

Optimasi Tata Letak Lantai Produksi Dengan Metode Activity Relationship Chart (ARC) Dan Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT)

Muhamad Naufal Ismail¹
Program Studi Teknik Industri
Telkom University
Purwokerto, Indonesia
naufalismi1@student.telkomuniversity.a
c.id

Dina Rachmawaty²
Program Studi Teknik Industri
Telkom University
Purwokerto, Indonesia
ORCID 0009-0002-3608-0367

Asmain Munang³
Program Studi Teknik Industri
Telkom University
Purwokerto, Indonesia
ORCID 0000-0003-1711-0137

Abstrak — Industri garmen memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, khususnya melalui kontribusi signifikan terhadap ekspor, lapangan kerja, dan pendapatan nasional. Salah satu tantangan utama adalah optimalisasi tata letak produksi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Tata letak yang tidak optimal berdampak pada jarak material handling yang panjang, meningkatkan biaya operasional, dan menghambat aliran kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan tata letak pabrik menggunakan pendekatan sistematis guna meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas. metode *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques* (CRAFT) digunakan untuk mengoptimalkan layout produksi pada industri garmen untuk mengurangi biaya material handling dan meningkatkan kecepatan produksi. Penelitian akan diterapkan pada bagian produksi di PT. ABCD. Perbaikan tata letak menggunakan metode ARC dan CRAFT berhasil meningkatkan efisiensi operasional di pabrik. Analisis ARC membantu mengidentifikasi area-area yang perlu didekatkan, seperti area pola, cutting, jahit, serta gudang material dan aksesoris, untuk memperbaiki aliran material. Iterasi algoritma CRAFT secara bertahap mengurangi biaya material handling dari Rp. 11.433.998 menjadi Rp. 8.205.154 dan total jarak perpindahan material dari 24.709 meter menjadi 12.572 meter per bulan, menunjukkan pengurangan signifikan sebesar 12.137 meter.

Kata kunci— Layout; Facility; ARC; CRAFT; Material Handling

I. PENDAHULUAN

Industri garmen tidak hanya krusial bagi ekonomi Indonesia tetapi juga penting dalam berbagai aspek pembangunan ekonomi [1]. Industri Garmen memiliki kontribusi besar terhadap lapangan kerja, pertumbuhan ekspor, dan pendapatan nasional. Pertumbuhan ekspor yang

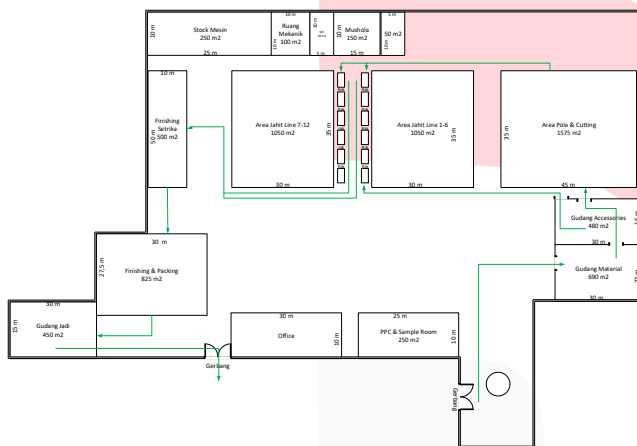
signifikan membuat industri garmen menjadi pilar utama dalam meningkatkan pendapatan negara melalui perdagangan internasional [2]. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi dan produktivitas, termasuk dalam hal tata letak produksi, menjadi penting untuk meningkatkan kontribusi industri garmen terhadap ekonomi Indonesia [3].

Tata letak lantai produksi berpengaruh signifikan pada efisiensi operasional dan biaya produksi. Tata letak yang baik dapat mengurangi biaya material handling dengan penyusunan yang efektif dari area kerja, mesin, dan stok bahan, serta mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan, risiko kerusakan bahan, dan meningkatkan aliran kerja secara keseluruhan [4]. Pemahaman yang mendalam tentang hubungan ini penting untuk meningkatkan kinerja dan daya saing unit produksi. Pemilihan tata letak yang tidak efektif dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif dalam operasional sebuah fasilitas produksi. Aliran produksi yang tidak optimal dapat menghambat efisiensi proses produksi secara keseluruhan, mengakibatkan peningkatan waktu siklus, waktu tunggu, dan potensi kemacetan [5].

Tata letak yang buruk juga dapat memicu peningkatan biaya material handling, seperti biaya transportasi dan pemindahan barang antar area produksi. Dengan demikian, pentingnya pemilihan tata letak yang efektif menjadi semakin jelas, karena dapat mengurangi risiko ketidakefektifan aliran produksi dan mengendalikan biaya material handling yang dapat membebani operasional perusahaan. Pemilihan tata letak yang tidak efektif dapat menyebabkan dampak negatif dalam operasional fasilitas produksi, termasuk hambatan pada aliran produksi dan peningkatan biaya material handling [6]. Perbaikan tata letak yang efektif untuk mengurangi risiko ketidakefektifan aliran produksi dan mengendalikan biaya material handling yang

membebani operasional perusahaan sangat penting untuk dilakukan.

PT. ABCD merupakan perusahaan manufaktur Garmen dan tekstil yang telah berdiri sejak tahun 1987. Luas area perusahaan adalah 13.134 meter persegi dengan jumlah karyawan 160 orang yang berasal dari Banyumas. PT. ABCD menjadikan tata letak sebagai fokus utama karena berbagai masalah yang dihadapi. Penempatan fasilitas produksi yang kurang optimal mengakibatkan bertambahnya jarak material handling sehingga berdampak pada pengurangan produktivitas dan efisiensi produksi. Kegiatan material handling berkontribusi signifikan terhadap anggaran operasional perusahaan manufaktur, menyumbang sekitar 20% hingga 50% dari total biaya operasi [7]



GAMBAR 1.
(ALIRAN PRODUKSI AWAL DI PT. ABCD)

Berdasarkan hasil observasi, total jarak tempuh material handling saat ini mencapai 147.146 meter per hari. Jarak yang tinggi ini disebabkan oleh aliran produksi yang tidak efisien, yaitu aliran yang tidak efektif serta adanya stasiun kerja dengan tingkat kedekatan tidak optimal, di mana beberapa stasiun kerja seharusnya berdekatan justru diletakkan berjauhan. Hal ini menyebabkan jarak aliran produksi menjadi lebih panjang, khususnya dari area gudang bahan baku ke area potong dan dari area finishing ke area packing.

Jarak tempuh yang besar dapat diminimalkan dengan merancang *Layout* yang lebih efisien. Penelitian mendalam diperlukan untuk menemukan solusi yang tepat guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Perbaikan tata letak di pabrik garmen membutuhkan pendekatan yang terstruktur dan efektif. Penelitian terdahulu terkait tata letak telah dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti [8] melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengoptimalkan tata letak produksi di perusahaan PCL dengan menggunakan metode CRAFT. [9] melakukan penelitian yang berfokus pada pengurangan pemborosan dalam proses produksi sandal melalui perencanaan tata letak lean menggunakan teknik ARC dan CRAFT. [10] melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengoptimalkan tata letak produksi tipe job shop guna

mengurangi biaya dan jarak penanganan material. Menggunakan kombinasi algoritma CORELAP dan CRAFT. [11] melakukan penelitian untuk mengkaji penerapan metode 5S-ARC untuk mengurangi pemborosan dalam produksi industri karet. [12] melakukan penelitian yang bertujuan untuk mendesain ulang tata letak fasilitas di PT. Ocean Centra Furnindo dengan menggunakan metode CORELAP dan CRAFT. [13] Menggunakan algoritma genetika untuk mengoptimalkan masalah tata letak fasilitas. [14] mengembangkan metodologi optimasi berbasis simulasi untuk desain tata letak fasilitas di sektor manufaktur. [15] mengkaji integrasi teknologi Industri 4.0 dalam desain tata letak fasilitas untuk meningkatkan efisiensi operasional. [16] memodelkan tata letak pabrik perakitan mobil menggunakan fungsi probabilistik dan simulasi peristiwa diskret dan [17] menggunakan optimasi evolusioner multi-objektif untuk skenario tata letak produksi dalam desain struktural parametrik bangunan industri yang fleksibel.

Berdasarkan penelitian terdahulu, berbagai metode seperti CRAFT, ARC, CORELAP, simulasi, algoritma genetika, hingga pendekatan 5S telah digunakan untuk mengatasi masalah tata letak. Penelitian ini akan menerapkan metode ARC dan CRAFT untuk mengoptimalkan tata letak produksi di PT. ABCD, sebuah industri garmen, guna mengurangi biaya material handling dan meningkatkan kecepatan produksi. ARC memetakan hubungan antaraktivitas produksi untuk menata area secara efisien [18], sementara CRAFT mengoptimalkan alokasi fasilitas berbasis komputer untuk mempercepat proses produksi [19].

II. KAJIAN TEORI

A. Tata Letak Fasilitas

Perancangan tata letak fasilitas berperan krusial dalam meningkatkan kinerja perusahaan dan mendukung proses produksi. Dalam menghadapi persaingan global dan perkembangan teknologi, perusahaan harus berinovasi dan meningkatkan efisiensi operasional untuk tetap kompetitif. Strategi tata letak yang optimal memastikan kelancaran produksi dan memenuhi tuntutan pasar, menjadikannya faktor utama dalam keberlanjutan bisnis [20].

B. *Layout* Lantai Produksi

Layout lantai produksi mengatur komponen, mesin, dan area kerja untuk memastikan aliran material dan produk yang efisien. Perancangannya mempertimbangkan aliran barang dan informasi, pemisahan area, efisiensi ruang, keselamatan kerja, fleksibilitas, dan biaya. Elemen dasar *Layout* meliputi teks, gambar, garis, bentuk, dan ruang putih [21]. Perencanaan tata letak didasarkan pada prinsip keefisienan, teori aliran, keselamatan kerja, dan utilisasi mesin guna mengoptimalkan proses produksi.

C. Activity Relationship Chart (ARC)

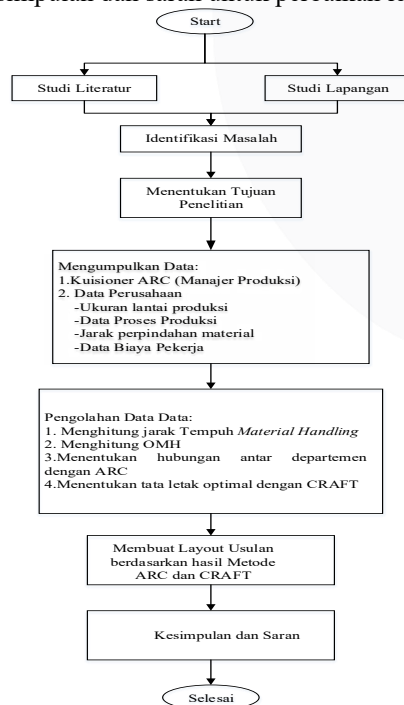
Activity Relationship Chart (ARC) adalah metode untuk merencanakan dan menilai hubungan antar departemen secara kuantitatif berdasarkan tingkat kedekatan dan alasan keterkaitannya [22];[23]. ARC mengonversi kualitas menjadi kuantitas dengan kode nilai hubungan, memberikan dasar bagi penyusunan tata letak fasilitas.

D. Computerized Relative Allocation Of Facilities Techniques (CRAFT)

Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT) adalah metode komputer untuk merancang tata letak fasilitas secara efisien dengan meminimalkan biaya transportasi dan meningkatkan produktivitas [24]. Metode ini menggunakan algoritma yang mempertimbangkan aliran material, jarak, dan biaya perpindahan, serta melakukan perbaikan tata letak melalui pertukaran departemen [25].

III. METODE

Penelitian ini berfokus pada perbaikan tata letak fasilitas produksi di pabrik garmen, dengan bagian produksi PT. ABCD sebagai subjek penelitian. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memahami konsep tata letak produksi serta metode ARC dan CRAFT, diikuti oleh studi lapangan untuk meninjau kondisi tata letak saat ini. Tahap berikutnya adalah identifikasi masalah, penetapan tujuan penelitian, dan pengumpulan data seperti aliran proses, perpindahan material, jarak antar lokasi, dan hubungan antar departemen. Data tersebut diolah menggunakan rumus OMH, matriks ARC, dan algoritma CRAFT untuk mendapatkan tata letak optimal. Layout usulan kemudian disusun dan dibandingkan dengan tata letak sebelumnya untuk menunjukkan efisiensi yang dicapai. Penelitian diakhiri dengan kesimpulan dan saran untuk perbaikan lebih lanjut.



GAMBAR 2.
(ALUR PENELITIAN)

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui tiga teknik utama, yaitu kuesioner, wawancara, dan observasi. Kuesioner digunakan untuk memperoleh data mengenai derajat hubungan antar departemen dari manajer produksi. Wawancara dilakukan dengan 1 manajer produksi dan 5 staf produksi PT. ABCD untuk mendapatkan informasi mendalam terkait proses penyimpanan dan pemindahan barang, hambatan yang dihadapi, serta saran untuk meningkatkan efisiensi lantai produksi. Selain itu, observasi langsung dilakukan di bagian produksi PT. ABCD untuk mengumpulkan data tentang tata letak, jarak antar departemen, biaya material handling, dan proses produksi secara menyeluruh.

Berikut adalah langkah analisis data dalam perancangan perbaikan *Layout* produksi garmen di PT. ABCD:

1. Menghitung jarak tempuh *material handling* produksi garmen dengan pendekatan *Rectilinear* [26]:

$$d_{ij} = |X_1 - X_j| + |Y_1 - Y_j|$$

.....(3.1)
2. Menghitung Ongkos *Material Handling* per meter dengan rumus [27]:

$$OMH/Meter = \frac{OMH \text{ alat angkut Material tiap pergerakan}}{\text{Jarak perpindahan total}}$$

.....(3.2)

Dimana ongkos *material handling* diperoleh dengan menghitung gaji operator, biaya depresiasi alat, biaya perawatan alat, dan biaya bahan bakar.
3. Membuat *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk memvisualisasikan hubungan dan urutan aktivitas dalam lantai produksi garmen. Data aliran material, jarak perpindahan antar aktivitas, dan informasi lainnya digunakan untuk membuat diagram yang menggambarkan aliran material dan ketergantungan antar aktivitas [28].
4. *Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques* (CRAFT), digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan ruang dalam lantai produksi garmen. Metode ini membantu menentukan tata letak optimal untuk meningkatkan efisiensi operasional [29].
5. Tahap terakhir adalah pembuatan *Layout* usulan dan menghitung jarak tempuh *Layout* usulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Biaya perpindahan material ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu jarak antar stasiun kerja, ongkos material handling per meter, dan frekuensi perpindahan. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, biaya perpindahan dapat dihitung dengan lebih akurat untuk membantu perencanaan operasional yang efisien. Total jarak perpindahan material pada proses produksi garmen di PT. ABCD adalah sebagai berikut:

TABEL 1.
(TOTAL JARAK PERPINDAHAN PER HARI)

Dari	Ke	Frekuensi per hari (Kali)	Jarak (m)
Gudang Material	Area Pola dan Cutting	265	37
Pola dan Cutting	Area Jahit	630	10
Gudang Accessories	Area Jahit	420	12
Area Jahit	Finishing	132	2
Finishing	Finishing & Packing	132	10
Finishing & Packing	Gudang Jadi	132	15
Total		1711	86

TABEL 2.
(TOTAL JARAK PERPINDAHAN PER BULAN)

Dari	Ke	Frekuensi per bulan (Kali)	Jarak (m)
Gudang Material	Area Pola dan Cutting	19875	37
Pola dan Cutting	Area Jahit	47250	10
Gudang Accessories	Area Jahit	31500	12
Area Jahit	Finishing	9900	2
Finishing	Finishing & Packing	9900	10
Finishing & Packing	Gudang Jadi	9900	15
Total		128325	86

PT. ABCD menggunakan pekerja manusia (operator) untuk memindahkan *material* dan bahan jadi. Untuk menghitung ongkos *material handling* dapat dilakukan dengan perhitungan berikut:

Upah Pekerja @3 Pekerja : Rp. 6.587.070 / bulan
1 Bulan : 25 hari kerja
1 Hari : 7 Jam
Ongkos kerja per jam : $\frac{6589070}{25 \times 7}$
:Rp. 37.640,4

Waktu angkut material dari Gudang material ke Pola & Cutting = 64 detik (0,018 jam)
OMH dari Gudang material ke Pola & Cutting = Ongkos kerja per jam x Waktu angkut = 37.640,4 x 0,018 = Rp. 677,5272. Hasil perhitungan lengkap OMH per meter dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL 3.
(OMH PER METER MATERIAL HANDLING MANUAL)

Dari	Ke	Waktu angkut (a)	Ongkos kerja per Jam (Rp) (b)	Ongkos Material handling tiap Pergerakan (Rp) [c]=[a]*[b]	Jarak (m) (d)	OMH/m [e]=total[
Gudang Material	Area Pola dan Cutting	0.018	37640.4	669.16	37	18
Pola dan Cutting	Area Jahit	0.005	37640.4	177.75	10	
Gudang Accessories	Area Jahit	0.006	37640.4	219.57	12	
Area Jahit	Finishing	0.001	37640.4	41.82	2	
Finishing	Finishing & Packing	0.005	37640.4	177.75	10	
Finishing & Packing	Gudang Jadi	0.007	37640.4	271.85	15	
Total				1557.89	86	

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 3 diketahui ongkos material handling per meter sebesar Rp. 18.12,-. Luas total pabrik PT. ABCD sebesar 13.134 m² dimana baru 50% ruang yang telah digunakan atau 6620 m², sisanya masih

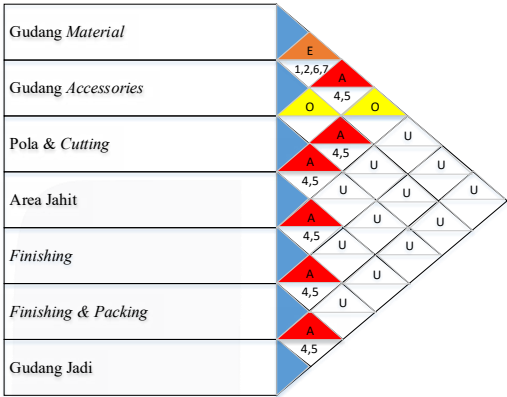
lantai kosong. Lantai yang kosong tersebut akan digunakan untuk menambah kapasitas produksi jika permintaan produk sudah meningkat dua kali lipat. Adapun rincian luas area yang sudah digunakan ditunjukkan pada tabel 4.

TABEL 4.
(LUAS AREA FASILITAS PABRIK GARMEN)

No	Area Tersedia	Jumlah	Kode	Ukuran Area Kerja		Luas (m ²)
				Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Gudang Material	1	A	23	30	690
2	Pola dan Cutting	1	B	35	45	1575
3	Gudang Accessories	1	C	16	30	480
4	Area Jahit	2	D	35	30	2100
5	Finishing	1	E	50	10	500
6	Finishing & Packing	1	F	27.5	30	825
7	Gudang Jadi	1	G	15	30	450
Total Luas Area yang Digunakan						6620

B. Activity Relationship Chart (ARC)

Hubungan antar area fasilitas dijelaskan menggunakan Activity Relationship Chart (ARC) untuk menentukan kedekatan atau jarak antar departemen berdasarkan tingkat kepentingan dan alasan terkait sebelum mendesain layout.



Gambar 3. Activity Relationship Chart (ARC)
Tabel 5 merupakan keterangan diagram ARC pada gambar 3 dimana terdapat kode alasan, kode warna, hubungan kedekatan, dan keterangan untuk menjelaskan mengapa menggunakan kode serta alasan tersebut.

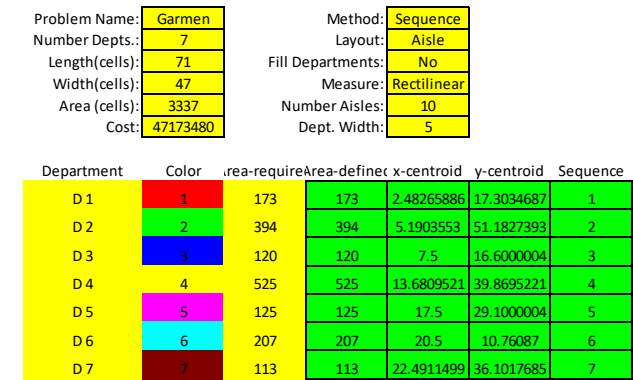
TABEL 5.
(KETERANGAN HUBUNGAN KEDEKATAN DEPARTEMEN ARC)

No	Kode Alasan	Kode Warna	Hubungan Kedekatan	Keterangan
1	4,5	A	Absolutely Important	Dua area dengan hubungan ini sangat penting untuk didekatkan karena pekerjaan yang berurutan, jika dua departemen ini dijauhkan maka pekerjaan akan menjadi tidak efektif
2	1,2,6,7	E	Very Important	Dua area yang memiliki hubungan ini memiliki keterkaitan cukup penting karena menggunakan tenaga kerja dan pencatatan yang sama

C. Algoritma CRAFT

Metode CRAFT akan memaksimalkan penggunaan ruang serta menghitung ongkos material pada *Layout* awal dan *Layout* setelah perbaikan. Metode CRAFT yang digunakan adalah *Opt. Sequence*, dengan *Distance Measure Rectilinear* akan menghasilkan hasil algoritma CRAFT untuk *Intial layot* atau *Layout awal*. Seperti ditunjukkan gambar 4.

Facility Layout



GAMBAR 4.
(DATA LAYOUT AWAL)

Berdasarkan gambar 4 diperoleh hasil perhitungan algoritma Craft untuk biaya OMH *Layout* awal sebesar Rp. 47.173.480. Proses iterasi algoritma CRAFT dilakukan dengan menggunakan fitur *solve*, sehingga program akan secara otomatis melakukan beberapa tahap perbaikan dan menghasilkan biaya *material handling* yang lebih kecil. Tahapan iterasi yang dilakukan oleh program adalah:

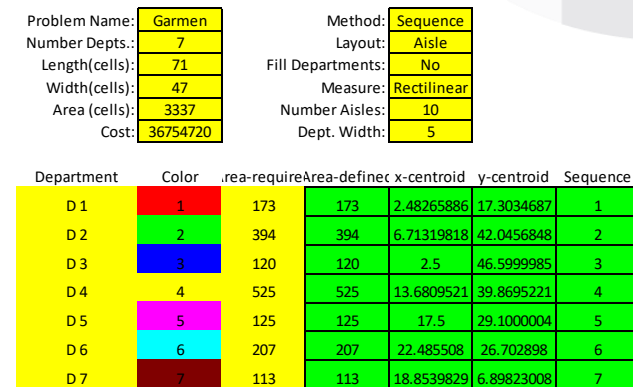
Init. Cost	47173480
Iterations: 2	
Index	Init. Seq.
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

Iter.	Type	Action	Cost
1	Switch	3 and 2	39957224
2	Switch	7 and 6	36754720

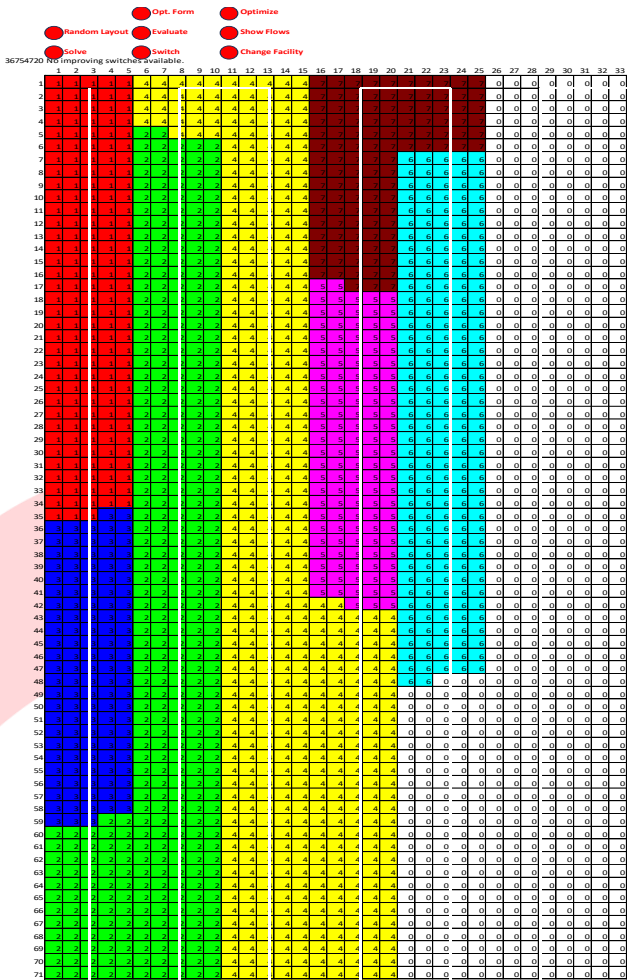
GAMBAR 5.
(ITERASI ALGORITMA CRAFT)

Gambar 5 menunjukkan terdapat dua iterasi dimana iterasi pertama dilakukan dengan menukar departemen 3 dan 2, sedangkan iterasi dua dilakukan dengan menukar departemen 7 dan 6. Hasil dari iterasi algoritma CRAFT telah mengurangi biaya material handling yang sebelumnya sebesar Rp. 47.173.480. menjadi Rp. 36.754.720 seperti ditunjukkan gambar 6. *Layout* hasil iterasi ditunjukkan pada gambar 7.

Facility Layout



GAMBAR 6.
(DATA LAYOUT SETELEH ITERASI)



GAMBAR 7.
(LAYOUT ITERASI ALGORITMA CRAFT)

Hasil iterasi tersebut sudah sesuai dengan beberapa aspek yang telah dibahas sebelumnya pada peta hubungan aktivitas (ARC) seperti ditunjukkan pada tabel 6.

TABEL 6.
(REKOMENDASI *LAYOUT* BERDASARKAN ARC)

Tindakan	Tingkat Kedekatan
Mendekatkan 1 dan 3	E
Mendekatkan 1 dan 2	A
Mendekatkan 2 dan 4	A
Mendekatkan 3 dan 4	A
Mendekatkan 4 dan 5	A
Mendekatkan 5 dan 6	A
Mendekatkan 6 dan 7	A

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 3 diketahui hasil rekomendasi *layout* berdasarkan algoritma CRAFT sudah memenuhi rekomendasi ARC yaitu mendekatkan departemen 1 dan 3, 1 dan 2, 2 dan 4, 3 dan 4, 4 dan 5, 5 dan 6, serta 6 dan 7. Tahap selanjutnya adalah membuat *Layout* usulan berdasarkan hasil pengolahan data dengan ARC dan Algoritma CRAFT.

Dengan mengikuti posisi *layout* fasilitas berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CRAFT, maka perlu penyesuaian posisi fasilitas produksi dengan memindahkan posisi area Gudang aksesoris dan Pola & *cutting* untuk lebih dekat dengan area jahit, menyesuaikan posisi area jahit untuk lebih dekat dengan area *finishing* setrika, mendekatkan area *finishing* setrika dengan area *finishing* packing dan mendekatkan area *finishing* packing dengan Gudang jadi. Posisi fasilitas disesuaikan dengan usulan pada metode CRAFT (gambar 4.16) dengan melakukan penyesuaian sesuai dengan bentuk fasilitas pada kondisi riil



GAMBAR 8.
(LAYOUT USULAN)

V. KESIMPULAN

Analisis ARC memberikan pemahaman yang jelas mengenai area yang perlu didekatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi, seperti Gudang Material, Pola dan Cutting, Area Jahit, Finishing Setrika, Finishing Packing, dan Gudang Jadi. Kedekatan antar area ini dirancang untuk memfasilitasi aliran material yang lebih efisien. Selain itu, optimasi *layout* menggunakan Algoritma CRAFT melalui beberapa iterasi berhasil mengurangi biaya material handling dari Rp47.173.480 menjadi Rp36.754.729. Total jarak perpindahan material juga berkurang secara signifikan, dari 1.853.175 meter per bulan menjadi 887.325 meter, sehingga menghasilkan penghematan jarak sebesar 965.850 meter.

REFERENSI

[1] Y. Pratiwi, "Analisis Dampak Industri Garmen Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara," 2020, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[2] V. E. Satya, I. Hermawan, E. Budiyan, and R. Sari, *Pengembangan industri tekstil nasional: kebijakan inovasi & pengelolaan menuju peningkatan daya saing*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2018.

[3] C. Casban and N. Nelfiyanti, "Analisis tata letak fasilitas produksi dengan metode FTC dan ARC untuk mengurangi biaya Material Handling," *J. Penelit. dan Apl. Sist. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 3, pp. 262–274, 2019.

[4] H. I. F. Sahriyanto *et al.*, "Perbaikan tata letak fasilitas produksi pabrik garmen CV XYZ dengan metode Blocplan," in *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, 2022.

[5] R. Yuliant, A. Saleh, and A. Bakar, "Usulan perancangan tata letak fasilitas perusahaan garmen Cv. X dengan menggunakan metode konvensional," *Reka Integr.*, vol. 2, no. 3, 2014.

[6] J. Jamalludin and H. Ramadhan, "Metode Activity Relationship Chart (Arc) Untuk Analisis Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada Bengkel Nusantara Depok," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, 2020.

[7] D. Roy, A. Krishnamurthy, S. S. Heragu, and C. J. Malmberg, "A simulation framework for studying blocking effects in warehouse systems with autonomous vehicles," *Eur. J. Ind. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 51–80, 2016.

[8] A. Nabila, M. I. H. Umam, A. Suherman, V. Devani, and M. R. Nazaruddin, "Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT) Algorithm Method for Redesign Production Layout (Case Study: PCL Company)," 2022.

[9] M. Faishal, E. Mohamad, M. A. Pratama, A. A. A. Rahman, and O. Adiyanto, "Application of Lean Layout Planning To Reduce Waste in a Slippers Manufacturing: a Case Study," *J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 17, no. 3, 2023.

[10] B. Mebrat and B. Haile, "Job shop production layout optimization using combined CORELAP and CRAFT algorithms," in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing, 2023.

[11] A. D. Rashindra, G. S. Zulkarnaen, Y. Pahala, and D. Saidah, "Application and design of production room layout with 5S-ARC method to reduce waste (case study on rubber industry production)," *Malaysian J. Comput.*, vol. 8, no. 1, pp. 1414–1426, 2023.

[12] H. Wahyudi, F. J. Daywin, C. O. Doaly, L. Gozali, and W. Kosasih, "Redesigning of Facility Layout in Pt," *Ocean Cent. Furnindo Using Group-Technology, Corel. Cr. Method*, 2021.

[13] M. Muslim and S. Suhartito, "Optimization of Facility Layout Problems Using Genetic Algorithm," *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 7, no. 9, pp. 16058–16077, 2022.

[14] E. R. Zúñiga, M. U. Moris, A. Syberfeldt, M. Fathi, and J. C. Rubio-Romero, "A simulation-based optimization methodology for facility layout design in manufacturing," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 163818–163828, 2020.

- [15] M. Ficko, L. Berus, I. Palčič, and S. Klančnik, "Design of Facility Layout for Industry 4.0," in *Research Anthology on Cross-Industry Challenges of Industry 4.0*, IGI Global, 2021, pp. 219–244.
- [16] N. N. A. Halim, S. S. R. Shariff, and S. M. Zahari, "Modelling an automobile assembly layout plant using probabilistic functions and discrete event simulation," in *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2020, pp. 2726–2737.
- [17] J. Reisinger, M. A. Zahlbruckner, I. Kovacic, P. Kán, X. Wang-Sukalia, and H. Kaufmann, "Integrated multi-objective evolutionary optimization of production layout scenarios for parametric structural design of flexible industrial buildings," *J. Build. Eng.*, vol. 46, p. 103766, 2022.
- [18] H. H. Hidayat, N. Wijayanti, and A. Prasetyo, "PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN RELAYOUT AREA PRODUKSI DI UKM KERIPIK TEMPE," *JIA (Jurnal Ilm. Agribisnis)*, vol. 5, no. 6, pp. 199–206, 2020.
- [19] A. Akbar, "Buku Ajar Manajemen Operasi," *Umsida Press*, pp. 1–88, 2021.
- [20] B. Suhardi, E. Juwita, and R. D. Astuti, "Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach," *Cogent Eng.*, vol. 6, no. 1, p. 1597412, 2019.
- [21] A. Basir, "Pengaruh Keberadaan Industri Garmen Pt. Pan Brother Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Di Sekitarnya," 2018, *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- [22] Q. Kolo, A. Budiman, A. E. Tantowi, and W. Larutama, "Eucalytus oil plant layout desain in timor tengah utara regency using activity relationship chart (ARC) method," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2021, p. 12028.
- [23] S. Wignjosebroto, A. Rahman, and Y. Endrianta, "Perancangan tata letak fasilitas produksi dengan metode systematic layout planning (Studi kasus relokasi dan relayout pabrik PT. BI–Surabaya)," *J. Tek. ITS*, 2016.
- [24] R. S. Alam, "Analisis Perancangan Ulang Tata Letak Lantai Produksi Terpal Plastik Menggunakan Metode Algoritma Craft Pada Pt. Limmas Anugrah Plasindo," 2024, *UPN Veteran Jawa Timur*.
- [25] R. D. Meller, V. Narayanan, and P. H. Vance, "Optimal facility layout design," *Oper. Res. Lett.*, vol. 23, no. 3–5, pp. 117–127, 1998.
- [26] A. I. Dewangga, S. J. Sisworo, and A. W. B. Santosa, "Analisis Efektifitas Material Handling Re-Layout Galangan Kapal Di PT Samudra Marine Indonesia 1 Departemen New Building Dengan Metode Blocplan," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 12, no. 2, 2024.
- [27] J. Susetyo, R. A. Simanjuntak, and J. M. Ramos, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Pendekatan Group Technology dan Algoritma Blocplan untuk Meminimasi Ongkos Material Handling," *J. Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 75–83, 2010.
- [28] L. Elvira, B. Suhardi, and R. D. Astuti, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Systematic Layout Planning Pada PT Pilar Kekar Plasindo," *Tekinfo J. Ilm. Tek. Ind. dan Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 34–46, 2020.
- [29] S. F. Rachim, "Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik Multi-floor menggunakan Metode Systematic Layout Planning Guna Meminimalisir Jarak Material Handling (Studi Kasus: PT Berkah Jaya Apparel, Batam)," 2023, *Universitas Islam Indonesia*.