

EFISIENSI ONGKOS MATERIAL HANDLING (OMH) MELALUI RE-DESAIN LAYOUT MENGGUNAKAN METODE CRAFT (STUDI KASUS : KEDAI KOPI JAYA)

EFFICIENCY OF MATERIAL HANDLING COSTS (MHC) THROUGH LAYOUT REDESIGN USING CRAFT METHOD (CASE STUDY: KOPI JAYA COFFEE PROCESSOR)

Shinta Syafrina Endah Hapsari¹, Ida Bagus Suryaningrat¹, Nidya Shara Mahardika¹

¹Universitas Jember

*Corresponding author's email: shintahapsari@unej.ac.id

ABSTRACT

The rapid development of the industrial sector demands companies to continuously improve their competitiveness and production process efficiency. One strategic approach to achieve this is through the proper and efficient arrangement of production facilities. A well-designed facility layout, especially between departments, plays a crucial role in enhancing overall operational efficiency. This study was conducted at Kedai Kopi Jaya, a coffee processing industry committed to implementing production efficiency to support increased profitability. Observations revealed that the existing facility layout was suboptimal, indicated by frequent repeated material movements and ineffective workspace arrangement. To address this issue, a layout redesign was carried out using the CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) method. The results of the CRAFT implementation showed a significant improvement in efficiency, with a reduction in material handling costs (MHC) by 19.56%. These findings demonstrate that a quantitative approach to facility layout redesign can positively impact industrial operational efficiency.

Keywords: Production efficiency, layout facility, MHC (Material Handling Costs), CRAFT, Kedai Kopi Jaya

ABSTRAK

Perkembangan industri yang semakin pesat menuntut perusahaan untuk terus meningkatkan daya saing dan efektivitas proses produksi. Salah satu langkah strategis untuk mencapai hal tersebut adalah melalui penataan fasilitas produksi yang efisien dan terorganisir. Tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik, terutama antar departemen, berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Penelitian ini dilakukan di Kedai Kopi Jaya, sebuah industri pengolahan kopi yang berkomitmen terhadap efisiensi produksi guna mendukung peningkatan profitabilitas perusahaan. Selama proses produksi berlangsung, ditemukan bahwa layout fasilitas yang ada belum optimal, ditandai dengan tingginya frekuensi pergerakan material yang berulang serta penataan ruang kerja yang kurang efektif. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan re-desain tata letak menggunakan metode CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique). Hasil implementasi metode CRAFT menunjukkan adanya peningkatan efisiensi yang signifikan, yaitu pengurangan ongkos material handling (OMH) sebesar 19,56%. Temuan ini membuktikan bahwa perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan pendekatan kuantitatif dapat memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional industri.

Kata kunci: Efisiensi produksi, tata letak fasilitas, OMH, CRAFT, Kedai Kopi Jaya

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri yang sangat pesat menuntut setiap perusahaan untuk terus meningkatkan daya saing serta efektivitas proses produksinya. Salah satu strategi penting dalam mencapai hal tersebut adalah melalui penataan tata letak fasilitas produksi yang efisien dan terstruktur. Tata letak yang optimal mampu meningkatkan efisiensi aliran proses, mengurangi pemborosan waktu dan biaya, serta memaksimalkan pemanfaatan ruang [8]. Penempatan antar

departemen yang berdekatan sesuai alur kerja akan memperpendek jarak perpindahan material, sehingga secara langsung berdampak pada penurunan biaya material handling [14].

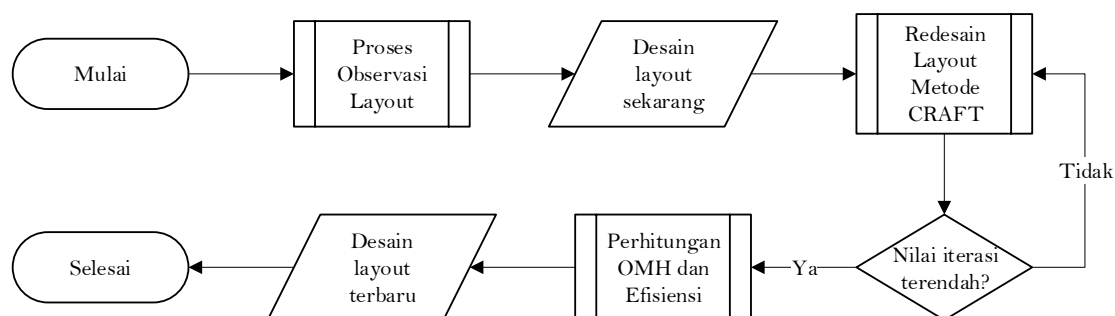
Menurut [3], perancangan tata letak yang baik memberikan banyak manfaat, seperti pengurangan investasi peralatan, penggunaan ruang yang lebih efektif, kelancaran aliran barang setengah jadi, fleksibilitas pengaturan mesin dan peralatan, serta peningkatan kenyamanan dan keamanan kerja. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian terbaru yang menyatakan bahwa tata letak yang efisien dapat meningkatkan produktivitas hingga 20% dan mempercepat waktu siklus produksi [5]. Selain itu, desain fasilitas yang strategis memungkinkan perusahaan lebih responsif terhadap perubahan permintaan dan dinamika pasar [18].

Kedai Kopi Wijaya di Jember merupakan salah satu industri kopi lokal yang masih menggunakan metode produksi manual, dengan tata letak fasilitas yang belum tertata secara efisien. Dalam satu kali panen, kedai ini mampu menghasilkan sekitar satu ton kopi. Namun, kondisi tata letak yang tidak terorganisir menyebabkan tingginya jarak dan frekuensi perpindahan material, yang berdampak pada peningkatan biaya operasional. Hal ini berpotensi menurunkan margin keuntungan perusahaan. Oleh karena itu, evaluasi dan perancangan ulang tata letak fasilitas menjadi langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan profitabilitas perusahaan [11].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merancang ulang tata letak fasilitas secara sistematis dan kuantitatif adalah metode CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*). Metode ini mampu menghasilkan alternatif tata letak yang lebih efisien berdasarkan data aliran material dan jarak antar departemen, dengan tujuan meminimalkan total ongkos perpindahan material. Efektivitas hasil perancangan layout dengan CRAFT umumnya diukur menggunakan parameter Ongkos *Material Handling* (OMH), yang mempertimbangkan volume, jarak, dan frekuensi perpindahan material antar stasiun kerja [12]. Dengan menurunnya nilai OMH, dapat disimpulkan bahwa tata letak yang diusulkan lebih efisien dibandingkan kondisi awal. Oleh karena itu, integrasi metode CRAFT dan perhitungan OMH menjadi pendekatan yang tepat dalam mengevaluasi dan meningkatkan performa tata letak fasilitas produksi di industri kecil maupun menengah [16]. Kondisi tersebut kemudian mendasari penelitian dengan tujuan yaitu mengetahui gambaran redesain layout terbaru yang lebih efisien untuk Kedai Kopi Jaya dan dampaknya terhadap efisiensi OMH serta jarak di ruang produksi.

METODE PENELITIAN

Secara umum kerangka penelitian dapat diamati pada Gambar 1. Berdasarkan kerangka tersebut terdapat 3 proses utama yaitu proses observasi layout yang menggambarkan proses pengumpulan data layout, redesain tata letak menggunakan metode CRAFT, dan perhitungan OMH serta efisiensi yang dihasilkan sebelum dan pasca redesain layout.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Redesain tata letak fasilitas produksi dengan menggunakan metode CRAFT diawali dengan pengumpulan data primer mengenai tata letak saat ini dan aliran material antar departemen. Data yang dikumpulkan meliputi posisi masing-masing departemen, frekuensi perpindahan material, serta jarak antar lokasi kerja. Data tersebut kemudian diorganisasikan

dalam bentuk matriks aliran (*flow matrix*) dan matriks jarak (*distance matrix*) guna memudahkan analisis kuantitatif [5, 16]. Tahap berikutnya adalah perhitungan Ongkos Material Handling (OMH) pada tata letak awal sebagai tolok ukur efisiensi yang dimiliki perusahaan saat ini, dengan menggunakan formula yang mengalikan frekuensi perpindahan material dan jarak antar departemen, sehingga diperoleh nilai biaya perpindahan material secara keseluruhan [12].

Selanjutnya, layout awal divisualisasikan dalam bentuk blok departemen sesuai dengan posisi eksisting, dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak atau media spreadsheet yang mendukung aplikasi metode CRAFT [14]. Metode CRAFT kemudian diterapkan dengan melakukan iterasi berupa pertukaran posisi antar dua departemen secara berpasangan (*pairwise exchange*) untuk mencari tata letak alternatif yang dapat menurunkan OMH. Setiap iterasi melibatkan perhitungan ulang OMH, dan apabila hasil pertukaran tersebut menunjukkan penurunan biaya, maka layout baru tersebut diadopsi sebagai solusi sementara. Proses ini berlanjut hingga tidak ditemukan perbaikan signifikan pada nilai OMH [8]. Setelah iterasi selesai, evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai OMH, jarak perpindahan material, dan efisiensi ruang antara tata letak awal dan usulan. Tata letak dengan nilai OMH terendah dan aliran material yang lebih efisien kemudian ditetapkan sebagai desain yang optimal [18]. Berikut merupakan rumus perhitungan OMH berdasarkan [12].

$$OMH = \sum (F_{ij} \times D_{ij} \times C)$$

Dimana:

F_{ij} = frekuensi aliran material dari departemen i ke j,

D_{ij} = jarak antar departemen

C = biaya perpindahan per satuan unit atau koefisien biaya.

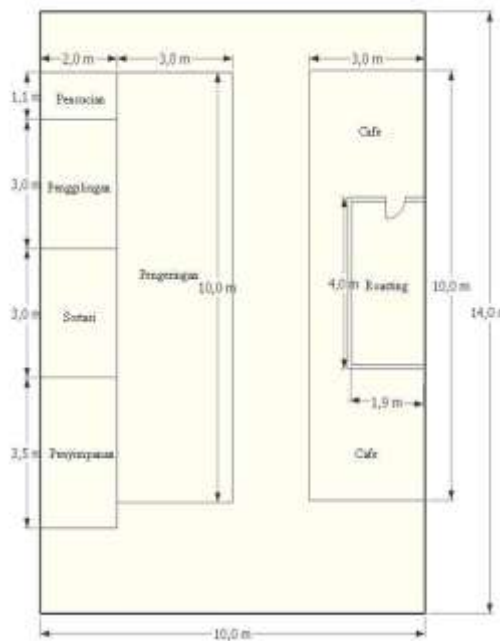
Tahap akhir meliputi visualisasi tata letak usulan dalam bentuk denah yang memudahkan pemahaman dan implementasi di lapangan. Selain itu, disusun pula rekomendasi terkait pengaturan ulang ruang kerja dan penempatan peralatan agar sesuai dengan tata letak baru yang telah dihasilkan [11]. Dengan demikian, penerapan metode CRAFT yang dikombinasikan dengan perhitungan OMH merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan biaya material handling pada fasilitas produksi, khususnya pada industri kecil dan menengah. Perhitungan efisiensi OMH menjadi gambaran akan seberapa besar efisiensi yang dihasilkan atas perubahan tersebut. Berikut merupakan rumus perhitungan efisiensi OMH yang digunakan dalam penelitian.

$$Efisiensi = \frac{OMH \text{ Awal} - OMH \text{ Relayout}}{OMH \text{ awal}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Layout Awal dan Data OMH

Tata letak fasilitas pada Industri Kedai Kopi Wijaya terdiri dari enam departemen utama dalam proses produksi, yaitu pengeringan, pencucian, penggilingan, sortasi, gudang, dan roasting. Lokasi proses produksi sebagian besar berada di area terbuka atau halaman luas, kecuali proses roasting yang berlokasi di dalam café. Kondisi layout awal industri tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Layout Awal

Berdasarkan Gambar 2 total luas area produksi adalah 140 m², dengan masing-masing departemen memiliki ukuran yang berbeda, di antaranya pengeringan seluas 30 m², pencucian 2 m², penggilingan dan sortasi masing-masing 6 m², gudang 7 m², serta roasting 8 m². Tata letak ini termasuk dalam jenis process layout, di mana mesin dan peralatan dengan fungsi yang sama dikelompokkan bersama. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa tata letak saat ini kurang efektif, terutama dikarenakan lokasi roasting yang terpisah dari departemen lain, yang menyebabkan peningkatan jarak perpindahan material dan berpotensi menambah biaya penanganan material [4, 15]. Berikut adalah tabel data ukuran dan luas departemen pada industri Kopi Wijaya (Tabel 1).

Tabel 1. Data Ukuran dan Luas Departemen

No	Departemen	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1	Pengeringan	10 x 3	30
2	Pencucian	2 x 1	2
3	Penggilingan	3 x 2	6
4	Sortasi	3 x 2	6
5	Penyimpanan	3,5 x 2	7
6	Roasting	4 x 2	8

Sumber: Data Hasil Olahan

Efektivitas tata letak ditentukan oleh faktor jarak dan waktu perpindahan material yang memengaruhi biaya produksi. Dalam konteks Kedai Kopi Wijaya, panjang jarak antar departemen sangat beragam, mulai dari 1,5 meter hingga total jarak keseluruhan sebesar 17,5 meter, yang secara langsung memengaruhi besaran biaya material handling. Proses produksi kopi melibatkan serangkaian tahapan mulai dari pengeringan kopi selama 12 jam pada panen awal, pencucian manual yang memisahkan biji kopi berkualitas, pengeringan ulang, hingga penggilingan menggunakan mesin huller. Selanjutnya, proses sortasi masih dilakukan secara manual oleh tenaga kerja, yang membutuhkan waktu relatif lama untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Setelah proses sortasi, kopi disimpan sementara di gudang sebelum diproses pada tahap roasting, yang berlangsung selama 25 menit untuk menghasilkan dark roast. Total durasi

seluruh proses produksi mencapai 4515 menit dengan jarak perpindahan material yang signifikan, sehingga tata letak yang ada saat ini kurang mendukung efisiensi proses [1, 2, 17].

Lebih lanjut, tata letak yang efektif tidak hanya mengurangi jarak perpindahan material, tetapi juga meminimalkan risiko kecelakaan kerja akibat arus bolak-balik dan persilangan alur produksi, yang dapat mengganggu kenyamanan dan keamanan pekerja [4, 13]. Oleh karena itu, perencanaan alur produksi merupakan aspek strategis yang penting dalam pengambilan keputusan perusahaan, karena melibatkan pengelolaan fasilitas, peralatan, sumber daya, dan tenaga kerja secara optimal untuk mencapai proses produksi yang efisien dan responsif terhadap permintaan pasar [9, 10]. Perbaikan tata letak melalui metode yang tepat, seperti redesain menggunakan CRAFT, diharapkan dapat mengurangi biaya material handling dan meningkatkan produktivitas pada Industri Kedai Kopi Wijaya [8, 14].

Adapun data ongkos material handling diperoleh hasil yaitu gaji awal perbulan sebanyak Rp 2.340.000. Jumlah hari kerja per-bulan adalah 26 hari dalam waktu 8 jam per hari sehingga didapatkan gaji per hari yaitu sebesar 90.000 sedangkan gaji per-jam sebesar 11.250 dan gaji per menit sebesar 188. Gaji per menit kemudian menjadi data *cost* pada metode CRAFT. Selengkapnya terkait data OMH tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Ongkos Material Handling

Departemen	Biaya (Rp)	Keterangan
Gaji	2.340.000	Bulanan
a. 26 hari kerja	90.000	Harian
b. 8 jam/hari	11.250	Per Jam
	188	Per Menit

Sumber: Data Hasil Olahan

Berdasarkan Tabel 2 maka didapatkan konversi informasi biaya berdasarkan layout dan frekuensi pekerjaan tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Data OMH berdasarkan Layout dan Frekuensi Perpindahan

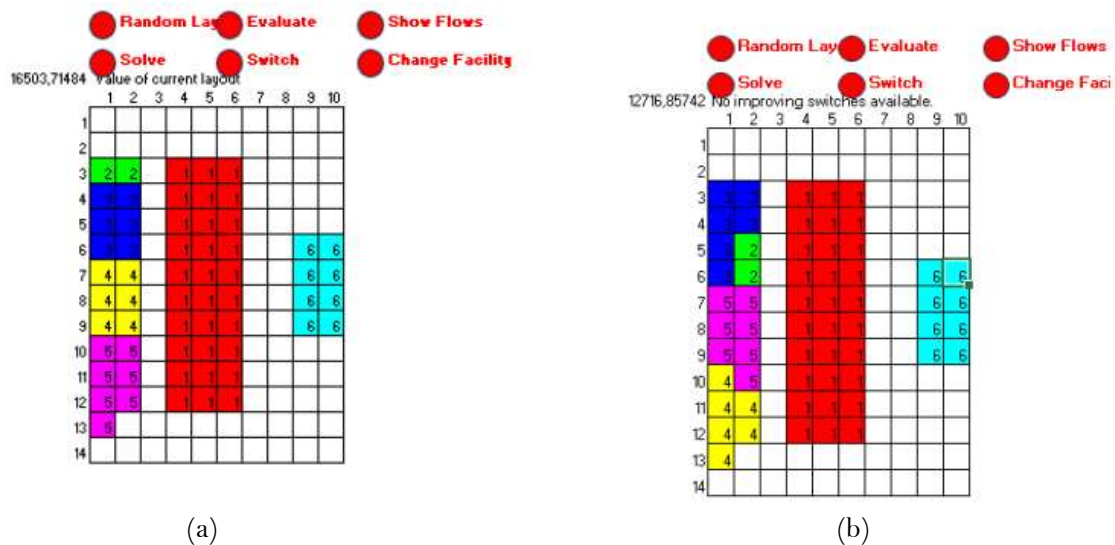
No	Departemen	Frekuensi (Kali)	Waktu (Menit)	Biaya (Rp)	Luas (m ²)
1	Pengeringan	4	2	188	176
2	Pencucian	4	1	188	188
3	Penggilingan	3	1	188	188
4	Sortasi	2	1	188	188
5	Penyimpanan	1	2	188	376

Sumber: Data Hasil Olahan

2. Perbandingan Layout dan Perhitungan OMH

Berdasarkan hasil analisis data perpindahan antar departemen dalam proses produksi di Industri Kopi Wijaya, diketahui bahwa jarak dan frekuensi perpindahan mempengaruhi secara langsung terhadap besaran biaya material handling (MH). Sebagai contoh, perpindahan dari Departemen 1 (pengeringan) ke Departemen 2 (pencucian) terjadi sebanyak 4 kali dalam durasi 2 menit dengan biaya perpindahan Rp188, yang menghasilkan total biaya Rp176. Hal serupa juga terjadi pada perpindahan berikutnya dengan nilai *cost* yang bervariasi, tergantung frekuensi dan jarak. Total *cost* tertinggi tercatat pada perpindahan dari Departemen 5 ke Departemen 6 (roasting) karena waktu dan jaraknya yang lebih panjang. Perhitungan ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antar departemen, maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan. Inefisiensi ini berdampak terhadap meningkatnya waktu dan ongkos produksi, serta mengindikasikan perlunya perbaikan dalam tata letak fasilitas produksi (Setiadi

et al., 2023). Berikut merupakan desain sebelum dan sesudah penataan layout menggunakan metode CRAFT (Gambar 3).



Gambar 3. Layout Awal (a) dan Layout Rekomendasi (b)

Penggunaan metode CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*) dalam perancangan ulang tata letak terbukti efektif dalam mengurangi total biaya material handling. Proses awal dilakukan dengan mendefinisikan tata letak eksisting sesuai kondisi aktual Industri Kopi Wijaya, dilanjutkan dengan penginputan data jarak dan frekuensi perpindahan antar departemen. Biaya MH awal sebesar Rp16.504 menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Iterasi dilakukan secara otomatis oleh sistem, menghasilkan pertukaran posisi antar departemen demi mengurangi biaya perpindahan. Pada iterasi pertama, terjadi pertukaran antara Departemen 5 (gudang) dan Departemen 4 (sortasi), yang menghemat biaya sebesar Rp1.656. Iterasi kedua menghasilkan penghematan lebih besar, yaitu Rp3.787, melalui pertukaran antara Departemen 2 (pencucian) dan Departemen 3 (penggilingan), sehingga total biaya MH menjadi Rp12.717. Penurunan ini membuktikan bahwa metode CRAFT mampu mengidentifikasi susunan departemen yang lebih efisien secara spasial maupun operasional, sejalan dengan temuan [6], bahwa algoritma CRAFT mampu mengoptimalkan layout dengan mempertimbangkan biaya minimum aliran material.

Hasil akhir perancangan ulang menunjukkan bahwa layout usulan yang diperoleh dari proses iteratif CRAFT tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga meningkatkan kedekatan antar departemen yang saling berkaitan, sehingga mempercepat proses dan mengurangi risiko keterlambatan produksi. Meskipun demikian, potensi kendala tetap ada, terutama jika terjadi backtracking di mana aliran material harus kembali ke proses sebelumnya akibat urutan departemen yang tidak sesuai. Hal ini berpotensi menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan dan memicu penumpukan kerja. Oleh karena itu, dalam implementasinya, layout usulan perlu diintegrasikan dengan analisis urutan proses produksi secara menyeluruh agar tidak menimbulkan disfungsi alur kerja [7, 13]. Dibandingkan dengan layout awal yang memiliki biaya MH sebesar Rp16.504, hasil dari metode CRAFT menunjukkan efisiensi nyata dengan penghematan sebesar Rp3.787, mencapai nilai MH optimal Rp12.717. Berdasarkan data tersebut maka efisiensi biaya MH sebesar 29,77%

3. Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi dilakukan untuk memberikan gambaran industri terkait seberapa besar dampak redesain layout terhadap efisiensi industri. Berdasarkan informasi biaya MH dan perhitungan jarak antar departemen sebelum dan sesudah penataan layout. Berdasarkan informasi biaya MH maka dilakukan perhitungan biaya MH awal dan rekomendasi pada masing masing departemen yang tampak pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan OMH Awal dan Rekomendasi

No	Departemen	OMH Awal	OMH Rekomendasi
1	Pengeringan - Pencucian	90.000	90.000
2	Pencucian - Pengeringan	90.000	90.000
3	Pengeringan - Penggilingan	89.250	67.500
4	Penggilingan - Sortasi	90.000	67.500
5	Sortasi - Penyimpanan	88.800	45.000
6	Penyimpanan - Roasting	90.000	90.000
Total		538.050	450.000

Sumber: Data Hasil Olahan

Berdasarkan Tabel 4. Tampak bahwa terdapat perbedaan biaya sebelum dan pasca redesain layout. Hasil perhitungan menunjukkan nilai efisiensi OMH total didapatkan sebesar 19,56%. Tata letak baru menjadikan jarak antar departemen menjadi lebih pendek, sehingga proses produksi lebih efisien, biaya lebih rendah, dan produktivitas dapat ditingkatkan [17, 19]. Penataan ruang yang tepat juga berkontribusi dalam mengurangi pemborosan area, mendukung alur kerja ergonomis, dan menurunkan potensi kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penerapan metode CRAFT terbukti layak untuk diimplementasikan dalam upaya peningkatan efisiensi tata letak industri kecil menengah seperti Kedai Kopi Wijaya.

KESIMPULAN

Tata letak fasilitas yang optimal sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas industri. Melalui penerapan metode CRAFT, industri Kopi Wijaya berhasil mengurangi biaya material handling sebesar Rp3.787 atau efisiensi sebesar 22,77% serta efisiensi total biaya MH sebesar 19,56% dengan menukar posisi beberapa departemen agar alur produksi lebih efisien. Meskipun demikian, perubahan tata letak juga perlu mempertimbangkan urutan proses produksi untuk menghindari backtracking yang dapat menghambat kelancaran operasional.

ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Kedai Kopi Jaya Kabupaten Jember yang telah bersedia untuk bekerjasama untuk bersama mengatasi permasalahan yang ada pada unit usaha.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Amanda, Y. Yuniarto, dan S. Suparno, "Analisis efisiensi tata letak fasilitas produksi dengan metode activity relationship chart dan ARC ranking," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 23–30, 2020.
- [2] I. Amri dan H. Husaini, "Analisis proses sangrai kopi guna meningkatkan mutu dan cita rasa pada usaha mikro," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 24, no. 1, pp. 45–52, 2023.
- [3] M. Arif, *Panduan Tata Letak Fasilitas Produksi*. Semarang: Universitas Diponegoro Press, 2017.
- [4] E. Hartari dan D. Herwanto, "Perancangan tata letak pabrik dengan metode Systematic Layout Planning," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, pp. 121–129, 2021.

- [5] M. Hidayat dan A. Prasetyo, "Pengaruh tata letak fasilitas terhadap produktivitas di industri manufaktur," *Jurnal Sistem Industri*, vol. 20, no. 1, pp. 21–30, 2022.
- [6] S. B. Naik dan S. Kallurkar, "A literature review on efficient plant layout design," *International Journal of Industrial Engineering Research and Development*, vol. 7, no. 2, pp. 43–51, Jul. 2016.
- [7] A. Nurrahim, "Pengaruh backtracking terhadap efisiensi proses produksi pada tata letak fasilitas," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 67–74, 2017.
- [8] R. A. Putra dan A. Wibowo, "Optimasi tata letak fasilitas produksi untuk efisiensi operasional," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 19, no. 2, pp. 145–154, 2021.
- [9] H. Purnomo, D. S. Handayani, dan T. Mustofa, "Perencanaan produksi sebagai penentu efisiensi proses operasional," *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, vol. 17, no. 1, pp. 58–66, 2015.
- [10] S. Rahman dan T. Sutrisno, "Responsiveness of facility layout planning in supporting operational sustainability," *Jurnal Teknik dan Industri Berkelanjutan*, vol. 11, no. 2, pp. 85–94, 2022.
- [11] S. Rahmawati dan T. Nugroho, "Analisis tata letak pabrik dalam meningkatkan efisiensi produksi," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, vol. 12, no. 3, pp. 112–120, 2020.
- [12] Y. A. Saputra dan R. Kurniawan, "Optimasi tata letak fasilitas menggunakan metode CRAFT untuk menurunkan ongkos material handling," *Jurnal Rekayasa Industri dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 55–64, 2021.
- [13] F. Sari dan A. Nugroho, "Evaluasi backtracking dalam perancangan tata letak pabrik: studi kasus UMKM," *Jurnal Ilmu Teknik dan Sistem Produksi*, vol. 9, no. 1, pp. 77–84, 2024.
- [14] D. Setiadi, M. Sari, dan H. Utomo, "Perancangan ulang layout produksi menggunakan metode CRAFT," *Jurnal Riset Teknik dan Manajemen*, vol. 15, no. 1, pp. 33–40, 2023.
- [15] D. Setiawan dan D. Lestari, "Evaluasi tata letak untuk keamanan dan efisiensi operasional," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 10, no. 2, pp. 12–19, 2022.
- [16] D. R. Siregar, R. A. Harahap, dan B. Hutabarat, "Penerapan metode CRAFT dalam redesain layout produksi untuk efisiensi operasional," *Jurnal Teknologi dan Sistem Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 89–97, 2022.
- [17] T. Wijayanto, S. Sayuti, dan L. Santoso, "Analisis pengaruh tata letak terhadap produktivitas di industri skala menengah," *Jurnal Sistem Produksi dan Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 55–66, 2023.
- [18] D. Yuliana dan F. Ramadhan, "Desain fasilitas produksi adaptif terhadap perubahan pasar," *Jurnal Industrial Engineering Innovation*, vol. 5, no. 1, pp. 10–19, 2024.
- [19] S. Yuliana, E. Erwanto, dan L. Nur, "Perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode CRAFT untuk meningkatkan efisiensi produksi," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 16, no. 2, pp. 150–157, 2017.