

**MODEL PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG PADA *PARTS FAST MOVING WHEEL AND BRAKE* DENGAN PENDEKATAN METODE ABC
DI PT. GMF AEROASIA**

Abdul Fatah¹⁾, Muhammad Shobur²⁾, Supriyono³⁾,

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Indonesia

1) alfath5746@gmail.com

2) shobur.muhammed@gmail.com

3) dosen01509@unpam.ac.id

ABSTRAK

PT.GMF AeroAsia adalah perusahaan dibidang perawatan pesawat terbang. Dalam proses produksinya terdapat kendala proses tunggu pengambilan material dari gudang ke *workshop wheel and brake* (ban dan rem). Penelitian ini membahas perpindahan material serta tata letak gudang. Tujuannya untuk menganalisis proses perpindahan material *fast moving* serta memberikan perbaikan tata letak gudang agar lebih efektif dan efisien. Penelitian ini menggunakan metode ABC dengan tahapan yaitu pengklasifikasian material, simulasi perpindahan material dengan promodel, serta perbandingan tata letak awal dengan usulan. Hasil penelitian ini adalah didapatkan klasifikasi material kategori A terdapat pada material proses pekerjaan *Wheel-Repair* dan *Brake-Repair*. Selanjutnya pembuatan *layout* usulan untuk memperkecil jarak perpindahan material gudang-*assembly wheel* dari 515 meter menjadi 65 meter, dan gudang-*assembly brake* dari 545 m menjadi 25 m, efisiensi sebesar 87,37 % dan 95,4 %. Perbandingan *layout* awal dan usulan disimulasikan promodel menghasilkan efisiensi waktu dari 15,38 menit menjadi 4,82 dan 4,56 menit, presentase sebesar 68,66 % dan 70,35 %.

Kata Kunci: Metode ABC, tata letak, Promodel

ABSTRACT

PT GMF AeroAsia is a company in the aircraft maintenance sector. In the production process there are obstacles in the process of waiting for material to be taken from the warehouse to the wheel and brake workshop. This research discusses material movement and warehouse layout. The aim is to analyze the fast moving material transfer process and provide layout improvements to make it more effective and efficient. This research uses the ABC method with stages, namely material classification, material movement simulation with a model, and comparison of the initial layout with the proposal. The results of this research are that category A material is found in the Wheel-Repair and Brake-Repair work process materials. Next, a proposed layout was created to reduce the material movement distance between the warehouse-assembly wheel from 515 meter to 65 meter, and the warehouse-assembly brake from 545 m to 25 m, efficiency of 87.37% and 95.4%. Comparison of the initial layout and the proposed model simulated results in time efficiency from 15.38 minutes to 4.82 and 4.56 minutes, percentages of 68.66% and 70.35%.

Keywords: ABC method, layout, Promodel

I. PENDAHULUAN

PT GMF AeroAsia Tbk adalah perusahaan internasional yang menyediakan layanan fasilitas penerbangan terbesar di Asia, yang berkantor pusat di Jakarta, Indonesia. Bisnis inti PT GMF AeroAsia adalah penyedia jasa perbaikan dan suku cadang pesawat termasuk badan pesawat, mesin, komponen dan jasa pendukung lainnya secara terintegrasi atau dikenal dengan bisnis *maintenance, repair and overhaul* (MRO). PT. GMF AeroAsia terdapat *workshop* yang di dalamnya memproduksi perawatan komponen *wheel and brake* (ban dan rem) yang disebut *workshop wheel brake* (WSWB). *Workshop wheel brake* termasuk dalam kategori komponen *fast moving*, dikarenakan untuk memenuhi kebutuhan *wheel and brake* beberapa maskapai pesawat terbang, diantaranya Garuda, Citilink dan Air Asia yang memiliki frekuensi penerpangan yang tinggi.

Melihat frekuensi pekerjaan di *workshop wheel brake* yang tinggi maka diperlukan pula kecepatan dalam pemenuhan material atau

suku cadang dari gudang ke WSWB agar proses perawatan komponen berjalan dengan baik dan tepat waktu. Pada proses perawatan *wheel brake* terdapat proses *assembly* atau perakitan yang membutuhkan material atau suku cadang dari gudang, namun karena tata letak gudang yang kurang efisien mengakibatkan perpindahan material kurang cepat dan proses *assembly wheel brake* pun terhambat. Hal tersebut yang kemudian menyebabkan pemborosan (*waste*) dalam *material handling*. Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan pengkategorian material atau suku cadang *fast moving* dan analisis tata letak fasilitas gudang yang lebih efisien agar kegiatan perawatan komponen berjalan dengan lancar dalam rangka mendukung ketersediaan *fast moving parts wheel and brake*, dimana *delivery parts* yang *on time* sedikit banyak akan berdampak pada *revenue* perusahaan. Berikut sampel data permintaan material atau suku cadang *and brake* dari bulan Januari 2023 hingga bulan Oktober 2023 dilihat seperti **Tabel 1**.

Tabel 1. Sampel Data Permintaan Material Dan Keterlambatan

Bulan	Jumlah Permintaan Material Wheel and Brake (Kali)	Jumlah Keterlambatan (Kali)	Persentase
Januari	60	12	20%
Febuari	50	8	16%
Maret	65	10	15%
April	60	10	17%
Mei	65	12	18%
Juni	65	9	14%
Juli	70	12	17%
Agustus	65	11	17%
September	60	11	18%
Oktober	55	7	13%
Jumlah	615	102	17%

(Sumber: PT. GMF AeroAsia, 2024)

Berdasarkan **Tabel 1**, diatas menggambarkan adanya keterlambatan perpindahan material yaitu rata-rata keterlambatan 17% sehingga menimbulkan waktu yang terbuang dan terhambatnya kegiatan produksi *assembly wheel and brake*. Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis perpindahan material dari gudang pusat menuju *workshop wheel brake* serta tata letak gudang material tersebut dengan menggunakan pendekatan metode ABC.

Metode ABC ditujukan untuk pengklasifikasian material yang akan dipindahkan menuju tata letak gudang baru. Judul penelitian ialah Model Perbaikan Tata Letak Gudang Pada *Parts Fast Moving Wheel and Brake* Dengan Pendekatan Metode ABC di PT. GMF AeroAsia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. GMF AeroAsia pada bulan Januari hingga bulan Oktober tahun 2023. Metode Penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data dengan cara observasi dan wawancara langsung ke PT. GMF AeroAsia. Setelah mengidentifikasi masalah, terdapat beberapa permasalahan yang muncul terkait dengan perpindahan material dari gudang menuju *workshop wheel and brake*. Hal ini menjadi perhatian bagi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pendekatan metode ABC untuk klasifikasi material serta simulasi promodel yang bertujuan mensimulasikan perpindahan material tata letak awal dengan tata letak usulan agar perpindahan material lebih efektif dan efisien. Teknik analisis data menggunakan beberapa tahapan, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

A. Analisis Pembentukan Kelas (Metode ABC)

Analisis pembentukan kelas meliputi jumlah dan frekuensi pengiriman barang dari gudang material bahan ke *workshop wheel brake* lalu mengurutkan nilai inventori dari nilai total terbesar ke nilai yang terkecil, lalu menghitung akumulasi nilainya.

B. Analisis Simulasi Model Dengan Promodel

Simulasi adalah metode yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah yang

$$\text{Efisiensi Jarak} = \frac{\text{Jarak Awal} - \text{Jarak Usulan}}{\text{Jarak Awal}} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Waktu} = \frac{\text{Waktu Awal} - \text{Waktu Usulan}}{\text{Waktu Awal}} \times 100 \%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data material *wheel and brake* yang ada di gudang pusat PT. GMF

tidak pasti dan kemungkinan-kemungkinan jangka panjang yang tidak dapat diperhitungkan secara cermat. Perangkat lunak *Promodel (Production Modeler)* dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem manufaktur dan layanan. Di *Promodel*, selama simulasi, animasi dan aktivitas kerja atau alur kerja dapat dilihat hasilnya dan akan ditampilkan dalam bentuk tabel atau grafik yang memudahkan pemeriksaan. (Ristanti, 2022)

Dalam penelitian ini diperlukan pembuatan model simulasi *layout* awal dan *layout* usulan. Kemudian analisis perpindahan material *layout* awal dan *layout* usulan menggunakan aplikasi promodel, sehingga terlihat pergerakan simulasi beserta data statistiknya.

C. Perbandingan Usulan Layout

Langkah selanjutnya dalam menentukan *layout* yang efektif dan efisien adalah dengan membuat perbandingan hasil pengamatan dari waktu dan jarak *layout* awal dengan waktu dan jarak waktu usulan. Dengan demikian presentase efisiensi dan selisih dapat diamati dengan jelas. Perhitungan perbandingan dapat dihitung dengan rumus berikut:

AeroAsia berdasarkan frekuensi pemakaian atau penggunaan pada masing-masing jenis pekerjaan produksi *wheel and brake* periode bulan Januari hingga Oktober 2023.

Tabel 2. Tabel Frekuensi Pemakaian Material Produksi *Wheel*

Pekerjaan		Material	Total Frekuensi Pemakaian Bulan Jan – Okt 2023
<i>Wheel</i>	<i>Repair / Tire Change</i>	1. <i>Packing</i> 2. <i>Core Valve</i> 3. <i>Cap Valve</i> 4. <i>Nut</i>	4557

Pekerjaan		Material	Total Frekuensi Pemakaian Bulan Jan – Okt 2023
Wheel	Overhaul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Packing 2. Core Valve 3. Cap Valve 4. Bolt, Nut and Washer 5. Heat Shield 6. Torque Drive 7. Steam Valve 8. Plug 9. Fuse 10. Dust Guard 	1545
	Special Process	<ol style="list-style-type: none"> 1. Packing 2. Core Valve 3. Cap Valve 4. Nut 5. Bearing Assy 6. Bearing Cup 7. Union 8. Bush 9. Helicoil 	151

(Sumber: PT. GMF AeroAsia, 2024)

Tabel 3. Tabel Frekuensi Pemakaian Material Produksi Brake

Pekerjaan		Material	Total Frekuensi Pemakaian Bulan Jan – Okt 2023
Brake	Repair / Heat Pack Change	<ol style="list-style-type: none"> 1. Packing 2. Nut 3. Seal Assy 4. Bush 5. Retainer 6. Insulator Spring 7. Spring 8. Nut 9. Clip 10. Wear Indicator 11. Plug 12. Cap 	668
	Overhaul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Packing 2. Nut 3. Seal Assy 4. Bush 5. Retainer 6. Insulator Spring 7. Spring 8. Nut 9. Clip 10. Wear Indicator 11. Plug 12. Cap Valve 13. Bolt and Washer 14. Spacer 15. Spring Guide 16. Insulator 17. Valve 18. Bleeder Valve 	63

Pekerjaan		Material	Total Frekuensi Pemakaian Bulan Jan – Okt 2023
		19. Backup Ring 20. Scrapper 21. Piston 22. Sleeve 23. Pin Adjuster 24. Ball 25. Cover Protective 26. Stop Plate 27. Warning Plate	63
	Special Repair	1. Bush Assy 2. Torque Tube 3. Rear Plate 4. Heat Shield 5. Rivet 6. Pressure Plate 7. Backing Plate	15

(Sumber: PT. GMF AeroAsia, 2024)

A. Pengklasifikasian Material (Metode ABC)

Setelah data pemakaian material dari jenis pekerjaan diperoleh, kemudian data tersebut dapat diolah menggunakan metode ABC, yaitu mengklasifikasikan dan mengelompokkan material berdasarkan pemakaian material dari frekuensi terbanyak

(A), sedang (B) dan paling rendah (C) pada tiap jenis pekerjaan.

Pada **Tabel 2.** serta **Tabel 3.** dapat diperoleh data jenis pekerjaan serta material yang dibutuhkan untuk mendukung proses produksi, sehingga pengolahan data dari dua tabel tersebut menjadi seperti tabel berikut menggunakan aplikasi *POM-QM for Windows*.

Tabel 4. Tabel Hasil Pengolahan Metode ABC

Pekerjaan		Material	Total Frekuensi Pemakaian Bulan Jan – Okt 2023	Category
Wheel	Repair / Tire Change	1. Packing 2. Core Valve 3. Cap Valve 4. Nut	6253	A
Brake	Repair / Heat Pack Change	1. Packing 2. Spring 3. Bush 4. Retaine 5. Insulator Spring 6. Seal Assy 7. Nut 8. Castle Nut 9. Clip 10. Wear Indicator 11. Plug 12. Cap Valve	731	A

(Sumber: PT. GMF AeroAsia, 2024)

Material kelompok A dengan jumlah pemakain material tertinggi yaitu pada jenis pekerjaan *Wheel-Repair / Tire Change* dan *Brake-Repair / Heat Pack Change*, B dengan kelompok pemakain material sedang yaitu pada jenis pekerjaan *Wheel-Overhaul* dan

Brake-Overhaul. C dengan kelompok pemakaian paling rendah yaitu pada jenis pekerjaan *Wheel-Special Repair* dan *Brake-Special Repair*.

Kelompok material kategori A kemudian yang akan dipindahkan menuju

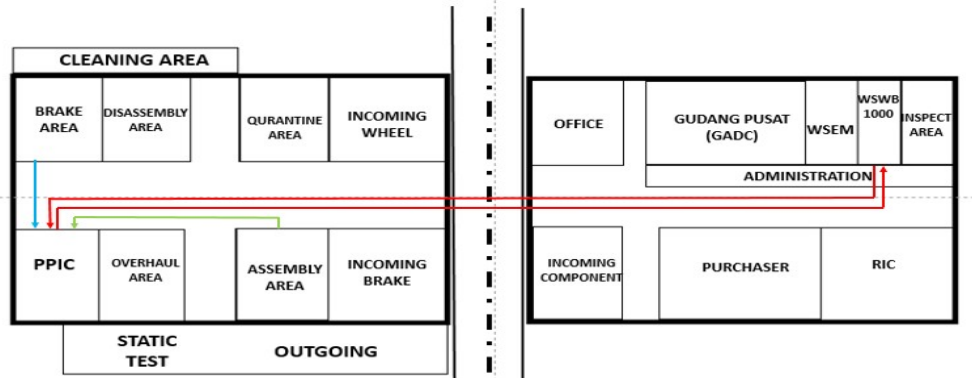
layout usulan atau tempat gudang penyimpanan baru yang didekatkan dengan area produksi agar lebih efektif dan efisien serta tanpa adanya waktu tunggu pengambilan material yang lama.

B. Analisis Simulasi Dengan Promodel

1. Tata Letak Awal

Tata letak gudang *Work Shop Wheel Brake* (WSWB) saat ini berada pada

gedung gudang pusat (GADC) yang memiliki jarak yang cukup jauh dengan unit produksi sehingga mengakibatkan keterlamabatan pengambilan barang yang secara otomatis berdampak langsung pada produktivitas kerja, serta waktu yang terbuang. Berikut tata letak gudang awal sebelum usulan perbaikan.



(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Gambar 1. Tata Letak Awal

Dari data yang diperoleh jarak antara gudang WSWB 1000 dengan area *assembly wheel* adalah 515 meter. Sedangkan jarak antara gudang WSWB 1000 dengan area *assembly brake* adalah 545 meter. Personil produksi yang mengambil material langsung ke gudang dengan proses pengambilan dengan

jalan kaki mengakibatkan terjadinya keterlambatan proses material handling dan proses produksi. Alur proses pengambilan material dari *workshop* ke gudang selanjutnya disimulasikan dengan aplikasi promodel agar muncul statistic mengenai waktu pengambilan material.

Tabel 5. Data Pengamatan Waktu Pengambilan Material Awal

Aktivitas	Pengukuran (menit)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Request Material	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3
Pengambilan Material	9	10	10	10	9	9	9	10	11	10
Inspeksi dan Consume	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3
Total Waktu	14	16	15	15	14	14	15	15	16	16

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)



Berikut hasil dari output simulasi model beserta statistiknya.

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Gambar 2. Simulasi *Layout* Awal

Gambar diatas menunjukkan perpindahan dari *workshop, request* material ke PPIC dilanjutkan dengan pengambilan material ke gudang pusat, selanjutnya material diambil oleh pihak admin gudang, kemudian inspeksi

material, serah terima kepada teknisi yang mengambil material, kemudian bukti serah terima dengan adanya *delivery note* diserahkan ke pihak PPIC untuk dilakukan *consume material*.

Tabel 6. Hasil *Statistic Promodel Awal*

Name	Repl	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (Min)	Avg Time In Move Logic (Min)	Avg Time Waiting (Min)	Avg Time In Operation (Min)	Avg Time Blocked (Min)
Teknisi	1	103,00	4,00	16,54	10,55	0,00	0,00	5,99
Teknisi	2	106,00	4,00	16,17	10,34	0,00	0,00	5,83
Teknisi	3	119,00	4,00	14,47	9,18	0,00	0,00	5,29
Teknisi	4	101,00	4,00	16,95	10,82	0,00	0,00	6,13
Teknisi	5	123,00	4,00	13,95	8,78	0,00	0,00	5,17
Teknisi	6	120,00	3,00	14,43	9,10	0,00	0,00	5,33
Teknisi	7	109,00	3,00	15,93	10,02	0,00	0,00	5,91
Teknisi	8	109,00	4,00	15,75	9,97	0,00	0,00	5,78
Teknisi	9	115,00	4,00	14,58	9,20	0,00	0,00	5,38
Teknisi	10	115,00	3,00	15,07	9,54	0,00	0,00	5,53

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Tabel di atas menunjukkan hasil *statistic simulasi pengamatan promodel* perpindahan material dengan 10 kali

replikasi. Untuk rata-rata *entity activity* dapat ditunjukkan pada tabel di bawah

Tabel 7. Hasil Rata-Rata *Entity Activity Awal*

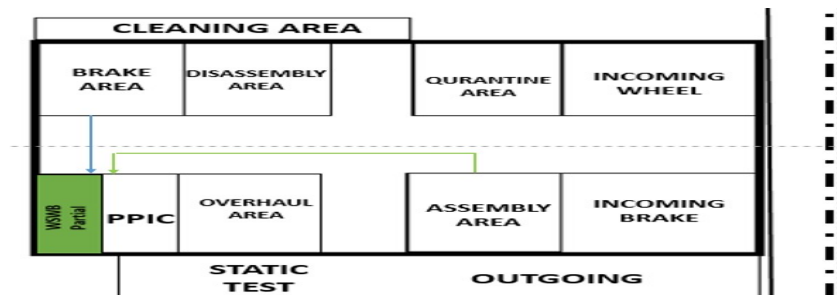
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (Min)	Avg Time In Move Logic (Min)	Avg Time Waiting (Min)	Avg Time In Operation (Min)	Avg Time Blocked (Min)
Teknisi	112,00	3,70	15,38	9,75	0,00	0,00	5,63

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Nilai rata-rata aktivitas dari pergerakan teknisi di atas yaitu 15.38 menit. Untuk itu penulis mengusulkan adanya perbaikan tata letak gudang agar waktu lebih efektif dan efisien.

Usulan perbaikan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu pengambilan material sehingga kegiatan produksi *assembly wheel brake* tidak terhambat serta menjadi lebih produktif. Berikut perbaikan tata letak yang diusulkan.

2. Tata Letak Usulan



(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Gambar 3. Tata Letak Usulan

Usulan tata letak tersebut menghasilkan jarak antara gudang WSWB 1000 dengan *area assembly wheel* dari 515 meter menjadi 65 meter. Sedangkan jarak antara gudang WSWB 1000 dengan *area assembly brake* dari 545 meter menjadi 25 meter. Usulan

perbaikan tata letak selanjutnya di simulasikan dengan aplikasi *promodel* agar statistik waktu perpindahan material dapat diamati lebih jelas. Berikut data alur perpindahan dan sampel waktu perpindahan material *layout* baru dengan 10 kali percobaan.

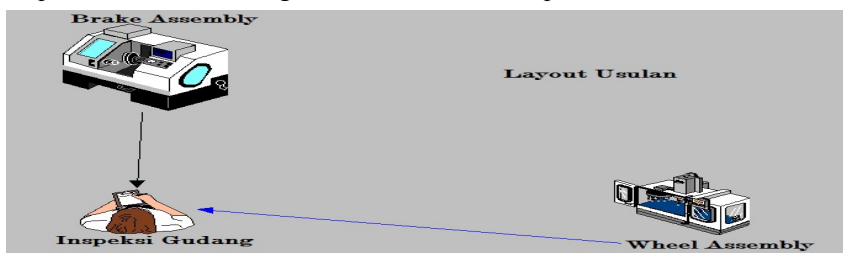
Tabel 8. Data Pengamatan Waktu Pengambilan Material Usulan

Aktivitas	Pengukuran (menit)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Wheel Assembly</i> -Gudang WSWB	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5
<i>Brake Assembly</i> -Gudang WSWB	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Data di atas selanjutnya diinput pada aplikasi *promodel*. Berikut gambaran

simulasi *layout* usulan dengan aplikasi *promodel*.



(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Gambar 4. Simulasi *Layout* Usulan

Layout usulan tersebut menggambarkan perpindahan material yang lebih dekat yaitu gudang baru dengan material yang sudah terseleksi dengan metode ABC kemudian dipindahkan ke satu gedung dengan *workshop wheel brake* sehingga

jarak pengambilan material lebih dekat dan dengan waktu yang lebih singkat. Berikut hasil data *statistic* yang keluar dengan *promodel* pada bagian *entity activity*.

Tabel 4.12 Hasil *Statistic Promodel* Usulan

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (Min)	Avg Time In Move Logic (Min)	Avg Time Waiting (Min)	Avg Time Blocked (Min)
Teknisi <i>Brake</i>	148,10	1,00	4,56	1,61	0,00	2,96
Teknisi <i>Wheel</i>	141,70	1,50	4,82	1,70	0,00	3,12

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Rata-rata aktifitas teknisi *brake* menunjukkan angka 4,56 menit sedangkan teknisi *wheel* menunjukkan angka 4,82 menit.

C. Perhitungan Perbandingan *Layout* Awal dan Usulan

Usulan perbaikan tata letak, proses pengambilan material dapat dipersingkat

menjadi 4,82 menit antara *assembly wheel* dengan usulan gudang baru dan 4,56 menit antara *assembly brake* dengan usulan gudang baru. Usulan tata letak tersebut menghasilkan efisiensi waktu 10,56 menit dan 10,82 menit.

Tabel 4.13 Perbandingan Jarak dan Waktu *Layout*

<i>Layout</i>		Jarak Perpindahan (Meter)	Waktu (Menit)
Awal	<i>Assembly Wheel-Gudang</i>	515	15,38
Usulan	<i>Assembly Wheel-Gudang</i>	65	4,82
Selisih		450	10,56
Awal	<i>Assembly Brake-Gudang</i>	545	15,38
Usulan	<i>Assembly Brake-Gudang</i>	25	4,56
Selisih		520	10,82

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

Perbandingan dapat menggunakan persamaan berikut untuk menentukan persentase perbedaan antara tata letak yang diusulkan dan tata letak awal :

Tabel 14. Presentase Efisiensi

Presentase efisiensi jarak	Presentase efisiensi waktu
1. Area <i>Wheel-Gudang</i> , $\text{Koreksi} = \frac{515-65}{515} \times 100 \%$ $\text{Koreksi} = \frac{450}{515} \times 100 \%$ Koreksi = 87.37 %	1. Area <i>Wheel-Gudang</i> , $\text{Koreksi} = \frac{15,38-4,82}{15} \times 100 \%$ $\text{Koreksi} = \frac{10,56}{15,38} \times 100 \%$ Koreksi = 68.66 %
2. Area <i>Brake-Gudang</i> $\text{Koreksi} = \frac{545-25}{545} \times 100 \%$ $\text{Koreksi} = \frac{520}{545} \times 100 \%$ Koreksi = 95.4 %	2. Area <i>Brake-Gudang</i> $\text{Koreksi} = \frac{15,38-4,56}{15,38} \times 100 \%$ $\text{Koreksi} = \frac{10,82}{15,38} \times 100 \%$ Koreksi = 70.35 %

(Sumber: Pengolahan Penelitian, 2024)

yang diberikan sangat berarti bagi terwujudnya jurnal ini. Terima kasih atas segalanya.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini adalah didapatkan klasifikasi material kategori A terdapat pada material proses pekerjaan *Wheel-Repair* dan *Brake-Repair*. Selanjutnya pembuatan *layout* usulan untuk memperkecil jarak perpindahan material gudang-*assembly wheel* dari 515 meter menjadi 65 meter, dan gudang-*assembly brake* dari 545 m menjadi 25 m, efisiensi sebesar 87,37 % dan 95,4 %. Perbandingan layout awal dan usulan disimulasikan promodel menghasilkan efisiensi waktu dari 15,38 menit menjadi 4,82 dan 4,56 menit, presentase sebesar 68,66 % dan 70,35 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan teknis, dukungan finansial, serta waktu dan tenaga untuk membantu saya menyelesaikan penelitian ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat dalam setiap langkah perjalanan penelitian ini. Semua kontribusi dan bantuan

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, J. M. (2021). Perancangan Ulang Tata Letak *Store* Di PT Indomarco Prismaatama Dengan Metode ABC. *Jurnal Teknik Industri*, 9(2).

Arsyad, M. &. (2018). Manajemen Perawatan. *Deepublish*.

Ciputra, K. D. (2022). Usulan Perancangan Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Metode *Blocplan* Di PT. Pindad Enjiniring Indonesia. (*Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia*).

Fazrin, N. &. (2023). Penerapan Metode ABC dalam Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku di PT. Alfa Polimer Indonesia. *Studi Ilmu Manajemen dan Organisasi*, 4(1), 13-25.

Ficko, M. B. (2021). *Design of Facility Layout for Industry 4.0 Research Anthology on Cross-Industry Challenges of Industry 4.0*. IGI Global, 219-244.

- Haupea, L. J. (2022). Perancangan Tata Letak Gudang Pada Toko Pelita Makmur Menggunakan Metode Analisis ABC. *i tabaos*, 2(3), 145-152.
- Heizer, J. R. (2017). *Operations management: sustainability and supply chain management*. Harlow: Pearson Education, 12/e.
- Kumar, Y. R. (2017). FSN Analysis For Inventory Management – Case Study Of Sponge Iron Plant. *International Journal For Research In Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 5(2), 53-57.
- Makatengkeng, C. J. (2019). Analisis Sistem Manajemen Pergudangan Pada PT. Timur Laut Jaya Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(4).
- Martono, R. (2015). Manajemen Logistik Terintegrasi. *Jakarta: PPM*.
- Martono, R. V. (2019). Dasar-Dasar Manajemen Rantai Pasok. *Bumi Aksara*.
- Mawinata, L. G. (2023). Perbaikan Penataan Tata Letak Spare Part Pada Warehouse Berdasarkan Frekuensi Penggunaannya Menggunakan Metode ABC Analysis (Studi Kasus Di Gudang A Rak Close PT Semen Gresik, Pabrik Rembang). *Industrial Engineering Online Journal*, 12(4).
- Naganingrum, R. P. (2018). Tata Letak Fasilitas Dengan Metode *Systematic Layout Planning* di PT. Dwi Komala.
- Nurhidayat, F. (2021). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Dengan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) di PT DSS. *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 9-16.
- Nurrahman, H. Y. (2023). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pada PT. Yamaha Indonesia (Kelompok Sanding Dasar & Sanding Balik Factory 2) Dengan Metode *Systematic Layout Planning* untuk Mengurangi Handling & Meminimalisir Ongkos *Material Handling* (OMH). (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia*).
- Ramadhan, I. &. (2022). Optimalisasi Layout Logistik Gudang G10 Menggunakan Integrasi Metode 5S dan ABC. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 7(2), 81-90.
- Ramdan, L. D. (2021). Perancangan Ulang Tata Letak Pusat Pemeliharaan Bus Transjakarta Dengan Metode *Activity Relationship Chart* Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Kerja Pada PT Citrakarya Pranata. *Jurnal Teknik Industri*, 9(2).
- Ramdani, A. W. (2019). Perancangan Tata Letak Gudang Bahan Baku Tepung Menggunakan Metode *Shared Storage* dan Pendekatan Simulasi. (*Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya*).
- Ristanti, L. I. (2022). Analisis Sistem Antrian Teller Menggunakan Simulasi Promodel 7, 5. *SIJIE Scientific Journal of Industrial Engineering*, 3(1), 43-48.
- Rosyidi, M. R. (2018). Analisa tata letak fasilitas produksi dengan metode ARC, ARD, dan AAD di PT. XYZ. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 16(1), 82-95.
- Rukmayadi, D. D. (2022). Usulan Perancangan Tata Letak Penempatan Barang Jadi Di Warehouse Menggunakan Metode Abc Di PtT Elken Global Indonesia. *ISTA Online Teknologi Journal*, 3(1), 13-27.
- Rusmana, D. (2019). Rancangan Perbaikan Tata Letak Gudang Barang Jadi PT RAPIGRA Jakarta Dengan Metode *Class Based Storage*.
- Tahir, S. S. (2015). Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas dengan Menggunakan Algoritma CRAFT. *Industrial Engineering Journal*, 4(2).
- Wibowo, A. D. (2016). *Warehouse Layout Design Using Shared Storage Method. Proceeding of 9th International*

*Seminar on Industrial Engineering and
Management.*

Yusup, I. M. (2020). Perancangan Tata Letak Gudang Part Mobil Wuling Menggunakan ABC Analysis Di PT. Puninar Anji NYK Logistics Indonesia (PANLI). (*Doctoral dissertation, President University*).