

Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Dengan Menggunakan Metode CRAFT

Rifki Aditya Cahyana¹, Anjani Jovita², Rafli Naufal Rahman³, Tiaradia Ihsan⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Industri, Universitas Widyatama

Jl. Cikutra No.204A, Sukapada, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40125

Email: rifki.aditya@widyatama.ac.id¹, anjani.3475@widyatama.ac.id², rafli.rahman@widyatama.ac.id³,

tiaradia.ihsan@widyatama.ac.id⁴

ABSTRAK

Efisiensi tata letak fasilitas merupakan faktor krusial dalam meminimalkan biaya penanganan material (*Material Handling Cost* atau MHC). Penelitian ini dilakukan pada fasilitas produksi *winding* trafo yang memiliki kendala inefisiensi aliran material pada tata letak awal, yang berdampak pada tingginya biaya operasional. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang tata letak usulan yang lebih optimal untuk mereduksi jarak perpindahan dan biaya penanganan material. Metodologi yang digunakan adalah algoritma *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique* (CRAFT) berbasis *Microsoft Excel Add-ins* yang diintegrasikan dengan *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai pertimbangan kualitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa tata letak awal memiliki biaya penanganan material sebesar Rp 7.220.504,5. Setelah dilakukan dua tahap iterasi dan penyesuaian berdasarkan derajat kedekatan ARC terhadap 15 departemen, dihasilkan tata letak usulan final dengan nilai biaya sebesar Rp 4.386.049. Implementasi rancangan tata letak baru ini berhasil memberikan efisiensi penurunan biaya penanganan material sebesar 39,26% dari kondisi awal. Hasil ini membuktikan bahwa integrasi algoritma CRAFT dan analisis ARC efektif dalam meningkatkan efisiensi aliran produksi dan produktivitas fasilitas.

Kata Kunci: ARC, CRAFT, *Material Handling*, Relayout, Tata Letak Fasilitas.

ABSTRACT

The efficiency of facility layout is a critical factor in minimizing Material Handling Costs (MHC). This research was conducted at a transformer winding production facility that faced material flow inefficiencies in its initial layout, resulting in high operational costs. The objective of this study is to design an optimized layout proposal to reduce material movement distances and MHC. The methodology employed the Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) algorithm via Microsoft Excel Add-ins, integrated with an Activity Relationship Chart (ARC) for qualitative considerations. Initial analysis revealed a material handling cost of IDR 7,220,504.5. Following two iterations and adjustments based on ARC closeness ratings for 15 departments, a final proposed layout was developed with a cost of IDR 4,386,049. The implementation of this new layout design successfully achieved a 39.26% reduction in material handling costs compared to the initial condition. These findings demonstrate that the integration of the CRAFT algorithm and ARC analysis is effective in enhancing production flow efficiency and overall facility productivity.

Keywords: ARC, CRAFT, Facility Layout, Material Handling, Relayout.

Pendahuluan

Efisiensi tata letak fasilitas (*facility layout*) merupakan faktor determinan dalam produktivitas industri manufaktur, terutama pada produksi komponen elektrikal berat seperti transformator di PT. XYZ [1]. Pengaturan stasiun kerja yang buruk berdampak langsung pada peningkatan ongkos pemindahan bahan (*Material Handling Cost*), yang dapat menyumbang hingga 15%–70% dari total biaya operasional produksi [2]. Dalam produksi transformator, kompleksitas alur kerja yang melibatkan proses *winding* (penggulungan), *pressing*, hingga *testing* menuntut aliran material yang linier guna meminimalkan hambatan (*bottleneck*) [3]. Kondisi *eksisting* pada lantai produksi PT. XYZ saat ini menunjukkan adanya tumpang tindih alur pada area inti produksi, dengan penempatan stasiun kerja *Winding Big*, *Middle*, dan *Small* yang terfragmentasi di tengah ruangan menciptakan kepadatan jalur logistik yang tidak teratur [4].

Ketidakteraturan posisi stasiun kerja pada area produksi padat sering memicu *backtracking* (aliran balik material) dan *cross-movement* yang meningkatkan risiko kerusakan material sensitif seperti kawat tembaga halus serta memperpanjang *lead time* secara signifikan [5]. Penelitian yang terdahulu menekankan urgensi rekayasa ulang tata letak (*relayouting*) pada zona dengan frekuensi pemindahan barang tinggi guna mengoptimalkan *space utilization* dan mengurangi *congestion* [6]. Zona inti produksi PT. XYZ yang mencakup penggulungan kawat,

pembuatan bobbin, dan pengujian resistansi memerlukan integrasi optimal dengan gudang material baku serta akses lift multi-lantai untuk mendukung alur vertical [7]. Tanpa restrukturisasi segera, penumpukan *Work-in-Process* (WIP) akan terus menghambat produksi harian, mengurangi throughput, dan meningkatkan *overtime* operator [8].

Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) diterapkan sebagai metode optimasi utama untuk perancangan ulang tata letak pabrik PT. XYZ. CRAFT merupakan algoritma heuristik iteratif yang secara sistematis mengevaluasi dan menukar posisi antar departemen (*department swapping*) dari layout awal menuju konfigurasi optimal dengan meminimalkan total biaya material handling melalui perhitungan titik berat fasilitas (*centroid*), matriks frekuensi perpindahan, dan ongkos satuan [9]. Penelitian ini merujuk pada gap penelitian bahwa metode CRAFT masih berfokus pada minimasi jarak perpindahan secara umum namun belum melibatkan analisis yang timbul terhadap tingginya material handling akibat fragmentasi area winding [10]. Oleh karena itu penelitian diarahkan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui rancang bangun ulang tata letak yang mengintegrasikan metode CRAFT dan ARC guna minimalisasi material handling yang terfragmentasi area winding yang belum optimal [11].

Pendekatan ini spesifik menangani zona inti produksi transformator PT. XYZ yang menangani material kawat tembaga halus, backtracking sensitif, dan kebutuhan akses lift multi-lantai berbeda dari studi umum [12]. Validasi empiris CRAFT terbukti dari berbagai studi kasus manufaktur Indonesia [13]. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan optimasi tata letak menggunakan CRAFT dengan kompleksitas proses winding bertingkat, integrasi material handling manual dan forklift serta alur vertikal melalui akses lift multi-lantai. Oleh karenanya implementasi CRAFT di PT. XYZ mampu menghasilkan layout ergonomis yang optimal dari sisi biaya material handling, fungsionalitas operasional, alur informasi, dan keselamatan kerja, melengkapi bukti empiris literatur dengan kasus transformator spesifik Kalimantan Timur [14].

Berdasarkan pemaparan diatas tujuan penelitian ini yakni mengidentifikasi waste yang terjadi pada tata letak awal PT. XYZ, menganalisis pengaruh tata letak terhadap biaya material handling, serta merancang usulan perbaikan tata letak menggunakan metode CRAFT.

Metode Penelitian

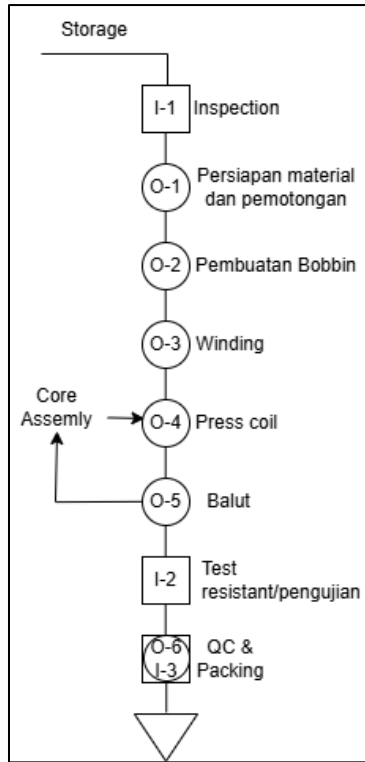
Metodologi penelitian ini disusun secara sistematis untuk memecahkan masalah tata letak fasilitas pada pabrik trafo dengan tahapan yakni Metode Pengumpulan Data Dimana data primer diperoleh melalui observasi langsung ke lantai produksi untuk mengukur dimensi aktual fasilitas dan menentukan koordinat *centroid* stasiun kerja. Selain itu, dilakukan wawancara mendalam dengan pihak *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) untuk mendapatkan data frekuensi alur material, urutan proses produksi transformator, serta kendala operasional yang terjadi di lapangan.

Analisis Hubungan Aktivitas (ARC) yakni Melakukan penilaian kualitatif terhadap derajat kepentingan kedekatan antar stasiun kerja (kode A, E, I, O, U, X) [15]. Penilaian ini didasarkan pada hasil wawancara PPIC mengenai keterkaitan proses, kemudahan koordinasi, dan faktor lingkungan seperti kebisingan atau debu pada area *winding* dan *pressing* [16]. Analisis Aliran Material dan Biaya dengan menghitung jarak perpindahan antar departemen menggunakan metode *rectilinear distance* berdasarkan titik koordinat pusat (*centroid*). Data frekuensi dari PPIC dikonversikan ke dalam matriks *From-To Chart* (FTC) untuk menghitung total Ongkos Material Handling (OMH) pada tata letak awal [17]. Optimasi dengan Algoritma CRAFT yakni Algoritma *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique* (CRAFT) sebagai instrumen perbaikan tata letak [18], [19]. Proses dilakukan secara iteratif dengan menukarkan posisi departemen yang tidak berstatus tetap (*non-fixed*) untuk mendapatkan reduksi total biaya perpindahan yang paling maksimal [20].

Penyusunan dan Evaluasi Layout Usulan Adalah mengembangkan rancangan tata letak baru berdasarkan hasil iterasi terbaik CRAFT. Layout usulan kemudian dievaluasi dengan membandingkan total momen jarak dan efisiensi biaya terhadap tata letak eksisting guna memastikan peningkatan produktivitas lantai produksi.

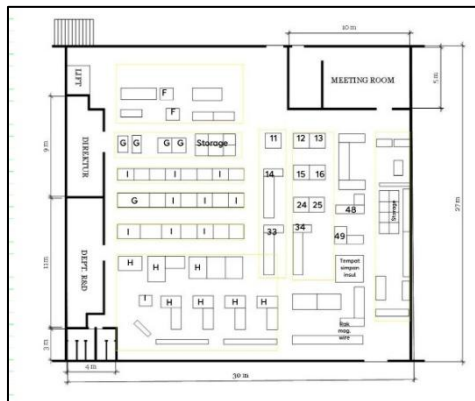
Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini, visualisasi detail mengenai tahapan operasi dan transportasi material pada kondisi eksisting disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) Peta Aliran Proses (FJL) berikut ini:



Gambar 1. Flowchart Proses Produksi Layout awal

Diagram alir proses produksi di atas menggambarkan urutan sistematis tahapan transformasi material, mulai dari tahap persiapan bahan baku hingga menjadi produk jadi, yang berfungsi sebagai acuan utama dalam perencanaan tata letak fasilitas.



Gambar 2. Layout Awal Stasiun Kerja

Tata letak awal menunjukkan adanya fragmentasi antara area penyimpanan material dengan area persiapan, serta terdapat jarak perpindahan yang signifikan pada proses transisi komponen Sheldo ke Press Core. Kondisi ini menyebabkan total jarak tempuh material tidak optimal, sehingga diperlukan relay layout berdasarkan algoritma flow matrix untuk mendekatkan departemen dengan frekuensi perpindahan tinggi.

Tabel 1. Dimensi Fasilitas produksi Flooring

Kode	Nama Area	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	X Centroid	Y Centroid
A	Dept. RND	2.74	4.89	13.40	2.45	1.37
B	Directory Room	4.50	2.50	11.25	1.25	5.00
C	Preparation Material	4.50	10.70	48.15	10.35	7.25
D	Pembuatan Bobbin	4.00	10.70	42.80	10.35	11.50
E	Pembuatan Sheldo	2.80	10.70	29.96	10.35	14.40
F	Meja Press Core	3.00	5.28	15.84	7.54	1.50
G	Winding Big	3.00	2.70	8.10	13.65	1.50
H	Winding Middle	3.00	2.70	8.10	16.35	1.50
I	Winding Small	3.00	2.70	8.10	19.05	1.50

J	Press Coil	3.00	2.70	8.10	21.75	1.50
K	Storage Material	5.00	3.00	15.00	24.50	6.50
L	Rak Magnet Wire	2.00	6.30	12.60	21.85	2.00
M	Balut	3.00	4.00	12.00	23.50	4.50
N	Meeting Room	5.58	8.80	49.10	20.60	14.61
O	Area Pendukung	17.40	30.00	522.00	15.00	8.70

Data teknis mengenai dimensi fisik dan lokasi setiap stasiun kerja diperoleh melalui pengukuran langsung pada tata letak eksisting. Tabel 1. berikut merinci ukuran panjang, lebar, luas area, serta titik koordinat pusat (centroid) dari 15 fasilitas utama yang terlibat dalam proses produksi, mulai dari departemen pendukung hingga area mesin inti.

Tabel 2. Frekuensi dan Rekapitulasi Hasil Perhitungan Jarak Antar Alur Produksi Flooring Layout Awal

Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi	Momen (m)	Keterangan
Storage Material	Preparation Material	14.90	120	1.788,00	Material awal masuk
Preparation Material	Pembuatan Bobbin	4.25	115	488,75	Proses berlanjut
Pembuatan Bobbin	Pembuatan Sheldo	2.90	110	319,00	Proses berlanjut
Pembuatan Sheldo	Meja Press Core	15.71	108	1.696,68	Menuju proses press
Meja Press Core	Winding Big	6.11	105	641,55	Ke mesin tahap 1
Winding Big	Winding Middle	2.70	100	270,00	Proses lanjutan
Winding Middle	Winding Small	2.70	98	264,60	Proses lanjutan
Winding Small	Press Coil	2.70	95	256,50	Proses lanjutan
Press Coil	Balut	4.75	90	427,50	Masuk proses insulation
Balut	Rak Magnet Wire	4.15	85	352,75	Ambil material pendukung
Rak Magnet Wire	Balut	4.15	85	352,75	Kembali ke proses
Balut	Storage Material	3.00	80	240,00	Produk setengah jadi
Storage Material	Preparation Material	14.90	60	894,00	Siklus berikutnya
Preparation Material	Storage Material	14.90	55	819,50	Retur / buffer
Pembuatan Sheldo	Storage Material	22.05	40	882,00	Penyimpanan sementara
Press Coil	Storage Material	7.75	70	542,50	Produk jadi ke storage

Berdasarkan rekapitulasi jarak dan frekuensi perpindahan material pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan perhitungan ongkos material handling (OMH) pada tata letak awal. Perhitungan OMH ini dibedakan berdasarkan jenis alat angkut yang digunakan, yaitu material handling manual menggunakan tenaga kerja dan material handling menggunakan forklift, sebagaimana praktik operasional yang berlaku pada proses produksi transformator, khususnya pada area winding.

Pemilahan ini penting dilakukan karena karakteristik material yang dipindahkan berbeda, baik dari segi dimensi, berat, maupun tingkat risiko kerusakan. Material berukuran kecil hingga sedang seperti kawat gulung dan komponen bobbin umumnya dipindahkan secara manual, sedangkan material berukuran besar seperti coil dan core memerlukan bantuan forklift.

Material Handling Manual

Dengan asumsi hari kerja sebanyak 24 hari per bulan dan waktu kerja 8 jam per hari, maka upah tenaga kerja per jam dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Upah per jam} = \frac{\text{Rp } 3.000.000}{28 \times 8} = \text{Rp } 13.392/\text{jam}$$

Selanjutnya, dengan mengacu pada standar kecepatan perpindahan material manual di area produksi sebesar ±3 km/jam atau setara dengan 3.000 meter per jam, maka ongkos material handling manual per meter diperoleh sebagai berikut:

$$\text{OMH}_{\text{manual/m}} = \frac{\text{Rp } 28.000}{\text{Rp } 3.000} = \text{Rp } 4,4/\text{m}$$

Nilai ongkos material handling manual per meter ini kemudian digunakan untuk menghitung total biaya perpindahan material pada lintasan yang dilakukan secara manual dengan mengalikan jarak perpindahan, frekuensi alur, dan biaya per meter.

Material handling forklift

Untuk material berukuran besar dan berat pada proses winding dan press coil, perusahaan menggunakan forklift sebagai alat bantu pemindahan material. Perhitungan ongkos material handling forklift mempertimbangkan beberapa komponen biaya utama, yaitu biaya depresiasi alat, biaya bahan bakar dan perawatan, serta biaya operator forklift.

Harga forklift yang digunakan dalam penelitian ini diasumsikan sebesar Rp 275.000.000 dengan umur ekonomis selama 5 tahun. Dengan asumsi jam kerja forklift sebesar 2.304 jam per tahun, maka total jam operasional forklift selama umur ekonomisnya adalah 11.520 jam. Berdasarkan asumsi tersebut, biaya depresiasi forklift per jam dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Depresiasi per jam} = \frac{\text{Rp } 275.000.000}{\text{Rp } 11.250} = \text{Rp } 23.870/\text{jam}$$

Selain biaya depresiasi, forklift juga memerlukan biaya bahan bakar dan perawatan yang diasumsikan sebesar Rp 25.000 per jam. Biaya operator forklift dihitung berdasarkan upah tenaga kerja terampil sebesar 1,2 kali upah minimum, sehingga diperoleh biaya operator sebesar Rp 33.700 per jam. Dengan demikian, total ongkos operasional forklift per jam adalah:

$$\begin{aligned} \text{OMH}_{\text{forklift/jam}} &= 23.870 + 25.000 + 33.700 \\ &= \text{Rp } 82.600/\text{jam} \end{aligned}$$

Dengan asumsi kecepatan rata-rata forklift sebesar 3.000 meter per jam, maka ongkos material handling forklift per meter dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{OMH}_{\text{forklift/jam}} = \frac{\text{Rp } 82.600}{\text{Rp } 3.000} = \text{Rp } 27,5/\text{m}$$

Nilai ini digunakan sebagai dasar perhitungan biaya perpindahan material yang melibatkan forklift pada tata letak awal.

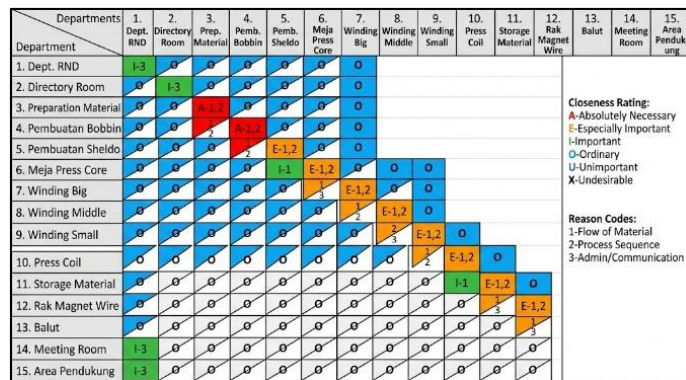
Setelah diketahui aliran material dalam proses produksi flooring FJL, kemudian hal tersebut divisualisasikan ke dalam Peta Hubungan Aktivitas (Activity Relationship Chart/ARC). ARC nantinya digunakan sebagai pertimbangan kualitatif dalam merancang usulan perbaikan tata letak fasilitas menggunakan algoritma CRAFT. Penyusunan ARC bertujuan untuk menggambarkan tingkat kepentingan kedekatan antar stasiun kerja yang tidak hanya didasarkan pada jarak perpindahan material, tetapi juga mempertimbangkan aspek operasional dan teknis di lapangan.

Dalam memberikan nilai derajat hubungan aktivitas, terdapat beberapa alasan yang digunakan di antaranya yaitu:

Tabel 3. Deskripsi Alasan Peta Derajat Hubungan Aktivitas

No.	Deskripsi
1	Urutan proses produksi,
2	Intensitas aliran material,
3	Karakteristik dan ukuran material,
4	Kemudahan pengawasan dan koordinasi,
5	Faktor keselamatan dan ergonomi,
6	Kondisi lingkungan kerja

Setelah diketahui beberapa alasan yang akan digunakan untuk pemberian nilai kedekatan, maka selanjutnya dibuat Activity Relationship Chart (ARC) antar stasiun kerja pada area winding transformator. ARC disusun berdasarkan urutan proses produksi, intensitas aliran material, karakteristik material yang ditangani, serta pertimbangan keselamatan dan kemudahan pengawasan. Hasil penyusunan ARC menunjukkan bahwa beberapa stasiun kerja memiliki tingkat hubungan kedekatan yang sangat tinggi, khususnya pada stasiun kerja yang terlibat langsung dan berurutan dalam proses winding.



ambar 3. Activity relationship chart Antar Fasilitas Lini Produksi

Dalam perancangan tata letak ini, aspek kualitatif dianalisis menggunakan peta derajat hubungan aktivitas (ARC), sedangkan aspek kuantitatif difokuskan pada analisis aliran material melalui *from-to chart*. Dikarenakan algoritma CRAFT secara mendasar hanya menggunakan data aliran material, maka peta ARC digunakan sebagai pertimbangan tambahan dalam melakukan penyesuaian terhadap tata letak usulan yang dihasilkan.

Parameter kuantitatif dari analisis FTC diintegrasikan ke dalam program CRAFT melalui pengisian tabel *Flow Matrix* dan *Cost Matrix*. Tahap input ini merupakan prasyarat utama agar algoritma dapat menjalankan prosedur pertukaran lokasi departemen (*department swapping*) hingga diperoleh konfigurasi tata letak usulan dengan nilai momen perpindahan yang paling optimal.

Layout Data

Problem Name:	layout
Number Depts.:	15
Fixed Points:	7
Dimension:	m

Gambar 4. Layout input Data

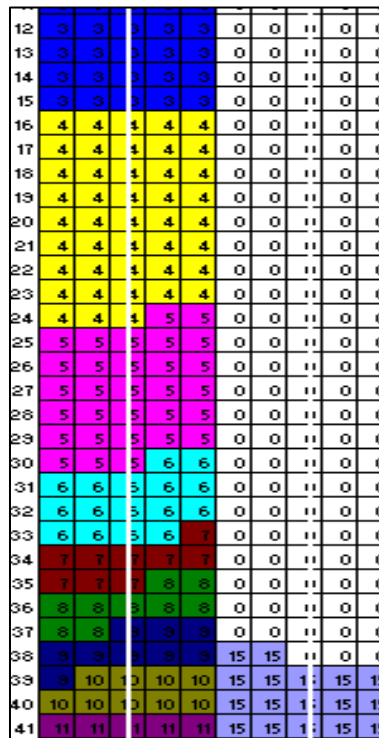
Facility Information

Scale-m/unit	1	Cells
Length-m	90	90
Width-m	10	10
Area-sq.m	900	900

Gambar 5. Facility information

Tahap awal perancangan tata letak usulan dilakukan dengan mengintegrasikan data operasional ke dalam *add-ins* algoritma CRAFT pada Microsoft Excel. Data tersebut mencakup Layout Data dan Facility Information untuk menentukan batasan fisik area, Department Information untuk mendefinisikan luas 15 departemen, serta Flow Matrix dan Cost Matrix sebagai parameter utama perhitungan biaya perpindahan material. Data input ini kemudian dianalisis oleh algoritma melalui mekanisme pertukaran lokasi departemen (*department swapping*) untuk menghasilkan konfigurasi tata letak dengan total momen perpindahan yang paling minimum.

Tata letak awal (*initial layout*) pada area produksi ini berfungsi sebagai standar performansi untuk mengevaluasi efisiensi fasilitas sebelum dilakukan perbaikan melalui algoritma CRAFT. Berdasarkan pemetaan posisi aktual yang mencakup koordinat dan dimensi 15 departemen, diperoleh nilai total biaya penanganan material (*material handling cost*) awal sebesar Rp 7.220.504,5. Nilai biaya awal ini menjadi parameter pembandingan krusial untuk menentukan efektivitas penghematan yang dicapai setelah proses iterasi algoritma menghasilkan desain tata letak usulan yang lebih optimal.



Gambar 6. Layout awal

Setelah seluruh data input terdefinisi pada kondisi awal, tahap selanjutnya adalah menjalankan prosedur iterasi pertama menggunakan fitur *solve* pada program algoritma CRAFT. Pada iterasi pertama ini, sistem secara otomatis melakukan serangkaian pertukaran lokasi departemen (*department switching*) guna mereduksi biaya penanganan material. Hasil dari iterasi pertama menunjukkan penurunan nilai ongkos *material handling* yang signifikan, yaitu dari biaya awal sebesar Rp 7.220.504,5 menjadi Rp 4.680.673. Meskipun telah terjadi penurunan biaya, hasil pada tahap ini belum dianggap sebagai nilai yang paling optimal karena masih memerlukan penyesuaian lebih lanjut terhadap parameter kualitatif yang terdapat pada peta hubungan aktivitas (ARC) guna memastikan validitas teknis dari tata letak yang diusulkan.

Init. Cost: 7220504,5		Iterations: 7	
Index	Init. Seq.	Iter.	Type Action Cost
1	1	1	Switch 5 and 3 6004298,5
2	2	2	Switch 11 and 3 5539516,5
3	3	3	Switch 6 and 7 5284306,5
4	4	4	Switch 7 and 9 5100528
5	5	5	Switch 7 and 8 4939858
6	6	6	Switch 4 and 5 4787088,5
7	7	7	Switch 9 and 10 4680673
8	8		
9	9		
10	10		
11	11		
12	12		
13	13		
14	14		
15	15		

Gambar 7. Iterasi I

Hasil dari iterasi I algoritma CRAFT dengan biaya Rp 4.680.673 belum sepenuhnya mengakomodasi beberapa pertimbangan kualitatif yang terdapat pada peta hubungan aktivitas (ARC). Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian terhadap tata letak hasil iterasi pertama dengan merujuk pada derajat kedekatan (*closeness rating*) antar-departemen guna mencapai efisiensi yang lebih optimal.

Tabel 4. Penyesuaian iterasi I dengan ARC

Action	Closeness Rating
Mendekatkan 11 (Storage) dan 3 (Prep. Material),A	Mendekatkan 11 (Storage) dan 3 (Prep. Material),A
Mendekatkan 3 (Prep. Material) dan 4 (Pemb. Bobbin),A	Mendekatkan 3 (Prep. Material) dan 4 (Pemb. Bobbin),A
Mendekatkan 4 (Pemb. Bobbin) dan 5 (Pemb. Sheldo),E	Mendekatkan 4 (Pemb. Bobbin) dan 5 (Pemb. Sheldo),E
Mendekatkan 5 (Pemb. Sheldo) dan 6 (Meja Press Core),E	Mendekatkan 5 (Pemb. Sheldo) dan 6 (Meja Press Core),E
Mendekatkan 12 (Rak Magnet) dan 13 (Balut),E	Mendekatkan 12 (Rak Magnet) dan 13 (Balut),E
Action (Tindakan),Closeness Rating (Derajat Kedekatan)	Action (Tindakan),Closeness Rating (Derajat Kedekatan)

Hasil dari iterasi II merupakan tahap akhir dari prosedur algoritma CRAFT karena program tidak lagi mendeteksi adanya peluang pertukaran departemen yang dapat menurunkan biaya secara signifikan. Konfigurasi pada tahap ini dianggap telah mencapai titik optimal, namun tetap memerlukan validasi akhir terhadap peta derajat hubungan aktivitas (ARC) untuk memastikan seluruh stasiun kerja dengan prioritas tinggi berada pada posisi yang ideal secara fungsional.

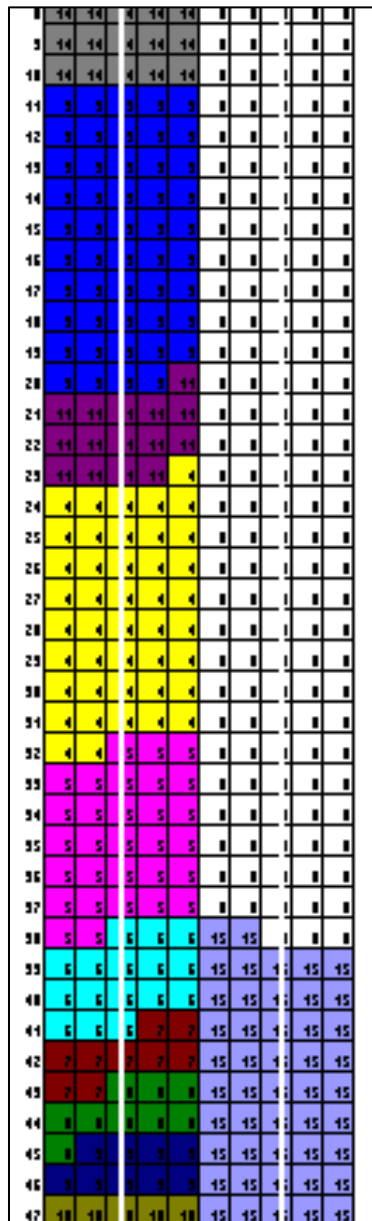
Init. Cost: 7220505		Iterations: 4	
Index	Init. Seq.	Iter.	Type Action Cost
1	1	1	Switch 11 and 2 5130095
2	2	2	Switch 3 and 11 4747105
3	3	3	Switch 13 and 2 4440331,5
4	4	4	Switch 14 and 1 4386049
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		
10	10		
11	11		
12	12		
13	13		
14	14		
15	15		

Gambar 8. Iterasi II

Hasil dari iterasi II menunjukkan nilai biaya *material handling* sebesar **Rp 4.386.049**. Pada tahap ini, program tidak lagi menemukan adanya pertukaran departemen (*department switching*) yang mampu mereduksi biaya secara signifikan, sehingga iterasi dihentikan karena telah mencapai kondisi optimal. Hal ini menunjukkan pertukaran lanjutan akan meningkatkan momen perpindahan akibat menjauhkan pasangan departemen dengan frekuensi tinggi atau memutus kedekatan operasional yang telah optimal. Hasil ini kemudian dievaluasi kembali menggunakan parameter kualitatif pada peta hubungan aktivitas (ARC) untuk memastikan konfigurasi akhir telah memenuhi kriteria kedekatan operasional. Berikut adalah tabel penyesuaian akhir untuk iterasi II:

Tabel 5. Penyesuaian II dengan ARC

Action	Closeness Rating
Mendekatkan 11 (Storage) dan 3 (Prep. Material), A	Mendekatkan 11 (Storage) dan 3 (Prep. Material), A
Mendekatkan 8 (Winding Middle) dan 9 (Winding Small), E	Mendekatkan 8 (Winding Middle) dan 9 (Winding Small), E
Mendekatkan 9 (Winding Small) dan 10 (Press Coil), E	Mendekatkan 9 (Winding Small) dan 10 (Press Coil), E
Mendekatkan 10 (Press Coil) dan 13 (Balut), E	Mendekatkan 10 (Press Coil) dan 13 (Balut), E
Mendekatkan 13 (Balut) dan 11 (Storage Material), E	Mendekatkan 13 (Balut) dan 11 (Storage Material), E
Mengelompokkan area kantor (1, 2, dan 14), I	"Mengelompokkan area kantor (1, 2, dan 14)", I



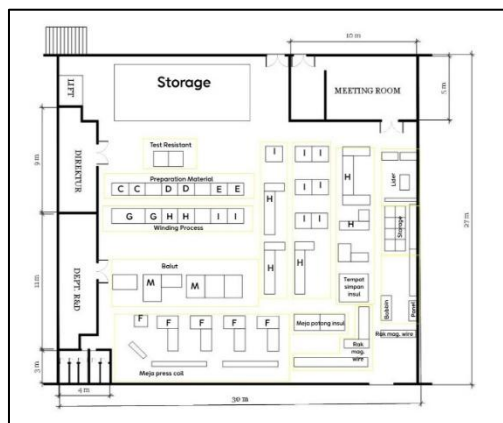
Gambar 9. Layout usulan

Desain usulan ini dirancang secara sistematis untuk meminimalkan jarak tempuh antar-stasiun kerja dengan frekuensi aliran tinggi guna meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan total momen perpindahan material secara keseluruhan. Selain penataan posisi departemen, rancangan tata letak usulan juga memperhatikan aspek aksesibilitas dengan mempertimbangkan kebutuhan lebar gang (*aisle*) sebagai jalur lalu lintas *material handling*. Penentuan dimensi *aisle* dilakukan untuk memastikan kelancaran pergerakan alat angkut dan personil

tanpa hambatan spasial. Berikut adalah daftar rekomendasi lebar *aisle* sesuai dengan jenis peralatan angkut yang digunakan:

Tabel 6. Aisle rekomendasi

Jenis Peralatan	Pick Aisle	Cross Aisle
Three-wheel counterbalance	9 – 10	10
Four-wheel counterbalance	10 – 12	12
Reach truck	8.6	10
Manual pallet jack	6	8 – 10
Powered pallet jack	7 – 8	8 – 10
Order picker truck	5	10
Side loader	6	15 – 20



Gambar 10. Layout Usulan Stasiun Kerja

Berikut adalah rekapitulasi jarak tempuh material untuk Layout Usulan (setelah *relayout*). Tabel ini disusun berdasarkan aliran proses produksi *winding* trafo Anda, dengan asumsi pengurangan jarak pada titik-titik kritis yang sebelumnya memiliki jarak jauh (seperti *Sheldo* ke *Press Core*).

Tabel 7. Rekapitulasi jarak tempuh perpindahan material (Layout usulan)

Material	Alat Angkut	Dari - Ke	Jarak Usulan (m)
Komponen Utama	Forklift	Storage Material - Preparation Material	3,50
Komponen Utama	Forklift	Preparation Material - Pembuatan Bobbin	3,00
Komponen Utama	Forklift	Pembuatan Bobbin - Pembuatan Sheldo	2,80
Komponen Utama	Forklift	Pembuatan Sheldo - Meja Press Core	3,20
Komponen Utama	Forklift	Meja Press Core - Winding Big	3,00
Komponen Utama	Forklift	Winding Big - Winding Middle	2,70
Komponen Utama	Forklift	Winding Middle - Winding Small	2,70
Komponen Utama	Forklift	Winding Small - Press Coil	2,70
Komponen Utama	Forklift	Press Coil - Balut	3,50
Material Pendukung	Manual	Balut - Rak Magnet Wire	2,50
Material Pendukung	Manual	Rak Magnet Wire - Balut	2,50
Produk Setengah Jadi	Forklift	Balut - Storage Material	4,00
Produk Jadi	Forklift	Press Coil - Storage Material	5,00
Material Retur	Forklift	Preparation Material - Storage Material	3,50
Sisa Produksi	Forklift	Pembuatan Sheldo - Storage Material	4,50
Total Jarak			49,10 m

Tabel 8. Perbandingan jarak dan biaya material handling

Parameter	Tata Letak Awal (Initial Layout)	Tata Letak Usulan (Proposed Layout)	Selisih (Reduksi)	Persentase Efisiensi
Total Jarak Tempuh	127,62 m	49,10 m	78,52 m	61,52%

Total Biaya (MHC)	Rp 7.220.504,5	Rp 4.386.049	Rp 2.834.455,5	39,26%
--------------------------	----------------	--------------	----------------	---------------

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perancangan tata letak fasilitas pada area *winding* trafo, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut: Optimalisasi Biaya: Implementasi algoritma *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique* (CRAFT) yang diintegrasikan dengan *Activity Relationship Chart* (ARC) berhasil menurunkan biaya penanganan material (*Material Handling Cost*) secara signifikan. Efisiensi Ekonomi: Total biaya penanganan material mengalami penurunan dari Rp 7.220.504,5 pada tata letak awal menjadi Rp 4.386.049 pada tata letak usulan, yang merepresentasikan tingkat efisiensi sebesar 39,26%. Reduksi Jarak: Total jarak tempuh perpindahan material berhasil dipangkas sebesar 61,52%, yakni dari 127,62 meter menjadi 49,10 meter. Kesesuaian Aliran: Tata letak usulan final telah mengakomodasi urutan proses produksi yang linier dan derajat kepentingan kedekatan antar-departemen, sehingga meminimalkan hambatan (*bottleneck*) dan aliran balik (*backtracking*). Rekomendasi Implementasi: Konfigurasi tata letak baru ini dinyatakan layak untuk diimplementasikan sebagai upaya meningkatkan produktivitas fasilitas dengan tetap memperhatikan standar lebar jalur lintas (*aisle*) yang telah direkomendasikan.

Secara praktik pengurangan jarak dan eliminasi *backtracking* pada lintasan kritis berimplikasi langsung pada pemangkasan jumlah lead time produksi, khususnya pada proses *winding* hingga finishing. Alur material yang lebih praktis mengurangi waktu tunggu antar proses sehingga mendukung peningkatan throughput harian tanpa penambahan pengadaan sumber daya. Pada aspek keselamatan kerja, tata letak menghasilkan jalur material handling yang lebih terkoordinasi. Penataan tersebut menurunkan resiko kecelekaan kerja akibat cross movement dan memudahkan pengawasan operator menciptakan lingkungan kerja yang ergonomis bagi operator.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam lingkup yang difokuskan pada satu lini produksi yaitu area *winding* transformator sehingga hasil optimasi tata letak belum merepresentasikan keseluruhan alur sistem produksi PT XYZ. Interaksi seperti lini produksi perakitan akhir atau pengujian akhir belum dimasukkan dalam model tata letaknya. Rekomendasi arah penelitian selanjutnya bisa mengimplementasikan simulasi dinamis untuk mengevaluasi performa tata letak usulan terhadap variasi volume produksi dan skenario permintaan yang berbeda. Selanjutnya analisis tata letak menyarankan untuk membandingkan kinerja metode CRAFT-ARC dengan pendekatan lain, seperti seperti *Systematic Layout Planning* (SLP) dan *CORELAP*, guna memperoleh gambaran komprehensif mengenai metode perancangan tata letak yang paling sesuai untuk industri transformator.

Daftar Pustaka

- [1] T. T. Baladraf, N. Sintya, F. Salsabila, D. Harisah, And T. R. Sudarmono, "Evaluasi Dan Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Analisis Craft (Studi Kasus Pabrik Pembuatan Bakso Jalan Brenggolo Kediri)," Vol. 3, No. 1, Pp. 12–20, 2021.
- [2] U. Perbaikan *Et Al.*, "Jurnal Taguchi," Pp. 584–592, 2025.
- [3] J. Ilmiah *Et Al.*, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode From To Chart Dan Activity Relationship," Vol. 2, No. 1, Pp. 416–429, 2025.
- [4] O. Adiyanto And A. F. Clistia, "Eko Bubut Dengan Metode Computerized Relationship Layout Planning (Corelap)," Vol. 7, No. 1, Pp. 49–56, 2020.
- [5] J. Tampubolon *Et Al.*, "Rancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Di Pt Xyz Dengan Menggunakan Metode Algoritma Corelap," Vol. 4, No. 1, 2020.
- [6] A. A. Maskur And D. Andriani, "Menggunakan Algoritma Craft Di Pabrik Alumunium Super (Cap Komodo)," Pp. 44–52.
- [7] M. Corelap, "Industrial Engineering Advance Research & Application Relayout Gudang Bahan Baku Dengan Menggunakan," Vol. 6, No. 1, 2020.
- [8] P. T. Xyz, "Usulan Perbaikan Tata Letak Menggunakan Metode Systematic Layout Planning Dan Craft," Pp. 1–11, 2023.
- [9] P. Ongkos, M. Handling, D. I. Pt, M. Metode, And C. Relative, "Jurnal Taguchi," Pp. 457–468, 2024.
- [10] L. B. Masalah, "Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Algoritma Craft," Vol. 4, No. 2, Pp. 36–41, 2015.
- [11] M. Metode, C. Di, And P. T. Xyz, "Jurnal Taguchi," Pp. 661–673, 2025.
- [12] N. N. Qisthani, I. A. Sitorus, And H. A. Lusianti, "Perancangan Dan Simulasi Tata Letak Pabrik Untuk Mengoptimalkan Biaya Material Handling Dengan Menggunakan Algoritma Craft Dan Activity Relationship Chart Pada Industri Kerajinan Bambu," Vol. 6, No. 1, Pp. 35–41, 2021.
- [13] S. Iii And L. Wali, "Desain Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Craft Untuk

- Meningkatkan Kapasitas Produksi Agregat,” No. Senastitan Iii, 2023.
- [14] A. B. Patria, B. Suhardi, And I. Iftadi, “Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Algoritma Craft Untuk Meminimasi Biaya Material Handling,” Vol. 21, No. 2, Pp. 119–129, 2022.
- [15] B. Baglama, M. Haksiz, And H. Uzunboylu, “Technologies Used In Education Of Hearing Impaired Individuals,” Vol. 13, No. 9, Pp. 53–63, 2018.
- [16] C. Study, R. Craft, And B. Plant, “Integrating Dmaic Six Sigma For Systematic Defect Analysis And Quality Improvement In Manufacturing,” Vol. 11, No. 1, Pp. 44–55, 2025.
- [17] D. I. Pt And F. Ciptamakmur, “Dengan Menggunakan Metode Algoritma Craft Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional ‘ Veteran ’ Jawa Timur Email : Febri.Ekosusanto@Gmail.Com Pekerjaan Merancang Tata Letak Fasilitas Seringkali Dikira Hanya Berhubungan Dengan Perencanaan Yang Cermat Dan Terinci Tentang Susunan Peralatan Produksi [4]. Padahal Perencanaan Demikian Hanya Merupakan Salah Satu Tahap Saja Dalam Suatu Rangkaian Kegiatan Yang Sangat Luas Yang Saling Berhubungan Dan Yang Secara Keseluruhan Membentuk Kegiatan Perancangan Tata Letak Fasilitas [7]. Perancangan Tata Letak Ini Umumnya Digambarkan Sebagai Rencana Lantai , Yaitu Satu Susunan Fasilitas Fisik (Perlengkapan , Tanah , Bangunan , Dan Sarana,” Vol. 3, No. 2, Pp. 1–13, 2019.
- [18] M. F. Siagian And M. Zakaria, “Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Dengan Metode Systematic Layout Planning Dan Computerized Relative Allocation Of Facilities Techniques Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Di Pt . Abad Jaya Abadi Sentosa,” Vol. 11, No. 1, 2022.
- [19] P. Studi, T. Industri, U. Islam, And T. L. Fasilitas, “Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Untuk Meminimalisir Biaya Material Handling Pada Studi Kasus Umkm Konveksi Abc Syiera Anggita Putri 1) , Hari Purnomo 2),” Vol. 12, No. 3, Pp. 233–241, 2024.
- [20] M. Mudhofar, H. C. Suroso, A. R. Rahadian, And L. N. Sholekhah, “Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Metode Systematic Layout Planning Dan Craft Untuk Mengurangi Biaya Material Handling Pada Pt . Prima Daya Teknik,” No. Senastitan Iii, 2023.