



Perbaikan Tata Letak Fasilitas dan Pola Aliran Material pada Usaha Kecil Menengah dengan Metode Triangular Flow Diagram

Dessi Mufti¹, Inna Kholidasari², Sherly Dwi Yolanda³

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No 19. Olo Nanggalo. Padang
Email: dessimufti@bunghatta.ac.id, i.kholidasari@bunghatta.ac.id

Abstract

Plant layout is a very important factor in the performance of production process, that is to lean and smooth the production line. A good plant layout is characterized by smooth and lean flow pattern of material movement with minimal distance between departments or workstations. The shorter the distance of material movement, the smaller the material handling cost in the factory. In addition, the efficiency of using the space available in the factory is also the character of a good plat layout and production facilities. During the Covid-19 pandemic, the layout management in a factory must also consider the implementation of the health protocols that have been set. This research aims to re-layout the plat layout of a factory by manage the flow of material that considering social and physical distancing during the Covid-19 pandemic. It is conducted by using Triangular Flow Diagram Method and the distance measurement is carried out using Rectilinear Method. This research is a case study at PT. Citra Nusantara Mandiri (CNM). This company is a Micro, Small and Medium Enterprise (MSMEs) that produces hybrid corn seeds. From the evaluation conducted, it was identified that back tracking and not smooth and lean of flow of material happened in the production process in this company. The findings of the research show that the application of Triangular Flow Diagram Method caused a reduction in the distance of material movement by 48,5% from in the initial conditions. Moreover, the material flow pattern was in the form of a U-Shape.

Keywords: *relayout, triangular flow diagram, micro, small and medium enterprises*

Abstrak

Tata letak pabrik dan fasilitas produksi merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada kelancaran proses produksi. Tata letak pabrik yang baik ditandai dengan pola aliran perpindahan bahan yang lancar dengan jarak minimal. Semakin pendek jarak perpindahan material maka ongkos *material handling* yang ditanggung oleh pabrik tersebut akan semakin kecil. Selain itu, penggunaan area pabrik yang tersedia secara efisien juga merupakan ciri dari tata letak pabrik dan fasilitas produksi yang baik. Pada saat pandemi Covid-19, pengaturan tata letak pada suatu pabrik juga harus mempertimbangkan penerapan protokol kesehatan yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatur layout dan pola aliran dan juga menerapkan aturan *social* dan *physical distancing* selama pandemi. Metode yang digunakan adalah Metode *Triangular Flow Diagram* dan pengukuran jarak dilakukan dengan menggunakan Metode *Rectilinear*. Penelitian merupakan suatu studi kasus pada PT. Citra Nusantara Mandiri (CNM) yang merupakan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang mengolah bibit jagung hibrida. Dari evaluasi yang dilakukan, teridentifikasi terjadinya back tracking dan pola aliran yang tidak beraturan pada proses produksi di perusahaan ini. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penerapan Metode *Triangular Flow Diagram* menyebabkan berkurangnya jarak perpindahan material sebesar 48,5% dari kondisi awal dan pola aliran material berbentuk *U-shape*.

Kata kunci: *relayout, triangular flow diagram, Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM)*

Pendahuluan

Perencanaan tata letak fasilitas adalah proses mengatur secara fisik semua faktor produksi dengan efisien sehingga dapat meningkatkan kelancaran sistem produksi yang sesuai dengan tujuan strategis organisasi (Hadiguna, 2008). Proses perancangan tata letak termasuk di dalamnya proses analisis, perencanaan, desain serta pengaturan semua faktor produksi seperti peletakan mesin dan peralatan/fasilitas pendukung produksi yang lain sehingga pergerakan material lebih lancar serta harus memanfaatkan area dengan sebaiknya merupakan aktivitas-aktivitas dalam perancangan tata letak fasilitas produksi (Wignjosoebroto, 2009; Soerijayudha dan Rahayu, 2021). Ciri *layout* yang baik adalah aliran perpindahan material berlangsung lancar dengan menghindari *back tracking*, gerakan memotong, agar produksi dapat berjalan dengan baik. Selain itu, *layout* yang baik juga ditunjukkan dengan penggunaan area se-efisien mungkin untuk melakukan proses produksi secara efisien dengan meminimasi perpindahan jarak material (Sahrianto, dkk., 2022). Dengan kata lain, perancangan *layout* secara optimal akan dapat meningkatkan produksi yang dapat diukur dengan meningkatkan produktifitas dan bisa memaksimalkan output.

Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan jarak namun tetap menerapkan aturan *social* dan *physical distancing* dan *back tracking* dengan menggunakan Metode *Triangular Flow Diagram (TFD)* sehingga memperoleh *relayout* di bagian produksi pada perusahaan serta membuat pola aliran material yang tepat untuk industri ini. Pengaturan fasilitas produksi pada Departemen Produksi dengan menggunakan Metode TFD ini dapat mengurangi biaya *material handling* sebesar 69% (Balol, 2017). Penelitian sebelumnya tidak banyak membahas pengaturan jarak minimal sesuai dengan aturan protokol kesehatan dan penerapan *social distancing* khususnya untuk Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM). Selama ini *kebutuhan space* atau jarak untuk *layout* seringkali hanya dikaitkan dengan kebutuhan tempat ruang gerak yang optimal yang disediakan pada stasiun kerja (Pascagama, 2022). Namun pada penelitian, ini jarak dan *space* akan dikaitkan dengan penerapan *social* dan *physical distancing* untuk mengantisipasi

adanya pandemi covid-19. Selain itu, pada saat penelitian dilakukan, penentuan *space* ini pada UMKM tidak terlalu menjadi perhatian.

Pengelolaan dari aspek efisiensi salah satunya dapat dilakukan dengan cara mengatur tata letak fasilitas pada proses produksi (Iskandar dan Fahin, 2017). Pengaturan *layout* dan fasilitas produksi yang dilakukan dengan perencanaan yang baik akan ikut menentukan efisiensi dan juga akan menjaga kelangsungan hidup suatu industri (Wendri, 2013). *Layout* yang baik akan mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi karena terjadi penurunan ongkos perpindahan material (Sihombing, 2021; Sahrianto, dkk., 2022). Untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi dari tata letak yang digunakan dapat menggunakan metode analisis *layout* yang meliputi output desain *layout* dan stasiun kerja (Lestari, 2020). Tata letak fasilitas merupakan cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan luas lahan dengan optimal guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan *layout* ini juga perlu dilakukan pada Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) sehingga pekerja nyaman dalam bekerja dan memberikan kemudahan bagi UMKM untuk mengukur kinerja/performansi *layout*-nya (Budiman, 2021).

PT Citra Nusantara Mandiri (CNM) adalah perusahaan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang bergerak dalam pengolahan hasil pertanian yaitu mengolah bibit jagung yang berada di Solok. Produksinya berupa pengolahan jagung biasa menjadi bibit jagung hibrida yang berkualitas. *Layout* yang dimiliki oleh PT CNM saat ini memperlihatkan jarak yang jauh antar stasiun kerjanya serta pola aliran material yang tidak beraturan. *Layout existing* seperti pada Gambar 1 memperlihatkan proses produksi jagung hibrida yang melalui beberapa tahapan proses di lantai produksi. Proses pada lantai produksi yang dimulai dari gudang bahan baku, selanjutnya ke stasiun penjemuran, lalu ke stasiun penyortiran. Setelah proses penyortiran, proses dilanjutkan ke proses pengeringan, lalu ke stasiun *cleaner* dan berikutnya adalah proses pengayakan di stasiun pengayakan. Jarak antar stasiun kerja pada proses bibit jagung hibrida ini relative jauh dan pola aliran material pada proses produksinya tidak beraturan. Hal ini akan menimbulkan terjadinya *back tracking*. *Back tracking* ini kan berpengaruh pada waktu proses

serta meningkatnya biaya *material handling*. Biaya atau ongkos *material handling* merupakan seluruh biaya yang berkaitan dengan perpindahan bahan (Sahrianto, dkk., 2022). *Material handling* bertujuan untuk membantu memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi lain sesuai kondisi yang diharapkan (Rizki, 2016). Penanganan dalam perpindahan material sangat perlu direncanakan tergantung pada jumlah material yang akan diangkut, kondisi yang tepat serta waktu yang tepat dan juga urutan yang benar dengan penggunaan metode yang tepat (Santoso, 2020). Penanganan material ini memerlukan waktu sekitar 25% dari keseluruhan tenaga kerja, sekitar 55% *space* dan 87% waktu produksi, sehingga memang perlu direncanakan dari awal (Purnomo, 2004). Tata letak yang efektif dapat mengurangi biaya secara signifikan, termasuk biaya penanganan material dan transportasi (Ficko, 2013). Begitu pentingnya pengaturan *layout* ini sehingga dirasakan perlu dilakukan penelitian pada UMKM untuk mencegah biaya *material handling* yang tinggi.

Masalah yang seringkali tidak diperhatikan pada UMKM meliputi biaya, ruang dan elemen yang dapat mempengaruhi efisiensi proses produksi adalah tata letak fasilitas (Amir J. Khan, 2013). Penempatan peralatan produksi yang tidak tepat akan menyebabkan aliran material menjadi lebih panjang sehingga menyebabkan peningkatan terhadap ongkos *material handling* (Rengganis, 2021; Sihombing, 2021). Terdapat banyak penelitian yang membahas permasalahan *layout* pada UMKM. Salah satunya adalah tata letak pada industri barang hasil pembubutan sebagai salah satu produk ekonomi kreatif yang dianalisa dan dirancang dengan metode *Automated Layout Design Program* (ALDEP), Metode *Computerized Relationship Layout Planning* (CORELAP), dan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) serta perancangan *layout* dengan memasukkan pendekatan konvensional 5S (Adiyanto dan Paldo, 2019;; Rahmawan dan Adiyanto, 2020; Adiyanto dan Clistia, 2020). Selain itu, ada juga penelitian dalam area perancangan *layout* yang melakukan penentuan jenis *layout* UMKM Jamur Tiram serta mengevaluasi tingkat ke-efektifan tata letak UMKM tersebut (Lestari, dkk., 2020). Keefektifan pola aliran material juga ditentukan oleh bentuk lahan yang

tersedia, seperti U-Shape sangat efektif untuk digunakan jika area proses produksi diakhir produksi sama dengan lokasi awal proses produksi (Wardhani, 2020)

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk perbaikan *layout* ini seperti Metode *Group Technology* dengan karakteristik perusahaan yang memproduksi banyak *spare part*, Metode *Systematic Layout Planning*, Metode *Triangular Flow Diagram* dan lain-lain. Penerapan Metode *Systematic Layout Planning* dapat menghasilkan pengurangan total momen perpindahan (Afifah, 2020). Selain itu, terdapat metode *relayout* yang dilakukan dengan pendekatan *heuristic* seperti Metode *From to Chart* dan Metode *Triangular Flow Diagram*. Metode *Triangular Flow Diagram* dapat digunakan untuk mengurangi jarak material handling dengan memiliki hasil nilai analisis hubungan stasiun kerja yang terkecil dan menurunkan beban yang terbesar (Wendri, 2013).

Adanya pandemi baru-baru ini juga menuntut pelaku industri untuk membuat penyesuaian *layout* agar dapat terus berjalan dengan aman. Gugus tugas percepatan penanganan Covid-19 menghimbau agar mengadopsi protokol kesehatan yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu pengaturan jarak kerja antar orang minimal 1 meter dan mesin tidak saling berhadapan (Oktalia, 2021). Ini juga dirasakan perlu bagi UMKM dalam mengatur *layout*-nya. Melemahnya perekonomian akibat pandemic Covid-19 juga dirasakan disektor Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM), salah satunya disebabkan oleh dibatasinya pergerakan penyaluran produk dan dibatasinya bekerja dalam ruangan dengan banyak orang karena adanya himbuan jaga jarak/*social distancing* (Suryani, 2021). Salah satu penerapan metode perancangan *layout* yang mempertimbangkan protokol kesehatan selama pandemic Covid-19 di rancang untuk suatu susunan fasilitas kantor (Elters, 2021)

Metodologi

Lintasan *material handling* pada PT. CNM yang ada saat ini panjang dan terjadi arus bolak balik (*back tracking*). Aliran material yang tidak efektif pada rantai produksi disebabkan aliran tersebut tidak sesuai dengan urutan proses produksi. Perancangan tata letak pabrik bertujuan untuk *me-relayout* dengan

memanfaatkan *space* yang ada untuk mengurangi jarak aliran material sehingga dapat mengurangi ongkos *material handling*. Perusahaan yang tidak memperhatikan *layout*-nya akan menyebabkan jarak *material handling* yang panjang dan akan terjadi inefisiensi sehingga aliran proses produksi tidak lancar.

Metode *Triangular Flow Diagram* (TFD) termasuk metode untuk menganalisis perencanaan aliran material dengan terukur/teknik kuantitatif (Wendri, 2013). Metode TFD merupakan salah satu teknik *heuristic* yang dapat digunakan pada permasalahan *layout* (Wignjosebroto, 2009). Dengan demikian, teknik perhitungan untuk metode TFD lebih mudah dan lebih bisa dimengerti oleh pengelola UMKM dibandingkan menggunakan metode-metode dengan pendekatan analitik dan optimasi. Asumsi yang digunakan dengan metode TFD ini adalah lokasi geografis dari mesin atau fasilitas produksi dengan menggunakan simbol yang berbentuk lingkaran-lingkaran. Jarak dari satu lingkaran ke lingkaran yang lainnya diasumsikan adalah satu (1) satuan (segitiga sama sisi dengan panjang sisi-sisinya adalah 1) dan luas ruangan yang dibutuhkan diabaikan.

Teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung dan wawancara dengan Kepala Gudang untuk mendapatkan informasi terhadap segala aktivitas yang berhubungan dengan tata letak fasilitas pada PT CNM. Dengan demikian, diperoleh gambaran yang nyata mengenai kegiatan operasi perusahaan. Data primer yang diperlukan pada penelitian ini adalah, dimensi mesin dan fasilitas yang digunakan, jarak antar mesin dan fasilitas lain (diukur menggunakan metode *rectilinear*), proses alur produksi, luas lantai ruangan produksi, volume produksi, waktu satu kali proses produksi, *material handling* yang digunakan.

Prosedur pembuatan TFD dapat dijelaskan sebagai berikut (Wignjosebroto, 2009):

- a. Melakukan analisis terhadap aliran bahan yang dibuat dalam bentuk kartu yang disebut dengan *flow card*.
- b. Penggambaran dari data pada langkah a untuk membuat bentuk *Triangular flow diagram* dan aliran material secara umum.
- c. Lakukan evaluasi terhadap diagram dengan mempertimbangkan aliran material dan berat beban yang dipindahkan dengan jarak yang paling minimum. Kemudian lakukan

evaluasi terhadap momen perpindahan. Momen diperoleh dari volume atau berat beban komponen yang dipindahkan dengan jarak perpindahannya. Jika dalam hal ini suatu besaran yang ditentukan sebagai batasan besaran nilai yang tertinggi dan pada suatu departemen tersebut diupayakan pengaturan kembali lokasi departemennya dengan tujuan untuk mengurangi momen perpindahan yang terjadi.

- d. Lakukan pengulangan langkah b dan c jika diperlukan sampai mendapatkan alternatif *relayout* produksi terbaik dengan berpedoman pada momen perindahan terkecil.
- e. Perencanaan *layout* dilakukan berdasarkan pada analisis nilai hubungan antar stasiun kerja dengan hasil yang optimal. Pada bagian perencanaan dapat menyertakan ukuran luas stasiun kerja yang sebenarnya dan jalan lintasan antar stasiun. Ini dapat menghasilkan blok diagram dari *layout* yang diinginkan.
- f. Menentukan pola aliran material. Penentuan pola aliran terbaik sesuai kondisi lahan PT CNM. Yang didapat dari hasil *layout* usulan pengolahan TFD. Dengan kriteria akhir proses produksi berada pada titik yang sama dengan awal proses produksi.

Perbaiki tata letak dari hasil iterasi dengan metode TFD ini akan dilakukan perhitungan jarak dan biaya *material handling*.

Hasil dan Pembahasan

Alur kerja produksi dimulai dari gudang bahan baku seperti terlihat pada Gambar 1. *Material handling* yang digunakan pada kondisi riil adalah mobil L300 dan gerobak. Material yang berbentuk tongkol jagung di gudang bahan baku (A2), (A3), dan (A4) dibawa ke stasiun penjemuran (B) dengan *material handling* mobil L300, sedangkan material dari gudang (A1) dibawa ke penjemuran (B) dengan *material handling* gerobak. Proses pengangkutan material/bahan baku adalah sebanyak 1,5 ton tongkol jagung untuk 1 kali proses produksi, sehingga terjadi *back tracking* sebanyak 15 kali pada setiap gerobak.

Material yang telah dijemur selanjutnya dibawa ke stasiun penyortiran (C) dengan menggunakan mobil L300. Kapasitas angkut

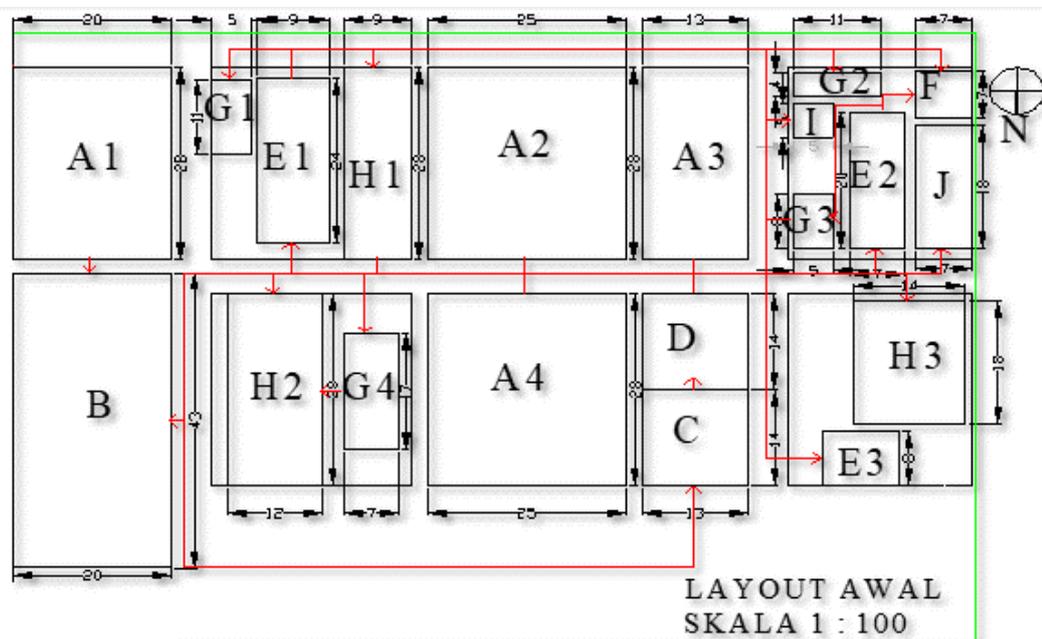
mobil L300 adalah sebanyak 2 ton, dan terjadi back tracking sebanyak 3 kali. Selanjutnya dilakukan proses pemipilan (D) dan selesai dipipil, jagung dibawa ke stasiun pengeringan dengan mobil L300. Stasiun pengeringan ini ada di dua tempat yang letaknya berjauhan yaitu box dryer E1 dan box dryer E2 dengan kapasitas masing-masing box dryernya 2,5 ton.

Material yang berupa biji jagung tersebut selanjutnya akan dibawa ke stasiun *cleaner* (F). Ada dua material handling yang digunakan yaitu yang dari *box dryer* (E1) diangkut dengan mobil L300 sedangkan yang dari *box dryer* (E2) diangkut dengan 3 gerobak. Kapasitas gerobak adalah 100kg, sehingga terjadi *back tracking* sebanyak 16 kali. Dari stasiun *cleaner* (F), material akan dibawa ke stasiun pengayakan (G). Material dari stasiun *cleaner* (F) dipindahkan ke stasiun pengayakan (G1) dan (G4) dengan mobil L300 yang berkapasitas 1,25 ton. Sedangkan ke stasiun pengayakan (G2) dan (G3) dipindahkan dengan 3 gerobak dengan kapasitas 100 kg. Material ini diangkut masing-masing sebanyak 1,25 ton sehingga terjadi back tracking sebanyak 30 kali.

Bibit jagung yang telah diayak disimpan didalam karung dan diletakan di atas pallet di gudang produk setengah jadi. Dari stasiun

pengayakan (G2) material diangkut ke bagian stasiun penyimpanan produk setengah jadi (H2) dengan mobil L300 yang berkapasitas 1,25 ton. Dari stasiun pengayakan (G1) material diangkut ke stasiun gudang produk setengah jadi (H1), dari stasiun pengayakan (G3) material diangkut ke stasiun gudang produk setengah jadi (H3) dan dari stasiun pengayakan (G4) material diangkut ke stasiun produk setengah jadi (H4). Setelah itu material dari stasiun pengayakan (G1), (G3), dan (G4) sejumlah 1,25 ton diangkut dengan 3 gerobak. Kapasitas gerobak 100 kg sehingga terjadi back tracking sebanyak 12 kali dari setiap gudang.

Ketika ada orderan, bibit jagung hibrida yang telah diolah dan disimpan di gudang produk setengah jadi akan dilanjutkan ke stasiun proses *treatment* (I) dengan menggunakan mobil L300 yang berkapasitas 5 ton dan terjadi back tracking 2 kali pengangkutan. Setelah di *treatment*, bibit jagung dikeringkan di *box drying* selama 1 hari sampai obat dan perwarna kering. Bibit jagung yang telah *ditreatment* diangkut ke *box dryer* C menggunakan mobil L300 sebanyak 5 ton terjadi lagi back tracking sebanyak 2 kali pengangkutan dan terakhir benih siap dikemas.



Gambar 1. *Layout existing* produksi bibit jagung PT. CNM

Keterangan

A1, A2, A3, A4 = Gudang bahan Baku
 B = Penjemuran
 C = Penyortiran
 D = Pemipilan
 E1, E2, E3 = Box Dryer

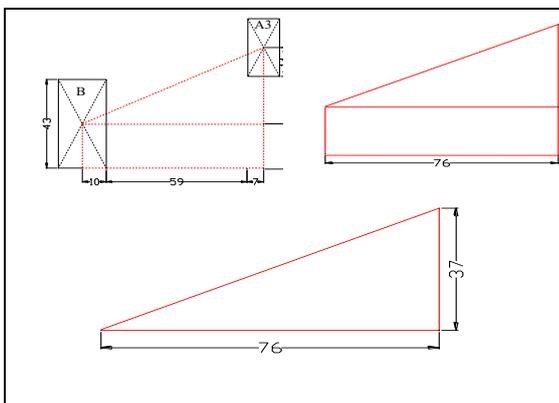
F = Cleaner
 G1, G2, G3, G4 = Pengayakan
 H1, H2, H3 = Penyimpan Produk 1/2 jadi
 I = Treatment
 J = Penyimpanan Produk Jadi

Pengukuran jarak menggunakan ukuran jarak sesuai dengan skala. Perhitungan jarak antar stasiun kerja pada PT CNM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel 1. Jarak antar stasiun kerja

Dari	Ke	Jarak (m)
A1	B	37,5
A2	B	67,4
A3	B	84,5
A4	B	55,3
B	C	76,0
C	D	14,0
D	E1	57,2
	E2	33,2
E1	F	82,6
E2	F	14,4
E3	J	41,4
F	G1	89,0
	G2	13,1
	G3	24,0
	G4	83,8
G1	H1	19,3
G2	H2	84,0
G3	H3	24,1
G4	H2	12,0
H1	I	55,3
H2	I	78,3
H3	I	37,0
I	E3	49,3
J	-	-

Perhitungan jarak antar stasiun kerja dengan menggunakan metode *rectilinear*. Metode *rectilinear* dapat digunakan untuk meminimasi jarak tempuh dalam melakukan perbaikan tata letak (Hadi, 2020). Contoh perhitungan jarak dari stasiun kerja A3 ke stasiun kerja B seperti Gambar 2.



Gambar 2. Perhitungan jarak dengan *rectilinear*

$$\begin{aligned} \text{Jarak ST A3 ke ST B} &= \sqrt{(76)^2 + (37)^2} \\ &= \sqrt{7145} \\ &= 84,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Aliran material dari satu stasiun ke stasiun yang lain pada proses produksi bibit jagung hibrida, dengan mempertimbangan berat atau ukuran material, jumlah atau volume yang dipindahkan yang nantinya akan menentukan total perpindahan yang harus dilaksanakan. Aliran material tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kartu aliran (*flow card*)

Titik Awal Pemindahan	Hubungan Aliran Pemindahan	No Komponen Yang Dipindahkan	Berat Total Seluruh Komponen Yang Dipindahkan (Ton)
A1	A1-B	01	1,5
A2	A2-B	01	1,5
A3	A3-B	01	1,5
A4	A4-B	01	1,5
B	B-C	01	6
C	C-D	01	6
D	D-E1	01	2,5
	D-E2	01	2,5
E1	E1-F	01	2,5
E2	E2-F	01	2,5
E3	E3-J	01	5
F	F-G1	01	1,25
	F-G2	01	1,25
	F-G3	01	1,25
	F-G4	01	1,25
G1	G1-H1	01	1,25
G2	G2-H2	01	1,25
G3	G3-H3	01	1,25
G4	G4-H2	01	1,25
H1	H1-I	01	1,25
H2	H2-I	01	2,5
H3	H3-I	01	1,25
I	I-E3	01, 02, 03, 04, 05	5
J	-	-	-

Keterangan: A = Gudang Bahan Baku

B = Penjemuran

C = Penyortiran

D = Pemipilan

E = Box Dryer (Pengeringan)

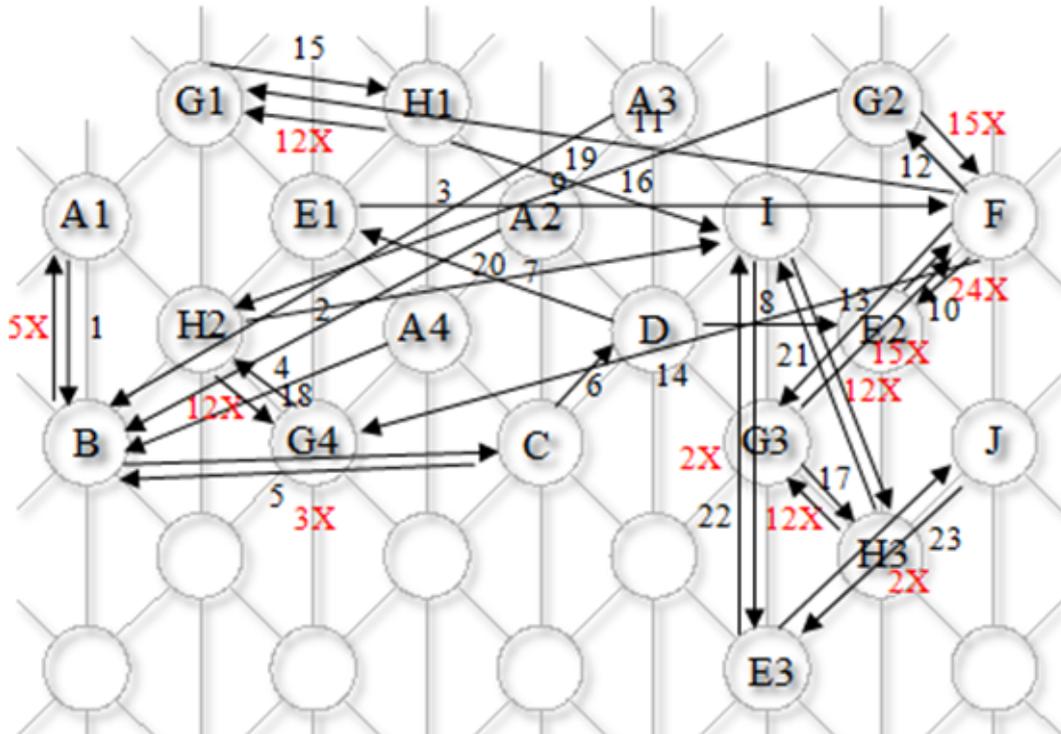
F = Cleaner

G = Pengayakan

H = Penyimpanan Produk Setengah Jadi

I = Treatment

J = Penyimpanan Produk Jadi

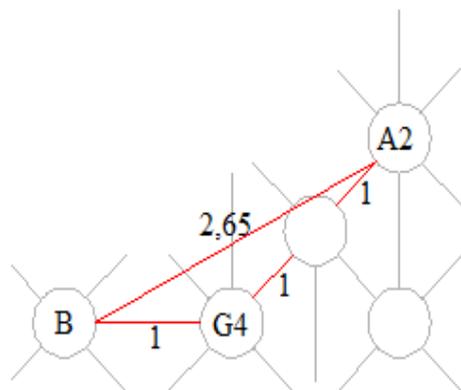


Gambar 3. Diagram alir TFD dan pola aliran existing layout

Selanjutnya adalah membuat layout *triangular flow diagram* serta pola aliran material pada kondisi existing seperti terlihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat aliran pola material yang belum teratur yang ditunjukkan dengan banyaknya garis saling berpotongan serta jarak tempuh aliran material yang masih cukup besar. Hal ini mengindikasikan bahwa penataan stasiun kerja yang ada belum cukup baik. Selanjutnya dilakukan *relayout* dengan beberapa kali iterasi.

Pada Gambar 3 dilakukan perhitungan untuk semua titik pemindahan material. Contoh perhitungan dari titik pemindahan A2-B seperti Gambar 4.



Gambar 4. Diagram perhitungan A2-B

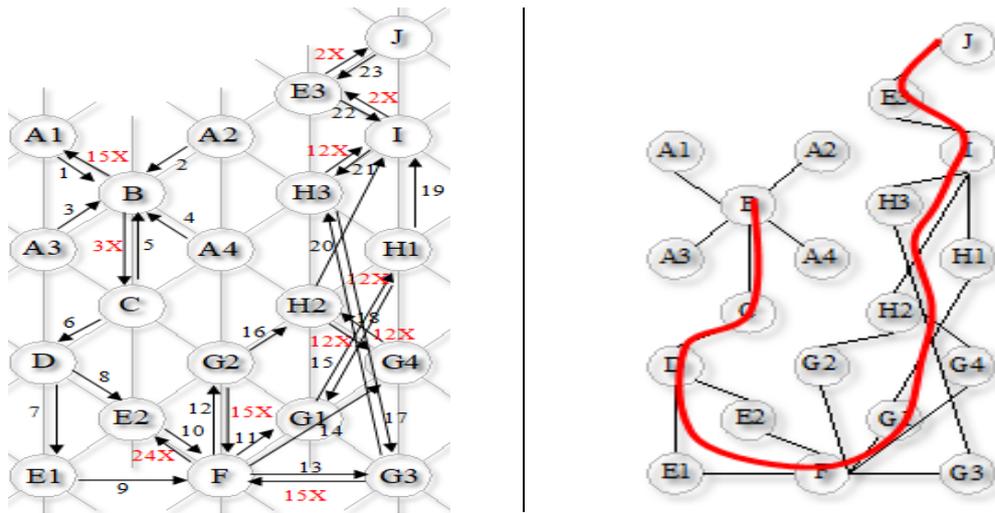
Pada Gambar 4 terlihat jarak antara A2-B dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 A2B^2 &= BG4^2 + (G4A2)^2 + 2 \cdot BG4 \cdot G4A2 \cos \alpha \\
 A2B^2 &= 1^2 + (2)^2 + 2 \cdot 1 \cdot 2 \cos 120 \\
 A2B^2 &= 1 + 4 + 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot -\frac{1}{2} \\
 A2B^2 &= 1 + 4 + 2 \\
 A2B &= \sqrt{7} \\
 A2B &= 2,65
 \end{aligned}$$

Cara yang sama dilakukan untuk semua titik pemindahan bahan/material. Sehingga total jarak yang ditempuh untuk kondisi *existing* adalah 119,95 seperti pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 dilihat beban yang paling berat dan jarak stasiun kerjanya harus didekatkan adalah dari stasiun B-C dengan berat 6 ton dengan jarak 2 satuan, stasiun E3-J dengan berat yang harus dipindahkan 6 ton dengan jarak 2 satuan dan I-E3 seberat 5 ton dengan jarak 2 satuan.

Pembuatan diagram alir percobaan 1 dirujuk dari stasiun B-C harus didekatkan karena memiliki jumlah beban yang dipindahkan paling besar yaitu 6 ton dan jarak yang jauh (2 satuan) dengan 3 kali kegiatan tracking. Perhitungan momen dari B ke C adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Momen} &= \text{Jarak} \times \text{berat yang dipindahkan} \\
 &= 2 \text{ satuan} \times 6 \text{ ton} = 12
 \end{aligned}$$



Gambar 5. (i) Diagram aliran TFD (kiri), (ii) Pola aliran iterasi 3 (kanan)

Berdasarkan hal tersebut stasiun B harus didekatkan satu satuan dengan stasiun C..Hal yang sama juga dilakukan perbahan tata letak agar stasiun E3-J serta I-E3 menjadi satu satuan. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali percobaan sehingga terpilih percobaan ketiga dan bentuk pola aliran material berbentuk *U-Shape* yaitu seperti Gambar 5.

Pada iterasi 3 didapatkan hasil yang lebih baik dibanding iterasi 1 dan iterasi 2 sehingga jarak antar stasiun kerja yang memiliki proses berurutan menjadi lebih pendek dengan beban yang jauh lebih kecil. Stasiun B ke C juga telah berdekatan sejauh satu satuan seperti terlihat pada Gambar 5.(i) Hampir semua perpindahan material menjadi minimal sampai pada level terendah dimana semua jarak perpindahannya antar stasiun kerja (mesin) bernilai 1 satuan (dimana jarak dari satu lingkaran ke lingkaran lain adalah 1 satuan). Setelah melakukan beberapa kali pengulangan dan mendapat *layout* baru dan disini dapat terlihat perbedaannya dengan *layout* actual.

Usulan rancangan perbaikan PT CNM yaitu berupa perbaikan rancangan tata letak fasilitas produksi dengan mengusulkan hasil iterasi 3 dimana iterasi ini jarak satuan perpindahan proses material produk lebih minimum. Seperti terlihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 perbandingan jarak aliran pemindahan antara stasiun kerja *layout existing* dan iterasi 3 jelas bahwa *layout* usulan iterasi 3 memberikan jarak yang paling pendek. Diperoleh perbandingan antara jarak *existing* 119,95 dengan usulan 61,77 yaitu dengan selisih jarak tempuh 58,18.

Tabel 3. Analisa hubungan antar departemen *layout existing*

Titik Awal Pemindahan	Analisa Nilai Hitungan Antar Stasiun dan Detail Perhitungan (ton)
A1	A1-B, A2-B, A3-B, A4-B
A2	$(1,5*1)+(1,5*2,65)+(1,5*3,6)+(1,5*1,73) = 13,47$
A3	
A4	
B	B-C $(6*3,46) = 20,76$
C	C-D $(6*1) = 6$
D	D-E1, D-E2 $(2,5*1,73)+(2,5*1,73) = 8,65$
E1	E1-F, E2-F, E3-J
E2	$(2,5*5,19)+(2,5*1)+(5*2) = 25,47$
E3	
F	F-G1, F-G2, F-G3, F-G4 $(1,25*6,08)+(1,25*1)+(1,25*2)+(1,25*3,46) = 15,67$
G1	G1-H1, G2-H2, G3-H3, G4-H2
G2	$(1,25*1,73)+(1,25*3,46)+(1,25*1)+$
G3	$(1,25*1) = 8,98$
G4	
H1	H1-I, H2-I, H3-I
H2	$(1,25*1,73)+(2,5*2,65)+(1,25*1,73)$
H3	$) = 10,95$
I	I - E3 $(5*2) = 10$
J	-
Total = 119,95	

Apabila *layout* usulan ini diimplementasikan, maka akan dapat mengurangi gerakan bolak-balik pada saat proses produksi nantinya. Pada *layout* usulan ini akan memudahkan pemilihan *material handling* yang memiliki biaya yang kecil yang akan digunakan, sebab akses pola aliran telah

berbentuk U-shape. Pola aliran berbentuk *U-Shape* ini sangat efektif digunakan jika area proses produksi diakhir produksi sama dengan lokasi awal proses produksi (wardhani, 2020) dan ini sesuai dengan lokasi pada PT. CNM ini. Dari Tabel 4 juga terlihat bahwa dengan usulan layout ini juga bisa menerapkan protokol kesehatan dengan jarak minimal 1 meter.

Tabel 4. Perbandingan jarak antara stasiun aktual dan usulan

Titik Awal Pe-min-dahan	Hubungan Aliran	Berat	Jarak Aliran Pemindahan (m)	
			Aktual	Usulan
A1	A1-B	1,5	13,47	6
A2	A2-B	1,5		
A3	A3-B	1,5		
A4	A4-B	1,5		
B	B-C	6	20,76	6
C	C-D	6	6	6
D	D-E1	2,5	8,65	5
	D-E2	2,5		
E1	E1-F	2,5	25,47	11,82
E2	E2-F	2,5		
E3	E3-J	5		
F	F-G1	1,25		
	F-G2	1,25	15,67	7,16
	F-G3	1,25		
	F-G4	1,25		
G1	G1-H1	1,25		
G2	G2-H2	1,25		
G3	G3-H3	1,25		
G4	G4-H2	1,25		
H1	H1-I	1,25	10,95	6,82
H2	H2-I	2,5		
H3	H3-I	1,25		
I	I-E3	5	15	5
J	-	-	-	-
			119,95	61,77

Desain tata letak yang bertujuan untuk meminimalkan jarak yang ditempuh, tidak selalu cocok untuk semua UKM dan perlu toleransi sambil mempertahankan pemisahan minimum antar fasilitas (Amir J, 2013). Pada penelitian ini juga mengikuti aturan dari gugus percepatan penanganan covid-19 yaitu jarak minimum 1 meter. *Back tracking* yang terjadi pada aliran material dapat dilakukan berdasarkan perhitungan momen sebagai acuan untuk mengatur kedekatan fasilitas dengan menggunakan *triangular flow diagram* (Balol, 2017). Setelah dilakukan pengaturan

tata letak berdasarkan momen yang terbesar dengan 3 kali iterasi akan terjadi penurunan biaya *material handling*.

Tabel 5. Data biaya *material handling* (1)

No	Mobil		Frek Bolak balik	Jmlh shift	Jarak Tempuh (m)
	Dari	Ke			
1	Gudang Bahan Baku A2	Penje muran B	1	1	67,42
2	Gudang Bahan Baku A3	Penje muran B	1	1	84,5
3	Gudang Bahan Baku A4	Penje muran B	1	1	55,32
4	Penjemuran B	Ruang Penyortiran C	3	1	76
5	Ruang Pemipilan D	Box Dryer E1	1	1	57,2
6	Ruang Pemipilan D	Box dryer E2	1	1	33,2
7	Box Dryer E1	Cleaner F	1	1	82,6
8	Box Dryer E3	Penyimpanan Produk jadi	2	1	41,4
9	Clear F	Pengayakan g1	1	1	89
10	Clear F	Pengayakan G4	1	1	83,8
11	Pengayakan G2	Penyimpanan produk ½ jadi H2	1	1	84
12	Penyimpanan produk ½ jadi H1	Treatment I	1	1	55,3
13	Penyimpanan produk ½ jadi H2	Treatment I	1	1	78,3
14	Treatment I	Box Dryer E3	2	1	49,3
Total Jarak tempuh					937,34

Dari Tabel 5 perhitungan biaya alat *material handling existing* yaitu mobil L300 dan gerobak. Operator yang bekerja pada proses *material handling* adalah operator khusus yaitu berjumlah 18 orang. Gaji operator untuk 1 kali proses produksi adalah Rp. 50.000. Perhitungan biaya *material handling* adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Data biaya *material handling* (2)

Kebutuhan Solar/bulan		Kebutuhan solar/bulan = 200 ltr/bulan			
Biaya operator/meter	Gaji Rp 1.200.000; 24 HR : 18 x angkut: jarak tempuh 937,34 m = Rp 2,96 / meter				
Biaya Material Handling (OMH)	OMH Mobil L300 = 2.000000 : 24 HK : 18 x angkut : Jarak tempuh 937,34 m = Rp 4,93 /m				
No	Gerobak		Frek Bolak Balik	Jmlh Shift	Jarak Tempuh (m)
	Dari	Ke			
1	Gudang Bahan Baku A1	Penjemuran b	15	1	37,5
2	Box Dryer E2	Cleaner F	24	1	14,4
3	Cleaner F	Pengayakan G2	15	1	13,1
4	Cleaner F	Pengayakan g3	15	1	24
5	Pengayakan G1	Penyimpanan produk ½ jadi H1	12	1	19,3
6	Pengayakan G3	Penyimpanan produk ½ jadi H3	12	1	24,1
7	Pengayakan G4	Penyimpanan produk ½ jadi H2	12	1	12
8	Penyimpanan produk ½ jadi H1	Treatment I	12	1	37
Total jarak tempuh					181,4
Biaya Operator/m	Gaji Rp 1.200.000 : 24 HK : 117 x angkut : jarak tempuh = 181,4 m = Rp 2,35 m				

Biaya *Material Handling* = Jarak x Frekuensi x Biaya per meter

OMH mobil L300 = 937,34 m x 18 kali angkut x Rp. 7,89 = Rp. 133.121/hari

OMH operator gerobak = 181,4 m x 117 kali angkut x Rp. 2,35 = Rp. 49.875/hari

Hasil dari perhitungan biaya *material handling* untuk mobil L300 memerlukan biaya *material handling* sebesar Rp. 133.121 per hari dan untuk operator gerobak memerlukan biaya *material handling* sebesar Rp. 49.875 per hari. Operator yang bekerja membawa *material handling* mobil L300 ada 6 orang. Artinya Rp. 133.121 X 6 = Rp. 798.726 / per hari. Operator yang bekerja membawa *material handling*

gerobak ada 12 orang, artinya Rp. 49.875 X 12 = Rp. 598.500 / per hari.

Penelitian yang berkaitan dengan pengaturan layout ini juga telah memperoleh hasil selain mengurangi biaya *material handling*, juga meningkatkan output produksi (Wardhani, 2020). Ini juga terlihat dari hasil penelitian ini bahwa dari relayout yang dilakukan dapat mengurangi jarak perpindahan material dan ini akan akan mengakibatkan berkurangnya ongkos *material handling*.

Apabila *layout* usulan ini diimplementasikan, maka akan dapat mengurangi gerakan bolak-balik pada saat proses produksi nantinya. *Layout* usulan ini akan memudahkan pemilihan *material handling* yang memiliki biaya yang kecil yang akan digunakan. Hal ini disebabkan akses pola aliran yang telah diubah ke bentuk U-shape yang nantinya akan bisa dilalui oleh mobil L300 dan gerobak. Interaksi antar pekerja tidak terlihat secara signifikan pada saat ini karena jumlah pekerja di setiap stasiun kerja hanya satu orang. Namun hal ini akan terlihat ketika perusahaan mempekerjakan lebih dari satu orang di setiap stasiun kerja dan akan memberikan memperlihatkan kebutuhan pengaturan jarak minimum.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk pengaturan layout pada perusahaan UMKM ini adalah terjadi pengurangan jarak perpindahan material handling sebesar 48,5%. Pengaturan jarak juga mempertimbangkan jarak antar stasiun kerja minimal 1 meter sesuai aturan protokol kesehatan saat pandemic. Selain itu pola aliran bahan hasil *relayout* ini dari yang tidak beraturan menjadi pola U-shape dengan mempertimbangkan kondisi *space* yang tersedia dan juga mempertimbangkan alat *material handling* yang ada saat ini. Dampak dari *relayout* ini adalah mengoptimalkan penggunaan *space* dan pengaturan jarak antar stasiun kerja juga akan meminimumkan jarak aliran material yang akan berimbas pada penurunan ongkos *material handling*.

Daftar Pustaka

- Adiyanto, O. dan Clistia, A. F. (2020). Perancangan Ulang Tata Letak Produksi UKM Eko Bubut dengan Metode *Computerized Relationship Layout Planning*

- (CORELAP). *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7, 49-56.
- Adiyanto, o. dan Paldo, R. P. (2019). Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi UKM Eko Bubut Menggunakan Metode *Automated Layout Design Program (ALDEP)*. *Teknoin*, 25, 66-79.
- Afifah, Nur., dan Yustina. N. (2020). Analisis Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) di PT. EJ, *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi. Jurnal Teknik Industri UPN veteran jawa Timur*, 1(4), 104-116.
- Aritonang, Y. K., Wibisono, Y. Y., & Wibisono, E. Y. (2007). Usaha Penurunan Persentase Cacat Ring Piston Tipe 4JA1 pada Proses Habanakashi Mesin Besly. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 48-55.
- Balol, Wirawan Aryanto. (2017). Relayout Tata Letak Fasilitas Untuk Mereduca Waste Of Motion Di Departemen Produksi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik – Sistem*. Vol 13(2). 66-76.
- Budiman, Ilham., Sopyan Saori., Ramdan Nurul Anwar. (2021). Analisis Pengendalian Mutu Di Bidang Industri Makanan (Studi Kasus: UMKM Mochi Kaswari Lampung Kota Sukabumi). *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol 1(10). 2185-2190.
- Elters, W. H. (2021). Tinjauan Pengelolaan Tata Ruang Kantor (*Layout*) dalam Penerapan Protokol Kesehatan Selama Pandemi Covid-19 pada Kantor Sekretariat di Kantor DPRD Kab. Solok. *Tugas Akhir Program Studi Diploma III Administrasi Perkantoran/Manajemen Perkantoran* Fakultas Ekonomi Universitas Andalas.
- Ficko, M. & Palcic, I., (2013) Designing A Layout Using The Modified Triangle Method, And Genetic Algorithms, *Int j simul model*. Vol 12(4). 237-251.
- Garret, R., *Design for Assembly*, [Online], Diakses dari: <http://engineer.gvsu.edu/vac/> [2001, 5 Mei].
- Hadi, Suprayoga. (2020). Pengurangan Risiko Pandemi Covid-19 Secara Partisipatif: Suatu Tinjauan Ketahanan Nasional terhadap Bencana. *The Indonesian Journal of Development Planning*. Vol IV(2). 177-190.
- Hadiguna, R. A., dan Setiawan, H. (2008). *Tata Letak Pabrik*, Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- Iskandar, N. Mu., & Fahin, I. saffrina. (2017). Perancangan Tata Letak Fasilitas Ulang (Relayout) untuk Produksi Truk di Gedung Commercial vechicle (CV) PT. Mercedes-Benz Indonesia. *PASTI*, Vol XI(1), 66–75.
- Khan, A.J., Tidke, D.J. (2013). Designing Facilities Layout for Small and Medium Enterprises. *International Journal of Engineering Resesarch and General Science*, Vol 1(2), 1–8.
- Lestari, E., Susanto, R. Y., dan Kanisius, P. (2020). Evaluasi Tata Letak (*Layout*) Terhadap Pengembangan Usaha (Studi pada UMKMJamurku di Kelurahan Merjosari Kota Malang). *Jurnal OPTIMA*, 4, 1-5.
- Oktalia, Riska Dwi ., Siti Inaratul Nafiah, Hersa Ajeng Priska, dkk. (2021). Redesign Facility Layout and Minimize Material Handling Cost on PT ABC in Pandemic Era, *Proc Internat. Conf. Sci. Engin.* Vol 4(1). 176-181.
- Pascadagama, Aldi., Ramanda Banu Prakasa, dkk. (2022). Perancangan tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode SLP(systematic Layout Planning) pada UMKM Roti Shendy. *Prosiding Seminar dan Konferensi IDEC*. E15.1-E15.11.
- Purnomo, H.. (2004). *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*”. Edisi ke-1. Graha Ilmi, Yogyakarta.
- Rahmawan, A. dan Adiyanto, O. (2020) Perancangan Ulang Tata Letak Produksi UKM Eko Bubut dengan Kolaborasi Pendekatan Konvensional 5S dan *Systematic Layout Planning (SLP)*. *Jurnal Humaniora Teknologi*, 6, 9-17.
- Rengganis, Eka., Uyuunul Maudzoh. (2021). Re-Layout Penempatan Fasilitas Produksi dengan menggunakan Metode Systematic Layout Planning dan Metode 5 S Guna Meminimalkan Biaya Material Handling. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*. Vol 3(1). 31-40.
- Rizki Lestari, Imelia., Rino Andrias Anugraha., M. Iqbal. (2016). Perancangan Material Handling Equipment pada Proses Penggilingan ke Oksidasi Enzimatis Bubuk Teh menggunakan Metode Perancangan Produk Rasional pada PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri* Vol 3(3). 18-25.
- Sahrianto, H. I. F., Hanun, I. A., Jauhari, W. A., Rosyidi, C. N., Wicaksono, M. R. W., Hanifah, P. S. K., Laksono, P. W., dan Damayanti, R., W. (2022). Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Pabrik Garmen CV. XYZ dengan Metode Blocplan. *Prosiding*

- Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022* Tanggal 23 Juli 2022, Solo.
- Santoso, Heryanto., Rainisa M. (2020). Perancangan Tata Letak Fasilitas – Toko Buku Bandung. Bandung: Alfabeta.
- Sihombing, El Isma., Naomi Thorndike., dkk.(2021). Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada Rumah Produksi Taman Eden 100, *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*. Vol 8 (2). 77-86.
- Soerijayudha, M. W. dan Rahayu, D. (2021). Perancangan Ulang Tata Letak pada PT. Kharisma Plastik Indo. *Jurnal Rekayasa dan Optimasi Sistem Industri*, 3, 32-39.
- Suryani, Evi. (2021). Analisis Dampak Covid-19 Terhadap Umkm (Studi Kasus : Home Industri Klepon Di Kota Baru Driyorejo). *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol 1(8). 1591-1596.
- Wardhani, Arie Restu., Fachrudin., Arief Rizki Fadhillah. (2020). Analisis Fasilitas Produksi Di UKM Opak Singkong, *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2020)*, Universitas Widyagama Malang. 923-928.
- Wendri., Nandar Cundara., Zainal Arifin. (2013). Re-Layout Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Metode Triangular Flow Diagram, *Profesiensi: Jurnal Program Studi Teknik Industri*. Vol 1(2). 138-148.
- Wignjosoebroto. Sritomo. (2009). *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*. Edisi Ketiga. Surabaya: Penerbit Guna Widya.