

ANALISA HASIL MODIFIKASI ALAT *TRANSFERRING GREEN TIRE* PADA MESIN VTT-4 DI PLANT A MENGGUNAKAN *PAYBACK PERIOD*

Andriyan Dwi Febriyanto¹⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
Andredwi767@gmail.com

Ajeng Yeni Setianingrum²⁾
Politeknik Gajah Tunggal
hakutamanana@yahoo.com

Sugiyarto³⁾
PT Gajah Tunggal Tbk
sugiyarto@gt-tires.com

ABSTRAK

PT. ABC is one of the manufacturing companies engaged in the industry that makes tires as one of its main products. PT. ABC has several plants, one of which is plants A which produces bias tires for trucks & buses. After observation for several days, the researchers found condition that the transferring process (thrower) could not operate without operator assistance to assist machine operations. The purpose of this research was to make modifications to reduce the operational costs of the VTT-4 machine. The payback period method is also used in this study to determine the length of time the payback period is modified. Based on the research that has been done, the results show that the modification of the transferring green tire decrease in operational costs occurs by Rp 3.094.196 and based on analysis using payback period, investment capital will return in four months.

Kata Kunci : Modifikasi, Biaya Operasional, Cost Reduction, Payback Period

I. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, perusahaan khususnya yang bergerak pada bidang industri manufaktur dituntut untuk terus meningkatkan efektivitas dan efisiensi baik dari segi manusia maupun mesin di perusahaannya. Perkembangan dan pembaharuan disetiap mesin merupakan penerapan dari ilmu pengetahuan dan penelitian industri yang terus dilakukan demi mendapatkan hasil produksi yang berkualitas dan bermutu tinggi dengan biaya yang efisien (Prasetyo & Sutopo, 2018). PT ABC adalah salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang industri yang menjadikan ban sebagai salah satu produk utamanya. Produk yang diproduksi oleh PT ABC ialah ban luar dan ban dalam baik untuk mobil, truk, bus, dan sepeda motor. PT ABC memiliki beberapa Plant yang memiliki *output* produk yang berbeda-beda. Salah satunya ialah Plant A yang memproduksi ban bias untuk *truck & bus*. Proses produksi ban bias dalam Plant A terdiri dari proses *Calendaring*, *Bias Cutting*, *Tread Extruder*, *Bead Grommet*, *Squeegee*, *Building Light Truck* dan *Truck Bus*, *Green Tire Service (GTS)*, *Curing* dan *Final Inspection*. Proses *Green Tire Service (GTS)* terdiri dari beberapa proses yaitu *Spraying* (proses *Green tire inner painting (GIP)*, *Green tire outer painting (GOP)*), dan *venting* (pelubangan *tire* untuk membantu mengurangi angin yang terjebak dalam *green tire*). Setelah dilakukan observasi selama beberapa hari, peneliti mendapati kondisi dimana proses *transferring* (pelontar) pada mesin VTT-4 tidak dapat dilakukan tanpa bantuan operator. Berikut merupakan data jumlah pekerja pada mesin VTT-4:

Tabel I. Data Jumlah Pada Mesin VTT-4

No	Operator	Jumlah
1	Leader Produksi Grup A	1 Orang
2	Leader Produksi Grup B	1 Orang
3	Leader Produksi Grup C	1 Orang
4	Leader Produksi Grup D	1 Orang
5	Operator Pelontar Grup A	1 Orang
6	Operator <i>Booking</i> Grup A	1 Orang
7	Operator Pelontar Grup B	1 Orang
8	Operator <i>Booking</i> Grup B	1 Orang
9	Operator Pelontar Grup C	1 Orang
10	Operator <i>Booking</i> Grup C	1 Orang
11	Operator Pelontar Grup D	1 Orang
12	Operator <i>Booking</i> Grup D	1 Orang

Total 12 Orang



Gambar I. Kondisi Awal Proses *Transferring Green Tire* Pada Mesin VTT-4

Berdasarkan data pada Tabel I, jumlah tenaga kerja pada mesin VTT-4 berjumlah 12 orang dengan 4 orang *leader* grup dan 8 orang operator. Banyaknya jumlah tenaga kerja tersebut tentu berbanding lurus dengan tingginya biaya operasional pada mesin VTT-4. Maka dari itu, peneliti memutuskan untuk melakukan modifikasi pada alat *transferring* di mesin VTT-4. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan mampu untuk menurunkan biaya operasional (*Cost Reduction*) pada alat *transferring* di mesin VTT-4 sehingga dapat membuat biaya produksi menjadi lebih rendah.

A. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah efisiensi mesin VTT-4 tidak maksimal dikarenakan pada proses *transferring green tire* pada mesin VTT-4 masih harus dibantu oleh operator.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar penelitian yang dilakukan tidak keluar dari fokus permasalahan yang dibahas. Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada bagian *Green Tire Service (GTS)* Departemen *Building* Plant A PT ABC.
2. Penelitian ini hanya membahas mengenai operator pada mesin VTT-4.
3. Objek penelitian ini adalah alat *transferring* mesin VTT-4.
4. Biaya operasional yang dihitung berdasarkan biaya pemakaian energi dari alat *transferring* serta biaya gaji pokok tenaga kerja yang terlibat langsung pada mesin VTT-4.

5. Penelitian ini menggunakan metode *payback period* dalam menganalisa keuntungan dari modifikasi yang dilakukan.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa perbedaan biaya operasional pada mesin VTT-4 antara sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi (*Cost Reduction*) serta jangka waktu pengembalian modal dilakukannya modifikasi dengan menggunakan *Payback Period*.

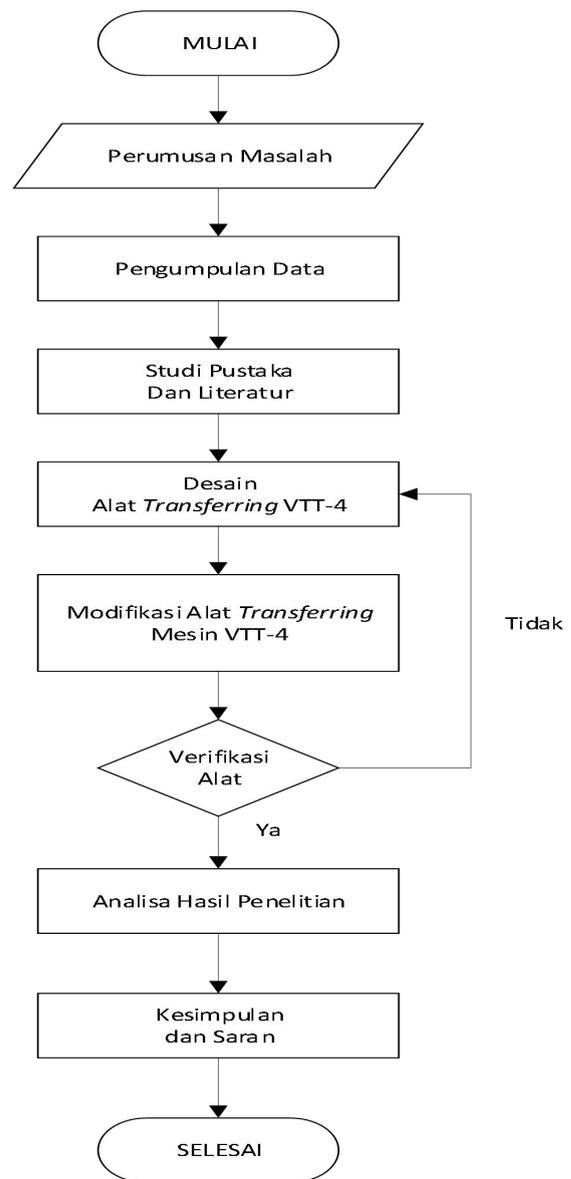
D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menurunkan biaya operasional pada mesin VTT-4.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Berikut ini alur yang peneliti lakukan selama penelitian berlangsung:



Gambar II. Alur Penelitian

Berikut ini merupakan detail alur penelitian yang dilakukan:

1. Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan observasi lapangan di Plant A. Setelah dilakukannya identifikasi, ditemukan bahwa proses *transferring* (pelontar) pada mesin VTT-4 masih harus dibantu oleh operator. Hal tersebut menyebabkan terdapat pengeluaran pada biaya operasional untuk penggajian operator tersebut.

2. Pengumpulan Data

Data diperoleh dari biaya operasional terutama pada sektor tenaga kerja (operator). Pengumpulan data juga berupa data komponen yang digunakan dalam alat *transferring* pada mesin VTT-4.

3. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur yang dipelajari adalah teori-teori dan pembahasan mengenai perancangan dan modifikasi, sistem elektro pneumatik, rangkaian PLC, serta teori dan pembahasan mengenai *payback period* berdasarkan pada buku, dan jurnal-jurnal yang berada di internet.

4. Desain Alat *Transferring* VTT-4

Pendesainan alat *transferring* dilakukan dengan bantuan *software Solidworks* 19 sehingga didapat gambaran alat *transferring green tire* sebelum dan sesudah modifikasi dilakukan.

5. Modifikasi Alat *Transferring* Mesin VTT-4

Modifikasi dilakukan dengan cara mengubah desain dari alat *transferring green tire* serta penambahan sistem pneumatik pada alat *transferring* dan *stopper*. Selain itu, modifikasi juga dilakukan pada program PLC agar sensor yang dipasang berjalan dengan optimal.

6. Verifikasi

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap alat *transferring* beserta sensor yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan maksud untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai standar atau masih terjadi *error*. Apabila masih terjadi *error*, maka akan kembali ke tahap pendesainan alat *transferring green tire*.

7. Analisa Hasil Penelitian

Analisa dilakukan dengan menghitung perbedaan biaya operasional VTT-4 sebelum dan sesudah modifikasi. Selain itu, perbandingan akan digambarkan dengan *tools* seperti histogram, diagram garis, atau *tools* lainnya.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran memberikan saran terkait penelitian untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

B. Jadwal Penelitian

Berikut ini merupakan jadwal penelitian yang peneliti lakukan:

No	Kegiatan	Bulan Ke-						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Identifikasi Masalah	■						
2	Pengumpulan Data	■						
3	Studi Pustaka dan Literatur	■	■					
4	Perancangan Desain Alat <i>Transferring</i> VTT-4		■	■				
5	Pemodifikasian Alat <i>Transferring</i> Mesin VTT-4			■	■			
6	Analisa Hasil Penelitian					■		
7	Kesimpulan dan Saran						■	
8	Pengerjaan Laporan TA			■	■	■	■	
9	Sidang TA							■

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah bagian dimana peneliti mengamati, menyebarkan kuisisioner (bila menggunakan kuisisioner), dan mencatat hal-hal yang ingin dikumpulkan sebagai data penelitian (Wahidmurni, 2018). Metode pengumpulan data mengacu pada dengan cara apa data yang diperlukan dalam penelitian diperoleh. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data mengenai biaya operasional mesin VTT-4 terutama pada sektor tenaga kerja serta modal yang dikeluarkan selama modifikasi dilakukan.

D. Teknik Pengolahan Data

Setelah data-data yang dibutuhkan untuk penelitian terkumpul, tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data dilakukan dengan mengukur perbedaan biaya operasional mesin VTT-4. Metode *payback period* digunakan untuk mengetahui jangka waktu pengembalian modal dilakukannya modifikasi alat *transferring* pada mesin VTT-4.

III. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengambilan Data Pada Kondisi Awal

Pengambilan data ini dilakukan sebagai bentuk kajian terhadap biaya operasional mesin VTT-4. Besar biaya operasional pemakaian energi pada alat *transferring green tire* pada mesin VTT-4 didapatkan sebesar Rp 76.224.330. Besar biaya operasional tenaga kerja pada mesin VTT-4 diasumsikan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Banten Nomor 561/Kep.282-Huk/2021 sebesar Rp 4.285.799. Berdasarkan hal tersebut, maka biaya gaji tenaga kerja sebanyak 12 orang sebesar Rp 51.429.588.

Berdasarkan kedua biaya tersebut, maka biaya operasional pada mesin VTT-4 sebelum modifikasi adalah sebesar Rp 127.653.918/bulan. Biaya tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai pembandingan dengan biaya operasional pada mesin VTT-4 pada saat setelah dilakukannya modifikasi alat *transferring*. Berdasarkan perbandingan biaya operasional antara sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi, maka hasil dari *cost reduction* akan terlihat.

B. Perhitungan Modal Investasi

Nilai investasi merupakan modal dilakukannya modifikasi mesin VTT-4. Nilai investasi terdiri atas biaya bahan-bahan yang digunakan dan biaya pengerjaan (biaya pemasangan *part* tidak dihitung dikarenakan pemasangan *part* dilakukan sendiri oleh

penulis) selama modifikasi dilakukan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan nilai modal investasi sebesar Rp 9.325.500.

C. Biaya Operasional Setelah Modifikasi

Berdasarkan cara kerja dan perhitungan-perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya, tentu akan berpengaruh terhadap biaya operasional pada mesin VTT-4. Berikut merupakan biaya pemakaian energi pada alat *transferring* sesudah modifikasi:

Tabel III. Biaya Pemakaian Energi Pada Alat Transferring Sesudah Modifikasi

Sesudah Modifikasi	
Debit Kompresor	160,828 Liter/Menit
Daya Kompresor	128,512 kW
Harga (k/Wh)	Rp 1.115
Harga/Jam	Rp 143.291
Total/Hari	Rp 3.009.111
Total/Bulan	Rp 90.273.330

Berikut merupakan tabel biaya operasional pada mesin VTT-4 setelah dilakukannya modifikasi:

Tabel IV. Rincian Biaya Operasional Mesin VTT-4 Setelah Modifikasi

No.	Operator	Biaya Operasional
1	Leader Produksi Grup A	Rp 4.285.799
2	Leader Produksi Grup B	Rp 4.285.799
3	Leader Produksi Grup C	Rp 4.285.799
4	Leader Produksi Grup D	Rp 4.285.799
5	Operator Booking Grup A	Rp 4.285.799
6	Operator Booking Grup B	Rp 4.285.799
7	Operator Booking Grup C	Rp 4.285.799
8	Operator Booking Grup D	Rp 4.285.799
9	Pemakaian Energi Pada Alat <i>Transferring</i>	Rp 90.273.330
Total		Rp 124.559.772

Berdasarkan Tabel IV penurunan biaya/*cost reduction* terjadi akibat adanya pengurangan personel operator pada mesin VTT-4 sehingga biaya operasional mesin VTT-4 juga menurun. Penurunan biaya/*cost reduction* dapat dihitung dengan cara mengurangi biaya operasional sebelum dan sesudah modifikasi. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penurunan biaya adalah sebesar Rp 3.094.196. Berikut ini grafik penurunan biaya operasional tenaga kerja pada mesin VTT-4:



Gambar III. Grafik Penurunan Biaya Operasional VTT-4

Penurunan biaya sebesar Rp 3.094.196 menunjukkan bahwa operasional mesin VTT-4 setelah modifikasi menjadi lebih rendah daripada sebelum modifikasi. Hasil penurunan biaya akan dimasukkan ke dalam arus kas perusahaan untuk selanjutnya diproses untuk menghitung *payback period* dari modifikasi yang dilakukan. Berdasarkan Gambar III, maka didapatkan arus kas tiap bulannya yang berasal dari penurunan biaya yang terjadi sebesar Rp 3.094.196. Berikut ini merupakan data arus kas yang akan diperoleh dalam jangka satu tahun:

Tabel V. Arus Kas Selama Satu Tahun Setelah Modifikasi

Bulan	Arus Kas	Kas
Juni (Awal Investasi)	-Rp 9.325.500	Rp -
Juli	-Rp 6.231.304	Rp 3.094.196
Agustus	-Rp 3.137.108	Rp 3.094.196
September	-Rp 42.912	Rp 3.094.196
Oktober	Rp 3.051.284	Rp 3.094.196
November	Rp 6.145.480	Rp 3.094.196
Desember	Rp 9.239.676	Rp 3.094.196
Januari	Rp 12.333.872	Rp 3.094.196
Februari	Rp 15.428.068	Rp 3.094.196
Maret	Rp 18.522.264	Rp 3.094.196
April	Rp 21.616.460	Rp 3.094.196
Mei	Rp 24.710.656	Rp 3.094.196
Juni	Rp 27.804.852	Rp 3.094.196

D. Payback Period

Berdasarkan data-data di atas, langkah selanjutnya adalah menghitung *payback period* dari modifikasi yang dilakukan. Perhitungan *payback period* dapat dilakukan dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Nilai Investasi}}{\text{Arus Kas}}$$

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Rp 9.325.500}}{\text{Rp 3.094.196}}$$

$$\text{Payback Period} = 3,01 \text{ Bulan} \approx 4 \text{ Bulan}$$

Berdasarkan perhitungan *payback period* yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa pengembalian modal modifikasi dapat dilakukan dalam 4 bulan. Hal ini juga sesuai dengan perhitungan arus kas pada Tabel V pada bulan Oktober nilai arus kas yang diperoleh sebesar Rp 3.051.284 sehingga pada bulan keempat setelah modifikasi dilakukan, modal investasi akan kembali. Berikut ini merupakan grafik keuntungan yang diperoleh dalam jangka waktu satu tahun setelah modifikasi dilakukan:



Gambar IV. Grafik Keuntungan yang Diperoleh Dalam Satu Tahun

Berdasarkan hasil tersebut, maka modifikasi dianggap menguntungkan bagi perusahaan dan layak untuk dilakukan dikarenakan jangka waktu pengembaliannya yang hanya 4 bulan dan memiliki keuntungan yang besar di masa yang akan datang.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa biaya operasional sebelum dan sesudah modifikasi alat *transferring green tire*, didapatkan selisih biaya operasional sebesar Rp 3.094.196 dengan biaya operasional sebelum modifikasi sebesar Rp 127.653.196 dan biaya operasional sesudah modifikasi sebesar Rp 124.559.722. Berdasarkan hasil perhitungan *payback period* yang telah dilakukan, modal investasi modifikasi alat *transferring green tire* sebesar Rp 9.325.500 akan kembali dalam empat bulan setelah modifikasi dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Baharuddin, H. (2018). Pengaruh Produktivitas, Efisiensi Dan Kepuasan Kerja Terhadap Perputaran Karyawan Bagian Marketing Lempuk Syako Makassar. *Inovasi*, 5(1), 28.

<https://doi.org/10.32493/inovasi.v5i1.y2018.p28-46>

- Casmadi, & Azis, I. (2019). Pengaruh biaya produksi & biaya operasional terhadap laba bersih pada PT.ultrajaya milk industry & trading company,Tbk. *Jurnal Akuntansi*, 11(1), 1689–1699.
- Dr. Wahidmurni. (2018). *Pemaparan Metode Penelitian Kuantitatif*. 210093.
- Hastuti, S. (2021). Penerapan *Cost Reduction Strategies* di Masa Pandemi COVID-19 Pada Usaha Kecil Menengah (UMKM) Kota Bogor (Studi pada Anggota UMKM di Komunitas Kefir Bogor). *Jurnal Lentera Bisnis*, 10(1), 78. <https://doi.org/10.34127/jrlab.v10i1.394>
- Nurfitriani, A. F., & Suryawati, R. F. (2018). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Penerapan *Payback Period* sebagai Teknik Penganggaran Modal pada UMKM di Kota Bogor. *Jurnal Manajemen Dan Organisasi*, 8(2), 89–102. <https://doi.org/10.29244/jmo.v8i2.19487>
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2018). Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 17. <https://doi.org/10.14710/jati.13.1.17-26>
- Ridwan, A. F., Romli, Z., & Soeroto, W. M. (2022). Analisa Kelayakan Investasi Proyek Penggantian *Secondary Crusher* Pada PT Berau Coal Site Binungan. *Sebatik*, 26(1), 1–8. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1832>
- Sari, N., Febriand Adel, J., & Yuli Sari, R. (2021). *Analisis Kelayakan Usaha Menggunakan Metode Payback Period, Break Even Point dan Net Present Value Pada Kelompok Usaha Bersama Rizky di Kelurahan Toapaya Asri, Kecamatan Toapaya, Kabupaten Bintan*. 183–192.
- Yani, V. I., Pratama, R. M., Islami, I., & Supriadi, I. (2021). Analisa Kelayakan Bisnis Pada Usaha Sweetin. *Inovasi Manajemen Dan Kebijakan Publik*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.54980/imkp.v4i1.115>

ANALISA WASTE PADA AKTIVITAS UPDATE MATERIAL DI DEPARTEMEN WAREHOUSE DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA

Egy Ardi Kusuma¹⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
Egyardi123@gmail.com

Riduwan Lokaputra²⁾
Politeknik Gajah Tunggal
Riduwan.i@gmail.com

Kukuh Widodo³⁾
PT Gajah Tunggal Tbk
kukuhwidodo32@gt-tires.com

ABSTRAK

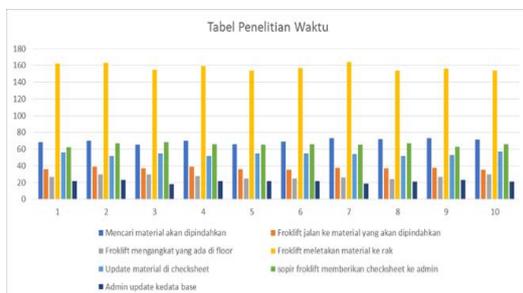
Warehouse is a place to store raw materials or finished goods. For manufacturing companies, raw materials are the main component in production. It is necessary to supervise and manage the availability of goods as well as to regulate the balance between supply of raw materials and demand for production. PT. ABC does not yet have a system for recording goods that is not yet optimal. The data collection process is done manually which results in a waste of time and money. Researchers assess PT ABC's material warehouse is not optimal, so it is necessary to make improvements in the control and management of raw materials that are supported by an information system. This is what underlies researchers to analyze waste reduction in updating material transfer locations using web-based application design using the FMEA method.

Kata Kunci : *Warehouse, Raw Material, FMEA*

V. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi kian berkembang setiap waktunya. Peningkatan efektivitas dan efisiensi diperlukan untuk meningkatkan produktifitas dalam perusahaan. Dalam implementasi sistem informasi, pemanfaatan komputerisasi diperlukan dan menjadi alternatif sebagai media untuk distribusi data dan informasi. Sistem informasi terkomputerisasi akan menghasilkan proses dan mendisplay data yang akurat dan cepat, serta dapat meningkatkan reputasi maupun mutu perusahaan[1]. Salah satu pengaplikasian sistem informasi pada perusahaan adalah sistem informasi persediaan bahan baku. Bagi perusahaan manufaktur, raw material adalah komponen utama dalam produksi. Perlu pengawasan dan pengelolaan ketersediaan yang baik serta mengatur keseimbangan antara persediaan raw material dengan permintaan produksi.

PT. ABC belum memiliki sistem pencatatan barang yang belum optimal. Proses pendataan dilakukan secara manual yang mengakibatkan pemborosan waktu dan biaya. Diperlukan pengelolaan persediaan agar terjaga ketersediaan raw material demi kelancaran proses produksi, serta diperlukan sebuah sistem. Dalam pemindahan dan update material saat ini, supir forklift masih memakan waktu yang cukup banyak.



Gambar I. Data Waktu

Setelah percobaan selama 10 kali, didapatkan rata-rata waktu cycle time sebesar 7,21 menit. Terjadi pemborosan waktu (wasting time) pada proses ke lima hingga tujuh. Dari analisis diatas, dapat dijelaskan mengenai beberapa faktor yang menjadi permasalahan, diantaranya yaitu: faktor penempatan material pada proses kerja dan update data material yang berpotensi kurang efektif dan terjadi pemborosan sehingga membutuhkan waktu yang lebih untuk pelaksanaanya.

Supaya monitoring proses pencatatan barang menjadi lebih efektif dan efisien, akurat, cepat, dan meningkatkan kualitas pendataan perusahaan. Penelitian ini dimaksudkan untuk usulan perbaikan dalam pengendalian dan pengelolaan raw material yang didukung oleh sistem informasi Hal ini yang mendasari peneliti untuk analisis penurunan waste

dalam update lokasi pemindahan material menggunakan rancang bangun aplikasi berbasis web dengan metode FMEA.

E. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis waste dalam proses *update* material dengan menggunakan metode FMEA?

F. Batasan Masalah

Untuk pembatasan pembahasan penelitian ini agar tidak terlalu luas dan dapat berfokus pada tujuan yang akan dicapai maka pembatasan masalah yang dapat dibatasi di antaranya:

1. Penelitian hanya dilakukan di gudang material PT ABC
2. Penelitian difokuskan untuk menganalisa pemborosan pada proses update material
3. Tidak menghitung benefit cost dan hanya untuk memperbaiki permasalahan pada proses update material.

G. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

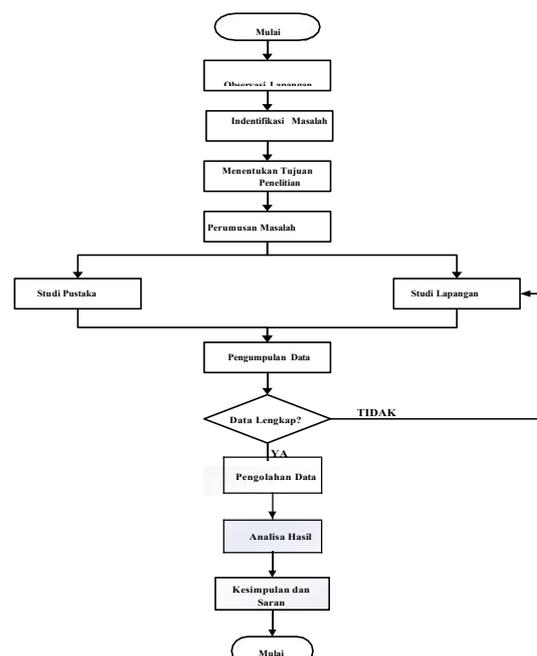
1. Analisa *waste* dalam *update* lokasi material dengan pendekatan FMEA

H. Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mengurangi pemborosan waktu kerja dalam proses pemindahan material dan *update* lokasi.

VI. METODOLOGI KAJIAN



Gambar II. Alur penelitian

Tabel II. Jadwal Kegiatan Penelitian

	KEGIATAN	BULAN					
		1	2	3	4	5	6
1	Observasi lapangan	■					
2	Identifikasi masalah	■					
3	Menentukan tujuan penelitian	■					
4	Perumusan masalah		■				
5	Pengumpulan data		■	■			
6	Menganalisa waktu pemborosan			■	■		
7	Menganalisa hasil penelitian				■	■	
8	Memperoleh hasil penelitian					■	■
9	Menyusun tugas akhir						■

VII. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengambilan Data Time study Sebelum Perubahan

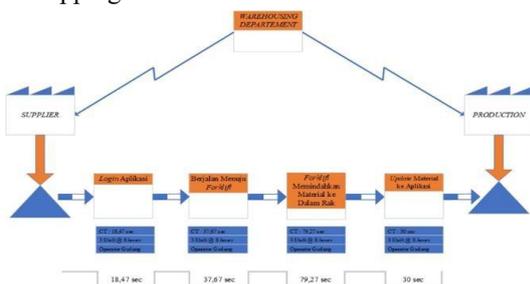
Hasil pengambilan data time study diperoleh dari pengambilan data secara langsung secara acak dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. Data Time Study

Kegiatan	Keterangan Tools	Data Waktu (detik)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Mencari material yang akan dipindahkan Forklift jalan menuju material yang akan dipindahkan Forklift	Seluruh Tools	72	65	75	64	73	75	67	67	68	75	70	66	66	67	71	
mengangkat material yang ada di floor	Seluruh Tools	38	41	37	30	40	31	44	35	33	39	33	31	31	36	42	
Sopir forklift memindahkan material ke rak	Seluruh Tools	28	17	24	17	20	28	27	25	27	18	23	24	27	28	15	
Sopir forklift memindahkan material ke rak	Seluruh Tools	160	180	165	179	162	181	171	189	177	163	190	174	168	182	183	
Sopir forklift mencari material di checksheet(kertas)	Kertas A4	11	10	15	14	12	9	12	16	17	16	13	10	14	11	10	
Sopir memberikan checksheet kepada admin	Kertas A4	31	46	33	33	31	47	37	42	42	43	32	39	32	41	42	
Admin update ke database	Kertas A4	97	90	68	63	91	70	80	87	66	88	95	79	100	77	89	
Total Waktu		437	449	417	400	429	441	438	461	430	442	456	423	438	442	452	

b. Big Picture Mapping Kondisi Aktual

Berikut merupakan gambar big picture mapping kondisi aktual:



Gambar III. Big Picture Mapping Kondisi aktual

Berdasarkan Gambar III adalah flow proses aktivitas update material di warehousing material departemen. Data yang digunakan adalah lead time masing-masing aktivitas.

c. Identifikasi Pemborosan (Waste)

Berikut adalah proses identifikasi pemborosan yang terjadi pada aktivitas kerja saat ini, identifikasi pemborosan dilakukan dengan metode Failure mode effect analysis (FMEA). Penjabaran pemborosan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel IV, dan analisis FMEA dapat dilihat pada Tabel V

Tabel IV. Identifikasi pemborosan (Waste)

No	Kategori Waste	Daftar Waste	Penyebab Waste	Efek Waste
1	Overprocessing	Operator forklift merekap ulang data update material	Terlalu banyak aktivitas yang dilakukan oleh operator forklift untuk list material	Extra time untuk merekap data material yang digunakan untuk produksi
2	Inventory	Penggunaan kertas sebagai media untuk mendata pada saat update material	Sistem pada saat peng-update material masih dilakukan secara manual	Menumpuknya kertas setelah update material
3	Motion	Operator harus bolak-balik ke kantor untuk mengetahui lokasi material	Kurangnya informasi tentang lokasi material yang akan dicari sehingga operator forklift harus memeriksa terlebih dahulu	Mengurangi produktivitas operator forklift tersebut
4	Waiting	Terjadinya kegiatan menunggu ketika update material	Belum adanya sistem update langsung dilapangan	Terjadinya keterlambatan informasi

Tabel V. Analisa FMEA

Failure	S	Failure Mode	O	Recommended Action	D	RPN
Overprocessing merekap ulang data update material	3	Terlalu banyak aktivitas yang dilakukan oleh operator forklift untuk list material	10	Menciptakan aplikasi sistem update material yang otomatis terekap dan ter-update	6	180
Inventory (kertas) berlebih yang digunakan dalam kegiatan pendataan material	3	Sistem perekapan dan update saat ini dilakukan secara manual	9	Menciptakan aplikasi sistem update material yang otomatis terekap	5	135
Motion berlebih saat sopir forklift memastikan ketersediaan material	3	Kurangnya informasi jumlah ketersediaan material yang dicari sehingga sopir forklift harus memeriksa terlebih dahulu	10	Menciptakan sistem update material yang menampilkan ketersediaan material ketika dilakukan pengambilan	6	180
Waiting time kegiatan merekap ulang	3	Keterlambatan informasi ke departemen produksi	9	Menciptakan aplikasi update material yang	7	189

Dari analisis menggunakan metode Failure mode effect analysis (FMEA) pada Tabel V, usulan perbaikan untuk mengurangi nilai RPN ini adalah dengan merancang aplikasi update material yang terintegrasi sehingga secara otomatis update dan pemindahan di gudang.

d. Uji Kecukupan Data Sebelum Perubahan

Uji kecukupan data menggunakan rumus persamaan (5). Dengan ketentuan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan nilai koefisien sebesar 2 dan tingkat ketelitian 10%. Dengan menggunakan rumus persamaan (5) diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel IV berikut ini.

Tabel VI. Hasil Uji Kecukupan Data

Nama Kegiatan	Tingkat Keyakinan (95%)	Koefisien	Tingkat Ketelitian (10%)	k/s	N	N	Keterangan
Mencari material yang akan dipindahkan Forklift jalan menuju material yang akan dipindahkan forklift	95%	2	0,1	20	15	1	CUKUP
mengangkat material yang ada difloor	95%	2	0,1	20	15	5	CUKUP
Sopir forklift material memindahkan material ke rak	95%	2	0,1	20	15	1	CUKUP
Sopir forklift menulis material di checksheet(kertas)	95%	2	0,1	20	15	5	CUKUP
Sopir memberikan checksheet kepada admin	95%	2	0,1	20	15	8	CUKUP

e. Uji Normalitas Dan Keseragaman Sebelum Perubahan

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai sebaran data apakah sebaran data yang telah diambil berdistribusi normal atau tidak normal. Dengan menggunakan significant level 95% menggunakan rumus (6), maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

f. Aktivitas Mencari Material Yang Akan Dipindahkan

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas mencari material yang akan dipindahkan:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Forklift jalan menuju material yang akan dipindahkan
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	36.0667
	Std. Deviation	4.51136
Most Extreme Differences	Absolute	.152
	Positive	.152
	Negative	-.089
Test Statistic		.152
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance

Tabel VII. Uji Normalitas Mencari Data material Yang akan Dipindahkan

Berdasarkan Tabel VII, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,109 > 0,05. Maka dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar IV. Uji Keseragaman Data Mencari material Yang akan Dipindahkan

Berdasarkan Gambar IV, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 80,95 dan BKB = 57,85. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

g. Aktivitas Forklift Jalan Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas forklift jalan menuju material yang akan dipindahkan:

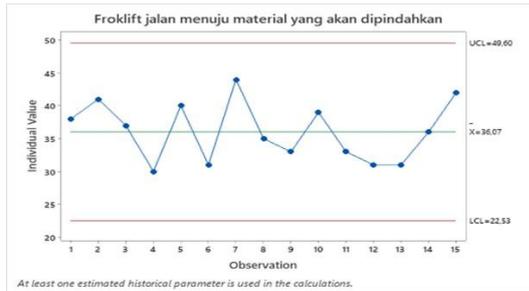
Tabel VIII. Uji Normalitas Data Forklift Jalan Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Mencari material yang akan dipindahkan
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	69.4000
	Std. Deviation	3.85079
Most Extreme Differences	Absolute	.200
	Positive	.200
	Negative	-.127
Test Statistic		.200
Asymp. Sig. (2-tailed)		.109 ^c

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

Berdasarkan Tabel VIII, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,200 > 0,05. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar V. Uji Keseragaman Data Forklift Jalan Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

Berdasarkan **Gambar V**, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi *Minitab* diperoleh nilai BKA = 49,60 dan BKB = 22,53. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

h. Aktivitas Forklift Mengangkat Yang Ada Di Floor

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS *statistic 26* pada aktivitas aktivitas *forklift* mengangkat material yang ada di *floor*:

Tabel IX. Uji Normalitas Data Forklift Mengangkat Material Yang Ada Di Floor

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
Forklift mengangkat material yang ada di floor		
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	23.2000
	Std. Deviation	4.61674
Most Extreme Differences	Absolute	.195
	Positive	.149
	Negative	-.195
Test Statistic		.195
Asymp. Sig. (2-tailed)		.130 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

Berdasarkan **Tabel IX**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,130 > 0,05. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar VI. Uji Keseragaman Data Forklift Mengangkat Material Yang Ada Di Floor

Berdasarkan **Gambar IX**, uji keseragaman dengan

menggunakan aplikasi *Minitab* diperoleh nilai BKA = 37,05 dan BKB = 9,35. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

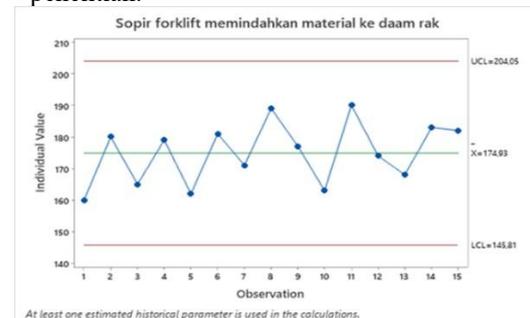
I. Aktivitas Sopir Forklift Memberikan Checksheet Kepada Admin

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS *statistic 26* pada aktivitas sopir *forklift* memberikan *checksheet*:

Tabel X. Uji Normalitas Data Sopir Forklift Memindahkan Material Ke Dalam Rak

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
Forklift mengangkat material yang ada di floor		
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	23.2000
	Std. Deviation	4.61674
Most Extreme Differences	Absolute	.195
	Positive	.149
	Negative	-.195
Test Statistic		.195
Asymp. Sig. (2-tailed)		.130 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

Berdasarkan **Tabel X**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,200 > 0,05. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar VII. Uji Keseragaman Data Sopir Forklift Memindahkan Material Ke Dalam Rak

Berdasarkan **Gambar VIII**, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi *Minitab* diperoleh nilai BKA = 204,05 dan BKB = 145,81. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

J. Aktivitas Sopir Forklift Menulis Material Yang Sudah Dipindahkan Ke Checksheet

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS *statistic 26* pada aktivitas sopir *forklift* menulis material yang sudah dipindahkan ke *checksheet*:

Tabel XI. Uji Normalitas Data Sopir Forklift Menulis Material Yang Sudah Dipindahkan Ke *Checksheet*

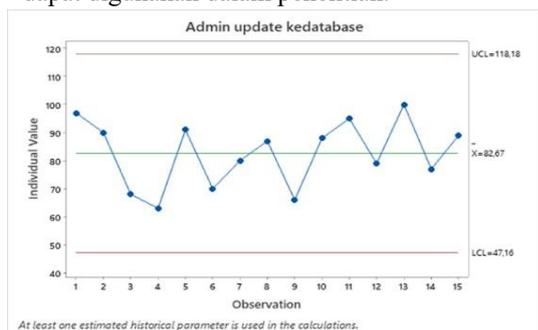
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Sopir forklift menulis material yang sudah dipindahkan ke *checksheet*

N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	12.6667
	Std. Deviation	2.55417
Most Extreme Differences	Absolute	.143
	Positive	.143
	Negative	-.104
Test Statistic		.143
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan **Tabel XI**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai *Asymp. Sig* yaitu $0,200 > 0,05$. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar VIII. Uji Keseragaman Sopir Forklift Menulis Material Yang Sudah Dipindahkan Ke *Checksheet*

Berdasarkan gambar di atas uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 20,33 dan BKB = 5,00. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

K. Aktivitas Sopir Forklift Memberikan *Checksheet* Kepada Admin

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas sopir forklift memberikan *checksheet*:

Tabel XII. Uji Normalitas Data Sopir Forklift Memberikan *Checksheet* Kepada Admin

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Sopir forklift memberikan *checksheet* kepada admin

N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	38.0667
	Std. Deviation	5.66274
Most Extreme Differences	Absolute	.215
	Positive	.215
	Negative	-.164
Test Statistic		.215
Asymp. Sig. (2-tailed)		.062 ^c

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

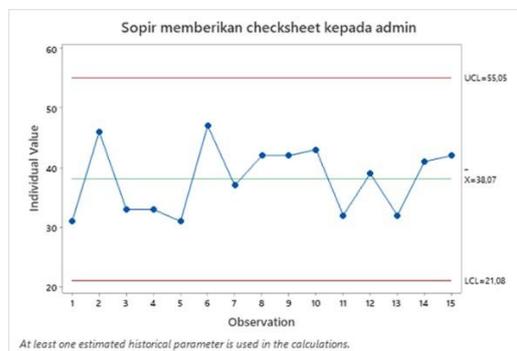
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Sopir forklift memberikan *checksheet* kepada admin

N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	38.0667
	Std. Deviation	5.66274
Most Extreme Differences	Absolute	.215
	Positive	.215
	Negative	-.164
Test Statistic		.215
Asymp. Sig. (2-tailed)		.062 ^c

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

Berdasarkan **Tabel XII**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai *Asymp. Sig* yaitu $0,062 > 0,05$. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar IX. Uji Keseragaman Data Sopir Forklift Memberikan *Checksheet* Kepada Admin

Berdasarkan Gambar tersebut, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 55,05 dan BKB = 21,08. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

L. Aktivitas Admin Update Ke Database

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas admin update ke database:

Tabel XIII. Uji Normalitas Data Admin Update Ke

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Admin update ke database

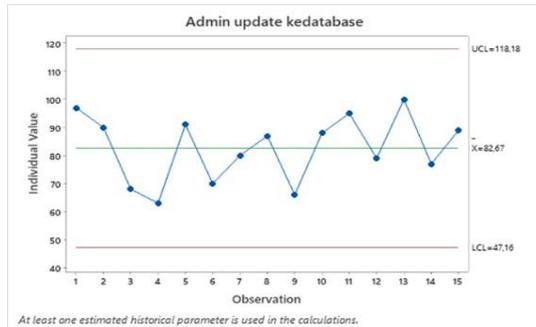
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	82.6667
	Std. Deviation	11.83618
Most Extreme Differences	Absolute	.176
	Positive	.124
	Negative	-.176
Test Statistic		.176
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Database

Berdasarkan **Tabel XIII**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai *Asymp.*

Sig yaitu $0,200 > 0,05$. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar X. Uji Keseragaman Data Admin Update Ke Database

Berdasarkan **Gambar X**, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 118,18 dan BKB = 47,16. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

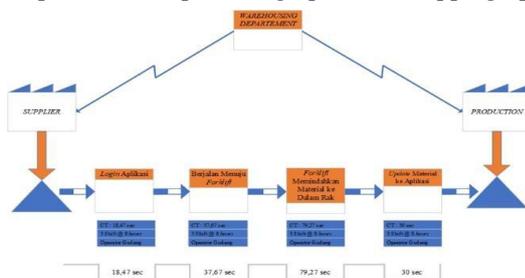
M. Hasil Pengambilan Data Time Study

Setelah Perubahan Hasil pengambilan data time study diperoleh dari pengambilan data secara langsung secara acak dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Nama Kegiatan	Data Waktu (Detik)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Login aplikasi	19	14	17	13	16	20	21	24	18	23	15	18	16	22	21
Forklift bergerak menuju material yang akan dipindahkan	32	40	33	42	34	38	41	35	43	36	44	31	40	37	39
Supir forklift memindahkan material ke dalam rak	75	78	80	83	77	81	74	73	85	84	82	76	78	84	79
Update material ke aplikasi	24	30	27	29	31	25	33	34	28	32	26	36	35	23	37
Total	150	162	157	167	158	164	169	166	174	175	167	161	169	166	176

N. Big Picture Mapping Setelah Perubahan

Setelah Perubahan Berikut adalah flow process aktivitas update material di warehousing material departemen setelah penggunaan aplikasi update material. Konsep alur kegiatan tersebut dapat dilihat pada big picture mapping pada



Gambar XI.

Gambar XI. Big Picture Mapping Setelah Perubahan

Dengan merancang aplikasi *update* material maka akan terdapat perbedaan proses sebelum dan sesudah perubahan. Perbandingan proses tersebut dapat dilihat pada **Tabel XV**:

Tabel XV. Perbandingan Proses Saat ini dan Setelah Perubahan

Perbandingan Proses	
Sebelum Perubahan	Setelah Perubahan
Sistem update material saat ini menggunakan metode manual dengan media kertas untuk mencatat material yang diambil atau dimasukkan ke dalam gudang.	Dengan aplikasi sistem <i>update</i> material tidak diperlukan lagi kertas sebagai media untuk mencatat material yang diambil atau dimasukkan ke dalam gudang.
Terdapat kegiatan merekap ulang data material yang diambil atau dimasukkan ke dalam gudang.	Maka data material yang diambil atau dimasukkan ke dalam gudang terekap secara otomatis.
Supir Forklift harus melihat terlebih dahulu untuk memastikan ketersediaan material.	Jumlah ketersediaan material dapat ditampilkan di aplikasi sehingga supir forklift atau admin tidak perlu melihat secara langsung.
Terdapat tumpukan <i>checksheet</i> yang belum direkap.	Tidak terdapat tumpukan <i>checksheet</i> karena penggunaan kertas dihilangkan.

Berikut adalah rincian dari perbandingan proses kerja update material di warehousing material department sebelum dan sesudah perubahan disertai dengan lead time (waktu rata – rata) setiap kegiatan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel XVI. Rincian Perbandingan Proses Sebelum dan Sesudah Perubahan

Sebelum Perubahan	Perbandingan Proses		Waktu kerja
	Waktu Kerja	Setelah Perubahan	
Mencari material yang akan dipindahkan	69,4	Login aplikasi	18,47
Forklift jalan menuju material yang akan dipindahkan	36,07	Forklift bergerak menuju material yang akan dipindahkan	37,67
Forklift mengangkat material yang ada di floor	23,2	Supir forklift memindahkan material ke dalam rak	79,27
Supir forklift material memindahkan material ke rak	174,94	Update material ke aplikasi	30
Supir forklift menulis material di <i>checksheet</i> (kertas)	12,67		
Supir memberikan <i>checksheet</i> kepada admin	38,07		
Admin <i>update</i> ke database	82,67		
Total Waktu Proses	437,02	Total Waktu Proses	165,41

Dari **Tabel XVI** rincian perbandingan proses tersebut dapat diketahui selisih rata – rata waktu kerja sebelum dan sesudah proses adalah sebesar 271,61 detik.

M. Uji Kecukupan Data Setelah Perubahan

Uji kecukupan data yang dilakukan menggunakan persamaan(5). Dengan ketentuan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan nilai koefisien sebesar 2 dan tingkat ketelitian 10%. Dengan menggunakan rumus di atas diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Aplikasi

Tabel XVII. Hasil Uji Kecukupan Data

KEGIATAN	Tingkat Keyakinan (95%)	Koefisien	Tingkat Ketelitian (10%)	k/s	N	N'	Keterangan
Login aplikasi	95%	2	0,1	20	15	12	CUKUP
Forklift menuju area penyimpanan sementara (box)	95%	2	0,1	20	15	4	CUKUP
Sopir forklift memindahkan material ke dalam rak	95%	2	0,1	20	15	1	CUKUP
Sopir forklift update lokasi menggunakan aplikasi	95%	2	0,1	20	15	8	CUKUP

N. Uji Normalitas Data dan Keseragaman Setelah Perubahan

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai sebaran data apakah sebaran data yang telah diambil berdistribusi normal atau tidak normal. Dengan menggunakan significant level 95% maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Aktivitas Login Aplikasi

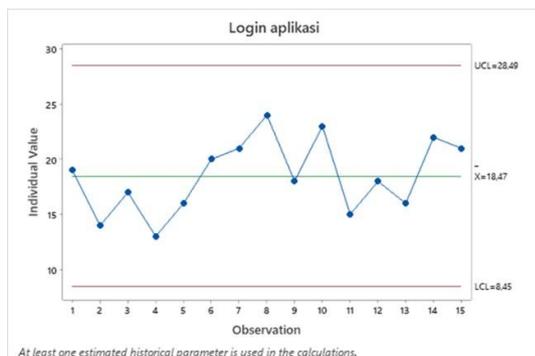
Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas login aplikasi.

Tabel XVIII. Uji Normalitas Data Login Aplikasi

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
Login Aplikasi		
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	18.4000
	Std. Deviation	3.39748
Most Extreme Differences	Absolute	.111
	Positive	.108
	Negative	-.111
Test Statistic		.111
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan Tabel XVIII, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,200 > 0,05. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar XII. Uji Keseragaman Data Login

Berdasarkan Gambar XII, uji keseragaman dengan menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 28,49 dan BKB = 8,45. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

2. Aktivitas Forklift Bergerak Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas forklift Bergerak menuju Material yang akan dipindahkan:

Tabel XIX. Uji Normalitas Data Forklift Bergerak Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
Forklif bergerak menuju material yang akan dipindahkan		
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	37.6667
	Std. Deviation	4.08248
Most Extreme Differences	Absolute	.116
	Positive	.082
	Negative	-.116
Test Statistic		.116
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan Tabel XIX, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu 0,200 > 0,05. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar XIII. Uji Keseragaman Data Forklift Bergerak Menuju Material Yang Akan Dipindahkan

Berdasarkan Gambar XIII, uji keseragaman menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 28,49 dan BKB = 8,45. Sehingga dapat disimpulkan bawah data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati atas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

3. Aktivitas Sopir Forklift Memindahkan Material Ke Dalam Rak

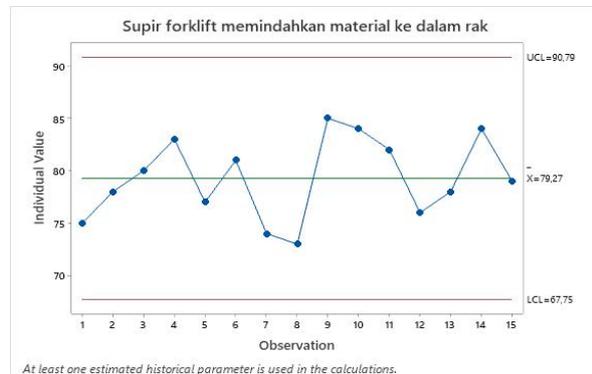
Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas sopir forklift memindahkan material ke dalam rak:

Tabel XX. Uji Normalitas Data Sopir Forklift Memindahkan Material Ke Dalam Rak

		Sopir forklift memindahkan material ke dalam rak
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	79.2667
	Std. Deviation	3.84460
Most Extreme Differences	Absolute	.101
	Positive	.096
	Negative	-.101
Test Statistic		.101
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan **Tabel XX**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Asymp. Sig yaitu $0,200 > 0,05$. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar XIV. Uji Keseragaman Data Sopir Forklift Memindahkan Material Ke Dalam Rak

Berdasarkan **Gambar XV**, uji keseragaman menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 90,79 dan BKB = 67,75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

4. Aktivitas Update Material Ke Aplikasi

Berikut ini adalah hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS statistic 26 pada aktivitas update material ke aplikasi:

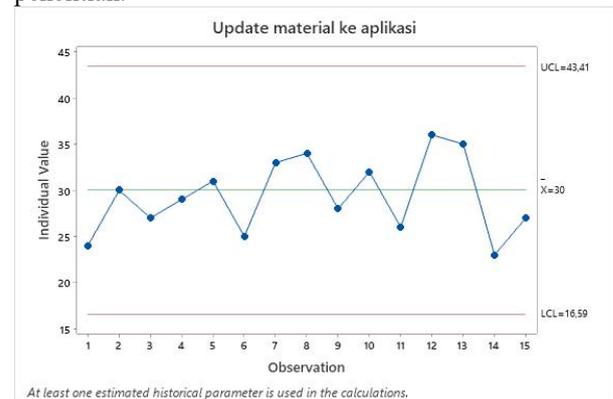
Tabel XXI. Uji Normalitas Data Update

		Update material ke aplikasi
N		15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	30.0000
	Std. Deviation	4.47214
Most Extreme Differences	Absolute	.082
	Positive	.082
	Negative	-.082
Test Statistic		.082
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Material Ke Aplikasi

Berdasarkan **Tabel XII**, maka dapat disimpulkan bahwa nilai sebaran data terdistribusi secara normal dapat dibuktikan dari nilai Assymp. Sig yaitu $0,200 > 0,05$. Maka dapat dinyatakan bahwa data terbukti normal sehingga dapat digunakan dalam penelitian.



Gambar XV. Uji Keseragaman Data Update Material Ke Aplikasi

Berdasarkan **Gambar XVI**, uji keseragaman menggunakan aplikasi Minitab diperoleh nilai BKA = 43,41 dan BKB = 16,59. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi secara baik karena data tidak ada yang melewati batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

5. Analisis Hasil Penelitian

Setelah diperoleh hasil pengujian terhadap kelompok data setelah perubahan yang cukup, terdistribusi normal, dan homogen, kemudian dilakukan analisis hasil penelitian dengan membandingkan kedua kelompok data yaitu sebelum dan sesudah perubahan. Kedua data ini akan diuji menggunakan metode uji t berpasangan (paired t test). Rumus yang digunakan untuk pengujian ini dapat dilihat pada Rumus (1), (2), dan (3). Syarat pengujian yang digunakan untuk uji t berpasangan adalah:

- Hipotesis:
H0: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada data
H1: Terdapat perbedaan yang signifikan pada data
- $\alpha = 0,05$ (95%); $k = 1$ untuk satu faktor
 $df = N - k \Rightarrow df = N - 1$
- Daerah kritis: H_0 ditolak jika $t_{hit} > t_{tabel}$
Data yang digunakan untuk pengujian tersebut dapat dilihat pada **Tabel XXII**:

Tabel XXII. Hasil Analisa Penelitian

No	Sebelum (X_1)	Sesudah (X_2)	$X_1 - X_2$	$(X_1 - X_2) - \bar{D}$	$((X_1 - X_2) - \bar{D})^2$
1	437	150	287	15,4	237,16
2	449	162	287	15,4	237,16
3	417	157	260	-11,6	134,56
4	400	167	233	-38,6	1489,96
5	429	158	271	-0,6	0,36
6	441	164	277	5,4	29,16
7	438	169	269	-2,6	6,76
8	461	166	295	23,4	547,56
9	430	174	256	-15,6	243,36
10	442	175	267	-4,6	21,16
11	456	167	289	17,4	302,76
12	423	161	262	-9,6	92,16
13	438	169	269	-2,6	6,76
14	442	166	276	4,4	19,36
15	452	176	276	4,4	19,36
Total			4074		3387,6

Dari tabel diatas perhitungan di atas diperoleh hasil :

$$\bar{D} = \frac{4074}{15} = 271,60$$

$$var(s^2) = \frac{1}{14}(3387,6) = 241,97$$

$$SD = \sqrt{241,97} = 15,56$$

$$t_{hit} = 271,60 / \left(\frac{15,56}{\sqrt{15}}\right) = 67,62$$

Untuk jumlah data 15 dengan nilai $\alpha = 0,05$ maka nilai t_{tabel} ($n=14$) adalah 2,14479 (Lampiran 10). Karena nilai $t_{hit} = 67,62 > t_{tabel} = 2,14479$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak atau terdapat perbedaan yang signifikan pada data.

KESIMPULAN

- Berdasarkan analisis uji t yang telah dilakukan diperoleh hasil nilai $t_{hit} = 67,62 > t_{tabel} = 2,14479$ yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada perbandingan data waktu kerja update material di gudang. Sehingga pemborosan yang terutama pada kondisi saat ini, yaitu pemborosan waktu kerja, dapat diminimalisir dengan sebesar 271,60 detik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Frankie, A. Putri, and Y. Laia, "Supply Chain Management Untuk Stok Dan Pendistribusian Barang Berbasis *Web* Dengan Metode Fifo Pada Cv. Perdana Motor," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan*

Sist. Komput. TGD), vol. 3, no. 1, p. 55, 2020, doi: 10.53513/jsk.v3i1.195.

[2] F. Farida, Muthia Elsa; Nurul Azizah, "Implementasi Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Waste Pada Produksi Pivot Piece (Studi Kasus Pt . Tri Jaya Teknik Karawang)," vol. 6, no. 3, pp. 279–288,2022.

[3] F. Dzulkifli and D. Ernawati, "Analisa Penerapan *Lean warehousing* Serta 5S Pada Pergudangan PT.Seir Untuk Meminimasi Pemborosan," *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 02, no. 03, pp. 35–46, 2021.

[4] M. I. Zakaria and R. Rochmoeljati, "Analisis Waste Pada Aktivitas Produksi Bta Sk 32 Dengan Menggunakan Lean Manufacturing Di Pt Xyz," *Juminten*, vol. 1, no. 2, pp. 45-56,2020,doi:10.33005/juminten.v1i2.2.

[5] M. B. Anthony, "Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.30656/intech.v4i1.851.

[6] Nuryadi, T. D. Astuti, E. S. Utami, and M. Budiantara, *Buku ajar dasar-dasar statistik penelitian*. 2017.

[7] D. C. Dewi, I. H. Prasetyo, and C. Handayani, "Perancangan Alat Spinner Ergonomis (Study Kasus PT. Baasithu, Floating Storage and Offloading Petrostar)," *J. Inov.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–15, 2019, doi: 10.37338/ji.v2i1.36.

[8] E. Nurhasanah, "Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Flashcard Huruf Hijaiyah terhadap Hasil Belajar Iqro pada Santri The Gold Generation," *J. Inovasi, Eval. dan Pengemb. Pembelajaran*, vol. 1, no. 2, pp. 60–68, 2021, doi: 10.54371/jiepp.v1i2.106

EVALUASI APLIKASI MONITORING VOLUME TANGKI DENGAN METODE *USABILITY* *TASTING*

Imron Raihan Kholifatullah¹⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
Imronraihan@gmail.com

Mochamad Erwin Syahbani²⁾
PT. Gajah Tunggal Tbk
Ersyahbani@gmail.com

Eka Rahmat Maulana³⁾
PT. Gajah Tunggal Tbk
EkahrmtMaulana@gt-tires.com

ABSTRAK

PT CDE is a company engaged in manufacturing automotive rubber parts. The main raw material in the manufacture of rubber part material is rubber compound which is made of a mixture of natural rubber and synthetic rubber with other chemicals. To increase dispersion and decrease viscosity in the production of rubber compound, Rubber Processing Oil (RPO) is needed as a plasticizer. To control the availability of RPO stock, relevant departments are still experiencing problems due to conventional tools. Therefore, digitalization is needed to improve and facilitate the control of RPO stock, namely by creating a tank monitoring application. The results of the evaluation of the tank monitoring application for users with the usability testing method resulted in 100% effectiveness, 80% efficiency and 86.88% satisfaction which means that it is acceptable based on the SUS theory and also the Handbook of Usability Testing.

Kata Kunci : *Monitoring system, Oil, Evaluation, Usability Testing*

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat berkembang dengan pesat. Begitu juga dalam bidang instrumentasi dan elektronika sehingga memungkinkan berbagai alat dibuat dengan digitalisasi. Begitu juga dengan alat ukur yang bisa dibuat dengan versi digital karena perkembangan zaman ini. Alat ukur itu sendiri merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pengumpulan data suatu objek untuk mengetahui panjang, berat, volume, temperatur, atau satuan lainnya. (Febriani & Noviana, 2020).

PT CDE merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur karet khususnya *automotive rubber parts* dan juga memasok komponen karet untuk berbagai industri lainnya. Bahan baku utama dalam pembuatan *rubber part material* adalah *rubber compound*. *Rubber Compound* itu sendiri merupakan sebuah campuran dari karet alam maupun karet sintesis dengan bahan kimia lainnya (Rahmaniar, Rejo, Priyanto, & Hamzah, 2019). Untuk meningkatkan dispersi dan penurunan viskositas dalam produksi *rubber compound* diperlukan *Rubber Processing Oil (RPO)* sebagai *plasticizer* (Puspitasari, et al., 2020). RPO yang sering digunakan pada dunia industri karet adalah RPO yang basis nya petroleum, seperti *naphthenic oil, parafin oil, aromatic oil*, dan RPO lain nya yang memiliki kandungan karsinogenik. (Xu, et al., 2020).

RPO memiliki peran penting, oleh karena itu ketersediaan pelumas harus di kontrol dengan baik. Kontrol ini dilakukan oleh departemen *Production Planning Inventory Control (PPIC)*, Oleh karena itu departemen *PPIC* harus terus mengontrol ketersediaan stok RPO. Namun dalam pengontrolan stok mengalami kendala. Hal ini disebabkan pengukuran volume yang ada di dalam tangki RPO untuk pembuatan *compound* masih dilakukan secara konvensional.



Gambar 1 Pengukuran Volume Tangki

Gambar 1 merupakan cara pengukuran volume isi tangki, terdapat selang dan papan ukur. Cara

mengetahui kapasitas tangki dengan melihat tinggi pelumas dan dibandingkan dengan papan ukur yang ada di bagian samping. Terdapat angka dari 1 hingga 26 yang menandakan 1000liter setiap angkanya. Perbedaan setiap satu angka dipisahkan oleh 10 garis dimana jarak setiap garis tersebut mewakili 100 liter volume tangki. Pada saat tinggi pelumas berada diantara garis, tidak diketahui berapa volume yang ada di dalam tangki. Dampak dari alat pengukuran tersebut adalah tidak bisa mengetahui penggunaan pelumas secara akurat dan detail.

Berdasarkan uraian diatas peneliti bertujuan untuk melakukan proses digitalisasi untuk alat ukur penyimpanan RPO yaitu dengan membuat sistem monitoring tangki berbasis android dengan menggunakan sensor ultrasonik sesuai dengan kebutuhan departemen *PIIC* pada PT.CDE.

II. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan yang ada, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian kali ini adalah evaluasi aplikasi monitoring tangki.

III. BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang ada pada penelitian kali ini adalah:

1. Tidak membahas desain alat monitoring volume tangki
2. Tidak membahas program aplikasi monitoring volume tangki
3. Tidak membahas desain *User Interface* aplikasi Monitoring Tangki.

IV. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan Penelitian yang dilakukan pada kali ini adalah:

1. Menganalisa efektivitas aplikasi monitoring tangki
2. Menganalisa efisiensi aplikasi monitoring tangki
3. Menganalisa kepuasan aplikasi monitoring tangki

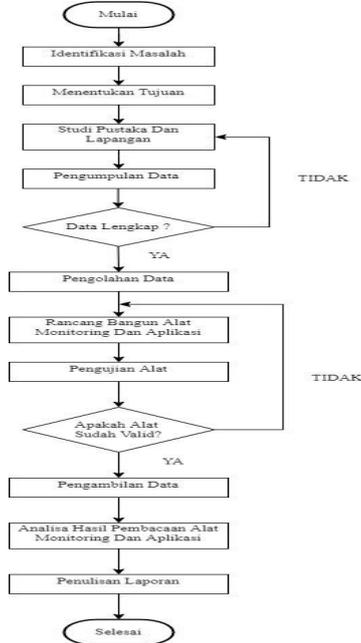
V. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas aplikasi monitoring tangki.
2. Mengetahui efisiensi aplikasi monitoring tangki.
3. Menganalisa kepuasan aplikasi monitoring

VI. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian



Gambar II Alur Penelitian

B. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1.	Identifikasi masalah	█					
2.	Studi lapangan		█				
3.	Perumusan masalah		█	█			
4.	Pengumpulan dan pengolahan data		█	█	█		
5.	Rancang Bangun Sistem Monitoring Tangki		█	█	█	█	
6.	Pengujian Alat		█	█	█	█	
7.	Menganalisa hasil penelitian			█	█	█	
8.	Memperoleh hasil penelitian				█	█	█
9.	Menyusun tugas akhir					█	█

C. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat
 - Alat tulis

- Kalkulator
 - Laptop
2. Bahan
 - Data Pengukuran *usability testing*

VII. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

Efektivitas

Efektivitas merupakan *test* yang pertama yang akan dilakukan dalam evaluasi *Usability* ini. Efektivitas dilakukan untuk mengevaluasi dan melihat seberapa banyak pengguna yang bisa menggunakan aplikasi tanpa melakukan kesalahan.

Tabel VIII. Tabel Efektivitas Usability Tasting

Responden	Hasil Pengerjaan tugas					
	1	2	3	4	5	6
1	√	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√	√
3	√	√	√	√	√	√
4	√	√	√	√	√	√
Total Responden Mengerjakan Tugas Tanpa Kesalahan	4	4	4	4	4	4
Efektivitas (100%)	100	100	100	100	100	100
Rata-rata efektivitas (%)			100			

Dapat dilihat pada tabel 8 bahwa semua responden dapat melakukan semua tugas dengan baik, dan aplikasi bisa berjalan dengan lancar dan efektif sesuai dengan tugas yang diberikan. Hasil rata-rata yang di dapat yaitu 100%, maka nilai tersebut bisa diterima.

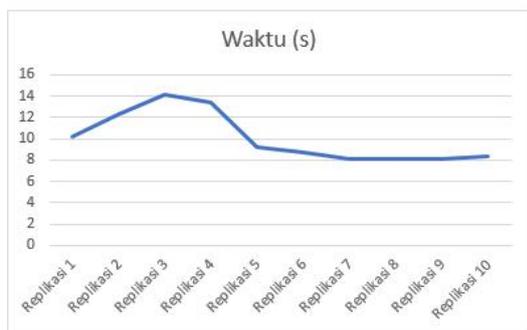
Efisiensi

Evaluasi Faktor efisiensi ini bertujuan untuk melihat seberapa lama *user* dalam mengoperasikan aplikasi sistem monitoring tangki diana. Berikut merupakan replikasi dari tugas 1 pada tabel 8

Tabel IX. Tabel Replikasi tugas 1

Replikasi	Waktu (s)
1	10,23
2	12,31
3	14,20
4	13,45
5	9,20
6	8,75
7	8,12
8	8,16
9	8,17
10	8,36

Dari tabel 9 tersebut, maka akan di learning curve agar terlihat dari replikasi ke berapa data mulai stabil.



Gambar III Grafik Learning Curve Tugas 1

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa replikasi ke 7 sampai dengan replikasi ke 10 merupakan waktu *steady state* dan rata-rata dari waktu tersebut adalah WPM. Untuk penyesuaian menggunakan metode *Shumard* yaitu *Fair+* dan *Excellent* yaitu 55 dan 80. Dalam penentuan penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh peneliti setelah dilakukan pengamatan langsung pada saat mencoba aplikasi kepada *user*. Untuk *learning curve* dari tugas yang lain dapat dilihat di lampiran. Setelah menghitung seluruh tugas maka di dapatkan hasil pada tabel

Tabel X Pengerjaan Tugas WPM

Tugas	Rata-Rata Waktu <i>Steady State</i> (s)	Penyesuaian	WPM (s)
1	8,20	1,45	11,89
2	4,48	1,45	6,50
3	5,15	1,45	7,47
4	4,17	1,45	6,04
5	13,43	1,45	19,47

Setelah diketahui nilai WPM seperti pada tabel diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi aplikasi.

Tabel XI Perhitungan Efisiensi Aplikasi

Responden	Waktu Pengerjaan Tugas (s)				
	1	2	3	4	5
1	12,48	6,21	6,51	5,35	19,67
2	10,27	5,41	6,81	4,21	17,21
3	11,40	6,76	7,25	5,65	19,52
4	9,97	5,25	6,82	7,35	18,24
WPM (s)	11,89	6,50	7,47	6,04	19,47
Total Responden Sukses Mengerjakan	3	4	4	3	2
Efisiensi (%)	75%	100%	100%	75%	50%

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata dari nilai efisiensi yang di dapat adalah 80% sehingga bisa dikatakan *acceptable*.

Kepuasan

Dalam pengukuran kepuasan ini dilakukan dengan metode SUS. Tabel dibawah merupakan hasil rekapitulasi penilaian aplikasi dari pertanyaan SUS .

Tabel XII Rekapitulasi Penilaian Skor SUS

User	Skor Hasil										Jumlah	Skor Akhir
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	35	87,5
2	4	3	4	3	4	1	4	0	4	3	30	75
3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	35	87,5
4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	35	87,5
Jumlah												337,5

Selanjutnya mencari skor rata-rata SUS:

$$\bar{X} = \frac{347,5}{4} = 84,38$$

Dari hasil rata-rata yang didapatkan dengan angka 84,38, maka dapat ditentukan bahwa hasil dari evaluasi kepuasan bersifat *Excellent*, bernilai grade B.

VIII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi aplikasi dengan metode *usability testing*, maka dapat disimpulkan efektivitas dari aplikasi adalah 100% yang artinya semua tugas yang diberikan kepada pengguna berhasil di kerjakan. Untuk nilai efisiensi adalah 80%, dan kepuasan adalah 84,38%.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurniasari, A. F. (2019). PENGEMBANGAN FRONT-END SISTEM INFORMASI UIITAGIHAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN PENDEKATAN USER EXPERIENCE (UX).
Febriani, R., & Noviana, R. (2020). Sistem

- Informasi Penjualan Alat Ukur Jalan Pada CV. Elektra dengan PHP dan MySQL. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 483-494.
- Hartawan, M. S. (2019). ANALISA USER INTERFACE UNTUK MENINGKATKAN USER EXPERIENCE MENGGUNAKAN USSABILITY TESTING. *Jurnal Teknologi Informasi ESIT*, 47-52.
- Purnamasari, A. I., Setiawan, A., & Kaslani. (2020). Evaluasi Usability Pada Aplikasi Pembelajaran Tari Menggunakan. *Jurnal ICT : Information Communication & Technology*, 70-75.
- Puspitasari, S., Kinasih, N. A., Cifriadi, A., Ramadhan, A., Hadi, Z. K., Wahyuni, N. P., & Chalid, M. (2020). Seleksi resin dan rubber processing oil (RPO) dalam pembuatan cushion gum sebagai perekat ban vulkanisir. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 9-16.
- Rahmaniar, Rejo, A., Priyanto, G., & Hamzah, H. (2019). CHARACTERISTICS OF RUBBER COMPOUND WITH NATURAL DYES AND FILLERS. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik*, 261-274.
- Reynaldo, W., Nainggolan, M., & Theresia, C. (2021). Perancangan Aplikasi Penyedia Informasi Perguruan Tinggi Bagi Pelajar SMA/ Sederajat dengan Metode Participatory Design. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 73-88.
- Xu, H., Tao Fan, Neng Ye, Weidong Wu, Daye Huang, Danling Wang, . . . Liqun Zhang. (2020). Plasticization Effect of Bio-Based Plasticizers from Soybean Oil for Tire Tread Rubber. *Polymers*, 1-10.

PERANCANGAN TATA LETAK MENGUNAKAN METODE *CLASS-BASED* *STORAGE* DI GUDANG MATERIAL

Muhamad Ilham¹⁾

Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
Mhmdilham2001@gmail.com

Ajeng Yeni Setianingrum, S.T., M.T.²⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
hakutamanana@yahoo.com

Agustine SW³⁾
PT Gajah Tunggal Tbk
Agustinesw@gt-tires.com

ABSTRAK

Warehouse is a place to store raw materials or finished goods. So that the warehouse requires sufficient and adequate space for the storage process. A good layout is needed so that all activities in the material warehouse can run optimally. PT SNTY is a company engaged in the automotive sector. Researchers assessed that PT SNTY's material warehouse was not optimal, so it was necessary to redesign it to increase the effectiveness and efficiency of PT. SNTY. So that makes researchers analyze and redesign the layout of the warehouse PT. SNTY and classifying materials based on the type and frequency of material usage..

Kata Kunci : *Warehouse, Layout, Effectiviness, Class Based Storage, Efficiency*

I. PENDAHULUAN

PT. SNTY merupakan perusahaan yang memproduksi aneka macam jenis produk, seperti otomotif kendaraan, busa, pipa, dan furniture. Beraneka macam produk yang diproduksi membuat PT. SNTY memerlukan gudang yang baik. Gudang berperan krusial dalam kegiatan industri, menjadi tempat penyimpanan sementara bahan baku serta barang jadi yang siap untuk dipasarkan.

Gudang adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan berbagai produk dengan jumlah yang besar maupun kecil, dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik (penjual) dan saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas produksi (Jacobus, 2018). Gudang yang baik dapat menyimpan dan menjaga barang dengan baik, sehingga gudang yang baik memiliki sebuah tata letak yang sesuai dengan standar, fasilitas penyimpanan yang cukup, dan standar yang mampu menunjang segala aktivitas digudang seperti penerimaan, penyimpanan, penyisihan, penyimpanan, pengambilan, pengemasan, dan pengiriman. Berikut ini adalah kondisi aktual gudang dapat dilihat pada **Gambar I**.



Gambar I Kondisi Awal Gudang Material

Tata letak adalah sesuatu penting yang bisa menentukan keefektifan dan keefisienan dari sebuah operasi (Huda, 2020). Tata letak Gudang merupakan salah satu cara atau metode untuk mengatur penempatan barang di gudang. Dalam pembuatan tata letak gudang yang harus disesuaikan dengan produk yang disimpan dan luas area gudang. Hal tersebut bertujuan untuk mendukung aktivitas pergudangan yang efektif dan efisien. Tata letak yang kurang baik di gudang material di PT. SNTY saat ini membutuhkan

perbaikan karena kondisi material di gudang terlihat berantakan, susah dalam pencarian lokasi material, dan tidak adanya pengelompokan material berdasarkan jenis dan frekuensi pemakaiannya.

Maka dari itu, peneliti merumuskan untuk membuat perancangan perbaikan tata letak gudang material, untuk mengoptimalkan kembali tata letak yang ada agar kegiatan pada gudang tersebut berjalan dengan optimal dan tidak ada kendala yang dapat mengganggu kegiatan produksi. Berikut ini adalah data jenis material yang disimpan di dalam gudang material:

Tabel I Jenis Material

NO	MATERIAL	JENIS
1	CLIP	28
2	CAULKING SPONGE (EPT)	9
3	FLOCK BLACK (FLOCKING)	4
4	RESIN INSERT	8
5	DOUBLE TAPE	7
6	LEM	2
7	SEALER	1
8	SILICON	2
9	PACKING CLIP	1
10	PLASTIK	1
Jumlah Total		63

II. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Tata letak yang kurang optimal menyebabkan kesulitan dalam hal penyusunan dan pengontrolan aktivitas material dalam gudang material

III. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian hanya dilakukan di gudang material PT SNTY.
2. Penelitian difokuskan untuk merancang tata letak dan penelomokan material di gudang.
3. Tidak membahas perpindahan dan perluasan area yang ada pada gudang material.

IV. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Analisa *waste* dalam *update* lokasi material dengan pendekatan FMEA

V. Manfaat Penelitian

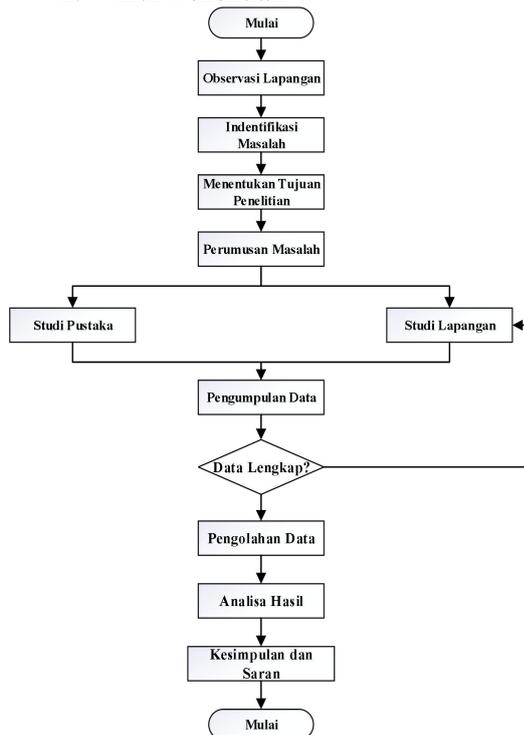
Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

- Mengoptimalkan ruang penyimpanan gudang material.
- Mempermudah dalam penyusunan dan pengontrolan material.

1	Laptop	2	Untuk penyusunan naskah laporan dan untuk melakukan pengolahan data
2	Handphone	2	Untuk merekam dan mengambil data proses yang ada di gudang material
3	Buku dan Pulpen	1	Untuk mencatat hal-hal penting terkait penelitian
4	Kalkulator	1	Untuk membantu perhitungan dalam pengolahan data
5	Meteran	1	Untuk mengukur luas gudang, rak, palet, <i>packing</i> material, dan data antropometri

VI. METODOLOGI KAJIAN

A. Alur Penelitian



B. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan untuk pengambilan dan pengolahan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel III. Alat dan Bahan

NO	ALAT DAN BAHAN	UNIT	KEGUNAAN
----	----------------	------	----------

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di gudang material divisi otomotif kendaraan PT SNTY selama kurang lebih enam bulan, mulai dari tanggal 21 Februari - 1 Juli 2020.

D. Jadwal Penelitian

Tabel IV Jadwal Kegiatan

NO	KEGIATAN	BULAN					
		1	2	3	4	5	6
1	Identifikasi masalah	█					
2	Studi lapangan	█					
3	Perumusan masalah		█				
4	Pengumpulan dan pengolahan data		█				
5	Pembuatan layout dan <i>standard operating procedure</i>		█				
6	Menyempurnakan layout dan <i>standard operating procedure</i>			█			
7	Menganalisa hasil penelitian			█			
8	Memperoleh hasil penelitian				█		
9	Menyusun tugas akhir					█	

E. Jenis Data

1. Data Primer

Data primer yaitu sumber data yang langsung

memberikan sebuah data kepada pengumpul data. Data yang di ambil pada penelitian ini adalah berupa luas gudang, jumlah material, dan ukuran *packing* material.

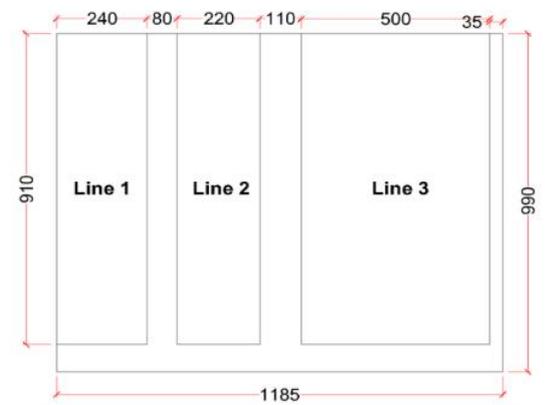
2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Data sekunder ini dapat diperoleh dari berbagai macam literatur seperti buku, jurnal, tesis, dan sumber literatur lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian.

VII. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Berikut ini adalah tata letak yang ada pada gudang material:



Gambar III Tata Letak Awal

1. Kapasitas gudang

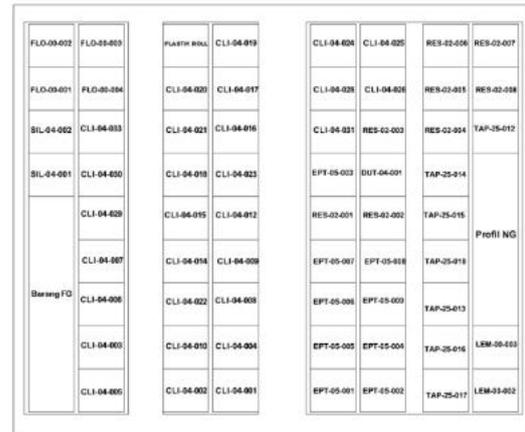
Dilihat dari gambar maka dapat diketahui bahwa luas area digudang material adalah:

- Luas gudang material
 $= p \times l$
 $= 11,85 \text{ m} \times 9,9 \text{ m}$
 $= 117,31 \text{ m}^2$
- Luas area *prepare* material = *tidak ada*
- Luas penyimpanan material
 $= p \times l$
 $= (2,4 \text{ m} \times 9,1 \text{ m}) + (2,2 \text{ m} \times 9,1 \text{ m}) + (5 \text{ m} \times 9,1 \text{ m})$
 $= 21,84 \text{ m}^2 + 20,02 \text{ m}^2 + 45,5 \text{ m}^2$
 $= 87,36 \text{ m}^2$

Total *line* yang tersedia di penyimpanan material adalah 3 *line* dengan menggunakan penyimpanan *pallet* dan maksimal tumpukan disetiap kolom yaitu 4 tumpuk material.

2. Penempatan material

Berikut ini adalah penempatan material sebelum perbaikan:



Gambar IV Penempatan Material Awal

3. Aliran Proses

Frekuensi pemakaian menunjukkan berapa seringnya material digunakan. Besar dan kecilnya frekuensi pemakaian dapat diperoleh dari *Purchase Order (PO)* material dari pihak produksi. Berikut ini adalah contoh *Purchase Order (PO)*:

Tabel V Purchase Order

NO	KODE	JENIS	UNIT	KWANTITAS
1	CLI-04-004	CLIP	Pcs	1305000
2	RES-02-006	RESIN INSERT	Pcs	36000

Dapat dihitung frekuensi pemakaian material.

$$\text{Frekuensi pemakaian} = \frac{\text{Kwantitas Material}}{\text{Total Jumlah Material Sedus}}$$

Berikut adalah contoh perhitungan frekuensi pemakaian untuk item CLI-04-004:

$$\text{Frekuensi pemakaian} = \frac{1305000}{40000} = 32,62 \approx 33 \text{ Kali.}$$

Berikut ini merupakan daftar material beserta frekuensi pemakaian material pada periode (Februari - Maret 2022):

Tabel VI Frekuensi Material

NO	MATERIAL	UKURAN DUS	FREKUENSI
1	CLI-04-004	50 x 35 x 30	33
2	CLI-04-014	50 x 35 x 30	29
3	CLI-04-015	50 x 35 x 30	26
4	CLI-04-017	50 x 35 x 30	22
5	CLI-04-019	50 x 35 x 30	21
6	CLI-04-020	50 x 35 x 30	19
7	CLI-04-023	50 x 35 x 30	18
8	CLI-04-025	50 x 35 x 30	16
9	CLI-04-030	50 x 35 x 30	15
10	EPT-05-001	50 x 35 x 30	13
11	EPT-05-004	50 x 35 x 30	13
12	CLI-04-033	50 x 35 x 30	13
13	EPT-05-003	50 x 35 x 30	13
14	CLI-04-003	30 x 25 x 15	12
15	EPT-05-006	50 x 35 x 30	12
16	RES-02-006	50 x 35 x 30	12
17	CLI-04-026	60 x 30 x 30	11
18	CLI-04-028	45 x 30 x 25	11
19	CLI-04-016	40 x 30 x 10	11
20	EPT-05-007	60 x 30 x 30	11
21	CLI-04-006	60 x 30 x 30	10

22	CLI-04-009	40 x 30 x 10	10
23	CLI-04-018	40 x 30 x 10	10
24	CLI-04-024	40 x 30 x 10	10
25	EPT-05-005	60 x 30 x 30	10
26	RES-02-004	50 x 35 x 30	10
27	RES-02-005	60 x 30 x 30	9
28	RES-02-003	60 x 30 x 30	9
29	FLO-00-004	60 x 30 x 30	9
30	RES-02-001	30 x 25 x 15	9
31	CLI-04-002	45 x 30 x 25	9
32	EPT-05-008	40 x 30 x 10	9
33	CLI-04-001	60 x 30 x 30	5
34	EPT-05-002	60 x 30 x 30	5
35	RES-02-002	30 x 25 x 15	5
36	FLO-00-001	60 x 30 x 30	5
37	TAP-25-017	50 x 35 x 30	5
38	TAP-25-018	50 x 35 x 30	5
39	TAP-25-012	50 x 35 x 30	5
40	CLI-04-007	60 x 30 x 30	5
41	CLI-04-031	30 x 25 x 15	5
42	RES-02-008	60 x 30 x 30	5
43	TAP-25-013	50 x 35 x 30	5
44	RES-02-007	30 x 25 x 15	5
45	CLI-04-008	60 x 30 x 30	5
46	CLI-04-029	45 x 30 x 25	5
47	CLI-04-021	30 x 25 x 15	5
48	EPT-05-009	40 x 30 x 10	5
49	CLI-04-012	60 x 30 x 30	4
50	CLI-04-022	60 x 30 x 30	4
51	CLI-04-010	40 x 30 x 10	4
52	TAP-25-015	50 x 35 x 30	4
53	TAP-25-014	50 x 35 x 30	3
54	TAP-25-016	50 x 35 x 30	3
55	LEM-00-002	50 x 35 x 30	3
56	LEM-00-003	50 x 35 x 30	3
57	FLO-00-002	60 x 30 x 30	3
58	FLO-00-003	60 x 30 x 30	3
59	CLI-04-005	45 x 30 x 25	1
60	SIL-04-001	60 x 30 x 30	1
61	SIL-04-002	60 x 30 x 30	1
62	DUT-04-001	60 x 30 x 30	1
63	PLASTIK ROLL	105 X 100 X 27	0
TOTAL			563

4. Perhitungan Jarak Perpindahan

Perhitungan jarak perpindahan dihitung menggunakan metode *Rectilinear Distance* lalu dikalikan dengan frekuensi pemakaian. Jarak perpindahan dihitung dari tempat *prepare* yang merupakan pusat kordinat (0,0), karena tidak ada tempat *prepare* makan tempat *prepare* akan diasumsikan oleh peneliti. Sebagai contoh, untuk perhitungan dengan material CLI-04-001 adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x-a| + |y-b| \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Jarak} = |5 - 0| + |8 - 0|$$

$$\text{Jarak} = 5 + 8 = 13 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Perpindahan} &= \text{Jarak} \times \text{Frekuensi Material} \\ &= 13 \text{ m} \times 33 = 429,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel VII Jarak Perpindahan Sebelum Perbaikan
SEBELUM

NO	MATERIAL	FREKUENSI	PERPINDAHAN
1	CLI-04-004	33	429,00
2	CLI-04-014	29	290,00
3	CLI-04-015	26	234,00
4	CLI-04-017	22	154,00
5	CLI-04-019	21	126,00
6	CLI-04-020	19	114,00

7	CLI-04-023	18	162,00
8	CLI-04-025	16	144,00
9	CLI-04-030	15	90,00
10	EPT-05-001	13	208,00
11	EPT-05-004	13	208,00
12	CLI-04-033	13	65,00
13	EPT-05-003	13	143,00
14	CLI-04-003	12	120,00
15	EPT-05-006	12	168,00
16	RES-02-006	12	120,00
17	CLI-04-026	11	110,00
18	CLI-04-028	11	99,00
19	CLI-04-016	11	88,00
20	EPT-05-007	11	143,00
21	CLI-04-006	10	90,00
22	CLI-04-009	10	110,00
23	CLI-04-018	10	80,00
24	CLI-04-024	10	80,00
25	EPT-05-005	10	150,00
26	RES-02-004	10	120,00
27	RES-02-005	9	99,00
28	RES-02-003	9	99,00
29	FLO-00-004	9	36,00
30	RES-02-001	9	108,00
31	CLI-04-002	9	117,00
32	EPT-05-008	9	126,00
33	CLI-04-001	5	70,00
34	EPT-05-002	5	85,00
35	RES-02-002	5	65,00
36	FLO-00-001	5	15,00
37	TAP-25-017	5	90,00
38	TAP-25-018	5	75,00
39	TAP-25-012	5	65,00
40	CLI-04-007	5	40,00
41	CLI-04-031	5	50,00
42	RES-02-008	5	60,00
43	TAP-25-013	5	80,00
44	RES-02-007	5	55,00
45	CLI-04-008	5	60,00
46	CLI-04-029	5	35,00
47	CLI-04-021	5	35,00
48	EPT-05-009	5	75,00
49	CLI-04-012	4	40,00
50	CLI-04-022	4	44,00
51	CLI-04-010	4	48,00
52	TAP-25-015	4	56,00
53	TAP-25-014	3	39,00
54	TAP-25-016	3	51,00
55	LEM-00-002	3	57,00
56	LEM-00-003	3	54,00
57	FLO-00-002	3	6,00
58	FLO-00-003	3	9,00
59	CLI-04-005	1	11,00
60	SIL-04-001	1	5,00
61	SIL-04-002	1	4,00
62	DUT-04-001	1	12,00
63	PLASTIK ROLL	0	0,00
TOTAL			5821,00

B. Pengolahan Data

1. Perhitungan Kapasitas Penyimpanan Material

a. Perhitungan Utilitas Ruangan

Persentase utilisasi ruangan

$\frac{\text{Area Line yang digunakan}}{\text{Aera Penyimpanan Material}}$

Dari hasil pengumpulan data dapat diketahui area *line* yang digunakan saat ini adalah 63 kolom dan total kapasitas kolom penyimpanan material adalah 72, sehingga dapat diketahui bahwa:

$$\text{Utilisasi ruangan} = \frac{63}{72} \times 100\% = 86,11\%$$

b. Penggunaan ruangan pada penyimpanan

Berikut adalah perhitungan luas *line* yang dapat dibuat dari luas area *storage* yang tersedia.

$$\begin{aligned} \text{Luas area } prepare &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 200 \text{ cm} \times 400 \text{ cm} \\ &= 2 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\ &= 8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas line 1} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 735 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \\ &= 7,35 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 14,7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas line 2} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 735 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \\ &= 7,35 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 14,7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas line 3} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 945 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \\ &= 9,45 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 18,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas line 4} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 945 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \\ &= 9,45 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 18,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lory} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 80 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \\ &= 0,8 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \\ &= 4,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk jarak antara line} &= (\text{Lebar Lory} + allowance) \times 5 \\ &= (60 \text{ cm} + 17 \text{ cm}) \times 5 \\ &= 77 \text{ cm} \times 5 \\ &= 0,77 \text{ m} \times 5 \\ &= 3,85 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Pengurutan Aktivitas dan Pembentukan kelas

Pembentukan kelas dilakukan membagi seluruh material yang berada pada gudang material ke dalam 3 kelas yang berbeda sesuai dengan prinsip pareto. Adapun pembagian kelas dilaksanakan sebagai berikut:

- Total aktivitas S/R di atas 20% digolongkan ke dalam kelas A (*fast*).
- Total aktivitas S/R di atas 5%-20% digolongkan ke dalam kelas B (*normal*).
- Total aktivitas S/R di atas 0%-5% digolongkan ke dalam kelas C (*slow*).

Berikut merupakan tabel hasil klasifikasi berdasarkan frekuensi pemakaian material:

Tabel VIII Klasifikasi Material

NO	MATERIAL	PERSENTASE	TOTAL	KELAS
1	CLI-04-004	33		
2	CLI-04-014	29		
3	CLI-04-015	26		
4	CLI-04-017	22	79,93%	A
5	CLI-04-019	21		
6	CLI-04-020	19		
7	CLI-04-023	18		
8	CLI-04-025	16		

9	CLI-04-030	15		
10	EPT-05-001	13		
11	EPT-05-004	13		
12	CLI-04-033	13		
13	EPT-05-003	13		
14	CLI-04-003	12		
15	EPT-05-006	12		
16	RES-02-006	12		
17	CLI-04-026	11		
18	CLI-04-028	11		
19	CLI-04-016	11		
20	EPT-05-007	11		
21	CLI-04-006	10		
22	CLI-04-009	10		
23	CLI-04-018	10		
24	CLI-04-024	10		
25	EPT-05-005	10		
26	RES-02-004	10		
27	RES-02-005	9		
28	RES-02-003	9		
29	FLO-00-004	9		
30	RES-02-001	9		
31	CLI-04-002	9		
32	EPT-05-008	9		
33	CLI-04-001	5		
34	EPT-05-002	5		
35	RES-02-002	5		
36	FLO-00-001	5		
37	TAP-25-017	5		
38	TAP-25-018	5		
39	TAP-25-012	5		
40	CLI-04-007	5		
41	CLI-04-031	5		
42	RES-02-008	5	14,77%	B
43	TAP-25-013	5		
44	RES-02-007	5		
45	CLI-04-008	5		
46	CLI-04-029	5		
47	CLI-04-021	5		
48	EPT-05-009	5		
49	CLI-04-012	4		
50	CLI-04-022	4		
51	CLI-04-010	4		
52	TAP-25-015	4		
53	TAP-25-014	3		
54	TAP-25-016	3		
55	LEM-00-002	3		
56	LEM-00-003	3		
57	FLO-00-002	3		
58	FLO-00-003	3		
59	CLI-04-005	1	5,32%	C
60	SIL-04-001	1		
61	SIL-04-002	1		
62	DUT-04-001	1		
63	LASTIK ROLL	0		

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa 79,93% kelas A untuk material *fast moving*, 14,77% kelas B untuk material *normal*, dan sisanya 5,32% kelas C untuk material *slow moving*.

3. Penentuan Tempat Penyimpanan

a. Menghitung Jumlah Kolom

Berikut ini merupakan perhitungan jumlah kolom yang disediakan untuk material yang memiliki klasifikasi A (*fast*):

$$\text{Jumlah kolom yang akan digunakan} = \frac{\text{Jumlah Material}}{\text{Kolom Material}}$$

$$\text{Jumlah kolom material klasifikasi A} = \frac{32}{1} = 32 \text{ kolom}$$

Tabel IX Jumlah Kolom Material

NO	MATERIAL	PERSENTASE	KELAS	KOLOM
1	CLI-04-004	33		
2	CLI-04-014	29		
3	CLI-04-015	26		
4	CLI-04-017	22		
5	CLI-04-019	21		
6	CLI-04-020	19		
7	CLI-04-023	18	A	33
8	CLI-04-025	16		
9	CLI-04-030	15		
10	EPT-05-001	13		
11	EPT-05-004	13		
12	CLI-04-033	13		

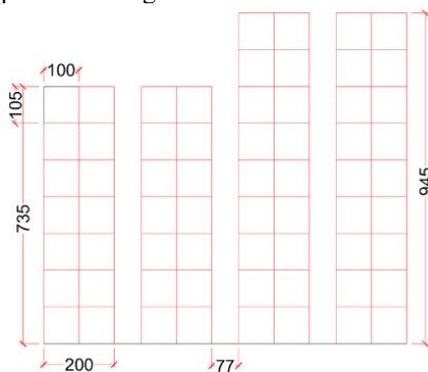
13	EPT-05-003	13
14	CLI-04-003	12
15	EPT-05-006	12
16	RES-02-006	12
17	CLI-04-026	11
18	CLI-04-028	11
19	CLI-04-016	11
20	EPT-05-007	11
21	CLI-04-006	10
22	CLI-04-009	10
23	CLI-04-018	10
24	CLI-04-024	10
25	EPT-05-005	10
26	RES-02-004	10
27	RES-02-005	9
28	RES-02-003	9
29	FLO-00-004	9
30	RES-02-001	9
31	CLI-04-002	9
32	EPT-05-008	9
33	CLI-04-001	5
34	EPT-05-002	5
35	RES-02-002	5
36	FLO-00-001	5
37	TAP-25-017	5
38	TAP-25-018	5
39	TAP-25-012	5
40	CLI-04-007	5
41	CLI-04-031	5
42	RES-02-008	5
43	TAP-25-013	5
44	RES-02-007	5
45	CLI-04-008	5
46	CLI-04-029	5
47	CLI-04-021	5
48	EPT-05-009	5
49	CLI-04-012	4
50	CLI-04-022	4
51	CLI-04-010	4
52	TAP-25-015	4
53	TAP-25-014	3
54	TAP-25-016	3
55	LEM-00-002	3
56	LEM-00-003	3
57	FLO-00-002	3
58	FLO-00-003	3
59	CLI-04-005	1
60	SIL-04-001	1
61	SIL-04-002	1
62	DUT-04-001	1
63	LASTIK ROLL	0

B 17

C 13

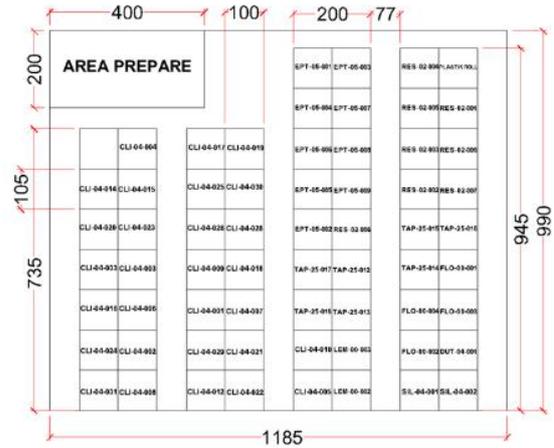
b. Menghitung Lebar dan Panjang Line

Dalam menghitung lebar, panjang, dan jarak line penyimpanan material, dapat dihitung dengan mempertimbangkan dimensi *pallet*. Berikut merupakan rancangan line material:



Gambar V Rancangan Perbaikan Line

4. Perancangan Layout Perbaikan



Gambar VI Rancangan Perbaikan Tata Letak

5. Perhitungan Jarak Perpindahan

Perhitungan jarak perpindahan material dihitung menggunakan metode *Rectilinear Distance* lalu dikalikan dengan frekuensi pemakaian material. Berikut ini adalah hasil perhitungan jarak perpindahan setelah perbaikan:

Tabel X Jarak Perpindahan Setelah Perbaikan SEBELUM

NO	MATERIAL	FREKUENSI	PERPINDAHAN
1	CLI-04-004	33	165,00
2	CLI-04-014	29	145,00
3	CLI-04-015	26	156,00
4	CLI-04-017	22	132,00
5	CLI-04-019	21	147,00
6	CLI-04-020	19	114,00
7	CLI-04-023	18	126,00
8	CLI-04-025	16	112,00
9	CLI-04-030	15	120,00
10	EPT-05-001	13	78,00
11	EPT-05-004	13	91,00
12	CLI-04-033	13	91,00
13	EPT-05-003	13	91,00
14	CLI-04-003	12	96,00
15	EPT-05-006	12	96,00
16	RES-02-006	12	132,00
17	CLI-04-026	11	88,00
18	CLI-04-028	11	99,00
19	CLI-04-016	11	88,00
20	EPT-05-007	11	88,00
21	CLI-04-006	10	90,00
22	CLI-04-009	10	90,00
23	CLI-04-018	10	100,00
24	CLI-04-024	10	90,00
25	EPT-05-005	10	90,00
26	RES-02-004	10	80,00
27	RES-02-005	9	81,00
28	RES-02-003	9	90,00
29	FLO-00-004	9	135,00
30	RES-02-001	9	90,00
31	CLI-04-002	9	90,00
32	EPT-05-008	9	81,00
33	CLI-04-001	5	50,00
34	EPT-05-002	5	50,00
35	RES-02-002	5	55,00
36	FLO-00-001	5	70,00
37	TAP-25-017	5	55,00

38	TAP-25-018	5	60,00
39	TAP-25-012	5	60,00
40	CLI-04-007	5	55,00
41	CLI-04-031	5	50,00
42	RES-02-008	5	55,00
43	TAP-25-013	5	65,00
44	RES-02-007	5	60,00
45	CLI-04-008	5	55,00
46	CLI-04-029	5	55,00
47	CLI-04-021	5	60,00
48	EPT-05-009	5	50,00
49	CLI-04-012	4	48,00
50	CLI-04-022	4	52,00
51	CLI-04-010	4	52,00
52	TAP-25-015	4	48,00
53	TAP-25-014	3	39,00
54	TAP-25-016	3	39,00
55	LEM-00-002	3	42,00
56	LEM-00-003	3	45,00
57	FLO-00-002	3	45,00
58	FLO-00-003	3	45,00
59	CLI-04-005	1	14,00
60	SIL-04-001	1	16,00
61	SIL-04-002	1	17,00
62	DUT-04-001	1	16,00
63	PLASTIK	0	0,00
ROLL			
TOTAL			4785,00

8	CLI-04-025	144,00	180,00
9	CLI-04-030	90,00	112,50
10	EPT-05-001	208,00	260,00
11	EPT-05-004	208,00	260,00
12	CLI-04-033	65,00	81,25
13	EPT-05-003	143,00	178,75
14	CLI-04-003	120,00	150,00
15	EPT-05-006	168,00	210,00
16	RES-02-006	120,00	150,00
17	CLI-04-026	110,00	137,50
18	CLI-04-028	99,00	123,75
19	CLI-04-016	88,00	110,00
20	EPT-05-007	143,00	178,75
21	CLI-04-006	90,00	112,50
22	CLI-04-009	110,00	137,50
23	CLI-04-018	80,00	100,00
24	CLI-04-024	80,00	100,00
25	EPT-05-005	150,00	187,50
26	RES-02-004	120,00	150,00
27	RES-02-005	99,00	123,75
28	RES-02-003	99,00	123,75
29	FLO-00-004	36,00	45,00
30	RES-02-001	108,00	135,00
31	CLI-04-002	117,00	146,25
32	EPT-05-008	126,00	157,50
33	CLI-04-001	70,00	87,50
34	EPT-05-002	85,00	106,25
35	RES-02-002	65,00	81,25
36	FLO-00-001	15,00	18,75
37	TAP-25-017	90,00	112,50
38	TAP-25-018	75,00	93,75
39	TAP-25-012	65,00	81,25
40	CLI-04-007	40,00	50,00
41	CLI-04-031	50,00	62,50
42	RES-02-008	60,00	75,00
43	TAP-25-013	80,00	100,00
44	RES-02-007	55,00	68,75
45	CLI-04-008	60,00	75,00
46	CLI-04-029	35,00	43,75
47	CLI-04-021	35,00	43,75

6. Perhitungan Waktu Tempuh

Perhitungan waktu tempuh dihitung dari kecepatan pekerja dalam mengambil barang yang berada di gudang material tiap meternya tertera pada Tabel XI.

Tabel XI Waktu Tempuh Pekerja

PEKERJA	WAKTU					RATA-RATA
	1	2	3	4	5	
1	1,32	1,11	1,57	1,14	1,27	1,28
2	1,14	1,20	1,33	1,18	1,46	1,26
3	1,16	1,12	1,24	1,34	1,21	1,21
TOTAL RATA-RATA						1,25

Rata-rata pengambilan tiap meternya dari 3 pekerja di gudang material adalah 1,25 detik/meter. Sehingga diperoleh waktu tempuh pekerja seperti berikut:

Tabel XII Waktu Tempuh Sebelum Perbaikan SEBELUM

NO	MATERIAL	PERPINDAHAN	WAKTU(m)
1	CLI-04-004	429,00	536,25
2	CLI-04-014	290,00	362,50
3	CLI-04-015	234,00	292,50
4	CLI-04-017	154,00	192,50
5	CLI-04-019	126,00	157,50
6	CLI-04-020	114,00	142,50
7	CLI-04-023	162,00	202,50

48	EPT-05-009	75,00	93,75	20	EPT-05-007	88,00	110,00
49	CLI-04-012	40,00	50,00	21	CLI-04-006	90,00	112,50
50	CLI-04-022	44,00	55,00	22	CLI-04-009	90,00	112,50
51	CLI-04-010	48,00	60,00	23	CLI-04-018	100,00	125,00
52	TAP-25-015	56,00	70,00	24	CLI-04-024	90,00	112,50
53	TAP-25-014	39,00	48,75	25	EPT-05-005	90,00	112,50
54	TAP-25-016	51,00	63,75	26	RES-02-004	80,00	100,00
55	LEM-00-002	57,00	71,25	27	RES-02-005	81,00	101,25
56	LEM-00-003	54,00	67,50	28	RES-02-003	90,00	112,50
57	FLO-00-002	6,00	7,50	29	FLO-00-004	135,00	168,75
58	FLO-00-003	9,00	11,25	30	RES-02-001	90,00	112,50
59	CLI-04-005	11,00	13,75	31	CLI-04-002	90,00	112,50
60	SIL-04-001	5,00	6,25	32	EPT-05-008	81,00	101,25
61	SIL-04-002	4,00	5,00	33	CLI-04-001	50,00	62,50
62	DUT-04-001	12,00	15,00	34	EPT-05-002	50,00	62,50
63	PLASTIK ROLL	0,00	0,00	35	RES-02-002	55,00	68,75
Jumlah Total		5821,00	7276,25	36	FLO-00-001	70,00	87,50
				37	TAP-25-017	55,00	68,75
				38	TAP-25-018	60,00	75,00
				39	TAP-25-012	60,00	75,00
				40	CLI-04-007	55,00	68,75
				41	CLI-04-031	50,00	62,50
				42	RES-02-008	55,00	68,75
				43	TAP-25-013	65,00	81,25
				44	RES-02-007	60,00	75,00
				45	CLI-04-008	55,00	68,75
				46	CLI-04-029	55,00	68,75
				47	CLI-04-021	60,00	75,00
				48	EPT-05-009	50,00	62,50
				49	CLI-04-012	48,00	60,00
				50	CLI-04-022	52,00	65,00
				51	CLI-04-010	52,00	65,00
				52	TAP-25-015	48,00	60,00
				53	TAP-25-014	39,00	48,75
				54	TAP-25-016	39,00	48,75
				55	LEM-00-002	42,00	52,50
				56	LEM-00-003	45,00	56,25
				57	FLO-00-002	45,00	56,25
				58	FLO-00-003	45,00	56,25
				59	CLI-04-005	14,00	17,50

**Tabel XIII Waktu Tempuh Setelah Perbaikan
SESUDAH**

NO	MATERIAL	PERPINDAHAN	WAKTU(m)
1	CLI-04-004	165,00	206,25
2	CLI-04-014	145,00	181,25
3	CLI-04-015	156,00	195,00
4	CLI-04-017	132,00	165,00
5	CLI-04-019	147,00	183,75
6	CLI-04-020	114,00	142,50
7	CLI-04-023	126,00	157,50
8	CLI-04-025	112,00	140,00
9	CLI-04-030	120,00	150,00
10	EPT-05-001	78,00	97,50
11	EPT-05-004	91,00	113,75
12	CLI-04-033	91,00	113,75
13	EPT-05-003	91,00	113,75
14	CLI-04-003	96,00	120,00
15	EPT-05-006	96,00	120,00
16	RES-02-006	132,00	165,00
17	CLI-04-026	88,00	110,00
18	CLI-04-028	99,00	123,75
19	CLI-04-016	88,00	110,00

60	SIL-04-001	16,00	20,00
61	SIL-04-002	17,00	21,25
62	DUT-04-001	16,00	20,00
63	PLASTIK ROLL	0,00	0,00
Jumlah Total		5821,00	4785,00

C. Analisis Hasil

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat dianalisis bahwa perancangan tata letak penyimpanan material menggunakan metode *Class Based Storage* dapat menurunkan jarak perpindahan material dan mengurangi waktu tempuh *prepare*.

1. Jarak Perpindahan.

Diketahui dari perhitungan sebelumnya jarak perpindahan material periode Maret 2022 pada penyimpanan material adalah sebesar 5821,00 m. Adapun jarak perpindahan material setelah dilakukan perancangan perbaikan adalah penyimpanan material sebesar 4785,00 m.

Penurunan Jarak Perpindahan

$$= 5821,00 \text{ m} - 4785,00 \text{ m}$$

$$= 1036,00 \text{ m}$$

$$\text{Persentase Penurunan} = \frac{1036,00}{5821,00} \times 100\% =$$

$$17,79 \%$$

2. Waktu Tempuh

Diketahui waktu tempuh sebelum perancangan perbaikan tata letak material adalah sebesar 7276,25 menit. Adapun waktu tempuh setelah dilakukan perancangan perbaikan tata letak material adalah sebesar 5981,25 menit.

Penurunan Waktu Tempuh

$$= 7276,25 \text{ menit} - 5981,25 \text{ menit}$$

$$= 1295,00 \text{ menit}$$

$$\text{Persentase Waktu Tempuh} = \frac{1295,00}{7276,25} \times 100\% =$$

$$17,79 \%$$

VIII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dibuatnya perancangan perbaikan pada tata letak gudang material, terjadi penurunan jarak perpindahan dan waktu perpindahan sebanyak 17,79% dibandingkan tata letak sebelumnya.
2. Material sudah dikelompokkan berdasarkan jenis dan frekuensi pemakaiannya.
3. Adanya area *prepare* untuk mempersiapkan barang sebelum dikirim yang sebelumnya tidak ada pada tata letak awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Jacobus. (2018). Analisis Sistem Manajemen Pergudangan Pada Cv. Pasific Indah Manado.
- Antika, R. (2019). Perencanaan Re-Layout Penempatan Barang Jadi Dengan Menggunakan Metode Class-Based Storage Di Warehouse Finished Goods PT. Muliakeramik Indahnya Cikarang.
- Huda, N. (2020). Perancangan Tata Letak Gudang Dengan Penerapan Metode Shared Storage Guna Meningkatkan Efektivitas Penyimpanan Bahan Baku PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang.
- Suhada, K. (2018). Usulan Perancangan Tata Letak Gudang dengan Menggunakan Metode *Class- Based Storage* (Studi Kasus di PT Heksatex Indah, Cimahi Selatan) Recommendation For Designing *New Storage Layout Using Class-Based Storage Method* (Case Study at PT Heksatex Indah, Cimahi Selatan).

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PROSES ASSEMBLY DUCT DENGAN MENGGUNAKAN LINE BALANCING DI PT SAYA

Elsa Maharani¹⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
ecamhrn@gmail.com

Priyono Budi Santoso²⁾
Politeknik Gajah Tunggal
yonxzbudi@gmail.com

Eling Waspodo³⁾
PT Gajah Tunggal Tbk
Elingwaspodo@gt-tires.com

ABSTRAK

The need for vehicles makes companies that engaged in the automotive components manufacture required to innovate so that it can meet consumer demand. PT SAYA is a company engaged in the automotive component industry and one of the products is duct, which is a component that will be assembled with headliner. To maintain consumer confidence, PT SAYA always makes continuous improvements that target high productivity so that consumer demands can be met. The objective of this research is to improve the productivity and efficiency in assembly duct line in PT SAYA. The observation showed that current productivity was about 9,52 pcs/M.H, efficiency line was about 89,09%, balance delay was about 7,27%, idle time was about 18 seconds, and smoothness index is about 17,03. Productivity improvement can be reached by balancing cycle times at each work station with the line balancing method. After improvement, the productivity value becomes 11,38%, efficiency line increases to 96,38%, balance delay decreases to 3,64%, idle time reduces to 4 seconds, and smoothness index decreases to 4,00.

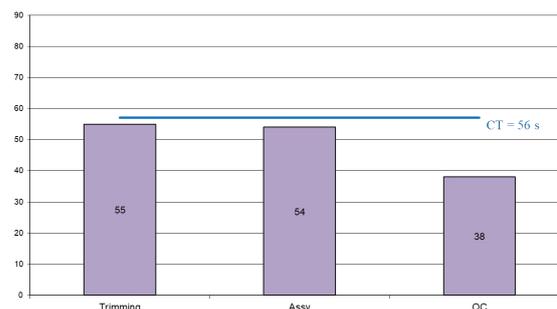
Kata Kunci : *Productivity, Efficiency, line Balancing, Assembly*

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, pertumbuhan industri otomotif di Indonesia terus mengalami peningkatan. Salah satu produk pada industri otomotif yang akan terus berkembang adalah mobil. Penjualan mobil di Indonesia berhasil menjadi yang tertinggi di wilayah Asia Tenggara (ASEAN) sepanjang tahun 2021. Dilansir dari ASEAN *Automotive Federation*, pada periode tahun 2021 total penjualan mencapai 887.202 unit atau naik 66,8 persen dibandingkan tahun lalu (Kurniawan, 2022). Karena penjualan mobil di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, maka setiap perusahaan otomotif berlomba-lomba untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan mempunyai daya saing yang tinggi agar dapat bersaing dengan perusahaan kompetitor. Setiap perusahaan dituntut untuk melakukan perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) demi mempertahankan eksistensinya di pasar global. Hal yang serupa juga dilakukan oleh PT SAYA yang senantiasa melakukan perbaikan terus menerus pada proses produksinya agar produktivitas dan efisiensi dapat terus ditingkatkan.

PT SAYA merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif. Salah satu produk yang dibuat oleh PT SAYA adalah *headlining roof* atau *headliner*. *Headliner* adalah bagian internal pada atap kendaraan, yang memiliki kinerja penyerapan suara dan insulasi suara yang baik untuk mencegah kebisingan luar atau suara mesin memasuki kabin penumpang, sehingga meningkatkan kenyamanan penumpang (Baek et al., 2019). Proses pembuatan *headliner* melalui beberapa tahapan proses yang dimulai dari *auto loader*, *roll coater*, *spray katalis*, *cutting*, *laminating*, *moulding*, hingga *trimming*. Setelah produk *headliner* jadi, tidak bisa langsung dikirim ke *customer*. *Headliner* masih harus melalui proses *assembly*, yaitu pemasangan komponen-komponen tambahan. Salah satu komponen yang dipasang pada *headliner* adalah *duct*.

Proses pembuatan *duct* secara garis besar sama dengan proses pembuatan *headliner*. Namun, setelah di-*trimming* di mesin *trimming*, *duct* harus memasuki proses *assembly tape* terlebih dahulu sebelum diinspeksi. Berikut ini adalah data rata-rata waktu siklus dari masing-masing *man power* pada *line assembly duct* dan *man power* mesin *trimming*.



Gambar 1. Rata-rata waktu siklus man power

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa masih terdapat permasalahan yaitu waktu siklus antar *man power* yang belum seimbang, sehingga berpotensi menyebabkan *bottleneck* pada stasiun kerja selanjutnya. Untuk menyeimbangkan lini produksi, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *line balancing*. *Line balancing* adalah suatu analisis yang mencoba melakukan suatu perhitungan keseimbangan hasil produksi dengan membagi beban antar proses secara berimbang, sehingga tidak ada proses yang *idle* akibat terlalu lama menunggu keluarnya produk dari proses sebelumnya (Dasanti et al., 2020). Dengan *line balancing*, penugasan elemen kerja setiap stasiun dapat dioptimalkan, sehingga beban kerja menjadi seimbang dan produktivitas dapat ditingkatkan (Dwicahyani & Muttaqin, 2020). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis keseimbangan lintasan (*line balancing*) untuk menyeimbangkan waktu siklus dan memperkecil waktu tunggu tiap stasiun kerja. Dengan merancang proses kerja menggunakan metode *line balancing* diharapkan bisa memberikan usulan perbaikan dan target perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dapat tercapai.

II. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan waktu siklus yang cukup besar, sehingga efisiensi lintasan belum maksimal.
2. Bobot kerja antar stasiun kerja belum merata, sehingga menyebabkan adanya *balance delay*.
3. Masih terdapat *idle time* (waktu menunggu) yang dapat menyebabkan *bottleneck process*.
4. Lini produksi belum seimbang, sehingga *smoothness index* belum optimal.
5. Terdapat banyak waktu tunggu, sehingga produktivitas belum maksimal.

III. BATASAN MASALAH

Agar permasalahan yang akan dikaji lebih terfokus dan terarah, berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini dilakukan di *line* produksi *headlining* 3 (HL-3) di PT SAYA.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada proses *trimming* sampai dengan proses *assembly duct*.
3. Metode *line balancing* yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan metode *region approach* atau *kilbridge and wester*.
4. Tidak membahas mengenai biaya untuk melakukan perubahan maupun keuntungan biaya yang dihasilkan dari adanya perbaikan.

IV. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai efisiensi lintasan setelah dilakukan *line balancing*.
2. Untuk mengetahui nilai *balance delay* setelah dilakukan *line balancing*.
3. Untuk mengetahui *idle time* setelah dilakukan *line balancing*.
4. Untuk mengetahui *smoothness index* setelah dilakukan *line balancing*.
5. Untuk mengetahui produktivitas setelah dilakukan *line balancing*.

V. MANFAAT PENELITIAN

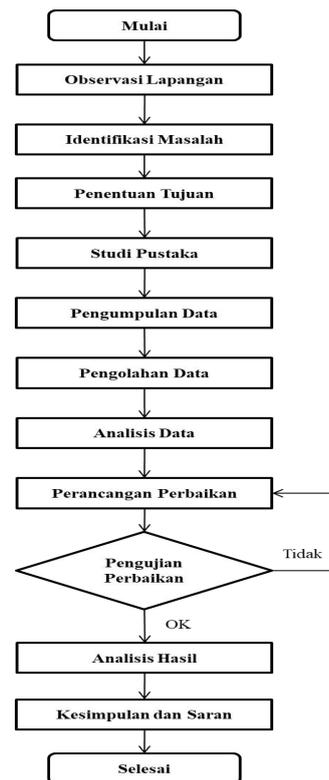
Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi perusahaan, yaitu diharapkan dapat menjadi acuan dalam melakukan kegiatan *assembly duct*.
2. Bagi pembaca, yaitu sebagai bahan bacaan dan referensi bagi pembaca yang akan melakukan penelitian lanjutan.
3. Bagi penulis, untuk menambah pengetahuan serta wawasan penulis dalam melakukan perancangan proses produksi.

VI. METODOLOGI KAJIAN

A. ALUR PENELITIAN

Berikut ini adalah alur penelitian yang menjelaskan mengenai tahapan atau prosedur dalam penelitian untuk melakukan analisis di *line assembly duct*. Gambar 2 di bawah ini merupakan diagram alur penelitian yang dimulai dari observasi lapangan hingga pada akhirnya menarik kesimpulan dari hasil analisis perbaikan yang telah dilakukan.



Gambar 2. Alur penelitian

B. JADWAL PENELITIAN

Berikut ini merupakan jadwal kegiatan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2. Jadwal kegiatan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Observasi awal	█					
2	Identifikasi masalah	█	█				
3	Pengajuan proposal		█	█			
4	Persiapan penelitian			█	█		
5	Proses <i>assembly duct</i> dengan usulan				█	█	
6	Analisis hasil					█	█
7	Penyusunan Tugas Akhir						█

C. ALAT DAN BAHAN

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan untuk pengambilan dan pengolahan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Alat dan bahan yang digunakan

No.	Alat dan Bahan	Unit	Kegunaan
1	Laptop	2	Untuk penyusunan naskah laporan dan untuk melakukan pengolahan data
2	Handphone	2	Untuk merekam dan mengambil data proses <i>assembly</i>
3	Buku dan Pulpen	1	Untuk mencatat hal-hal penting terkait penelitian
4	Kalkulator	1	Untuk membantu perhitungan dalam pengolahan data

D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung ke *line assembly duct* dan wawancara terhadap departemen yang berkaitan dengan proses *assembly* ini. Kajian literatur juga dilakukan untuk mengumpulkan data-data lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

E. TEKNIK PENGOLAHAN DATA

1. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{N \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(7)$$

Di mana:
 N' = Jumlah pengukuran yang harus dilakukan
 N = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan
 Xi = Data hasil pengukuran ke-i
 S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dinyatakan dalam desimal)
 k = Konstanta tiap kepercayaan (k = 1 jika Z = 99%, k= 2 jika Z = 95%, k = 3 jika Z = 68%)
 Jumlah data dikatakan cukup apabila N' < N, apabila N' > N maka perlu pengukuran ulang.

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data pada penelitian ini dihitung menggunakan bantuan *software* Minitab 18.

VII. HASIL KAJIAN DAN PEMABAHASAN

A. PENGUMPULAN DATA

Pengukuran waktu siklus dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* dilakukan pada masing-masing *man power* yang berjumlah enam orang, yaitu *man power helper*, dua *man power moulding*, *man power trimming*, *man power assy*, dan *man power QC*. Pengukuran dilakukan dengan pengamatan langsung sebanyak tiga puluh kali pada proses produksi *duct*. Berikut ini adalah rekapitulasi waktu siklus dari masing-masing *man power*.

Tabel 4. Rata-rata waktu siklus man power

Man Power	Rata-rata waktu siklus (detik)
<i>Helper</i>	54,8
<i>Moulding</i>	55,9
<i>Trimming</i>	54,9
<i>Assy seal tape</i>	53,7
QC	37,8

B. PENGOLAHAN DATA

1. Uji Kecukupan Data

Adapun pengujian kecukupan data dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 7. Dengan menggunakan tingkat keyakinan (*significant level*) 95%, sehingga k = 2 dan tingkat ketelitian yang digunakan adalah sebesar 5%. Berikut ini adalah rekapitulasi uji kecukupan data waktu siklus *man power* pada proses produksi *duct* di Mesin HL-3 di PT SAYA.

Tabel 5. Uji kecukupan data

Man Power	Uji Kecukupan Data		
	N	N'	Keterangan
<i>Helper</i>	30	1,29291	CUKUP
<i>Moulding</i>	30	1,86122	CUKUP
<i>Trimming</i>	30	3,55141	CUKUP
<i>Assy</i>	30	5,81292	CUKUP
QC	30	7,27117	CUKUP

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat disimpulkan bahwa data yang diambil untuk penelitian sudah memenuhi kebutuhan atau cukup, yaitu N' ≤ N.

2. Uji Keseragaman Data

Adapun pengujian keseragaman data menggunakan software Minitab 18 menunjukkan bahwa semua data yang diambil sudah memenuhi. diambil sudah memenuhi.

C. PERHITUNGAN TAKT TIME DAN CYCLE TIME

1. Takt Time

Takt time dapat dihitung menggunakan Persamaan 2. Berikut ini adalah perhitungan *takt time* proses produksi *duct*.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kerja efektif dalam 1 hari} &= \text{jam kerja 1 shift} - \text{total lost time} \\ &= (8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}) - 35 \text{ menit} \\ &= 445 \text{ menit atau } 26700 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata target produksi} &= \frac{\text{Target produksi selama 3 bulan}}{3} \\ &= \frac{448 + 489 + 489}{3} \\ &= \frac{1426}{3} \\ &= 475,333 \approx 476 \text{ pcs/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{Jam kerja efektif}}{\text{Target produksi per hari}} \\ &= \frac{26700}{476} \\ &= 56,092 \approx 57 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *takt time* pada proses produksi *duct* adalah sebesar 57 detik.

2. Cycle Time

Waktu siklus didapat dari waktu terlama pada proses produksi. Berdasarkan data waktu siklus pada Tabel diketahui bahwa waktu siklus terlama adalah waktu siklus *moulding*, yaitu $55,9 \approx 56$ detik. Waktu siklus *moulding* lebih kecil dibandingkan dengan *takt time*, oleh karena itu *standard time* yang akan digunakan dalam perancangan metode kerja adalah sebesar 56 detik.

D. PERHITUNGAN AWAL

1. Produktivitas Awal

Produktivitas awal dihitung dari data rata-rata produktivitas selama tiga bulan terakhir, yaitu produktivitas bulan Januari 2022 sampai dengan

bulan Maret 2022. Berikut ini adalah perhitungan produktivitas awal sebelum dilakukan perubahan.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Produktivitas awal} &= \frac{\text{Produktivitas selama 3 bulan}}{3} \\ &= \frac{9,63 + 9,63 + 9,29}{3} \\ &= \frac{28,55}{3} \times 100\% \\ &= 9,52 \text{ pcs/M.H} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa produktivitas awal sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar $9,52 \text{ pcs/M.H}$.

2. Line Efficiency Awal

Line efficiency dihitung dengan menggunakan Persamaan 4. Berikut ini adalah perhitungan *line efficiency* awal sebelum dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*, yakni proses *trimming* sampai dengan inspeksi.

$$\begin{aligned} \text{Line efficiency} &= \frac{\text{Total CT terbesar}}{\text{Jumlah WS} \times \text{CT terbesar}} \times 100\% \\ &= \frac{55 + 54 + 38}{3 \times 55} \times 100\% \\ &= \frac{147}{165} \times 100\% \\ &= 89,09\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *line assembly* awal sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 89,09%.

3. Balance Delay Awal

Balance delay dihitung dengan menggunakan Persamaan 5. Berikut ini adalah perhitungan *balance delay* awal sebelum dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*.

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay} &= \frac{\text{Jumlah WS} \times \text{CT terbesar} - \text{Total CT}}{\text{Jumlah WS} \times \text{CT terbesar}} \times 100\% \\ &= \frac{(3 \times 55) - (55 + 54 + 38)}{3 \times 55} \times 100\% \\ &= \frac{18}{165} \times 100\% \\ &= 10,91\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *balance delay* awal sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 10,91%.

4. Idle Time Awal

Idle time dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Berikut ini adalah perhitungan *idle time* awal sebelum dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*.

$$\begin{aligned}
 \text{Idle} &= (\text{Jumlah WS} \times \text{CT terbesar}) \\
 \text{Time} &= - \text{Total CT} \\
 &= (3 \times 55) - (55 + 54 + 38) \\
 &= 18 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *idle time* awal sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 18 detik.

5. Smoothness Index Awal

Smoothness index dihitung dengan menggunakan Persamaan 6. Berikut ini adalah perhitungan *smoothness index* awal sebelum dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*.

$$\begin{aligned}
 \text{Smoothness Index} &= \sqrt{\sum_{i=1}^N (ST_{max} - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{(55 - 55)^2 + (55 - 54)^2 + \dots} \\
 &= \sqrt{290} \\
 &= 17,03
 \end{aligned}$$

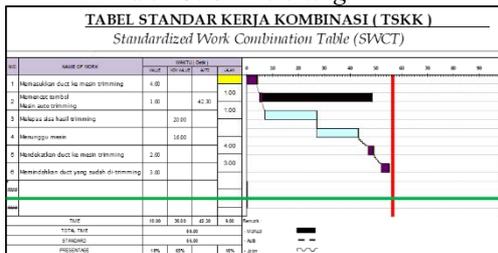
Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *smoothness index* awal sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 17,03.

E. TSKK DAM YAMAZUMI CHART AWAL

1. TSKK Awal

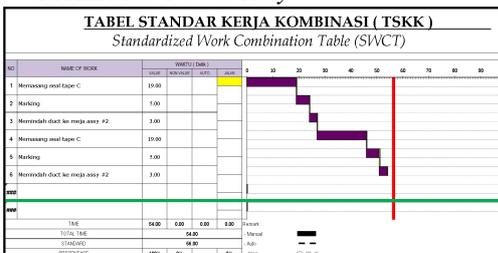
Elemen kerja yang telah diamati kemudian diidentifikasi menjadi *value work*, *non-value work*, *auto*, dan *jalan*. Berikut ini adalah hasil klasifikasi *value work*, *non-value work*, *auto*, dan *jalan* pada masing-masing *man power* yang digambarkan dalam bentuk Tabel Standar Kerja Kombinasi (TSKK).

1. TSKK Man Power Trimming



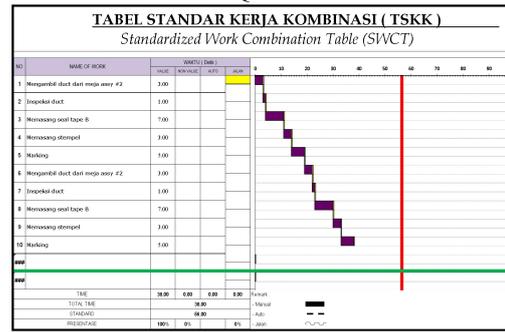
Gambar 3. TSKK awal man power trimming

2. TSKK Man Power Assy



Gambar 4. TSKK awal man power assy

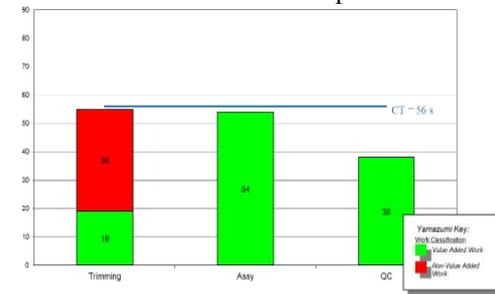
3. TSKK Man Power QC



Gambar 5. TSKK awal man power QC

2. Yamazumi Chart Awal

Berikut ini adalah *yamazumi chart* pada kondisi awal sebelum dilakukan perbaikan.



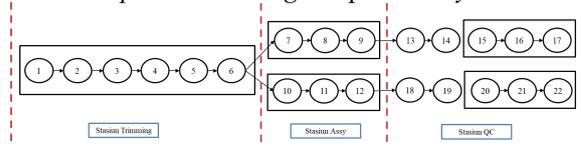
Gambar 6. Yamazumi chart awal

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa pada *man power trimming* dan *assy* dengan *man power QC* terdapat *idle time*.

F. PERANCANGAN METODE KERJA DENGAN LINE BALANCING

1. Precedence Diagram

Pada proses *assembly duct* terdapat 22 elemen kerja yang terbagi ke dalam 3 stasiun kerja. Berikut ini adalah *precedence diagram* proses *assy duct*.



Gambar 7. Precedence diagram

2. Perhitungan Jumlah Stasiun Kerja

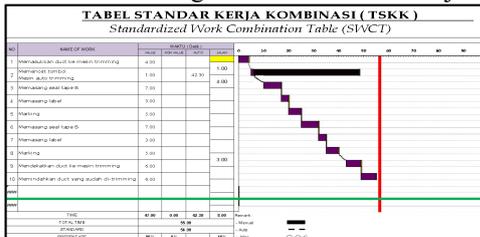
Penentuan jumlah stasiun kerja dapat dapat dihitung dengan membandingkan waktu total *assembly duct* dengan *takt time*. Penentuan jumlah stasiun kerja dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{WS} &= \frac{\text{Waktu total seluruh elemen kerja}}{\text{Takt time}} \\
 &= \frac{55 + 54 + 38}{57} \\
 &= \frac{147}{57}
 \end{aligned}$$

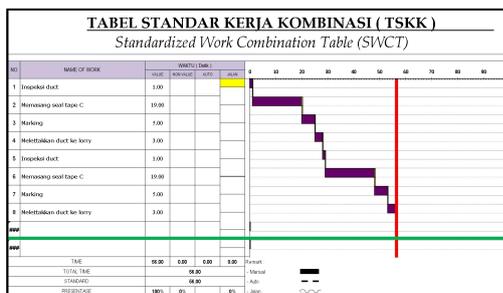
= 2,57 ≈ 3 stasiun kerja

3. Pendistribusian Elemen Kerja

Dengan melihat yamazumi chart awal dapat diketahui bahwa pada *man power trimming* terdapat sangat banyak waktu *non-value work*, maka relokasi elemen kerja dapat dilakukan dari satu *man power* ke *man power* lainnya. Dalam penelitian ini elemen kerja yang dilakukan oleh *man power QC* akan direlokasi ke *man power trimming*. Berikut ini adalah TSKK rancangan relokasi elemen kerja.



Gambar 8. Rancangan TSKK man power trimming

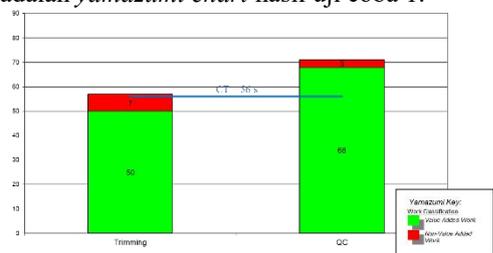


Gambar 9. Rancangan TSKK man power QC

G. HASIL

1. Hasil Uji Coba 1

Pada uji coba pertama *man power trimming* dibebani pekerjaan *setting duct* ke mesin *trimming* serta memasang *seal tape B* dan label pada saat menunggu mesin *trimming* beroperasi, sedangkan *man power QC* dibebani pekerjaan inspeksi *duct*, memasang *seal tape C* dan *marking*. Berikut ini adalah *yamazumi chart* hasil uji coba 1.



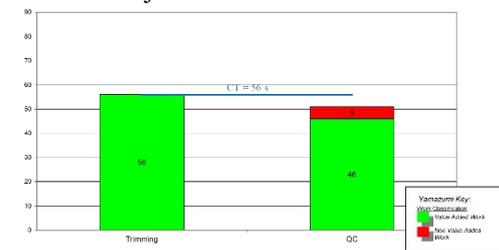
Gambar 10. Yamazumi chart uji coba 1

Dari *yamazumi chart* di atas dapat dilihat bahwa waktu siklus *man power trimming* dan *man power QC* melebihi batas *cycle time*. Perbedaan waktu siklus yang cukup besar antara *man power*

trimming dan *man power QC* mengakibatkan terjadinya penumpukan (*bottleneck*) dari *trimming* ke inspeksi. Berdasarkan hasil analisis pada uji coba pertama, diketahui bahwa penyebab terjadinya penumpukan adalah karena *man power* bekerja terlalu lama. Oleh karena itu, pada uji coba selanjutnya akan dilakukan percobaan dengan mengganti *man power QC*.

2. Hasil Uji Coba 2

Pada uji coba kedua terjadi pergantian *man power QC*. Secara metode kerja *man power trimming* dan *man power QC* masih sama seperti uji coba pertama. Berikut ini adalah *yamazumi chart* hasil uji coba 2.

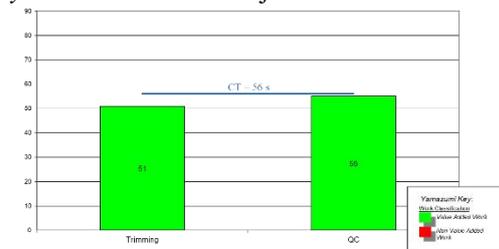


Gambar 11. Yamazumi chart uji coba 2

Dari *yamazumi chart* di atas dapat dilihat bahwa waktu siklus *man power trimming* dan *man power QC* sudah tidak melebihi batas *cycle time*. Perbedaan waktu siklus yang cukup besar antara *man power trimming* dan *man power QC* mengakibatkan terjadinya sedikit penumpukan dari *trimming* ke inspeksi. Berdasarkan hasil analisis pada uji coba kedua, penulis berasumsi bahwa penyebab terjadinya penumpukan adalah karena metode kerja yang dibuat belum maksimal. Oleh karena itu, pada uji coba selanjutnya akan dilakukan percobaan dengan mengubah metode kerjanya.

3. Hasil Uji Coba 3

Pada uji coba ketiga, metode kerja *man power trimming* dan *man power QC* mengalami sedikit perubahan. Pada uji coba ketiga ini *marking* dibagi menjadi masing-masing *man power* sesuai dengan *seal tape* yang dipasang. Berikut ini adalah *yamazumi chart* hasil uji coba 3.



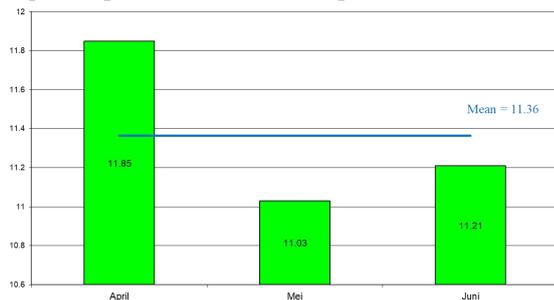
Gambar 12. Yamazumi chart uji coba 3

Dari *yamazumi chart* di atas dapat dilihat bahwa waktu siklus *man power trimming* dan *man power*

QC sudah tidak ada yang melebihi batas *cycle time*. Berdasarkan hasil analisis pada uji coba ketiga, penulis berasumsi bahwa metode kerja yang dibuat sudah cukup baik dan sudah bisa dijalankan secara regular.

4. Monitoring Hasil Setelah Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis pada uji coba ketiga, penulis berasumsi bahwa uji coba yang dilakukan pada proses *assembly duct* selesai dilakukan. Maka langkah selanjutnya adalah melakukan *monitoring* hasil produksi. Berikut ini adalah hasil *monitoring* proses produksi *duct* setelah percobaan.



Gambar 13. Monitoring hasil produksi

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa produktivitas selama tiga bulan cukup stabil, meskipun sempat mengalami penurunan yang cukup drastis di bulan Mei. Diketahui rata-rata produktivitas selama tiga bulan setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 11,36 pcs/M.H.

5. Perhitungan Hasil

a. Produktivitas Setelah Perbaikan

Produktivitas dihitung dari rata-rata produktivitas selama tiga bulan pemantauan (*monitoring*), yaitu produktivitas bulan April 2022 sampai dengan bulan Juni 2022. Berikut ini adalah perhitungan produktivitas setelah dilakukan perubahan.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Produktivitas} &= \frac{\text{Produktivitas selama 3 bul:}}{3} \\ &= \frac{11,85 + 11,03 + 11,21}{3} \\ &= \frac{34,09}{3} \times 100\% \\ &= 11,36 \text{ pcs/M.H} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa produktivitas setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 11,36 pcs/M.H.

b. Line Efficiency Setelah Perbaikan

Line efficiency dihitung dengan menggunakan Persamaan 4. Berikut ini adalah perhitungan *line efficiency* setelah dilakukan perubahan pada proses

assembly duct.

$$\begin{aligned} \text{Line Efficiency} &= \frac{\text{Total CT terbesar}}{\text{Jumlah WS x CT terbesar}} \times 100\% \\ &= \frac{51 + 55}{2 \times 55} \times 100\% \\ &= \frac{106}{110} \times 100\% \\ &= 96,36\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *line assembly* sesudah dilakukan perubahan adalah sebesar 96,36%.

c. Balance Delay Setelah Perbaikan

Balance delay dihitung dengan menggunakan Persamaan 5. Berikut ini adalah perhitungan *balance delay* setelah dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay} &= \frac{\text{Jumlah WS x CT terbesar} - \text{Total CT}}{\text{Jumlah WS x CT terbesar}} \times 100\% \\ &= \frac{(2 \times 55) - (51 + 55)}{2 \times 55} \times 100\% \\ &= \frac{4}{110} \times 100\% \\ &= 3,64\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *balance delay* setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 3,64%.

d. Idle Time Setelah Perbaikan

Idle time dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Berikut ini adalah perhitungan *idle time* awal sebelum dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*.

$$\begin{aligned} \text{Idle Time} &= (\text{Jumlah WS x CT terbesar}) - \text{Total CT} \\ &= (2 \times 55) - (51 + 55) \\ &= 4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *idle time* setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 4 detik.

e. Smoothness Index Setelah Perbaikan

Smoothness index dihitung dengan menggunakan Persamaan 6. Berikut ini adalah perhitungan *smoothness index* setelah dilakukan perubahan pada proses *assembly duct*.

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(55 - 51)^2 + (55 - 55)^2} \\ &= \sqrt{16} \\ &= 4 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *smoothness index* setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 4,00.

VIII. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada PT SAYA di Mesin HL-3, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai efisiensi lintasan setelah dilakukan perbaikan meningkat sebanyak 7,27%, yakni dari 89,09% menjadi 96,36%.
2. *Balance delay* menurun sebesar 7,27%, yakni dari 10,91% menjadi 3,64%.
3. *Idle time* berkurang sebanyak 14 detik, yakni dari 18 detik menjadi 4 detik.
4. *Smoothness index* menurun 13,03, yakni dari 17,03 menjadi 4,00.
5. Produktivitas setelah dilakukan perbaikan meningkat sebesar 2,09 *pcs/M.H* yakni dari semula 9,52 *pcs/M.H* menjadi 11,36 *pcs/M.H*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baek, S. W., Lee, S. W., & Kim, C. S. (2019). Experimental Verification Of Use Of Vacuum Insulating Material In Electric Vehicle Headliner To Reduce Thermal Load. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(20). <https://doi.org/10.3390/app9204207>
- Dasanti, A. F., Jakdan, F., & Santoso, T. (2020). Penerapan Konsep Line Balancing Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Yang Optimal Pada Setiap Stasiun Kerja di PT Garment Jakarta. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2), 40–45.
- Dwicahyani, A. R., & Muttaqin, B. I. A. (2020). Peningkatan Produktivitas IKM melalui Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi (Studi Kasus: IKM Mebel di Solo). *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 2(1), 51–57. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2020.v2i1.1166>

