

CAPITAL: Jurnal Ekonomi dan Manajemen

Volume 08 Nomor 01 September 2024

ISSN: 2598-9022 (Print) / ISSN: 2598-9618 (Online)

Doi: 10.25273/capital.v8i1.20527

The article is published with Open Access at: <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/capital/index>

OPTIMALISASI TATA LETAK PABRIK PADA PROSES PENGECATAN DI PT INKA (PERSERO) MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* (SLP)

Edi Winarno^{1*}, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, edi.winarno.madiun@gmail.com
Putu Dana Karningsih², Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Putu.Karningsih@gmail.com

Abstract: *PT INKA (Persero) has experienced significant product development but faces issues with delivery delays. One of the causes is waste in the transportation process related to the factory layout. Re-layout is needed to improve efficiency. This study uses the Systematic Layout Planning (SLP) method to identify and analyze company data and create the best layout alternatives. The results show that alternative layout 1 with rail is the most suitable for painted passenger/engine cars, unpainted passenger/engine cars, and freight wagons. Alternative layout 1 provides high efficiency in material handling costs and re-layout costs. Optimizing process time and organizing work areas are also crucial to achieving production capacity targets. This is expected to address production delays and improve responsiveness to changes in the production environment.*

Keywords: *Production Optimization; PT INKA; Painting Process; Re-layout; Systematic Layout Planning (SLP); Factory Layout.*

Abstrak: PT INKA (Persero) telah mengalami perkembangan produk yang signifikan, namun menghadapi masalah keterlambatan pengiriman. Salah satu penyebabnya adalah pemborosan dalam proses transportasi yang berkaitan dengan *layout* pabrik. *Re-layout* diperlukan untuk meningkatkan efisiensi. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) untuk mengidentifikasi dan menganalisis data perusahaan, serta membuat alternatif *layout* terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *layout* alternatif 1 dengan *rail* adalah yang paling sesuai untuk *painted body* kereta penumpang/berpenggerak, *un-painted body* kereta penumpang/berpenggerak, dan gerbong barang. *Layout* alternatif 1 memberikan efisiensi tinggi dalam biaya penanganan *material* dan biaya *re-layout*. Optimasi waktu proses dan penataan *area* kerja juga penting untuk mencapai target kapasitas produksi. Hal ini diharapkan dapat mengatasi keterlambatan produksi dan meningkatkan responsibilitas terhadap perubahan dalam lingkungan produksi.

Kata Kunci: *Optimalisasi Produksi; PT INKA; Proses Pengecatan; Re-layout; Systematic Layout Planning (SLP); Tata Letak Pabrik*

Received; Mei 2024 Accepted; Juni 2024 Published; September 2024

Citation: Winarno, E., & Karningsih, P. D. (2024). Optimalisasi Tata Letak Pabrik pada Proses Pengecatan di PT INKA (Persero) Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP). *CAPITAL: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 08 (1), 130 – 141. Doi.org/10.25273/capital.v8i1.20527



Copyright ©2021 CAPITAL: Jurnal Ekonomi dan Manajemen

Published by Universitas PGRI Madiun. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

PT INKA (Persero) mengalami kendala dalam mengelola efisiensi operasional dan menghadapi keterlambatan pengiriman produk akibat pemborosan dalam proses *material handling*, terutama pada tahap pengecatan yang sering menjadi *bottleneck*. *Layout* pabrik yang kurang efisien menjadi penyebab utama pemborosan ini. Dalam sektor manufaktur, *layout* yang efisien dapat mengurangi biaya operasi hingga 15–30% (Sule, 2008) dengan mempertimbangkan variabel penting seperti frekuensi, jarak, dan biaya *material handling* (Heragu, 2016). Oleh karena itu, PT INKA (Persero) perlu melakukan perbaikan *layout* pabrik untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan produktivitas (Wiyaratn dan Watanapa, 2010), dan mengatasi *bottleneck* pada proses pengecatan. Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) digunakan untuk mengoptimalkan aliran material, memaksimalkan utilitas ruang, dan memperbaiki interaksi antar area kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis data-data penting perusahaan, serta memilih *re-layout* terbaik dalam proses pengecatan. Diharapkan, perbaikan ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kapasitas produksi PT INKA (Persero) yang semakin meningkat.

Adapun batasan penelitian ini difokuskan pada *layout* proses *finishing*, khususnya proses pengecatan untuk gerbong barang dan kereta penumpang/kereta berpengerak. Studi ini mempertimbangkan asumsi bahwa tenaga kerja berkompeten dan komponen produksi tersedia sesuai jadwal produksi yang ada. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam memperbaiki *layout* pabrik PT INKA (Persero), khususnya pada proses pengecatan, serta memberikan wawasan baru dalam penerapan metode SLP di industri manufaktur kereta api.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus di PT INKA (Persero). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan staf ahli produksi, dan analisis dokumen perusahaan. Data terdiri dari data primer (melalui observasi dan wawancara semi terstruktur) (Sugiyono, 2013) dan data sekunder (dokumen *workshop*). Pengolahan data menggunakan metode *Systematic Layout*

Planning (SLP), dimana SLP digunakan untuk merancang ulang fasilitas guna meningkatkan efisiensi aliran *material*. SLP melibatkan *fase* kerangka kerja, pola prosedur, dan konvensi untuk identifikasi, evaluasi, dan visualisasi dalam perencanaan *layout* (Muther dan Hales, 2015). Pola perencanaan SLP melibatkan hubungan kedekatan kegiatan, ruang yang dibutuhkan, dan penyesuaian antara hubungan dan ruangmelibatkan analisis tipe *layout*, identifikasi *activity area*, analisis aliran *material*, pemetaan *activity relationship*, analisis *space requirement* dan *space available*, serta analisis *modification* dan *limitation*. Berdasarkan analisis ini, dibuat alternatif *layout* yang dievaluasi dan dibandingkan efisiensi serta produktivitasnya. Pemilihan alternatif *layout* menggunakan metode *Weighted Factor Comparison* (WFC). Metode *Weighted Factor Comparison* (WFC) adalah teknik yang menggabungkan data kuantitatif dan data kualitatif untuk membandingkan berbagai alternatif atau keputusan (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbaikan *layout* proses *painting* penting karena perpindahan orang dan *material* (*waste transportasi*) menimbulkan *bottleneck* yang mempengaruhi penyelesaian proyek. Proses *painting* berada di antara fabrikasi *carbody* dan pemasangan komponen, sehingga penempatan *area painting* yang strategis menentukan efisiensi perpindahan produk. Rencana kapasitas produksi PT INKA (Persero) yang akan dicapai adalah untuk Gerbong Datar sejumlah 800 unit dan untuk Kereta Penumpang sejumlah 336 unit.

Tujuan dilakukannya *relayout* menggunakan metode *Systematic Layout Planning* adalah untuk memperbaiki tata letak fasilitas produksi PT INKA (Persero) sehingga dapat menunjang kelancaran proses produksi. Data yang diolah dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* ditampilkan dalam tabel kebutuhan ruang proses pengecatan sebagai berikut berikut:

Tabel 1. Tabel kebutuhan ruang proses pengecatan kereta penumpang/berpenggerak

No	Nama Ruang	Minimum Dimensi			Jumlah	
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Painted	Un painted
1	<i>Blasting/Sanding</i>	22	6	6	1	1
2	<i>Primer booth</i>	22	6	6	3	2

3	Area flooring, putty, bituminous dan insulation	22	6	6	3	3
4	Sanding booth floordan putty	22	6	6	1	1
5	Painting booth	22	6	6	2	2
Jumlah kebutuhan ruang					10	9

Berdasarkan data tersebut, lebar *area* minimum adalah 6000 mm, berdasarkan lebar mesin *sanding* dempul (5550 mm). Panjang *area* minimum adalah 22.000 mm, mempertimbangkan panjang produk (20.000 mm) dan celah di ujung (1000 mm).

Sesuai dengan data proses *painting*, maka kapasitas produksi tahunan dengan rumus $Y = X + (C \times (H-S))$ adalah:

1. Untuk *line painted* dengan siklus proses 9 hari, produk dalam siklus pertama adalah 1 unit, dan kecepatan produksi 1 unit per hari, maka kapasitas produksi tahunan adalah 252 unit ($Y = 1 + 1 \times (260 - 9)$).
2. Untuk *line un-painted* dengan siklus proses 8 hari, produk dalam siklus pertama adalah 1 unit, dan kecepatan produksi 1 unit per hari, maka kapasitas produksi tahunan adalah 253 unit ($Y = 1 + 1 \times (260 - 8)$).

Tabel 2. Tabel kebutuhan ruang proses pengecatan gerbong barang

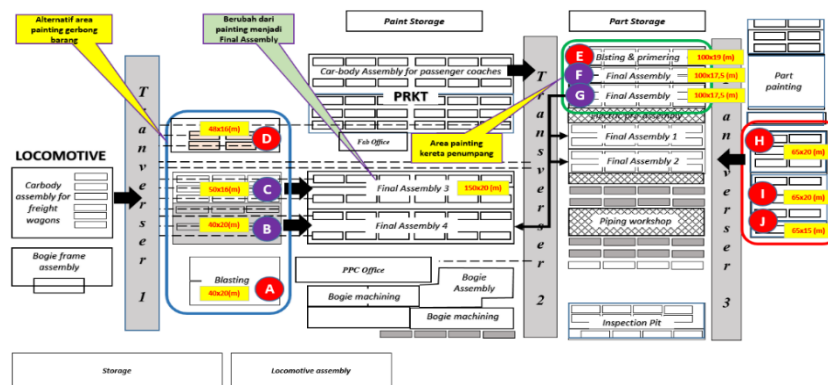
No	Nama Ruang	Minimum Dimensi			Jumlah
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	
1	Blasting booth	22	5	5	2
2	Primer booth	32	5	5	2
	Pengeringan primer				
4	Touch up Primer	16	5	5	2
5	Topcoat	16	5	5	2
6	Pengeringan topcoat, Marking	16	5	5	2
Jumlah kebutuhan ruang					10

Berdasarkan data tersebut, lebar dari produk 3000 mm, *area* kerja disisi kanan-kiri minimal 1000 mm, sehingga lebar *area* minimum adalah 5000 mm, sedangkan panjang produk minimum 14.000 mm, celah minimum diujung sepanjang 1000 mm, panjang *area* minimum 16.000 mm. Khusus untuk *area blasting* dibuat panjang 22.000 mm, *area primer* panjang 32.000 mm. Dengan siklus proses 3 hari, produk dalam siklus pertama adalah 2 unit, dan kecepatan produksi 4 unit per hari, maka kapasitas produksi tahunan adalah 1030 unit ($Y = 2 + 4 \times (260 - 3)$).

Dari tabel kebutuhan ruang dilakukan evaluasi ketersediaan ruang dengan mempertimbangkan aliran produk. Aliran produk mengikuti aliran proses pembuatan produk, seperti fabrikasi *carbody*, pengecatan, pemasangan komponen, dan pengujian. Aliran produk pada proses pengecatan memiliki dua alternatif alur proses, yaitu:

1. Alternatif pertama adalah *carbody* menuju *workshop grit-blasting*, kemudian ke *workshop* pengecatan, dan kembali ke *workshop* pengecatan untuk proses penambahan komponen.
2. Alternatif kedua adalah *carbody* langsung ke *workshop grit-blasting*, kemudian ke *workshop* pengecatan, dan terakhir ke *workshop* pemasangan komponen.

Ketersediaan ruang proses pengecatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ketersediaan ruang proses *painting*

Sesuai gambar 1, maka batasan utama dalam proses produksi kereta api di PT INKA (Persero) adalah:

1. Pergerakan Produk

- Produk berukuran besar dan berat, sehingga pergerakan terbatas ke arah maju/mundur dengan rail.
- Pergerakan ke samping hanya bisa dilakukan dengan *transverser*.

2. Proses Pengecatan

- Menggunakan bahan mudah terbakar, sehingga harus dijauhkan dari *area* pengelasan.
- Beberapa produk memerlukan *repair* pengelasan setelah proses *blasting* dan *primer*, yang harus kembali ke *area carbody assembly* untuk keselamatan.

3. Batasan Khusus Area Pengecatan Gerbong Barang:

- *Area A (blasting existing)* adalah satu-satunya area ideal untuk proses *blasting*, segaris dengan proses primer.
- Pergerakan produk menuju proses *repair carbody* memerlukan *transverser* antara area B, C, dan *Final Assembly* 3 dan 4.
- *Area D* adalah alternatif untuk proses *primer*, meskipun jauh dari proses *blasting*.
- *Area B* dan *C* digunakan untuk *touch-up primer* dan *topcoat*, dengan keterbatasan panjang *area* untuk menampung 3 unit gerbong barang per lini produksi.

4. Batasan Khusus Area Pengecatan Kereta Penumpang atau Kereta Berpenggerak

a. Alternatif 1:

- Menggunakan produk *layout* untuk efektivitas pergerakan produk, tetapi hanya cukup untuk empat stasiun kerja di area E, F, G.
- Membutuhkan ruang *buffer* dekat *transverser* 2 untuk memudahkan perpindahan kereta.
- Diperlukan penambahan lintasan *transverser* 2 dan 3 serta *rail* di utara *workshop* F untuk mempercepat pergerakan arus balik ke *area Carbody Assembly*.

b. Alternatif 2:

- Pemisahan proses *blasting* dan *primer* di Gedung E, dengan proses lainnya di Gedung H-I-J, terhubung dengan *transverser* 3.
- *Input* untuk *final assembly* dari sisi timur *workshop*.
- Efektivitas dan fleksibilitas pergerakan produk ditingkatkan dengan *transverser* baru (*transverser* 4) di sisi timur area painting alternatif 2.

Berdasarkan batasan-batasan pada *area* pengecatan, maka alternatif *layout* proses pengecatan kereta penumpang/berpenggerak dapat disusun seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. *Layout* proses pengecatan kereta penumpang/berpenggerak alternatif 1



Gambar 3. *Layout* proses pengecatan kereta penumpang/berpenggerak alternatif 2



Gambar 4. *Layout* proses pengecatan gerbong barang alternatif 1



Gambar 5. *Layout* proses pengecatan gerbong barang alternatif 2



Gambar 6. *Layout* proses pengecatan gerbong barang alternatif 3

Evaluasi *layout* ini melibatkan perhitungan biaya penanganan produk dan *material*, serta biaya untuk *re-layout*. *Material* diangkut menggunakan *forklift* 3 ton, sedangkan produk menggunakan kombinasi *forklift* dan *transverser*. Berikut tabel yang memperlihatkan jarak perpindahan kereta penumpang/berpenggerak dan gerbong barang:

Tabel 3. Rangkuman jarak perpindahan kereta penumpang/berpenggerak pada proses pengecatan per siklus proses

Alternatif Layout	Pergeseran longitudinal (dengan forklift) meter	Pergeseran transversal (dengan tranverser) meter
<i>Painted body</i> alternatif 1 dengan tambahan rail	661.9	150.3
<i>Painted body</i> alternatif 1 tanpa tambahan rail	661.9	270.0
<i>Painted body</i> alternatif 2 dengan tambahan rail	906.0	253.8
<i>Painted body</i> alternatif 2 tanpa tambahan rail	906.0	344.0
<i>Un-painted body</i> alternatif 1 dengan tambahan rail	608.0	140.3
<i>Un-painted body</i> alternatif 1 tanpa tambahan rail	608.0	259.9
<i>Un-painted body</i> alternatif 2 dengan tambahan rail	562.0	152.4
<i>Un-painted body</i> alternatif 2 tanpa tambahan rail	562.0	152.4
Painted body saat ini	1020.0	253.9
Un-painted body saat ini	768.0	245.3

Tabel 2. Rangkuman jarak perpindahan gerbong barang pada proses pengecatan per siklus proses

Alternatif Layout	Pergeseran longitudinal (dengan forklift) meter	Pergeseran transversal (dengan tranverser) meter
<i>Layout alternatif 1</i>	352.0	87.0
<i>Layout alternatif 2</i>	352.0	90.4
<i>Layout alternatif 3</i>	494.0	164.3
Layout saat ini (line 1) area painting barat	583.0	257.2
Layout saat ini (line 2) area painting timur	810.0	166.9

Semua skema pengecatan menunjukkan jarak tempuh yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi saat ini. Gerakan lurus memerlukan waktu sekitar 2 menit, sementara gerakan *lateral* memerlukan waktu sekitar 3 menit. Efisiensi biaya *material handling* dan biaya *re-layout* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Efisiensi biaya material handling kereta penumpang/berpenggerak painted body

Painted Process		% terhadap existing	Saving
Alt 1 (dengan tambahan rel)	89.892.120,85	78%	21,68%
Alt 1 (tanpa tambahan rel)	109.468.271,81	95%	4,62%
Alt 2 (dengan tambahan rel)	124.397.040,61	108%	-8,39%
Alt 2 (tanpa tambahan rel)	136.835.930,64	119%	-19,22%
<i>Existing</i>	114.771.442,76		

Tabel 4. Efisiensi biaya material handling kereta penumpang/berpenggerak un-painted body

<i>Un-painted Process</i>		% terhadap existing	Saving
Alt 1 (dengan tambahan rel)	77.721.456,76	68%	32,28%
Alt 1 (tanpa tambahan rel)	88.167.500,23	77%	23,18%
Alt 2 (dengan tambahan rel)	83.887.310,71	73%	26,91%
Alt 2 (tanpa tambahan rel)	83.887.310,71	73%	26,91%
Existing	91.137.489,54		

Tabel 5. Efisiensi biaya material handling gerbong barang

<i>Process</i>		% terhadap existing 1	Saving existing 1	% terhadap existing 2	Saving existing 2
Alt 1 Gerbong	130.090.227,97	70,80%	29,20%	70,36%	29,64%
Alt 2 Gerbong	130.797.278,21	71,19%	28,81%	70,75%	29,25%
Alt 3 Gerbong	155.135.682,73	84,43%	15,57%	83,91%	16,09%
Existing 1	183.734.262,37				
Existing 2	184.883.408,41				

Tabel 6. Biaya investasi dan biaya re-layout kereta penumpang/berpenggerak

<i>Alternatif Layout</i>	Total Investasi	Biaya Re-layout
Alternatif 1 (tanpa tambahan rail & perpanjangan <i>tranverser</i>)	45,994,064,496.25	694,064,496.25
Alternatif 1 (dengan tambahan rail & perpanjangan <i>tranverser</i>)	46,755,895,191.25	1,455,895,191.25
Alternatif 2 (tanpa tambahan rail & perpanjangan <i>tranverser</i>)	45,841,059,496.25	541,059,496.25
Alternatif 2 (dengan tambahan rail & perpanjangan <i>tranverser</i>)	46,602,890,191.25	1,302,890,191.25

Tabel 7. Biaya investasi dan biaya re-layout gerbong barang

<i>Alternatif Layout</i>	Total Investasi	Biaya Re-layout
Alternatif 1	30,843,568,953.93	83,568,953.93
Alternatif 2	30,973,655,867.00	213,655,867.00
Alternatif 3	30,973,655,867.00	213,655,867.00

Evaluasi menunjukkan bahwa alternatif *layout* kereta penumpang/berpenggerak memiliki efisiensi tinggi, sementara untuk gerbong barang, semua alternatif *layout* efisien. Namun, biaya *re-layout* yang melibatkan penambahan *rail bypass* dan perpanjangan *transverser* lebih mahal. Dari evaluasi biaya *material handling* dan biaya *re-layout* tersebut, semua alternatif *layout* ini dapat dilanjutkan ke proses pemilihan dengan metode *Weighted Factor Comparison*. Evaluasi yang komprehensif perlu mempertimbangkan aspek lain seperti tren penjualan produk kereta penumpang dan efisiensi biaya remanufaktur.

Penilaian *layout* PT INKA (Persero) dapat disesuaikan dengan mempertimbangkan aspek spesifik dari proses produksi. Penggunaan metode *Weighted Factor Comparison* (WFC) digunakan untuk membuat keputusan berdasarkan berbagai kriteria yang memiliki bobot kepentingan yang berbeda. Kriteria-kriteria yang digunakan untuk menilai dan meningkatkan efisiensi dan operasional keseluruhan adalah:

1. Ongkos *material handling* meliputi biaya pengangkutan dan tingkat efisiensi.
2. Biaya *re-layout* mencakup biaya investasi dan total biaya perubahan *layout*.
3. Efisiensi aliran *material* berhubungan dengan waktu dan jarak *material* yang dipindahkan.
4. Keselamatan kerja melibatkan kebisingan dan pengendalian debu.
5. Fleksibilitas desain terkait jumlah jenis produk yang dapat diolah.
6. Kepuasan karyawan bergantung pada jumlah titik pemberhentian dalam satu siklus kerja.
7. Ketersediaan sumber daya melibatkan ruang dan tata letak.
8. Interaksi antar tim dinilai berdasarkan frekuensi komunikasi.
9. Skalabilitas terkait dengan kemampuan *layout* untuk berkembang.
10. Perubahan budaya organisasi berkaitan dengan dampak struktur baru terhadap produktivitas dan perpindahan karyawan.

PT INKA (Persero) dapat menggunakan kriteria-kriteria ini untuk menilai dan meningkatkan efisiensi dan operasional keseluruhan.

Setelah melalui tahapan SLP, beberapa alternatif *layout* dihasilkan dan dievaluasi. Berikut adalah hasil evaluasi:

1. *Painted Body* Kereta Penumpang/Berpenggerak: *Layout* alternatif 1 dengan *rail* menunjukkan efisiensi tertinggi dalam hal biaya penanganan *material* dan biaya *re-layout*.
2. *Un-painted Body* Kereta Penumpang/Berpenggerak: *Layout* alternatif 1 dengan *rail* juga menjadi yang paling efisien.
3. Gerbong Barang: *Layout* alternatif 1 menunjukkan efisiensi terbaik dalam biaya penanganan *material* dan biaya *re-layout*.

Evaluasi menunjukkan bahwa *layout* alternatif 1 memberikan efisiensi tinggi dalam biaya penanganan *material* dan biaya *re-layout*. Namun, faktor-faktor lain seperti fleksibilitas *layout*, keselamatan kerja, dan kepuasan karyawan juga perlu diperhatikan. Optimalisasi waktu proses dan jam kerja serta penataan area kerja sangat penting untuk mencapai target kapasitas produksi. Dengan pendekatan ini, diharapkan perbaikan pada *layout* pabrik dapat mengatasi keterlambatan produksi dan meningkatkan responsibilitas terhadap perubahan dalam lingkungan produksi.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan menganalisis data terkait *layout* pabrik PT INKA (Persero). Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) digunakan untuk merancang dan mengevaluasi beberapa alternatif *layout* untuk proses pengecatan. *Layout* alternatif 1 dengan *rail* dipilih sebagai yang paling efisien untuk *painted* dan *un-painted body* kereta penumpang/berpenggerak, serta gerbong barang. Optimasi *layout* ini diharapkan dapat mengatasi *bottleneck* di tahap pengecatan dan meningkatkan efisiensi produksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Heragu, S. S. (2016). *Facility Design (4th ed.)*. CRC Press Taylor & Francis Group.
2. Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning (4th ed.)*. *Management & Industrial Research Publications*.
3. Sule, D. R. (2008). *Manufacturing Facilities, Location, Planning, and Design (3rd ed.)*. CRC Press.
4. Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
5. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. A. (2010). *Facilities Planning (Fourth Edition ed.)*. *United States of America: John Wiley & Sons, Inc.*

6. Wiyaratn, W., & Watanapa, A. (2010). *Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity*. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Industrial*, 4(12).