karena nilai korelasi sebesar 0,406. Selanjutnya untuk persentase pekerjaan bekisting, material sisa dengan persentase terbesar adalah paku senilai 41%, pekerjaan pembesian, sisa material kawat bendrat senilai 58%, dan pekerjaan pengecoran, sisa material pasir dan split adalah sebesar 27%. Adapun faktor utama dari sisa material konstruksi adalah sisa pemotongan yang tidak dapat digunakan kembali, perubahan desain, dan metode pelaksanaan konstruksi. Bentuk pencegahan yang dapat meminimalisir sisa material pekerjaan struktur adalah melakukan pengecekan berkala (monitoring) dan meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek.

Kata Kunci: sisa material, pekerjaan struktur, program SPSS, Kendall, Spearman

I. PENDAHULUAN

Pada sebuah proyek konstruksi bangunan, ada hal yang tidak dapat dihindari yaitu adanya material sisa konstruksi (*Construction waste*). Menurut Asiyanto (2010), “sisa material (*waste material*) merupakan suatu kelebihan/berlebihnya kuantitas material yang digunakan maupun didatangkan, tetapi tidak menambah nilai apapun terhadap suatu pekerjaan, yang artinya bahwa sisa material tidak terlalu berdampak pada suatu pekerjaan tetapi lebih berdampak pada hal yang lain (*biaya*)”. Material dalam sebuah proyek konstruksi gedung sangat rentan terhadap pemborosan akibat kesalahan penanganan material, sehingga akan menjadikan material tersebut

menjadi *waste material* atau material yang tidak terpakai. Menurut Jailoon dkk (2009), “munculnya *waste* dalam proyek gedung sangat terkait dengan metode pelaksanaan konstruksi, adanya proses pemilahan dan penggunaan kembali fasilitas untuk *waste* konstruksi di lokasi proyek, dan tingkat pendidikan dan keahlian para pekerja.”

Hal ini dapat merugikan perusahaan penyedia jasa konstruksi apabila material *waste* yang dihasilkan sangat banyak. Selain itu, *waste* yang berbentuk non-fisik juga sering terjadi seperti waktu yang terbuang yang diakibatkan oleh berbagai masalah di lapangan. Berbagai faktor tersebut berhubungan dengan desain, pekerja proyek, pengadaan proyek, pengawasan,

hingga factor eksternal seperti adanya perusakan oleh pihak luar dan juga faktor cuaca yang juga cukup menentukan berjalannya progres proyek. Oleh karena itu penulis menjadikan topik tersebut untuk dapat mengidentifikasi apa saja penyebab yang menjadi perhatian terhadap adanya potensi *waste* ini, sehingga sisa material bisa diatasi ataupun diminimalisir. Adapun sisa material yang dipilih adalah sisa material struktur, yang meliputi pekerjaan bekisting, pembesian, dan pengecoran, dimana pekerjaan struktur adalah pekerjaan terbesar selain arsitektural dan juga ketiga pekerjaan struktur tersebut memiliki volume pekerjaan yang besar.

Ide penelitian ini diambil dari penelitian Novinda (2016) mengenai Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram pada proyek pembangunan gedung UIM untuk pekerjaan arsitektur. Sedangkan penelitian ini merupakan titik awal penelitian penulis terhadap beton ramah lingkungan yang menggunakan material bekas konstruksi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif yang data-data dikumpulkan berupa keterangan-keterangan kualitatif dan hasil penelitian tidak dijadikan sebagai generalisasi sebagaimana penelitian kuantitatif (Pohan, 2007). Sumber data penelitian adalah sampling dari para pekerja konstruksi lapangan dengan mengisi kuesioner.

Teknik pengumpulan data penelitian ini sendiri adalah dengan penyebaran kuesioner yang berisi tentang data umum responden, lokasi proyek, data persentase material sisa, penyebab material sisa, dan pencegahan material sisa pekerjaan struktur. Penyebaran kuesioner yang dilakukan adalah dengan menggunakan media *google form* dan metodenya adalah metode pengambilan sampel tanpa probabilitas, yaitu pengambilan sampel dengan asumsi bahwa sampel yang diambil adalah responden dapat memberikan informasi yang tepat karena responden adalah pelaku usaha atau pekerja konstruksi.

Analisis data pada penelitian menggunakan analisis deskriptif dengan uji statistik nonparametik. Dikarenakan data yang diambil dalam penelitian ini berupa kuesioner maka masuk ke dalam tipe data *continue* yang merupakan data hasil pengukuran. Data hasil pengukuran diperoleh dari tes, kuesioner, ataupun alat ukur lain yang sudah terstandar misalkan timbangan, atau skala psikologis yang lain. Pada penelitian ini digunakan analisis SPSS dengan uji korelasi *Rank Spearman* dan *Kendall*.

Berikut merupakan daftar pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner:

1. Bagian I
 - Nama, umur, jabatan, lokasi proyek yang sedang dikerjakan, dan pengalaman kerja responden
 - Menurut anda meminimalisir sisa material suatu hal penting atau tidak dalam pekerjaan konstruksi? Berikan alasannya!
2. Bagian II
 - Berapa persen material kayu, triplek, dan paku yang hilang, terbuang maupun yang tidak digunakan lagi pada pekerjaan bekisting?
 - Berapa persen material besi beton dan kawat bendrat yang hilang, terbuang maupun yang tidak digunakan lagi pada pekerjaan pembesian?
 - Berapa persen material beton *ready mix*, semen, pasir, dan split yang hilang, terbuang maupun yang tidak digunakan lagi pada pekerjaan pengecoran?
3. Bagian III

Berapa sering terjadi kejadian penyebab material sisa (*waste*) pada pekerjaan struktur terhadap:

 - Metode pelaksanaan
 - Sisa pemotongan tidak dapat digunakan lagi,
 - Kesalahan yang dilakukan pekerja,
 - Pengawasan yang kurang intensif,
 - Tidak merencanakan penggunaan material
 - Material terbuang
 - Penyimpanan material
 - Perubahan desain
 - Pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi
 - Pemesanan material melebihi kebutuhan
4. Bagian IV

Berapa sering Tindakan-tindakan berikut dilakukan untuk pencegahan material sisa (*waste*) pada pekerjaan struktur:

 - Melakukan monitoring pekerjaan
 - Meminimalisir terjadinya perubahan spesifikasi material
 - Pemberian informasi dan detail gambar
 - Meminimalisir terjadinya perubahan desain
 - Membuat perencanaan dalam pemasangan material yang digunakan
 - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material
 - Meningkatkan kualitas penyimpanan material
 - Merencanakan pemotongan material
 - Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek

III. HASIL DAN PERANCANGAN

1. Uji Normalitas

Pada penelitian ini didapatkan bahwa data tidak terdistribusi secara normal karena bisa dilihat pada gambar 1 di bawah ini yang menunjukkan Sig. < 0,05 sehingga digunakan statistika non parametrik, yaitu Korelasi Rank Spearman dan Kendall.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Y1	.243	39	.000	.822	39	.000
Y2	.189	39	.001	.823	39	.000
Y3	.241	39	.000	.809	39	.000
Y4	.371	39	.000	.618	39	.000
Y5	.333	39	.000	.707	39	.000
Y6	.288	39	.000	.563	39	.000
Y7	.300	39	.000	.566	39	.000
Y8	.382	39	.000	.525	39	.000
Y9	.337	39	.000	.559	39	.000
X1.1	.248	39	.000	.892	39	.001
X1.2	.312	39	.000	.831	39	.000
X1.3	.195	39	.001	.906	39	.003
X1.4	.171	39	.005	.903	39	.003
X1.5	.154	39	.020	.895	39	.002
X1.6	.188	39	.001	.902	39	.003
X1.7	.218	39	.000	.911	39	.005
X1.8	.188	39	.001	.902	39	.003
X1.9	.252	39	.000	.832	39	.000
X1.10	.206	39	.000	.915	39	.006
X2.1	.305	39	.000	.837	39	.000
X2.2	.213	39	.000	.879	39	.001
X2.3	.261	39	.000	.866	39	.000
X2.4	.196	39	.001	.898	39	.002
X2.5	.268	39	.000	.864	39	.000
X2.6	.246	39	.000	.869	39	.000
X2.7	.204	39	.000	.879	39	.001
X2.8	.298	39	.000	.844	39	.000
X2.9	.295	39	.000	.812	39	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 1. Hasil Uji Normalitas

2. Uji Validitas

Pada penelitian ini dilakukan uji validitas pada variabel Y (persentase material sisa), variabel X1 (penyebab material sisa), dan variabel X2 (tindakan pencegahan material sisa). Dalam penelitian ini jumlah sampel adalah 39 orang sehingga r tabel pada signifikansi 5% adalah sebesar 0,316.

Untuk uji validitas variabel Y ada 9 jenis sub-variabel yang ditinjau, dan hasilnya bisa dilihat pada tabel 1 berikut yang menunjukkan bahwa R hitung untuk ke-9 jenis sub-variabel lebih besar dari 0,316.

Tabel 1. Rangkuman Hasil Uji Validitas Variabel Y

No	R hitung	R tabel	Interpretasi
1	0,910	0,316	Valid
2	0,924	0,316	Valid
3	0,920	0,316	Valid
4	0,649	0,316	Valid
5	0,833	0,316	Valid
6	0,694	0,316	Valid

No	R hitung	R tabel	Interpretasi
7	0,673	0,316	Valid
8	0,759	0,316	Valid
9	0,726	0,316	Valid

Untuk uji validitas variabel X1 ada 10 jenis sub-variabel yang ditinjau, dan hasilnya bisa dilihat pada tabel 2 berikut yang menunjukkan bahwa R hitung untuk ke-10 jenis sub-variabel lebih besar dari 0,316.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Uji Validitas Variabel X1

No	R hitung	R tabel	Interpretasi
1	0,652	0,316	Valid
2	0,500	0,316	Valid
3	0,789	0,316	Valid
4	0,927	0,316	Valid
5	0,800	0,316	Valid
6	0,796	0,316	Valid
7	0,767	0,316	Valid
8	0,591	0,316	Valid
9	0,611	0,316	Valid
10	0,709	0,316	Valid

Untuk uji validitas variabel X2 ada 10 jenis sub-variabel yang ditinjau, dan hasilnya bisa dilihat pada tabel 3 berikut yang menunjukkan bahwa R hitung untuk ke-9 jenis sub-variabel lebih besar dari 0,316.

Tabel 3. Rangkuman Hasil Uji Validitas Variabel X2

No	R hitung	R tabel	Interpretasi
1	0,668	0,316	Valid
2	0,704	0,316	Valid
3	0,843	0,316	Valid
4	0,668	0,316	Valid
5	0,853	0,316	Valid
6	0,751	0,316	Valid
7	0,844	0,316	Valid
8	0,859	0,316	Valid
9	0,777	0,316	Valid

3. Uji Realibilitas

Pada penelitian ini, teknik pengujian realibilitas menggunakan teknik yang sudah dikembangkan oleh *Alpha Cronbach* dan pada uji realibilitas ini, kuesioner dikatakan reliabel jika nilai *Cronbach Alpha* > 0,6 (Ghizali, 2005:129). Terdapat 3 variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel Y (persentase material sisa), variabel X1 (penyebab material sisa), dan variabel X2 (tindakan pencegahan material sisa).

Tabel 4. Hasil Analisis Realibititas Variabel Y pada SPSS

Cronbach's Alpha	N of Items
0,940	9

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai Cronbach Alpha variabel Y di atas 0,6 yaitu 0,940 dengan 9 sub-variabel. Kemudian pada tabel 5 adalah tabel yang menunjukkan hasil analisis Realibititas pada variable X dengan 10 sub-variabel.

Tabel 5. Hasil Analisis Realibititas Variabel X1 pada SPSS

Cronbach's Alpha	N of Items
0,893	10

Didapat bahwa nilai *Cronbach Alpha* untuk variabel X1 adalah 0,893. Sedangkan, tabel 6 adalah gambar yang menunjukkan hasil analisis Realibititas pada variable X2 dengan 9 sub-variabel dengan nilai 0,917.

Tabel 6. Hasil Analisis Realibititas Variabel X2 pada SPSS

Cronbach's Alpha	N of Items
0,917	9

4. Korelasi Penyebab dan Persentase Sisa Material

Setelah kita mengetahui hasil dari persentase, penyebab serta tindakan pencegahan sisa material pada tiga pekerjaan struktur, maka selanjutnya dilakukan korelasi. Penelitian ini menggunakan uji korelasi rank spearman. Uji korelasi rank spearman merupakan bagian dari statistik nonparametric (tidak memerlukan asumsi normalitas dan linearitas)

Persepsi Waste Material	Korelasi	Korelasi									
		Kayu Bekisting	Tipek Bekisting	Paku Bekisting	Besi beton	Bundat	Beton Ready Mix	Demam	Pastr	Sala	
Metode Pelaksanaan	0,089	0,016	0,021	0,054	0,053	0,013	0,200	0,061	0,006	-0,037	
Sisa penanganan	-0,229	-0,223	-0,196	-0,209	-0,232	-0,169	-0,218	-0,236	-0,277		
Kesalahan pekerja	-0,059	-0,051	-0,044	-0,024	-0,058	0,038	0,000	-0,010	-0,036		
Pengawasan tidak sesuai spesifikasi	-0,276	-0,221	-0,100	0,082	0,094	-0,032	0,005	-0,032	-0,106		
Tidak menormakan penggunaan material	-0,296	-0,220	-0,203	0,022	-0,094	-0,100	-0,052	-0,191	-0,157		
Material terbuang	-0,276	-0,287	-0,145	0,029	-0,003	-0,049	0,073	-0,049	-0,125		
Pengawasan material	-0,096	-0,041	0,110	0,205	0,224	0,078	0,075	0,053	-0,052		
Pembelian dan	0,041	0,074	0,271	0,267	0,276	0,058	0,437	0,339	0,372		
Pengawasan yang tidak sesuai spesifikasi	-0,224	-0,225	-0,195	-0,085	-0,022	-0,170	-0,098	-0,022	-0,119		
Pembelian material melebihi kebutuhan	-0,153	-0,130	-0,057	-0,050	-0,034	-0,074	0,082	0,010	-0,071		

Gambar 2. Uji Rank Spearman

Pada metode pelaksanaan kayu bekisting, nilai sig adalah 0,010 (<0,05) yang berarti antara persentase sisa material kayu bekisting dengan penyebab sisa material dalam metode pelaksanaan mempunyai korelasi. Adapun, nilai korelasi untuk pekerjaan kayu bekisting terhadap metode pelaksanaan adalah 0,406 yang berarti kekuatan hubungan korelasinya cukup berpengaruh. Sedangkan untuk nilainya adalah negatif, sehingga hubungan kedua variabel tidak searah.

Hasil korelasi pada gambar 2 menunjukkan 10 penyebab sisa material dan hubungannya dengan 9 jenis material pekerjaan struktur dan dilakukan rekapan hasil uji Spearman untuk mengetahui signifikansi, kekuatan hubungan, dan arah hubungan yang dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.

No.	Penyebab Waste Material	Pekerjaan Struktur								
		Kayu Bekisting	Tipek Bekisting	Paku Bekisting	Besi beton	Bundat	Beton Ready Mix	Demam	Pastr	Sala
1	Metode pelaksanaan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
2	Sisa penanganan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3	Kesalahan pekerja	T	T	T	T	T	T	T	T	T
4	Pengawasan tidak sesuai spesifikasi	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	Tidak menormakan penggunaan material	T	T	T	T	T	T	T	T	T
6	Material terbuang	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7	Pengawasan material	T	T	T	T	T	T	T	T	T
8	Pembelian dan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
9	Pembelian material melebihi kebutuhan	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Gambar 3. Rekapan Kekuatan Hubungan Korelasi Tindakan Pencegahan dan Persentase Sisa Material

Gambar 3 menunjukkan bahwa material pekerjaan struktur yang berkorelasi paling banyak terhadap tindakan pencegahan adalah pekerjaan bekisting yaitu 4 korelasi dengan tingkat hubungan cukup kuat.

No	Persepsi Waste Material	Pekerjaan Struktur								
		Kayu Bekisting	Tipek Bekisting	Paku Bekisting	Besi beton	Bundat	Beton Ready Mix	Demam	Pastr	Sala
1	Metode pelaksanaan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
2	Sisa penanganan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3	Kesalahan pekerja	T	T	T	T	T	T	T	T	T
4	Pengawasan tidak sesuai spesifikasi	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5	Tidak menormakan penggunaan material	T	T	T	T	T	T	T	T	T
6	Material terbuang	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7	Pengawasan material	T	T	T	T	T	T	T	T	T
8	Pembelian dan	T	T	T	T	T	T	T	T	T
9	Pembelian material melebihi kebutuhan	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Gambar 4. Rekapan Arah Hubungan Kedua Variabel

Gambar 4 menunjukkan bahwa arah hubungan kedua variabel antara jenis pekerjaan struktur yang menyebabkan sisa material dan 10 penyebab sisa material.

5. Jenis Persentase Material Sisa

Berikut adalah diagram sisa material berdasarkan pekerjaan dan jenis material yang dijelaskan pada gambar 5, gambar 6, dan gambar 7 berikut.



Gambar 5. Diagram Persentase Sisa Material Pekerjaan Bekisting



Gambar 6. Diagram Persentase Sisa Material Pekerjaan Pembesian



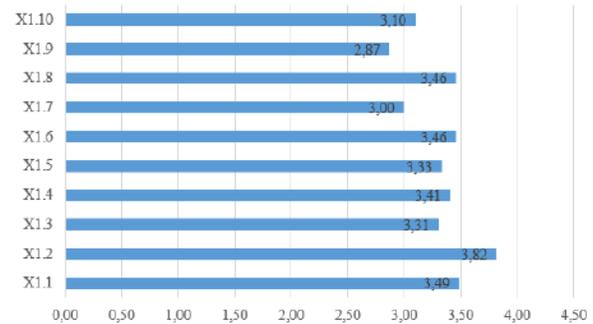
Gambar 7. Diagram Persentase Sisa Material Pekerjaan Pengecoran

6. Penyebab Material Sisa

Pada gambar 8 menunjukkan ada 10 penyebab sisa material, antara lain:

- X1.1 = metode pelaksanaan
- X1.2 = sisa pemotongan tidak dapat digunakan lagi

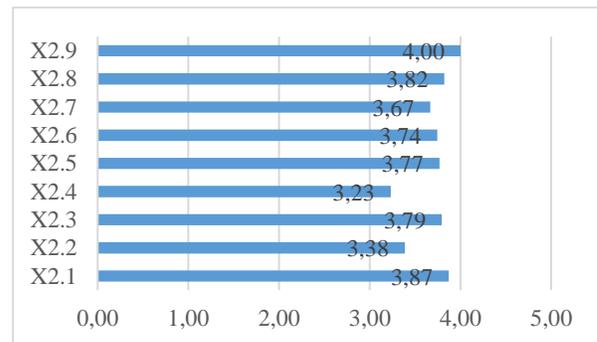
- X1.3 = kesalahan yang dilakukan pekerja
- X1.4 = pengawasan yang kurang intensif
- X1.5 = tidak merencanakan penggunaan material
- X1.6 = material terbuang
- X1.7 = penyimpanan material
- X1.8 = perubahan desain
- X1.9 = pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi
- X1.10 = pemesanan material yang melebihi kebutuhan



Gambar 8. Diagram Penyebab Sisa Material

7. Tindakan Pencegahan

Menurut Ling dan Nguyen (2013), suatu pekerjaan konstruksi diharuskan memiliki cara pengelolaan sisa material. Hal ini dibutuhkan untuk meminimalisir terjadinya sisa material konstruksi.



Gambar 9. Diagram Tindakan Pencegahan Sisa Material

Gambar 9 menunjukkan ada 9 tindakan pencegahan dalam proyek konstruksi, antara lain:

- X1.1 = monitoring pekerjaan
- X1.2 = meminimalisir perubahan spek material
- X1.3 = pemberian informasi dan detail gambar
- X1.4 = meminimalisir perubahan desain
- X1.5 = merencanakan material yang digunakan
- X1.6 = meningkatkan kesadaran pekerja
- X1.7 = meningkatkan kualitas simpan material
- X1.8 = merencanakan pemotongan material
- X1.9 = koordinasi antar pekerja proyek konstruksi

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan: bahwa sisa material konstruksi pada pekerjaan struktur yang memiliki kuantitas terbesar, yaitu sisa material paku pada pekerjaan bekisting yaitu sebesar 41%, kawat bendrat pada pekerjaan pembesian sebesar 58%, dan pasir dan batu split pada pekerjaan pengecoran yaitu sebesar 27%.

Kemudian, adapun faktor utama dari penyebab besarnya sisa material konstruksi pekerjaan struktur adalah dikarenakan sisa pemotongan yang tidak dapat digunakan kembali, perubahan desain, dan metode pelaksanaan konstruksi.

Adapun, bentuk tindakan pencegahan yang dapat meminimalisir persentase sisa material konstruksi pada pekerjaan struktur adalah melakukan pengecekan secara berkala (monitoring) dan meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asiyanto, (2005). *Manajemen Produksi untuk Jasa Konstruksi*. PT Pradnya Paramita, Jakarta
- [2] I Putu Artama Wiguna, (2009). *Analisis Penanganan Material Waste Pada Proyek Perumahan di Surabaya*. Jurnal.
- [3] Novinda, (2016). *Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang)*. Jurnal
- [4] Jailoon, L., Poon, C.S., dan Chiang, Y.H., (2009). *Quantifying The Waste Reduction Potential of Using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong*, Waste Management, hal 309-320.
- [5] Pohan Rusdian, (2007). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Ar-Rijal Institute dan Lanarkka Publisher. Yogyakarta.
- [6] Ghozali, Imam. (2005). *Aplikasi Analisis Multivarians dengan Program SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.



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

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 1 | JUNI 2023

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., IPM.

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

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 1, Edisi Juni 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2023 kali ini berisi 10 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan berubahnya status covid-19 menjadi endemi, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas Jurnal, Jurnal Technologic berencana mengajukan akreditasi, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar rencana tersebut dapat segera terwujud.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN ALAT BANTU PEMESINAN UNTUK MEMPERCEPAT PROSES PENGHALUSAN RIB MODEL X PADA LINI PEMESINAN OUTER TUBE	1
Herry Syaifullah dan Muhammad Alfattah	
RANCANG BANGUN ALAT BANTU PEMASANGAN SPRING PISTON BRAKE NO 1 PADA AUTOMATIC TRANSAXLE DENGAN METODE PERANCANGAN FRENCH	9
Stevanus Brian Kristianto, Yohanes P. Agung Purwoko, Andreas Edi Widyartono	
MENURUNKAN WAKTU PADA PROSES PENGISIAN GREASE BEARING RODA UNIT QUESTER SAAT SERVICE REM DI BENGKEL UD TRUCKS ABC	17
Yohanes P. Agung Purwoko, Yohanes Aprilus Alfando, Elroy FKP Tarigan	
MENGURANGI WAKTU PROSES DI STASIUN KERJA MANUAL INSERT DENGAN PERBAIKAN SISTEM KERJA PADA LINE SMT DI PT. A	23
Nensi Yuselin, Dimas Lefi Dzulqarnain	
SISTEM ANDON UNTUK MEMANTAU PEMAKAIAN CUTTING TOOL BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA LINI PRODUKSI DI PT ABCD	30
Surawan Setiyadi, Heru Suprpto, dan Dimas Alvian	
ANALISIS PENYEBAB CACAT POROSITAS PADA CORAN AKIBAT PENGARUH DIMENSI RISER PADA PISTON BENSIN	37
Agung Kaswadi, Galang Panji Satrio , dan Hario Sukoco	
SIMULASI DESAIN GRAPHICAL USER INTERFACE UNTUK MONITORING MESIN UJI TEKANAN PORTABEL SECARA REALTIME	45
Sylvia Hadiani Wijayanti, Y.B. Adyapaka Apatya, dan Exga Dinasty Grafika	
PENGARUH CLASH DETECTION PADA BIAYA PEMBANGUNAN APARTEMEN DI JAKARTA	52
Sofian Arissaputra, Yaya	
SIMULASI MONTE CARLO DAN REAL OPTION VALUATION PADA PERHITUNGAN KELAYAKAN FINANSIAL DORMITORY POLITEKNIK ASTRA	59
Cintri Anjani Rahmada Putri, Andry Wisnu Prabowo	
PERBANDINGAN ANTARA PATCHING HOTMIX ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (ACBC) DAN PATCHING CEMENT TERHADAP MUTU DAN BIAYA PADA PERBAIKAN RIGID PAVEMEN 67	
Dica Rosmyanto, Kartika Setiawati	

SIMULASI MONTE CARLO DAN REAL OPTION VALUATION PADA PERHITUNGAN KELAYAKAN FINANSIAL DORMITORY POLITEKNIK ASTRA

Cintri Anjani Rahmada Putri¹, Andry Wisnu Prabowo²

1,2. Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail : cintri.putri@polytechnic.astra.ac.id¹, andry.wisnu@polytechnic.astra.ac.id²

Abstract--Monte Carlo simulation is a method used in modeling and analyzing systems that contain risk and uncertainty. In the field of project management, Monte Carlo simulation can quantify the consequences of risks and uncertainties that commonly occur in the cost of a project. The Real Option method is a project valuation method that can contain an element of uncertainty as well as an investment strategy for the project to be executed. This uncertainty is characterized by changes in project value over time. So this method was chosen to assist in determining more realistic project financing expectations. This paper applies three methods, namely the Net Present Value (NPV) method, Monte Carlo, and the binomial lattice model, to simulating project financing using the Microsoft Excel program. The results of the NPV calculation obtained a value of Rp. 21,625,080,782. The accuracy of the Monte Carlo simulation results in this paper is shown by an error rate of 2% with a result of IDR 11,784,060,280, and the ROV analysis results show a value of IDR 21,263,000,000. Thus, the smallest NPV value is obtained in the Monte Carlo calculation.

Keywords: net present value, Monte Carlo, real option valuation, binomial lattice

Abstrak--Simulasi Monte Carlo adalah metode yang digunakan dalam memodelkan dan menganalisa sistem yang mengandung resiko dan ketidakpastian. Pada bidang manajemen proyek, simulasi Monte Carlo dapat mengkuantifikasi akibat-akibat dari resiko dan ketidakpastian yang umum terjadi biaya sebuah proyek. Metode Real Option merupakan metode valuasi proyek yang dapat mengandung unsur ketidakpastian dan juga strategi investasi pada proyek yang akan dijalankan. Ketidakpastian ini ditandai dengan adanya perubahan nilai proyek dari waktu ke waktu. Sehingga metode ini dipilih untuk membantu dalam menentukan ekspektasi pembiayaan proyek yang lebih realistis. Tulisan ini mengaplikasikan tiga metode yaitu metode Net Present Value (NPV), Monte Carlo dan model binomial lattice dalam mensimulasikan pembiayaan sebuah proyek dengan menggunakan program Microsoft Excel. Hasil dari perhitungan NPV didapatkan nilai Rp21.625.080.782, -. Akurasi hasil simulasi Monte Carlo pada tulisan ini ditunjukkan oleh tingkat kesalahan sebesar 2% dengan hasil Rp 11.784.060.280, - dan hasil analisis ROV menunjukkan nilai Rp 21.263.000.000,-. Sehingga, nilai NPV paling kecil didapatkan pada perhitungan Monte Carlo.

Kata kunci: Net Present Value, Monte Carlo, Real Option Valuation, Binomial Lattice

I. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung kampus maupun pembangunan proyek untuk kepentingan pendidikan jarang dilakukan studi kelayakan karena tujuan pendidikan bukanlah untuk mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya, tidak seperti halnya proyek komersial apartemen, hotel, dan sebagainya. Namun institusi pendidikan juga membutuhkan keuntungan supaya bisa bertahan dan keuntungan tersebut dipakai sebagai biaya operasional maupun pengembangan pendidikan itu sendiri.

Proyek pembangunan *dormitory* ini mempunyai kapasitas 392 mahasiswa dengan biaya sebesar Proyek ini merupakan proyek yang dilaksanakan oleh PT. B selaku kontraktor, untuk memastikan tujuan dari pembangunan gedung baru kampus X tercapai maka perlu dilakukan analisis kelayakan dengan

menggunakan nilai *Net Present Value* (NPV) yang lebih besar dari nol.

Dalam melakukan analisis kelayakan finansial perlu adanya manajemen risiko karena ketidakpastian dan dinamika yang terjadi selama umur investasi, metode yang kerap digunakan dalam proses analisis risiko adalah simulasi Monte Carlo dan *Real Option Valuation* (ROV). Perhitungan ini meninjau keseluruhan dari pembangunan gedung *dormitory* A dan rencana pengembangan *dormitory* B.

Ide penelitian ini diambil dari Fadjar (2008) mengenai Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek dan penelitian Andrean (2017). mengenai Penerapan Real Option Analysis dengan Perubahan Volatilitas dalam Menentukan Nilai Proyek Pertambahan. Penelitian sebelumnya hanya mencantumkan satu metode Monte Carlo atau ROV

saja. Sehingga penelitian ini merupakan pengembangan dengan menggabungkan tiga metode yaitu NPV, Monte Carlo dan ROV untuk mengetahui nilai kelayakan finansial yang mendekati sebenarnya dengan memasukkan faktor risiko.

1.1. Rumusan Masalah

Menurut uraian latar belakang tersebut, maka pada pengkajian ini rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana perhitungan kelayakan finansial dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) pada proyek *Dormitory*?
2. Bagaimana perbandingan nilai dari perhitungan kelayakan finansial dengan tiga metode (NPV, *Monte Carlo*, dan ROV)?

1.2. Tujuan Penelitian

Menurut rumusan permasalahan tersebut, maka tujuan dari pengkajian ini ialah:

1. Menghitung kelayakan finansial dengan *Net Present Value* (NPV) pada proyek *dormitory*.
2. Membandingkan nilai dari perhitungan kelayakan finansial dengan tiga metode (Ekonomi Teknik Konvensional/NPV, *Monte Carlo*, dan ROV).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah metodologi analisis ilmiah yang merupakan analisis kuantitatif, karena penelitian ini menghitung ulang dan menguji teori-teori yang timbul. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yakni tahapan pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan tahap penyusunan laporan. Pada tahapan tersebut dilakukan studi literatur mengenai studi kelayakan finansial, *forecasting*, *Real Option Valuation*, dan *Monte Carlo*. Untuk peramalan income dan outcome beberapa tahun mendatang menggunakan metode *forecasting*. Sementara itu, untuk mengidentifikasi risiko-risiko investasi dan uncertainty factor menggunakan metode *Monte Carlo* dan *Real Option Valuation* (ROV).

Perhitungan kelayakan finansial *dormitory* ini memperhatikan kapasitas jumlah mahasiswa, biaya operasional, dan kenaikan biaya sewa per tahun. Langkah-langkah dalam menghitung aliran kas *dormitory* adalah:

1. Perhitungan peramalan/proyeksi komponen *income* dan *outcome* menggunakan metode *forecasting*. Tahapan memilih metode *forecasting* adalah:
 - Mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

- Menentukan jangka waktu peramalan. Dalam penelitian ini jangka waktu peramalan yaitu 20 tahun (*Long-range forecast*).
 - Menentukan pola data yang terbentuk. Dalam penelitian ini pola yang terbentuk yaitu *Horizontal/Stationary/Random variation*: Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus.
 - Berdasarkan pola data dan horizon waktu, maka metode yang dipilih adalah *Single Moving Average*. Metode *Single Moving Average* (rata-rata bergerak tunggal) adalah metode peramalan perataan nilai dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, kemudian dengan menggunakan rata-rata tersebut sebagai data untuk meramalkan periode berikutnya.
2. Menerapkan metode yang sudah ditetapkan dan melakukan prediksi pada data untuk beberapa waktu yang akan datang.
 3. Membuat *cash flow* dan schedule pengembangan *dormitory* dengan menggunakan metode NPV.
 4. Analisis risiko investasi dengan menggunakan metode *Monte Carlo* dan *Real Option Valuation* (ROV).

Diagram alir perhitungan *dormitory* digambarkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Perhitungan analisis kelayakan finansial dilakukan dengan menggunakan metode NPV, NPV adalah

selisih antara nilai sekarang (neto) dari pemasukan dan pengeluaran proyek. Apabila nilai NPV:
 NPV > 0, proyek menguntungkan (layak)
 NPV < 0, proyek tidak menguntungkan (tidak layak)
 NPV = 0, berarti netral atau berada pada Break Even Point (BEP).

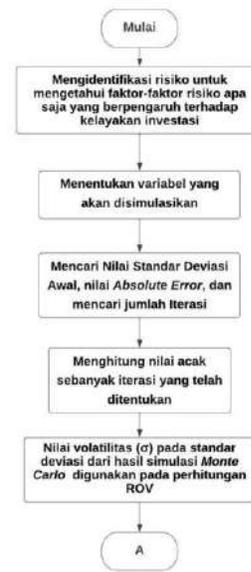
Setelah melakukan perhitungan NPV, selanjutnya akan dilakukan analisis risiko investasi dengan tahapan:

1. Mengidentifikasi risiko untuk mengetahui faktor-faktor risiko apa saja yang berpengaruh terhadap kelayakan investasi.
2. Setelah mengetahui faktor risiko apa maka dilakukan simulasi *Monte Carlo* untuk mengetahui seberapa besar risiko tersebut mempengaruhi kelayakan investasi. Berikut ini adalah tahapan dalam menerapkan teknik *Monte Carlo*:
 - a. Menentukan variabel yang akan disimulasikan
 - b. Mencari Nilai Standar Deviasi Awal dan *Absolute Error* dengan cara menghitung MAE (*Mean Absolute Error*) yaitu rata-rata selisih mutlak nilai sebenarnya (aktual) dengan nilai prediksi (peramalan). Langkah-langkah menghitung MAE menggunakan *Microsoft Excel* yaitu:
 - Memasukkan data aktual (A_i) dan data hasil peramalan (F_i).
 - Menghitung kesalahan absolut (*absolute error*) pada setiap baris pada kolom selanjutnya
 - Kesalahan absolut dihitung pada setiap baris, dimana rumus yang digunakan adalah:

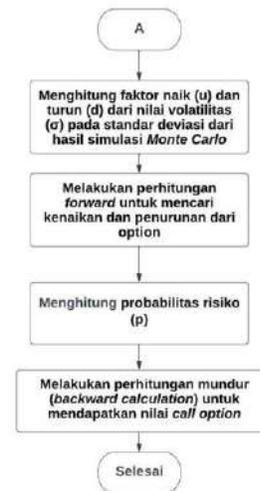
$$|A_i - F_i|$$
 - Menghitung rata-rata kesalahan absolut (*mean absolute error*).
 - c. Mencari jumlah Iterasi
 - d. Menghitung nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan

3. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *Real Option Valuation* (ROV). Nilai volatilitas (σ) pada standar deviasi dari hasil simulasi *Monte Carlo* akan digunakan pada perhitungan ROV.

Berikut merupakan Langkah-langkah perhitungan analisis risiko dengan metode *Monte Carlo* dan ROV dijabarkan pada Gambar 2 dan 3 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Analisis *Monte Carlo*



Gambar 3. Diagram Alir Analisis ROV

III.HASIL DAN PERANCANGAN

Berdasarkan aliran kas pada dormitory, maka dapat dihitung nilai *Net Present Value* (NPV). Untuk menghitung NPV maka diperlukan perhitungan *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) sebagai tingkat pengembalian modal. Sumber dana investasi 100% dari modal sendiri, tingkat pengembalian modal sendiri yaitu:

$$= \text{safe rate} \pm \text{risiko}$$

$$= 2,75 \pm (1,5 \times 2,75) = 6,875\%$$

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR)

sebesar 6,875%. Pembangunan *dormitory* tower A dan B membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 238.632.332.722, - dengan asumsi masa investasi 20 tahun.

Berdasarkan harga sewa awal yaitu Rp 650.000, - per bulan didapat nilai NPV dengan proyeksi 20 tahun sebesar Rp -215.620.596.862, -. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian perhitungan hingga nilai NPV mendekati 0 dengan proyeksi 20 tahun yaitu Rp 21.625.080.782 -. Penyesuaian itu didapatkan kenaikan harga sewa pada tahun ke-2 sampai tahun ke-5 sebesar 10% per tahun. Setelah dilakukan pengembangan *dormitory* tower 2 maka harga sewa harus mengalami kenaikan 20% per tahun pada tahun ke-6 sampai akhir periode investasi yaitu tahun ke-20.

3.1. Simulasi Monte Carlo

Dari hasil perhitungan kelayakan investasi di atas, akan dilakukan analisis risiko dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui apa saja faktor risiko dan

seberapa besar pengaruhnya terhadap kelayakan investasi yang akan dilakukan. Nilai volatilitas (σ) pada standar deviasi dari hasil simulasi *Monte Carlo* akan digunakan pada perhitungan ROV.

Pada simulasi ini ada aspek yang memiliki risiko cukup besar untuk mempengaruhi kelayakan investasi, yaitu biaya konstruksi. Pada biaya konstruksi bisa saja terjadi kenaikan yang cukup signifikan karena kenaikan bahan material maupun upah pekerja maka biaya konstruksi dapat dianggap sebagai salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap kelayakan investasi tersebut.

Berikut ini adalah tahapan dalam menerapkan teknik Monte Carlo:

1. Menentukan variabel yang akan disimulasikan
Yang akan disimulasikan adalah sebuah *dormitory* dengan 20 tahun masa investasi. Setiap tahunnya memiliki total biaya dalam batasan yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Discounted Cash Flow* (DCF) minimum dan maksimum *dormitory*

Tahun	DCF Maksimum	DCF Minimum
0	(158.286.432.721,74)	(158.286.432.721,74)
1	(169.806.710,61)	(169.806.710,61)
2	94.548.838,71	94.548.838,71
3	363.943.058,83	363.943.058,83
4	624.102.287,34	624.102.287,34
5	(56.784.690.314,15)	(76.516.730.021,79)
6	3.246.691.988,61	3.246.691.988,61
7	4.386.988.937,47	4.386.988.937,47
8	5.619.618.372,23	5.619.618.372,23
9	6.958.988.027,46	6.958.988.027,46
10	8.364.845.854,51	8.364.845.854,51
11	10.023.644.615,21	10.023.644.615,21
12	11.656.528.237,45	11.656.528.237,45
13	13.731.537.858,71	13.731.537.858,71
14	15.883.480.343,43	15.883.480.343,43
15	18.229.417.253,56	18.229.417.253,56
16	20.921.034.128,77	20.921.034.128,77
17	23.871.698.232,31	23.871.698.232,31
18	27.160.189.171,45	27.160.189.171,45
19	30.829.572.754,39	30.829.572.754,39
20	34.899.180.567,78	34.899.180.567,78
Grand Total	21.625.080.781,71	1.893.041.074,06
Total	23.518.121.855,77	
rata-rata	11.759.060.927,89	
$x - \hat{x}$	9.866.019.853,82	(9.866.019.853,82)
$(x - \hat{x})^2$	97.338.347.756.015.400.000,00	97.338.347.756.015.400.000,00

2. Mencari nilai standar deviasi awal dan *absolute error*

Nilai Standar Deviasi (SD) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \hat{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (194.676.695.512.031.000.000)}{2}} = 9.866.019.854$$

Nilai kesalahan absolut dalam penelitian ini adalah 2% artinya toleransi kesalahan yang dapat diterima hanya sebesar 2%. Nilai *absolute error*

didapatkan dari menghitung MAE (*Mean Absolute Error*) yaitu rata-rata selisih mutlak nilai sebenarnya (aktual) dengan nilai prediksi (peramalan). Semakin besar toleransi kesalahan, maka semakin besar nilai *absolute error*. Nilai *absolute error* dihitung menggunakan rumus:

$$\epsilon = \frac{\hat{x}}{\left(\frac{1}{2\%}\right)} = \frac{11.759.060.928}{\left(\frac{1}{2\%}\right)} = 235.181.219$$

3. Mencari jumlah Iterasi

Setelah memperoleh nilai deviasi standar (σ) dan nilai kesalahan (ϵ), selanjutnya dapat menghitung jumlah iterasi yang diperlukan untuk menghasilkan nilai kesalahan $\leq 2\%$ dengan formula sebagai berikut:

$$N = \left(\frac{3x\sigma}{\epsilon}\right)^2 = \left(\frac{3x \ 9.866.019.854}{235.181.219}\right)^2 = 15.838,76 \approx 15.839$$

Hasil dari perhitungan matematis, diperlukan 15.839 kali iterasi dalam proses simulasi.

4. Menghitung nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan

Di tahap ini, perlu mengulangi seluruh perhitungan nilai acak sebanyak 15.839 kali untuk setiap variabel yang disimulasikan dengan rumus excel

=RAND()*(DCF maksimum - DCF minimum) + DCF minimum. Setelah mengeluarkan data hasil dari simulasi, data tersebut akan diolah untuk dihitung nilai standar deviasi.

Tabel 2. Perhitungan nilai acak

Tahun	1	2	19	20	total	Standaridize	
DCF Maksimum	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	21.625.080.781,71		
DCF Minimum	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	1.893.041.074,06		
Iterasi 1	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	12.058.238.901,97	0,05	
Iterasi 2	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	17.231.119.914,44	0,96	
Iterasi 3	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	15.017.080.918,26	0,57	
Iterasi 15836	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	9.853.496.130,94	(0,34)	
Iterasi 15837	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	13.737.964.463,80	0,34	
Iterasi 15838	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	5.770.442.720,96	(1,06)	
Iterasi 15839	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	8.956.062.830,17	(0,50)	
					Rata-rata	11.784.060.280,36	0,99997
					min	1.893.984.187,14	
					max	21.624.793.093,96	
					SD	5.693.238.984,70	

Pada Tabel 2 data hasil dari simulasi akan dilakukan standardize yaitu data dinormalkan dari suatu distribusi yang dikarakterisasi oleh rata-rata dan simpangan baku. Setelah semua data hasil simulasi 15.839 kali percobaan, dicari nilai standar deviasi sesuai dengan Tabel 2 dengan hasil standar deviasi yaitu 1,000000. Sehingga nilai standar deviasi yang akan digunakan kedalam perhitungan ROV adalah 1 atau 100%.

3.2. Analisis *Real Option Valuation* (ROV) dengan Perhitungan *Binomial Lattice*

Perhitungan investasi yang menggunakan metode *Net Present value*, belum memperhitungkan faktor risiko. Oleh karena itu, perlu adanya perhitungan investasi dengan metode *real option valuation* (ROV) dengan memperhitungkan unsur ketidakpastian. Dalam perhitungan ini dibagi menjadi dua metode perhitungan yaitu forward calculation dan

backward calculation. Berikut merupakan perhitungan ROV.

3.3. *Forward Calculation*

Unsur ketidakpastian yang digunakan pada perhitungan ROV didapat dari standar deviasi (σ) hasil simulasi *Monte Carlo* terhadap NPV sebesar 100% yang dapat dilihat pada Tabel 2. Jangka waktu opsi (T) sama dengan perhitungan jangka waktu perhitungan NPV yaitu 20 tahun. Diasumsikan terdapat 10 langsung lattice (n) sehingga didapatkan $\Delta T = 2$, hal ini menunjukkan bahwa ukuran langkah lattice adalah 2 tahun. Lalu dicari untuk faktor naik (u) dan turun (d) sebagai berikut:

$$u = e^{100\% \sqrt{2}} = 4,11325$$

$$d = e^{-100\% \sqrt{2}} = 0,24312$$

Setelah didapatkan faktor naik dan turun, maka dilakukan perhitungan forward untuk mencari kenaikan dan penurunan dari option. NPV pada perhitungan ini sebesar Rp 21.625.080.782.

Perhitungan mundur akan dilakukan mulai dari tahun ke 20 dengan mencari nilai maksimum antara *option to abandon* atau *continuing*. *Option to abandon* adalah opsi dimana investasi berakhir tanpa nilai atau 0 jika nilai option (NPV) lebih kecil dari *strike price*. *Continuing* adalah opsi dimana untuk melanjutkan investasi jika nilai option lebih besar dari *strike price*.

Hasil dari perhitungan ROV menunjukkan bahwa dengan adanya nilai standar deviasi sebesar 100% yang didapat dari simulasi *monte carlo* ke dalam perhitungan investasi dapat memberikan dampak pengurangan nilai NPV dibandingkan menggunakan metode *Discounted Cash Flow*. Dari hasil perhitungan menunjukkan nilai NPV yang semula Rp 21.625.080.782, - mengalami penurunan sebesar 2% menjadi Rp 21.263.000.000,-. Berikut adalah hasil dari perhitungan ketiga metode yang dituangkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan metode NPV, Monte Carlo, dan ROV

IV. KESIMPULAN

Pembangunan dormitory kampus X membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 238.632.332.722, - dengan asumsi masa investasi 20 tahun. Dari perhitungan aliran kas dan penyesuaian harga sewa didapatkan nilai analisis kelayakan *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 21.625.080.782, -. Jadi dengan menggunakan asumsi yang telah ditentukan, nilai NPV dinyatakan layak secara finansial dengan NPV > 0. Nilai NPV paling besar didapatkan pada saat perhitungan dengan metode *discounted cash flow* yaitu sebesar Rp 21.625.080.782, -, dimana pada saat perhitungan tidak memasukkan faktor risiko yang ada. Pada saat perhitungan menggunakan simulasi monte carlo sudah memasukkan faktor risiko sehingga dapat mempengaruhi hasil perhitungan NPV yaitu menjadi Rp 11.784.060.280, -, dan hasil dari perhitungan ROV menunjukkan nilai NPV mengalami penurunan sebesar 2% menjadi Rp 21.263.000.000,-. Nilai NPV paling kecil didapatkan pada perhitungan *Monte Carlo*. Sehingga, untuk perhitungan kelayakan

finansial suatu proyek dapat menggunakan metode *Monte Carlo* karena sudah memasukkan faktor risiko.

V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam Pangestu, Elgi, dkk. (2018). "Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan Black-Scholesmerton Formula Pada Proyek Tambang Bijih Besi". Jurnal Bina Tambang Volume 3, Nomor 1, ISSN:2302-333, Februari 2018.
- [2] Andrean, Dean dkk. (2017). "Penerapan Real Option Analysis dengan Perubahan Volatilitas dalam Menentukan Nilai Proyek Pertambangan". Jurnal Bunga Rampai Forum Peneliti Muda Indonesia 2017.
- [3] Arvanitis, Stavros., and Estevez, Leticia. (2018). Feasibility Analysis and Study. The ASEAN USAID (IKE). 1992. Intensitas Konsumsi Energi.
- [4] Fadjr, Adnan. (2008). Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek. Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 4, Nopember 2008, 222 – 227.
- [5] Febita S., & Taufik H. (2016). Studi Kelayakan Teknis Dan Finansial Proyek Pembangunan Hotel X Pekanbaru. Jom FTEKNIK Volume 3 No. 1 Februari 2016, 2-6.
- [6] Gaol, Leonardo Andos Roganda L., & Rahmawati, Farida. (2013). Analisa Kelayakan Teknis dan Finansial pada Proyek Apartemen Dian Regency
- [7] Surabaya. Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, (2013), 58-61.
- [8] Hariri, Fajar Rohman. (2016). "Metode Least Square Untuk Prediksi Penjualan Sari Kedelai Rosi". Jurnal SIMETRIS, Vol 7 No 2 November 2016 ISSN: 2252-4983.
- [9] Heizer, Jay., and Render, Barry. (2011). Operations Management. Edisi Kesembilan Buku Dua. Jakarta: Salemba Empat.
- [10] Juwana, Jimmy S. (2005). Panduan Sistem Bangunan Tinggi. Jakarta : Erlangga.
- [11] Leonardo Andos Roganda L. Gaol, Farida Rahmawati. (2013). "Analisa Kelayakan Teknis dan Finansial pada Proyek Apartemen Dian Regency Surabaya". Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539.
- [12] Lusiana, Anna dan Popy Yuliarti. (2020). "Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap di PT X". Jurnal Teknik Industri ITN Malang E-ISSN: 2615 – 3866.
- [13] Oprea, A. (2010). The importance of investment feasibility analysis. Journal of Property Investment & Finance, 28(1), 58-61.
- [14] Prasetya, H, F. S. H, and Sugiyarto. (2017). "Analisis Teknis dan Finansial Proyek

- Pembangunan Apartemen U-Residence 3 Karawaci Tangerang Selatan”, Vol. 5 No. 3, 2017 : 990–998
- [15] Satyarini, Ria. (2007). “Menentukan Metode Peramalan Yang Tepat”. Jurnal Bina Ekonomi Majalah Ilmiah Fakultas Ekonomi Unpar Volume 11, Nomor 1, Januari 2007.
- [16] Sofyan, D.K. (2013). Perencanaan & Pengendalian Produksi. Lhoksemawe NAD: Graha Ilmu.
- [17] Putri, CAR. (2023). Analisis kelayakan finansial pembangunan tahap II gedung baru kampus x di Cikarang, Tesis Program Magister, Universitas Tarumanagara.

PENGARUH CITRA MEREK TERHADAP PEMBELIAN PRODUK FASHION

Heidi Surya Utama¹, Cintri Anjani Rahmada Putri², Isabella³

¹Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: heidi.345210003@stu.untar.ac.id

²Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: cintrianjani19@gmail.com

³Jurusan Hukum, Universitas Tarumanagara Jakarta
Email: isabellamerlinanjani23@gmail.com

ABSTRACT

In the current era, there is a lot of competition for fashion products, so many local and international brands make marketing strategies to achieve the desired target. Fashion is a product that is in great demand from various circles. The purpose of this study was to determine the effect of brand image on purchasing decisions of fashion products. This type of research is filling out a questionnaire, with a total of 59 respondents from various circles. The data collection technique in this study uses google form as a questionnaire. Based on the results of research analysis brand image and product quality have a positive influence on purchasing decisions of a fashion product itself, based on available data Price is the main determinant in making purchasing decisions for a fashion product. The conclusion of this study is that a product first sees the price before the brand and the quality to be purchased.

Keywords: brand image ; price ; decision-making ; fashion

ABSTRAK

Pada era sekarang ini kondisi persaingan terhadap produk fashion sangat banyak, sehingga banyak brand local maupun internasional membuat strategi marketing untuk mencapai target yang diinginkan. Fashion merupakan suatu produk yang sangat diminati dari berbagai kalangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh citra merek terhadap keputusan pembelian produk fashion. Tipe penelitian ini adalah melakukan pengisian kuesioner dengan jumlah responden 59 orang dari berbagai kalangan. Teknik pengumpulan data yang berada di dalam penelitian ini menggunakan media google form sebagai kuesioner. Berdasarkan dari hasil analisis penelitian, citra merek dan kualitas produk memiliki pengaruh positif terhadap keputusan dari pembelian suatu produk fashion itu sendiri, berdasarkan data yang ada harga adalah penentu utama dalam pengambilan keputusan pembelian suatu produk fashion. Kesimpulan dari penelitian ini adalah suatu produk pertama kali melihat harga sebelum merek dan kualitas dari barang yang akan dibeli.

Kata Kunci: citra merek ; harga ; pengambilan keputusan ; fashion

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di Indonesia citra suatu produk sangatlah penting yang di mana dapat ditinjau dari suatu persaingan yang ada di pasaran saat ini, salah satu contohnya adalah pada suatu produk fashion. Di dalam varian produk fashion yang ada pada saat ini menjadi dorongan bagi konsumen untuk melakukan penentuan dalam pengambilan keputusan saat menentukan suatu brand yang menurut mereka memenuhi suatu dasar penilaian pada sebuah produk fashion yang mereka akan miliki (Abdullah, 2013).

Persaingan tersebut akan terus-menerus berkelanjutan dikarenakan ada beberapa merek lama terus mengembangkan dan menghasilkan produk-produk baru dengan berbagai macam pilihan seperti : H&M, Kenzo, LV, Ballenciaga, Gucci, dan masih banyak lagi. Persaingan tersebut juga dapat dibuktikan dengan penguasaan dari target marketing pada produk Fashion ini. Persaingan tersebut akan terus berlanjut karena sejumlah merek baru terus bermunculan dengan berbagai macam pilihan. Banyaknya persaingan di suatu pasar fashion di Indonesia mendorong para pecinta dari produk fashion untuk melakukan berbagai cara agar bisa bersaing dengan yang lain. Pengusaha yang menekuni dunia fashion ini saling bersaing serta melakukan berbagai

macam cara untuk mendapatkan target pasar yang mereka inginkan serta dapat memberi kepuasan kepada target pasar yang telah mereka dapatkan (Gaspersz, 1997).

Para pembeli yang ada di dalam dunia fashion percaya pada suatu brand ataupun merek yang dinilai sangat berkualitas walaupun kenyataannya belum tentu berkualitas. Pada era ini masih banyak produk lokal di dunia Fashion pada saat ini memiliki kualitas yang dapat bersaing di pasaran dan dapat dikatakan produk dari brand lokal sangat bagus karena ini sebuah merek memegang peranan penting dalam keputusan pembelian konsumen. Dalam hal ini konsumen percaya bahwa merek yang memiliki citra yang positif merupakan suatu aset akan kualitas produk fashion tersebut (Suryani, 2008).

Pembeli akan membeli produk untuk memenuhi kebutuhan akan tetapi produk mana yang mereka beli dan bagaimana cara mereka untuk membuat suatu keputusan akan berhubungan dengan perasaan mereka terhadap brand ataupun merek yang ditawarkan. Karena ini merek sangat penting karena image terhadap merek akan diingat oleh pembeli produk fashion. Di luar dari citra suatu merek ada beberapa hal yang patut di pertimbangkan seperti kualitas dari suatu produk fashion yang bisa memenuhi keinginan dari pembeli produk fashion tersebut. Apabila hal tersebut tidak sesuai dengan yang diharapkan oleh pembeli produk maka produk tersebut akan ditolak dan tidak akan laku di pasaran. Hal ini yang membuat pembeli produk fashion lebih kritis dalam menilai kualitas dari produk tersebut dan hal ini pula yang juga membuat perusahaan terpaksa untuk dapat meningkatkan mutu dari produknya supaya terhindar dari ketidakpuasan pembeli produk fashion serta agar perusahaan dapat melakukan persaingan yang sehat dengan perusahaan lain yang berkecimpung di dunia fashion.

Dalam rangka meningkatkan suatu keputusan di dalam pembelian suatu produk fashion berdasarkan suatu brand maka terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya adalah citra dari suatu merek serta mutu dari produk produk fashion tersebut. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian ini diberi judul **“Pengaruh Citra Merek Terhadap Pembelian Produk Fashion.”**

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah citra merek/*brand* pada suatu produk berpengaruh terhadap keputusan pembelian (*purchase decision*) pada konsumen fashion ?
2. Apa yang memengaruhi baik buruknya citra merek/*brand* dalam suatu produk fashion?

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Menurut (Pohan,2007), “Penelitian kualitatif adalah penelitian terhadap suatu proses, peristiwa, atau perkembangan di mana bahan - bahan atau data yang dikumpulkan berupa keterangan - keterangan kualitatif yang hasil penelitiannya tidak untuk dijadikan sebagai generalisasi sebagaimana penelitian kuantitatif”.

Penelitian ini menggunakan pendekatan fenomenologi. Penggunaan metode ini karena fokus dari penelitian ini adalah bentuk gaya hidup masyarakat, terutama dalam memilih merek fashion yang mereka gunakan. Pendekatan fenomenologi bertujuan untuk mendeskripsikan makna pengalaman hidup individu tertentu terhadap konsep atau fenomena tertentu dengan menelusuri struktur kesadaran manusia. Peneliti bermaksud mencoba memahami pengaruh citra merek terhadap keputusan pembelian suatu produk, khususnya produk fashion. Subjek penelitian ini adalah brand fashion lokal dan internasional. Sementara objek studinya adalah masyarakat dan mahasiswa yang sedang digandrungi oleh fashion.

Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Sumber data yang diperoleh berdasarkan studi literatur mengenai berbagai merk brand fashion yang sedang digandrungi oleh para mahasiswa. Sumber data dalam penelitian ini antara lain :

1. Informan

Informan penelitian ini dipilih dengan cara *purposive sampling*, serta yang menguasai masalah penelitian (*key informant*). Topik yang dipilih ini terkait dengan penyajian informasi atau data. Studi ini menghindari generalisasi, setiap objek mewakili dirinya sendiri. Objek penelitian ini adalah masyarakat atau mahasiswa yang menyukai fashion. Ciri-ciri informan yang akan diwawancarai adalah mereka yang memiliki pemahaman penuh tentang dunia fashion dan memiliki perilaku konsumtif terhadap fashion.

2. Dokumentasi

Bahan yang dipakai dalam pengumpulan data pada penelitian ini berasal dari dokumen tertulis seperti transkrip hasil kuesioner, serta foto yang menggambarkan objek penelitian.

2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data bersifat komprehensif dan memperhatikan relevansi data dengan arah dan tujuan penelitian, oleh karena itu pengumpulan data menggunakan beberapa metode yaitu :

1. Penyebaran Kuesioner

Setelah didapatkan karakteristik informan, maka kegiatan selanjutnya adalah penyusunan kuesioner penelitian. Kuesioner penelitian terbagi menjadi tiga bagian yaitu :

- Bagian I : berisi data umum responden yaitu usia, jenis kelamin, pekerjaan, dan kota.
- Bagian II : berisi tingkat pengetahuan mengenai dunia fashion.
- Bagian III : berisi implementasi pengaruh citra merek dalam keputusan pembelian produk fashion yang diketahui oleh responden.

Setelah penyusunan kuesioner selesai, maka penyebaran kuesioner dilakukan melalui google form. Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penyebaran kuesioner tahap awal adalah metode pengambilan sampel tanpa probabilitas, yaitu pengambilan sampel pilihan di mana pengambilan sampel dilakukan dengan asumsi bahwa sampel yang diambil adalah sampel yang dapat memberikan informasi dengan tepat, contohnya adalah masyarakat atau mahasiswa yang sedang digandrungi oleh fashion.

2. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang tidak langsung ditujukan kepada subjek penelitian. Dokumen dapat berupa buku harian, surat pribadi, laporan, nota pembelian, catatan, dokumen lainnya. Dari dokumen ini dapat diperoleh data terkait penelitian tentang pengaruh merek terhadap keputusan pembelian produk fashion.

3. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penyelidik yang melakukan pengamatan langsung (tanpa instrumental) terhadap gejala-gejala subjek. Pada titik ini, peneliti telah meneliti penerapan pengaruh merek dalam keputusan pembelian produk fashion.

4. Pencatatan Hasil Pengumpulan Data

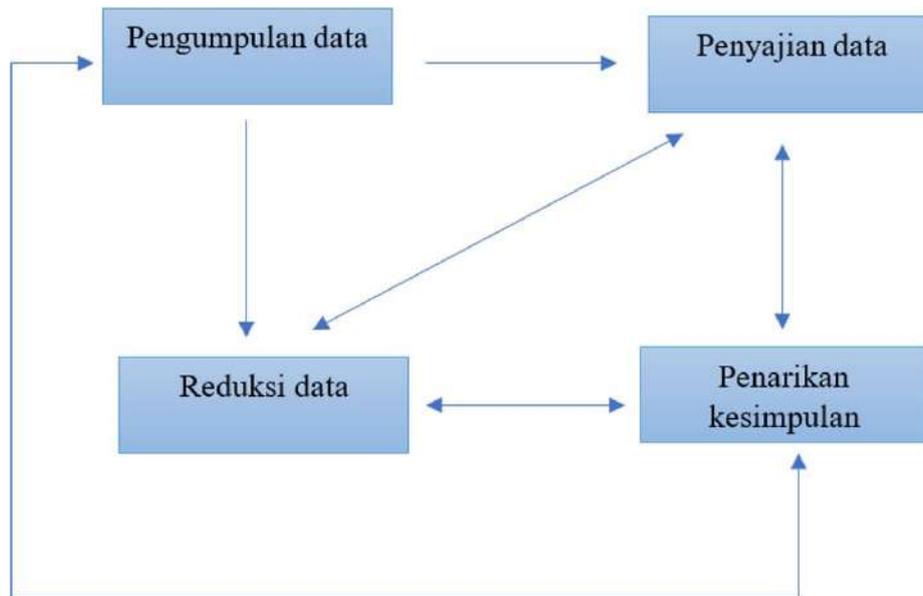
Penelitian kualitatif sangat bergantung pada keakuratan dan ketepatan hasil pengumpulan data. Analisis data akan didasarkan pada catatan peneliti.

Dalam penelitian kualitatif, ada dua jenis catatan, catatan deskriptif dan catatan reflektif. Catatan deskriptif jauh lebih panjang dan lebih rinci daripada catatan reflektif, serta berisikan deskripsi kondisi lapangan yang terperinci dan akurat. Sedangkan catatan reflektif berisi tentang spekulasi, kesan, pendapat, ide, dll. dalam kaitannya dengan pengamatan dan rencana kegiatan lain yang direncanakan.

Analisis Data

Analisis data adalah proses mencari dan mengorganisasikan secara sistematis hasil kuesioner, catatan lapangan, dan dokumen lain yang dipahami oleh peneliti. Kegiatan analisis dilakukan dengan menganalisis data, mengorganisasikan data, dan melaporkannya secara sistematis.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis kualitatif menurut Miles dan Huberman (1992: 15-21) yaitu “model analisis interaktif dan analisis komparatif, yaitu membandingkan hasil-hasil penelitian dengan temuan -temuan penelitian terdahulu”. Miles dan Huberman (1992:20) mendeskripsikan proses analisis data penelitian kualitatif sebagai berikut.



Gambar 1. Proses Analisis Data Penelitian Kualitatif

a. Reduksi data

Reduksi data adalah proses seleksi yang berfokus pada penyederhanaan, ekstraksi, dan transformasi data yang diperoleh dari catatan. Selama pengumpulan data, ada langkah-langkah reduksi (ringkasan, enkripsi, penelusuran topik, pengelompokan gugus, partisi, penulisan memo).

b. Penyajian data

“Penyajian data merupakan sekumpulan informasi tersusun yang memungkinkan untuk melakukan penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Untuk lebih menajamkan pemahaman pada bagian-bagian penelitian maka bisa dilengkapi dengan penyajian berbagai macam matriks, grafik, networks, dan charts”. (Nasution, 1996: 129)

c. Menarik kesimpulan

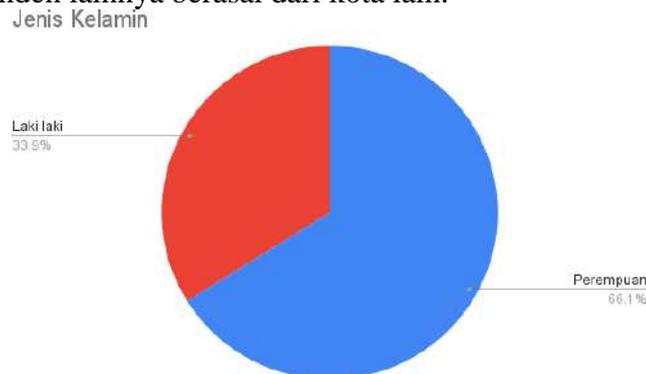
Reduksi data yang dihasilkan diolah agar citra terlihat lebih utuh. Itu bisa dalam bentuk garis besar, ringkasan, matriks, dan lainnya. Hal ini penting untuk memfasilitasi penyajian dan penegasan kesimpulan. Prosesnya tidak satu kali, tetapi interaktif dan sangat tergantung pada kompleksitas masalah yang akan dipecahkan dan kecerdikan kemampuan pengawas peneliti untuk membuat perbandingan di lapangan ketika proses pengumpulan data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



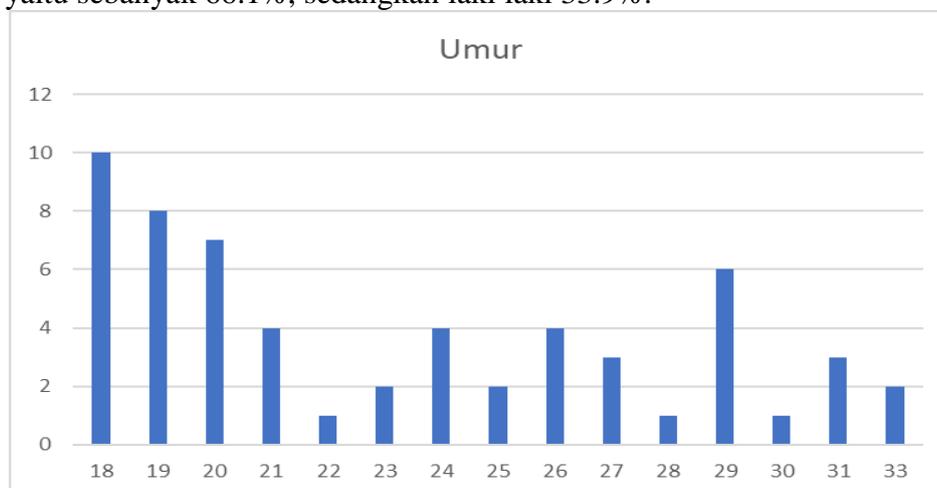
Gambar 2. Diagram Tempat Tinggal Responden

Berdasarkan data dari 59 responden yang diperoleh melalui kuesioner, diperoleh data bahwa 19 responden tinggal di Jakarta, 12 responden di Makassar, 9 responden di Bekasi, 6 responden di Bandung, dan 13 responden lainnya berasal dari kota lain.



Gambar 3. Diagram Jenis Kelamin Responden

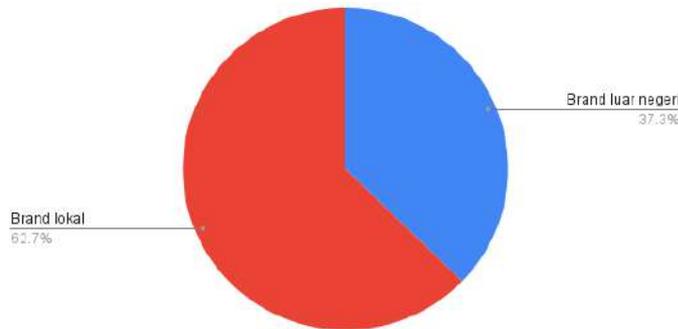
Berdasarkan diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah responden berjenis kelamin perempuan yaitu sebanyak 66.1%, sedangkan laki laki 33.9%.



Gambar 4. Diagram Umur Responden

Pada diagram tersebut diperoleh data bahwa responden didominasi oleh umur 18 tahun, 19 tahun, 20 tahun, dan 29 tahun dengan rentang usia 18 tahun sampai 33 tahun.

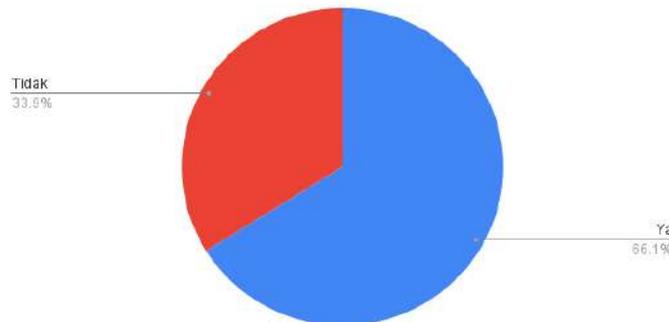
Dalam membeli produk fashion, apakah Anda lebih menyukai brand lokal atau brand luar negeri?



Gambar 5. Diagram Responden terhadap Brand Lokal atau Brand Luar Negeri

Jika dilihat dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa yang menyukai brand lokal jauh lebih banyak dengan persentase 62.7%, sedangkan untuk brand luar negeri hanya mendapatkan persentase 37.3% saja.

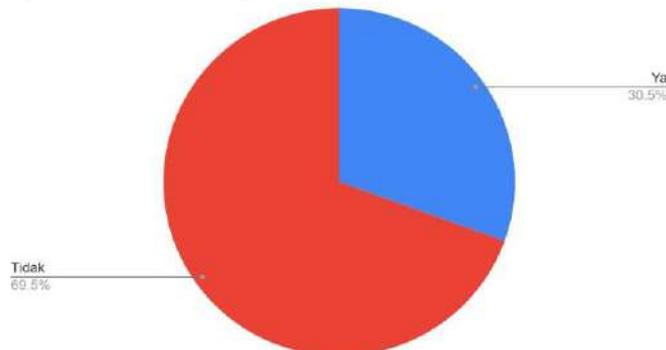
Apakah brand / merek suatu produk sangat memengaruhi keputusan Anda untuk membeli suatu produk?



Gambar 6. Pengaruh Brand terhadap Pembelian Produk Fashion

Berdasarkan diagram di atas brand sangat memengaruhi keputusan dalam pembelian suatu produk dengan persentase 66.1% responden menyebutkan bahwa brand/merek memengaruhi keputusan dalam pembelian suatu produk, sedangkan 33.9% menyebutkan bahwa brand/merek tidak memengaruhi keputusan dalam pembelian suatu produk.

Apakah brand memengaruhi kehidupan sosial Anda?

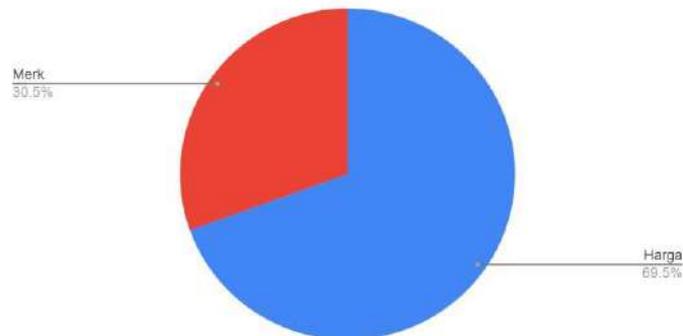


Gambar 7. Diagram Responden terhadap Pengaruh Brand pada Kehidupan Sosial

Berdasarkan diagram di atas didapatkan data bahwa 30,5% responden merasa bahwa brand memengaruhi kehidupan sosial mereka, sedangkan 69,5% responden merasa bahwa brand tidak

memengaruhi kehidupan sosial mereka.

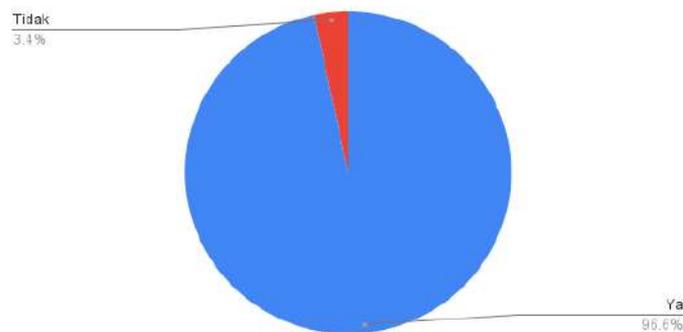
Apa yang Anda lihat pertama kali ketika membeli suatu produk fashion?



Gambar 8. Diagram Responden terhadap Merek atau Harga

Pada diagram didapatkan data bahwa 30,5% responden melihat merek sebagai faktor utama pembelian produk, sedangkan 69,5% responden melihat harga sebagai faktor utama pembelian produk.

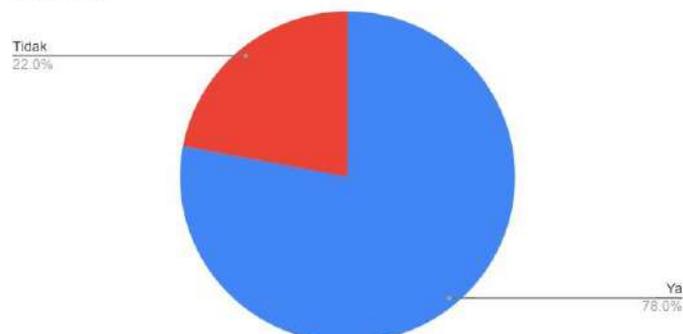
Apakah harga memengaruhi keputusan Anda untuk membeli suatu produk?



Gambar 9. Diagram Responden terhadap Pengaruh Harga pada Pembelian Produk

Berdasarkan diagram sebelumnya diketahui bahwa mayoritas responden melihat harga lebih dulu daripada merek yang didukung dengan jelas pada diagram ini bahwa 96.6% responden merasa harga memengaruhi keputusan untuk membeli suatu produk, sedangkan 3.4% responden merasa bahwa harga tidak memengaruhi keputusan pembelian suatu produk.

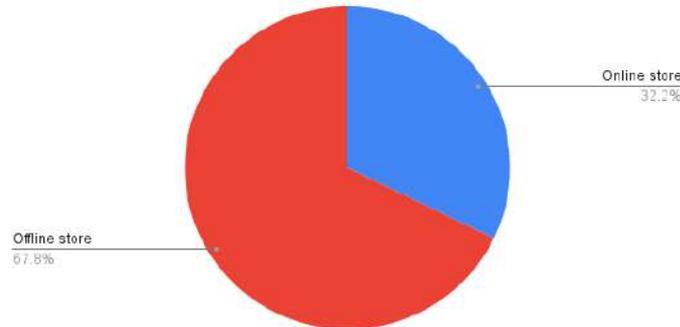
Menurut Anda, apakah harga menunjukkan kualitas dari produk tersebut?



Gambar 10. Diagram Responden terhadap Pengaruh Harga pada Kualitas Produk

Dapat dilihat pada diagram di atas, bahwa 78% responden setuju harga menunjukkan kualitas suatu produk, sedangkan 22% responden tidak setuju.

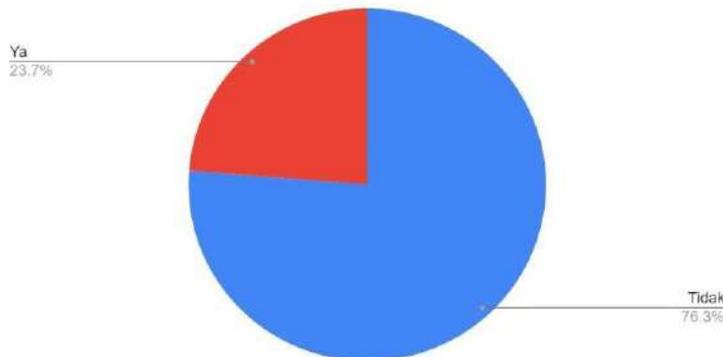
Apakah Anda lebih suka berbelanja secara online atau pergi langsung ke offline store?



Gambar 11. Diagram Responden terhadap Pemilihan Online atau Offline Store

Dalam diagram tersebut dijelaskan bahwa responden lebih suka melihat produk secara langsung daripada online dengan persentase 67.8% (offline) : 32.2% (online).

Apakah keputusan pembelian barang bermerek dikarenakan tuntutan pekerjaan?



Gambar 12. Diagram Responden pada Pembelian Barang Bermerek Akibat Tuntutan Pekerjaan

Berdasarkan hasil kuesioner didapatkan bahwa 76,3% responden membeli barang bermerek bukan akibat dari tuntutan pekerjaan, sedangkan 25,7% responden membeli barang bermerek akibat tuntutan pekerjaan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berlandaskan dari hasil penelitian yang telah didapatkan pengaruh citra merek terhadap keputusan pembelian suatu produk fashion dengan menggunakan kuesioner didapatkan hasil bahwa merek suatu produk terutama produk fashion berpengaruh pada mahasiswa/masyarakat pada rentang usia 18 - 33 tahun dan jenis kelamin perempuan dan laki-laki cenderung melihat suatu produk pertama kali melalui harganya sebelum merek dan yang menjadi patokan bahwa harga adalah patokan ataupun tolak ukur dalam pengambilan keputusan pembelian suatu produk fashion yang ada di pasaran. Dikarenakan berdasarkan penelitian yang kami dapat merek tidak terlalu berpengaruh dalam kehidupan sosial di kalangan masyarakat.

Saran

Merek dalam suatu produk memang berpengaruh pada citra atau gaya hidup suatu konsumen namun juga perlu diperhatikan kualitas dan kemampuan bayar dalam membeli suatu produk. Yang di mana faktor yang paling mendasar adalah harga yang di mana harga menjadi tolak ukur utama, jadi lebih baik harga itu menjadi pedoman pertama bagi para pengusaha dalam pengeluaran suatu produk.

Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Peneliti berterima kasih kepada teman-teman maupun relasi yang telah meluangkan waktunya untuk mengisi kuesioner sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan baik.

REFERENSI

- Abdullah, Thamrin dan Francis Tantri. (2013). *Manajemen Pemasaran*. cet. II. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.
- Gaspersz, Vincent. (1997). *Manajemen Kualitas Penerapan Konsep-konsep Kualitas dalam Manajemen Bisnis Total*, Cetakan Pertama. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Miles, Matthew B. dan A. Michael Huberman. (1992). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Method*. Terjemahan Tjetjep Rohendi Rohidi. Analisis Data Kualitatif: Buku Sumber tentang Metode-metode Baru. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-PRESS).
- Moleong, Lexy J. (2000). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Rijali Ahmad. (2018). *Analisis Data Kualitatif*. UIN Antasari Banjarmasin Vol. 17 No. 33 Januari – Juni 2018.
- Suryani, Tatik, (2008). *Perilaku Konsumen: Implikasi Pada Strategi Pemasaran*, Yogyakarta: Graha Ilmu.

(halaman kosong)



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

TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 2 | DESEMBER 2023

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., IPM., ASEAN Eng.

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

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 2, Edisi Desember 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2023 kali ini berisi 12 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, dan semoga di tahun 2024 semakin sukses dan Berjaya. Tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas jurnal, Jurnal Technologic sudah menggunakan OJS versi 3, dalam rangka persiapan akreditasi jurnal, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar persiapan tersebut lancar dan mendapat hasil yang maksimal.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PEMBUATAN KOMPONEN MODUL UNTUK INDIKATOR LEVEL BENSIN MENJADI LEVEL BATERAI PADA <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR LISTRIK KONVERSI TANPA MERUBAH FUNGSI DAN TAMPILAN ORISINAL <i>DISPLAY</i> SEPEDA MOTOR	74
Afitro Adam Nugraha , Ajib Rosadi, dan Yohanes Climacus Utama	
EFEKTIVITAS PEMBUATAN 3D MODEL MENGGUNAKAN <i>VISUAL SCRIPT</i> (STUDI KASUS: PROYEK JORR ELEVATED RUAS CIKUNIR – ULUJAMI, JAKARTA)	80
Dica Rosmyanto, Muhammad Pandu Madani	
OPTIMASI PEKERJAAN <i>PATCHING</i> MENGGUNAKAN <i>ASPHALT PRE-CAST</i> PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN	86
Andry Wisnu Prabowo, Cintri Anjani Rahmada Putri	
ANALISIS KINERJA WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE</i> PADA PROYEK X DI JAWA BARAT	93
Cintri Anjani Rahmada Putri , Awal Fikri Arsalan	
EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR	100
Sofian Arissaputra, Faid Elhar	
ANALISIS <i>WASTE MATERIAL</i> MENGGUNAKAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> PADA PEKERJAAN <i>CONCRETE BARRIER</i>	107
Merdy Evalina Silaban , Amir Hamzah Pamungkas	
PURWARUPA SIMULATOR <i>THROTTLE-BY-WIRE</i> SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN <i>ENGINE MANAGEMENT SYSTEM</i>	115
Aditya Endratma, Ajib Rosadi, dan Yohanes C. Utama	
PENGENDALIAN KUALITAS HASIL PRAKTIKUM <i>SAND CASTING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)</i> MENGGUNAKAN PETA KENDALI VARIABEL	121
Rifdah Zahabiyah, Rohmat Setiawan, dan Noviani Putri Sugihartanti	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN <i>SPAREPART DIES</i> MENGGUNAKAN <i>QR CODE</i> DENGAN METODE <i>DESIGN THINKING</i> PADA PT XYZ	127
Rohmat Setiawan, Dita Ameilya Kusuma, Ida Bagus Indra Widi K., dan Rifdah Zahabiyah	
PENGGANTIAN UKURAN <i>NOZZLE VACUUM DRYER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>8 STEPS</i> UNTUK MENGURANGI <i>MOISTURE</i> PADA <i>CRUDE PALM OIL (CPO)</i> DI PT LETAWA	135
Nensi Yuselin, Edwar Rosyidi, Hasanuddin Pardomuan Lubis	

- OPTIMALISASI DIMENSI *FEED SYSTEM* PADA CETAKAN *BODY CALIPER* UNTUK EFISIENSI BAHAN BAKU** 142
Agung Kaswadi, Taufik Irmawan, dan Mohamad Rizki Darmawan
- ANALISIS *QUANTITY TAKE OFF* PADA PEKERJAAN ARSITEK STUDI KASUS APARTEMEN GARDEN SERPONG** 150
Kartika Setiawati , Dwicky Titto Sundjava

OPTIMASI PEKERJAAN *PATCHING* MENGGUNAKAN *ASPHALT PRE-CAST* PADA JALAN TOL CIKOPO - PALIMANAN

Andry Wisnu Prabowo¹, Cintri Anjani Rahmada Putri²

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail: andry.wisnu@politechnic.astra.ac.id¹, cintri.putri@politechnic.astra.ac.id²

Abstract-- Roads are infrastructure that really supports the movement of community activities. If road damage occurs it can have an impact on social and economic conditions, especially land transportation facilities. Many causes of road damage are caused by the load of passing vehicles exceeding the planned vehicle load, and the number of vehicle volumes continuing to increase beyond road capacity. The use of precast asphalt material is new in the method of patching holes on the Cikopo-Palimanan toll road, so there is a need for a comparative study regarding the new material in the form of precast asphalt and the old material in the form of coldmix asphalt. The aim of this research is to determine the optimization of the use of precast asphalt in patching work on the Cikopo - Palimanan toll road in this research, the results showed that the use of precast asphalt was the cheapest and most efficient method compared to previous methods.

Keywords: road damage, asphalt precast, patching

Abstrak--Jalan raya merupakan prasarana yang sangat menunjang bagi pergerakan aktivitas masyarakat, apabila terjadi kerusakan jalan dapat berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi terutama pada sarana transportasi darat. Penyebab kerusakan jalan banyak diakibatkan oleh beban kendaraan yang melintas melebihi dari beban kendaraan yang direncanakan, dan jumlah volume kendaraan yang terus meningkat melebihi kapasitas jalan. Penggunaan material asphalt precast merupakan hal baru dalam metode penambalan lubang pada jalan tol Cikopo-Palimanan, sehingga perlu adanya studi perbandingan terkait material baru berupa asphalt precast dan material lama berupa asphalt coldmix. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi penggunaan asphalt precast pada pekerjaan patching jalan tol Cikopo - Palimanan. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa penggunaan asphalt precast merupakan metode yang paling murah dan efisien dibandingkan dengan metode sebelumnya.

Kata Kunci: kerusakan jalan, asphalt precast, patching

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menjadi fokus utama pemerintahan Indonesia dalam membangun kesejahteraan masyarakat. Jalan tol merupakan salah satu contoh pembangunan infrastruktur yang sedang dilakukan. Jalan tol berfungsi untuk menghubungkan dari daerah satu ke yang lainnya untuk menunjang perekonomian masyarakat khususnya di pulau Jawa. Dengan adanya jalan tol yang berbayar, pengelola jalan tol harus memberikan fasilitas dan kenyamanan pada saat berkendara di jalan tol terutama pada saat melintasi jalan tol.

Perkembangan infrastruktur di Indonesia selalu mengalami perkembangan dalam hal pencegahan dan penanganan kerusakan yang diakibatkan oleh faktor kendaraan, faktor lokasi, dan kondisi alam. Semakin banyaknya kerusakan khususnya di jalan tol menuntut para pelaku di dunia infrastruktur untuk dapat menghasilkan metode perbaikan jalan yang inovatif dan aplikatif untuk dilaksanakan di lapangan dan dapat membantu dalam pemeliharaan infrastruktur. Kondisi

perkerasan jalan akan mengalami penurunan kualitas dan tingkat pelayanannya sejalan dengan bertambahnya umur layan dan beban lalu lintas. Dalam hal ini penggunaan *asphalt precast* digunakan sebagai alternatif penambalan lubang (*patching*) dengan memanfaatkan asphalt bekas yang sudah tidak dipakai dengan dicampur bahan tambah (*addictive*) untuk meremajakan *asphalt precast*. Pengaplikasian pada *asphalt precast* ini juga lebih mudah dan cepat sehingga tidak memakan waktu yang lama.

Oleh karena itu, dalam Penelitian ini dibahas tentang optimasi metode pekerjaan *patching* menggunakan material *asphalt precast*. Optimasi yang dibahas adalah berupa ketahanan pada material *precast* setelah diaplikasikan pada jalan tol. Optimasi durasi juga dilakukan dilihat dari aspek pemasangan dari material sampai ke lokasi sampai dengan *open traffic*. Pengoptimalan durasi dilihat dari aspek biaya pengolahan dan biaya aktual pengaplikasian pada suatu *pothole*. Dengan demikian, didapatkan hasil optimasi dari masing masing parameter yang sudah

ditentukan. *Output* yang didapatkan berupa persentase dari parameter yang sudah ditentukan pada metode *patching asphalt precast*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *asphalt precast* yaitu *asphalt* yang memanfaatkan aspal bekas (40%) yang sudah diolah kembali dengan dicampur dengan aspal baru (60%) ditambah dengan bahan *additive* untuk meremajakan aspal. Penelitian ini mengoptimalkan ketahanan, biaya, dan waktu pada *asphalt precast*. Objek penelitian adalah *patching pothole* menggunakan *asphalt pre-cast* pada jalan tol Cikopo - Palimanan Km. 128 + 750. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer adalah data yang pertama kali dikumpulkan dan diambil langsung dari lapangan yang dimaksud sesuai dengan batasan masalah dan tujuan penelitian tercapai.

1. *Patching Asphalt*

Melakukan survey pada lokasi *patching* dan melihat secara langsung bagaimana metode *patching* dengan menggunakan material *precast*.

2. *Asphalt Precast*

Mengetahui bagaimana langkah-langkah pemasangan *precast* pada suatu lubang (*pothole*) dengan menggunakan material *precast*.

3. *Pengelolaan Asphalt Pre-cast*

Melakukan survey pada lokasi pengelolaan *asphalt precast* dan melihat bagaimana *asphalt precast* diolah serta mendokumentasikan material yang diolah untuk menghasilkan *asphalt precast*.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari pihak kedua yang akan diolah lagi. Data sekunder didapat dari pihak perusahaan sebagaimana penerapan di lapangan. Maka dari itu, data tersebut adalah data yang sudah ada yang dimiliki oleh perusahaan. Data-data yang didapat dari pihak perusahaan sebagai berikut :

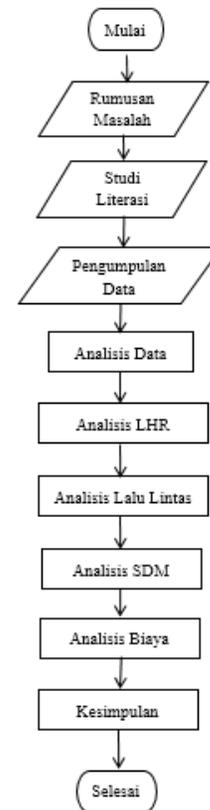
1. Data lalu lintas harian rata-rata

Data lalu lintas harian rata-rata yang dicantumkan pada tugas akhir ini bersumber dari PT. X yang berisikan arus lalu lintas dari bulan Januari-Mei pada tahun 2023. Data ini dicantumkan pada tugas akhir ini bermaksud untuk mengetahui beban yang akan didapatkan pada *asphalt pre-cast* yang sudah diaplikasikan pada jalan tol.

2. Data biaya pengaplikasian

Data biaya pengaplikasian *asphalt coldmix* yang dicantumkan pada tugas akhir ini bersumber dari PT. X yang berisi tentang biaya aplikasi *precast* pada jalan tol

Objek penelitian berada di jalan tol Cikopo-Palimanan pada Km.128 Jalur B. Pengambilan dan pengolahan data diambil dari PT. X. Proses pengambilan data dan pengolahan data dapat digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Analisis Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survey faktual. Untuk keperluan desain, volume lalu lintas dapat diperoleh dari:

1. Survey lalu lintas aktual, dengan durasi minimal 7 x 24 jam. Pelaksanaan survey agar mengacu pada Pedoman Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual Pd T-19-2004-B atau dapat menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survey lalu lintas sebelumnya.
3. Untuk jalan dengan lalu lintas rendah dapat menggunakan nilai perkiraan dari nomor 1.11 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan dengan Lalu Lintas Rendah.

Dalam analisis lalu lintas, terutama untuk penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) agar mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). LHRT yang dihitung adalah untuk semua jenis kendaraan kecuali sepeda motor ditambah 30% jumlah sepeda motor.

Sangat penting untuk memperkirakan volume lalu lintas yang realistis. Terdapat kecenderungan secara historis untuk menaikkan data lalu lintas serta meningkatkan analisis *Benefit Cost Ratio* dan justifikasi ekonomi. Hal ini tidak boleh dilakukan untuk kebutuhan apapun. Desainer (perancang perkerasan jalan) harus membuat survey secara independen untuk memverifikasi data lalu lintas jika terdapat keraguan terhadap data. Pada perhitungan ini berlandaskan oleh Diklat Desain Teknik Jalan Modul 2 Analisis Lalu Lintas Jalan. Untuk memperkirakan umur rencana penggunaan *asphalt* dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah 1 Menghitung Volume Lalu Lintas Kendaraan Niaga

Langkah ini digunakan untuk mengetahui persentase lalu lintas yang melintas pada wilayah yang dilakukan pekerjaan *patching* yang nantinya digunakan untuk *basic* perhitungan selanjutnya. Rumus perhitungannya Persentase Kendaraan Niaga didapat sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah kendaraan roda 4 atau lebih}}{100\%} \times \text{Jumlah kendaraan niaga roda 6 atau lebih}$$

2. Langkah 2 Mendapatkan Nilai VDF

VDF atau *Vehicle Damage Factor* adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar. Dengan menggunakan MDP 2013 Revisi VDF dapat menggunakan VDF gabungan yang bersumber dari Manual Desain Jalan Nomor 02/M/BM/2013 seperti terlihat pada Tabel 3 Data *Vehicle Damage Factor* dibawah.

3. Langkah 3 Menghitung ESA

Beban sumbu standar *Equivalent Single Axle Load* (ESA) merupakan lintasan sumbu standar ekivalen rata-rata per hari pada tahun pertama. ESA yang dihitung merupakan ESA bulan pertama

dan bulan kelima yang mana merupakan pertengahan bulan umur rencana. Rumus perhitungan ESA sebagai berikut:

$$ESA_{bl-1} = LHR \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF5 \text{ Normal}$$

Hasil dari perhitungan ESA digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

4. Langkah 4 Menghitung Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan yaitu sebesar 3%. Faktor pertumbuhan lalu lintas yang dihitung yaitu 2 bulan pertama dan 2 bulan terakhir, sehingga perhitungan ini digunakan R2 dan R6. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

5. Langkah 5 Menghitung CESAL

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas rencana pada lajur rencana selama umur rencana, CESAL merupakan tahap lanjutan perhitungan dari perhitungan ESA. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$CESAL_{bln ke-n} = ESA_{bln ke n-1} \times R$$

Analisis SDM

Tahap analisis SDM merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah pekerja pada pekerjaan *patching* sehingga didapatkan biaya upah pekerja dalam durasi pekerjaan yang sudah ditetapkan selama 2 jam. Analisis SDM berlandaskan pada SNI tentang pekerjaan Jalan.

Analisis Biaya

Tahap Analisis biaya berdasarkan pada AHSP pekerjaan *patching* dengan menyesuaikan Harga Satuan wilayah Jawa Barat. Analisis biaya berupa jumlah biaya material dan biaya upah.

Perbandingan Material

Tahap ini merupakan tahap perbandingan penggunaan material pekerjaan *patching* antara material inovasi yaitu *Asphalt Precast* dengan material sebelumnya yang pernah digunakan yaitu *Coldmix Non Waterbase* dan *Coldmix Waterbase*. Data penggunaan material *Coldmix Non Waterbase* dan *Coldmix Waterbase* didapat dari data pekerjaan *patching* milik PT. X.

III.HASIL PENELITIAN

1. Proses Pekerjaan patching

- Pengambilan Material ex-scrap dari *dumping stock RAP*, Lokasi *dumping stock RAP* berada pada beberapa tempat, salah satunya ada pada Km. 113, Km. 130, Km. 170, dan masih banyak lagi di beberapa tempat di daerah jalan tol Cikopo – Palimanan.
- Proses *mixing* di *Asphalt Mixing Plant (AMP)*, dimana pada proses ini, ex-scrap (60%) dicampur dengan aspal baru (40%) dan juga ditambah dengan bahan tambah (*additive*) untuk meremajakan aspal olahan.
- Penuangan material pada cetakan sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan yaitu 40 cm x 40 cm x 10 cm. Jika ukuran lebih dari yang sudah ditentukan maka akan berpotensi retak saat mobilisasi dan proses pemasangan.
- Pemadatan menggunakan *baby roller/stamper* untuk memadatkan material sampai mencapai nilai kepadatan 98%.
- Mobilisasi material *precast* ke lokasi *patching* untuk diaplikasikan pada lubang (*pothole*) setelah mendapatkan izin dari PT. X. Material dibawa ke lokasi sesuai dengan yang sudah ditentukan pada PT. X sesuai dengan kebutuhan.
- Penyemprotan cairan *tack coat* dilakukan setelah pekerjaan *cutting area* kerusakan selesai. Penyemprotan *tack coat* dilakukan untuk merekatkan aspal lama dengan material *precast*. *Tack coat* biasanya diberikan melalui truk aspal distributor yang menyebarkan cairan *tack coat* secara otomatis.
- Material *precast* dipasang dengan dilebihkan elevasinya maksimal 1 cm. Tujuannya melebihi 1 cm material *precast* ini agar setelah mendapatkan beban kendaraan, lama kelamaan material ini memadat dan menjadi sejajar dengan jalan eksisting.
- Pemasangan *sealant* antar sambungan untuk menutup rongga pada *pothole* yang sudah terpasang material *precast* supaya air tidak

masuk ke celah antara *precast* dan material *precast* dapat bertahan dengan jangka waktu yang panjang. Setelah pekerjaan *sealant* selesai dikerjakan maka sudah bisa dilakukannya *open traffic*.

2. Analisis Umur Rencana

- **Lintas Harian Rata-Rata**

Lintas harian rata-rata (LHR) adalah istilah yang baku digunakan dalam menghitung beban lalu lintas pada suatu ruas jalan dan merupakan dasar dalam proses perencanaan transportasi ataupun dalam pengukuran polusi yang diakibatkan oleh arus lalu lintas pada suatu ruas jalan, lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Untuk mengetahui LHR, penulis menggunakan rumus jumlah lalu lintas dibagi dengan lama pengamatan yaitu selama 1 bulan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada bulan Januari sampai bulan Mei pada tahun 2023 yang diambil dari PT. X yaitu sebagai berikut :

Data ini didapatkan dari PT. X pada bagian Traffic untuk digunakan sebagai acuan perhitungan pada durasi ketahanan material *asphalt pre-cast*.

Tabel 1. Data lalu lintas harian

Gol.	Jan 23	Feb 23	Mar 23	Apr 23	Mei 23
I	17.696	16.336	16.123	29.222	16.505
II	2.239	2.325	2.401	1.577	2.083
III	852	920	989	619	960
IV	200	194	221	138	221
V	195	202	210	144	199
TOT	21.183	19.977	19.945	31.699	19.969

Pada tabel di atas diperlihatkan jumlah kendaraan Golongan 1 sampai dengan kendaraan Golongan 5 yang memasuki jalur A pada jalan tol Cikopo-Palimanan setiap bulannya. Untuk mengetahui total kendaraan yang melintasi jalan tol Cikopo-Palimanan perharinya yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan}}{\text{Jumlah Hari Pengamatan}}$$

Maka untuk bulan Januari, didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LHR &= 17.696 \text{ kendaraan} \\ &\quad 31 \text{ hari} \\ &= 571 \text{ Kendaraan / hari} \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan ditunjukkan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data lalu lintas harian rata-rata

Jml Hari	Periode	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5	Total
31	Jan-23	571	72	27	6	6	682
28	Feb-23	583	83	33	7	7	713
31	Mar-23	520	77	32	7	7	643
30	Apr-23	974	53	21	5	5	1,058
31	Mey-23	532	67	31	7	6	643

Dengan demikian, jumlah kendaraan Golongan 1 hingga Golongan 5 pada bulan Mei mencapai 643 kendaraan /hari yang melintasi ruas jalan tol Cikopo-Palimanan. Jumlah kendaraan pada golongan 1 hingga golongan 5 dari bulan Januari 2023 -Mei 2023 mencapai 3.739 kendaraan /hari.

- **Beban Lalu lintas Umur Rencana**
Langkah 1, hitung volume lalu lintas kendaraan niaga.
Kendaraan roda bermotor roda $\leq 4 = 532$ kendaraan
Jumlah kendaraan niaga roda $> 4 = 111$ kendaraan

Presentase Kendaraan Niaga (PKN)

$$PKN = (523 \text{ kendaraan} / 111 \text{ kendaraan}) \times 100\%$$

$$= 21\%$$

Langkah 2, mencari nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Tabel 3. Data *vehicle damage factor*

Revisi MDP	Sumatera		Jawa		Kalimantan		Sulawesi		Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
Normal MST 12 T	3,4	4,4	4,5	5,9	3,6	5,0	3,3	4,3	2,6	3,1
Beban Berlebih	5,4	8,8	7,2	12,0	5,2	9,2	6,0	10,0	3,1	4,2
Beban Sangat Berlebih	8,6	18,9	10,0	18,5	7,5	15,2	7,5	14,5	-	-

Dari tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai VDF untuk Pulau Jawa pada pembebanan normal adalah 5,9, pada pembebanan berlebih adalah 12,0 dan dan pada pembebanan sangat berlebih di 18,5.

Pada perhitungan ini menggunakan pembebanan normal di daerah Pulau Jawa karena area sampel diambil di Pulau Jawa.

Langkah 3, Hitung ESA pada bulan pertama dan bulan ke-4. Untuk perhitungan ESA menggunakan persamaan berikut:

$$ESA \text{ bln } 1 = LHR \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF \text{ 5 Normal}$$

$$= 532 \times 30 \times 0,5 \times 0,21 \times 5,9$$

$$= 9.887,22$$

$$LHR \text{ bln } 5 = LHR \text{ Bln } n-1 \times (1 + r)^{n-1}$$

$$= 532 \times (1 + 0,03)^{(5-1)}$$

$$= 598,771$$

$$ESA \text{ bln } 5 = LHR \text{ bln } 5 \times 30 \times 0,5 \times PKN \times VDF \text{ 5 Normal}$$

$$= 598,771 \times 30 \times 0,5 \times 0,21 \times 5,9$$

$$= 11.128,15$$

Langkah 4, Menghitung faktor pertumbuhan (R) untuk 2 bulan pertama dan 6 bulan berikutnya dengan angka pertumbuhan $i = 3\%$ per bulan.

$$R2 = (1 + 0,01 \cdot i)^{UR} - 1 / 0,01 \cdot i$$

$$= (1 + 0,01 \cdot 3)^2 - 1 / 0,01 \cdot 3$$

$$= 2,03$$

$$R6 = (1 + 0,01 \cdot 3)^6 - 1 / 0,01 \cdot 3$$

$$= 6,47$$

Langkah 5, Menghitung CESAL (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*) untuk 2 bulan pertama dan 6 bulan berikutnya.

2 Bulan Pertama

$$CESAL \text{ bln } 2 = ESA \text{ bln } 1 \times R$$

$$= 9.887,22 \times 2,03$$

$$= 20.071,06$$

6 Bulan Pertama

$$CESAL \text{ bln } 6 = ESA \text{ bln } 5 \times R$$

$$= 11.128,15 \times 6,47$$

$$= 71.999,15$$

Perkerasan lentur dengan CTB berlaku untuk beban lalu lintas rencana minimum 10^5 berdasarkan peraturan Kementerian PUPR No. 02/M/BM/2017 tentang Manual Perkerasan Jalan.

$$CESAL \text{ bln } 8 = CESAL \text{ bln } 2 + CESAL \text{ bln } 6$$

$$= 20.071,06 + 71.999,15$$

$$= 92.070,21 < 100.000 \text{ (Aman)}$$

3. Perhitungan Biaya

- Analisis Harga Satuan

Tabel 4. Analisis harga *coldmix waterbase*

No	Deskripsi	Unit	Vol	Harga	Total
1	Traffic safety and control as specified is specificatio n, drawings and standard	ls/hari	1	Rp. 467.074	Rp. 467.074
2	Supply, lay and compact Heavy Duty Cold Mix 25 (Incl. Tack Coat)	m ³	1	Rp. 20.608.000	Rp. 20.608.000
				Total	Rp. 21.070.074
				Harga per m ² ketebalan 10 cm	Rp. 2.107.007

Tabel 4 menganalisis harga satuan metode *Coldmix Waterbase* berdasarkan harga satuan setempat yang ada, dan didapatkan nilai Rp. 2.107.007 per m².

Tabel 5. Analisis harga *coldmix non waterbase*

No	Deskripsi	Unit	Vol	Harga	Total
1	Traffic safety and control as specified is specification, drawings and standard	ls/hari	1	Rp. 462.074	Rp. 467.074
2	Supply, lay and compact Heavy Duty Cold Mix 25 (Incl. Tack Coat)	m ³	1	Rp. 27.448.061	Rp. 27.448.061
				Total	Rp. 27.910.135
				Harga per m ² ketebalan 10 cm	Rp. 2.791.013

Dalam tabel 5 ini dianalisis harga satuan pekerjaan perbaikan *pothole* menggunakan metode *Coldmix Non Waterbase*, sedangkan

dengan metode *ashpalt precast*, perhitungan biaya sesuai dengan yang ditunjukkan tabel 6.

Tabel 6. Analisis harga *pachting ashpalt*

No	Jenis Pekerjaan	Unit	Vol	Harga	Total
1	Patching precast 40x40x10 cm	panel	1	Rp. 96.000	Rp. 96.000
2	Pekerja	o/h	0,883	Rp. 120.000	Rp. 106.000
2	Supply, lay Traffic safety and control as specified is specification, drawings and standard	ls	0,02	Rp. 470.600	Rp. 9.412
				Harga satuan per panel	Rp. 211.412
				Harga satuan per m ² (isi 6,25 panel)	Rp. 1.321.325

- Hasil perhitungan

Selisih biaya antara metode *asphalt precast* dengan *coldmix non waterbase* adalah:

$$\text{Deviasi} = \text{Rp. } 2.107.007 - \text{Rp. } 1.321.325$$

$$= \text{Rp. } 785.682$$

$$\text{Persentase} = (\text{Rp. } 785.682 / 2.107.007) \times 100\%$$

$$= 37,29\% \text{ (lebih rendah)}$$

Selisih biaya antara *coldmix waterbase* dengan *coldmix non waterbase* adalah:

$$\text{Deviasi} = \text{Rp. } 2.791.013 - \text{Rp. } 2.107.007$$

$$= \text{Rp. } 684.006$$

$$\text{Persentase} = (\text{Rp. } 684.006 / 2.107.007) \times 100\%$$

$$= 24,51\% \text{ (lebih tinggi)}$$

IV. KESIMPULAN

1. Metode perbaikan *pothole* per m² metode yang paling optimal adalah metode *aspal precast* dengan selisih biaya sebesar 37,29 % lebih rendah dibandingkan dengan metode *coldmix non-waterbase*. Sedangkan untuk metode *coldmix waterbase* memiliki selisih biaya lebih tinggi sebesar 24,51% dibandingkan dengan *coldmix non waterbase*. Metode *coldmix waterbase* masih diperhitungkan sebagai metode alternatif apabila ketersediaan *aspal precast* tidak mencukupi atau pengencer *aspal non waterbase* (misalnya *kerosene* atau *gasoline*) tidak tersedia.
2. Dari sisi biaya, aplikasi *asphalt precast* pada pekerjaan perbaikan *pothole* per m²

menghasilkan biaya Rp. 785.682 lebih rendah dibandingkan metode *coldmix non waterbase*. Sedangkan untuk metode *coldmix waterbase* memiliki selisih biaya Rp. 684.006 lebih tinggi dari metode *coldmix non waterbase*.

3. Untuk perbandingan dari sisi ketahanan, *ashpalt precast*, didapatkan nilai *ashpalt precast* memiliki ketahanan 4 kali lipat lebih tahan lama dibandingkan metode *cold-mix*.

Practice Strategic Highway Research Program National Research Virginia.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Gama Feriko, 2020, Analisis Kerusakan Jalan Di Ruas Simpang Bereng Bengkel Tumbang Nusa, Lampung.
- [2] Choudary, R., dkk. (2012). "Use of Cold Mixes for Rural Road Construction." *International Journal of Computer Applications*.
- [3] Fajar Tri Handayani, 2016, Analisis Pengendalian Biaya Proyek Pada Kontraktor Sedang (Grade 4 Dan 5) Di Yogyakarta, Yogyakarta.
- [4] Fang, X. (2016). *A Fundamental Research On Cold Mix Asphalt Modified With Cementitious Materials*.
- [5] Agung, Wahyu. 2010. Panduan SPSS 17.0 untuk Mengolah Penelitian Kuantitatif. Jogjakarta : Garailmu.
- [6] I Nyoman Arya Thanaya, 2019, Perbandingan Karakteristik Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) yang Dipadatkan Secara Dingin dan Panas, Bali.
- [7] Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 28/PRT/M/2016.
- [8] Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Bagian III. Sainz, M. (2016). *Pothole Patching: A Review on Materials and Methods*. Peoria: Bradley University.
- [9] Septian Dwi Pranata, 2019, Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pembangunan Rumah Tinggal Berdasarkan Koefisien Sni 2008 Dan Hspk 2012 Dengan Kondisi Real Di Lapangan, Surabaya.
- [10] Susanto, Fony K., 2018. Usulan Sistem Pengendalian Biaya Proyek, Tesis, Universitas Kristen Petra.
- [11] Wilson, T.P., dan Romine, A.R. (1994). *Materials and Procedures for Repair of Potholes in Asphalt Surfaced Pavements: Manual of*