

# PERANCANGAN USULAN TATA LETAK FASILTIAS PABRIK DI CV. MAEMUNAH MAJALAYA UNTUK MENGURANGIN JARAK PERPINDAHAN MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOCPAN

## **FACTORY FACILITIES LAYOUT DESIGN PROPOSED IN CV. MAEMUNAH MAJALAYA TO REDUCE DISTANCE OF MATERIAL MOVEMENT USING BLOCPAN ALGORITHM**

M. Rafiki Zulqitsy<sup>1</sup>, Dida Diah Damayanti<sup>2</sup>, Murni Dwi Astuti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>mrafikizulqitsy@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>didadiah@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>murnidwiastuti@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

CV. Maemunah Majalaya merupakan suatu industri yang memproduksi kain tenun dengan sistem produksi secara *make to order*. Permasalahan yang terjadi, yaitu adanya penggunaan *truck angkle* yang tidak efisien yang mengakibatkan perlu adanya biaya operasional tambahan, aliran yang bersimpangan (*crosstracking*) yang mengakibatkan perpindahan material menjadi rumit dan kompleks. Kemudian adanya aliran bolak balik (*backtracking*) yang mengakibatkan jarak dan proses perpindahan material menjadi besar dengan menempuh jarak perpindahan sebesar 12,5865 meter. Hal tersebut mengakibatkan proses perpindahan material menjadi tidak efektif dan efisien, sehingga perlu dilakukan perbaikan perancangan ulang tata letak fasilitas dengan menggunakan algoritma BLOCPAN. Hal tersebut dikarenakan nilai kedekatan dari *layout* yang dihasilkan algoritma ini dapat langsung terlihat dari *R-Score*, sehingga dapat digunakan untuk memperkecil jarak perpindahan material. Setelah dilakukan *re-layout*, total jarak perpindahan material sebesar 8,846 meter. Sehingga *backtracking* berkurang sebesar 50%, *crosstracking* berkurang sebesar 64.3% dan jarak perpindahan *material* berkurang sebesar 3,740.5 meter atau berkurang sebesar 29.7% untuk produksi 1 *batch* kain tenun dengan waktu selama 6 hari.

**Kata kunci : Tata Letak Fasilitas, BLOCPAN, CV. Maemunah Majalaya, Aliran Perpindahan Material**

### Abstract

*CV. Maemunah Majalaya is an industry that produces woven fabrics with a make to order production system. Problems that occur, namely the use of an inefficient truck axle which results in the need for additional operational costs, crosstracking which results in material transfer being complicated and complex. Then there is an alternating flow (backtracking) which causes the distance and the material transfer process to be large by traveling a displacement distance of 12.5865 meters. This causes the material transfer process to be ineffective and inefficient, so it is necessary to improve the redesign of the facility layout using the BLOCPAN algorithm. This is because the proximity value of the layout generated by this algorithm can be directly seen from the R-Score, so it can be used to reduce the distance of material movement. After the re-layout, the total material transfer distance is 8.846 meters. So that backtracking is reduced by 50%, crosstracking is reduced by 64.3% and material transfer distance is reduced by 3,740.5 meters or decreased by 29.7% for the production of 1 batch of woven fabric with a time of 6 days.*

**Keywords : Layout Facilities, BLOCPAN, CV. Maemunah Majalaya, flow material movement**

### I. Pendahuluan

CV. Maemunah Majalaya merupakan sebuah industri manufaktur yang memproduksi kain tenun. Terdapat beberapa jenis bahan kain tenun yang diproduksi oleh CV. Maemunah Majalaya, diantaranya kain tenun berbahan leno, viscose, dan katun. Sistem produksi dilakukan secara *make*

*to order* dengan proses produksi yang sama pada setiap jenis bahan kainnya. Proses produksi dilakukan dengan dua cara, cara pertama adalah proses penggabungan benang secara lusi (vertikal), cara kedua adalah proses penggabungan benang secara pakan (horizontal). Proses produksi dilakukan pada dua area pabrik, yaitu area pabrik A, dan area pabrik B. pada pabrik A dilakukan proses instalasi terlebih dahulu terhadap benang dengan cara lusi (vertikal), kemudian setelah benang diinstalasi pada pabrik A, benang lusi diantar menggunakan *truck angle* sejauh 39 meter ke pabrik B untuk dilakukan proses berikutnya hingga selesai. Untuk proses penggabungan benang secara pakan dilakukan pada area pabrik B. Pada proses produksinya terdapat aliran perpindahan *material* secara bolak-balik (*backtracking*) dan aliran perpindahan *material* secara bersimpangan (*crosstracking*). Hal tersebut terjadi dikarenakan ketidaksesuaian peletakan antar fasilitasnya sehingga menyebabkan momen perpindahan *material* menjadi besar dan rumit.

Dari permasalahan yang ada, solusi yang dilakukan adalah dengan memberikan usulan perancangan ulang tata letak fasilitas dengan jarak perpindahan *material* yang lebih kecil. Proses perancangan usulan tata letak fasilitas dilakukan dengan menggunakan algoritma BLOCPLAN yang termasuk kedalam algoritma *hybrid*. Algoritma *hybrid* dapat digunakan sebagai algoritma konstruksi dan juga algoritma perbaikan, sehingga algoritma BLOCPLAN ini dapat digunakan untuk memperbaiki tata letak fasilitas yang sudah ada, algoritma ini juga dapat menghasilkan alternatif tata letak fasilitas dengan jarak terkecil karena peletakan antar fasilitas dilakukan berdasarkan hubungan kedekatan antar fasilitas yang langsung terlihat.

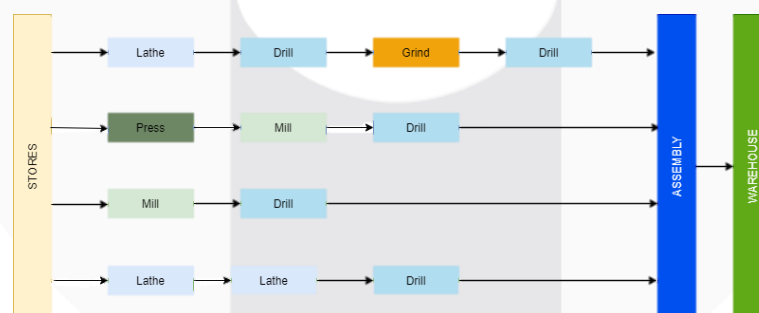
## II. Landasan Teori

### II.1 Perancangan Tata letak Fasilitas

Tata letak fasilitas industri merupakan hal utama yang perlu diperhatikan dalam jalannya proses produksi. Peletakan fasilitas industri sangat berpengaruh terhadap jalannya aliran proses produksi, sehingga jika peletakan fasilitas produksi tidak sesuai, sehingga menyebabkan terhambatnya proses produksi yang dapat merugikan perusahaan. Perancangan tata letak fasilitas merupakan suatu Langkah dalam penentuan lokasi peletakan fasilitas industri agar proses perpindahan *material* antar fasilitas dapat berjalan dengan efektif dan efisien. [1]

### II.2 Tipe Tata Letak Produk

Pada penelitian ini menggunakan tipe tata letak *product layout* dimana fasilitas/mesin diletakan menurut urutan proses dari suatu produk. *Product layout* pada Gambar II.1 merupakan tipe layout yang penempatan fasilitas produksi dibutuhkan oleh setiap departemen yang melakukan proses pengolahan *material* menjadi produk [2].



Gambar II. 1 Tipe Tata Letak Produk [3]

### II.3 Rectilinear Distance

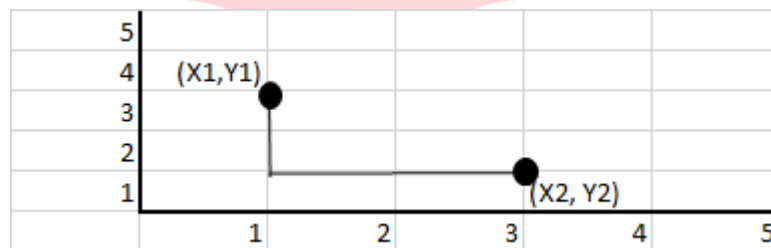
Pada perancangan ulang tata letak fasilitas, perhitungan jarak menggunakan *rectilinear distance* akan lebih tepat digunakan karena model perhitungan ini bergerak secara tegak lurus sesuai dengan

perpindahan aliran arterial yang Sebagian besar jalur tegak lurus. Berikut merupakan formula perhitungan dari *rectilinear distance*, serta dijelaskan dalam bentuk grafik pada Gambar II.2

$$d = |x1 - x2| + |y1 - y2| \dots \dots \dots (I)$$

Keterangan:

- d = Jarak titik pusat antara fasilitas 1 dan 2
- x1 = Titik pusan koordinat x di fasilitas 1
- x2 = Titik pusat koordinat x di fasilitas 2
- y1 = Titik pusat koordinat y pada fasilitas 1
- y2 = Titik pusat koordinat y pada fasilitas 2



Gambar II. 2 Model Perhitungan *Rectilinear Distance*

**II.4 Diagram Hubungan Aktifitas**

Diagram hubungan aktifitas atau *Activity Relationship Chart* (ARC) merupakan nilai-nilai yang menunjukkan tingkatan hubungan dari setiap fasilitas yang dicatat dalam bentuk simbol warna, dan kode huruf yang masing-masing huruf memiliki alasan tersendiri untuk digambarkan kedalam sebuah peta yang disebut diagram hubungan aktivitas (*Activity Relationship Chart*) [4]. Berikut merupakan Tabel II.2 mengenai simbol warna pada ARC

Tabel II- 1 Simbol kedekatan antar fasilitas [5]

Huruf	Warna	Keterangan
A	Merah	Mutlak didekatkan
E	Kuning	Sangat penting didekatkan
I	Hijau	Penting didekatkan
O	Biru	Cukup/Biasa
U	Putih	Tidak Penting didekatkan
X	Cokelat	Sangat Tidak Penting didekatkan

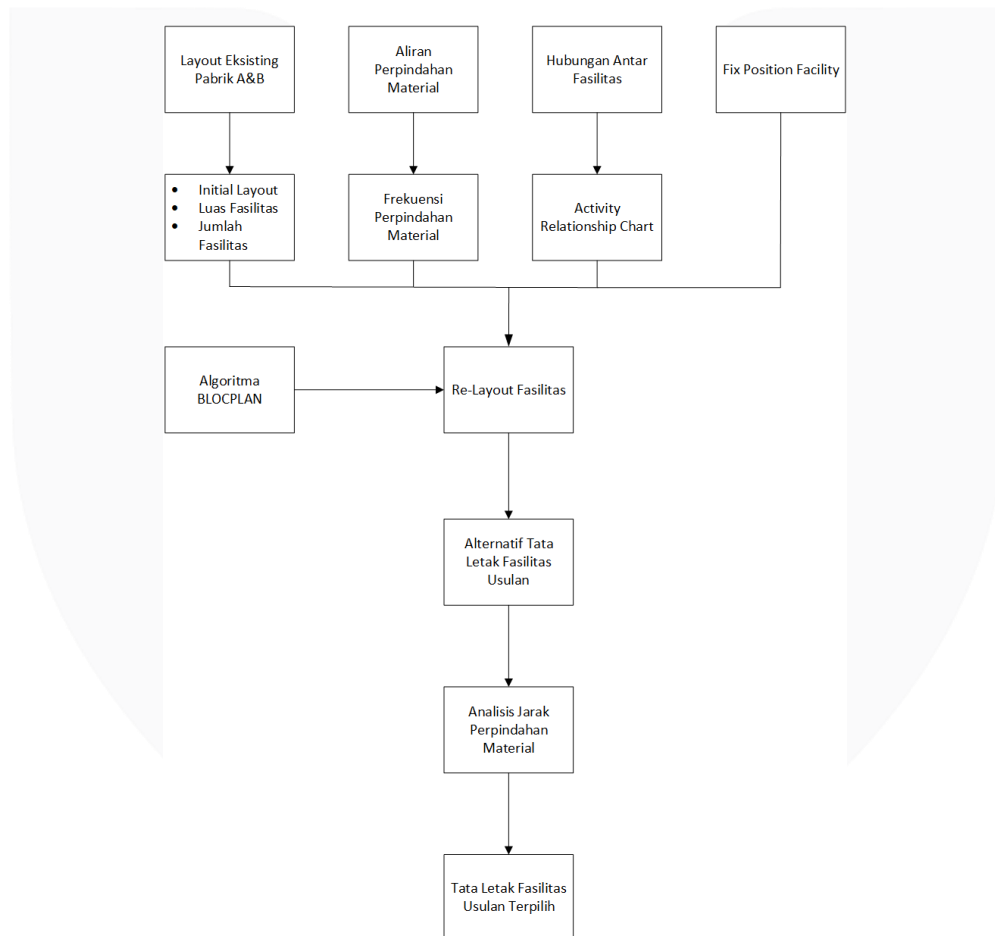
## II.5 Algoritma BLOCPLAN

Algoritma BLOCPLAN (*Block Layout Overview with Layout Planning*) adalah algoritma yang dikembangkan oleh Donghey dan Pire di Universitas Houston. Algoritma ini dapat digunakan untuk membentuk tata letak atau *layout* baru dan juga dapat digunakan untuk memperbaiki tata letak fasilitas yang sudah ada. Program ini dapat mengadakan, dan menilai jenis-jenis tata letak dalam merespon data masukan. Perancangan tata letak fasilitas pada algoritma BLOCPLAN memiliki kemiripan dengan algoritma CRAFT, perbedaan dari keduanya yaitu pada algoritma BLOCPLAN menggunakan diagram hubungan aktivitas (ARC) sebagai data *input-an*, sedangkan algoritma CRAFT menggunakan *From to Chart* (FTC) sebagai data *input-an* nya. Perancangan tata letak fasilitas pada algoritma ini dapat dilakukan dengan melakukan pertukaran satu departemen dengan departemen yang lain. Tidak hanya menggunakan diagram hubungan aktivitas, *input-an*, pada algoritma BLOCPLAN juga bisa menggunakan *From to Chart* (FTC), namun dalam penggunaan algoritma ini hanya dapat memilih salah satu antara diagram hubungan aktivitas atau *from to chart* (FTC) sebagai *input-an* nya [2].

## III. Metode Penyelesaian Masalah

### III.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu model atau gambaran bagaimana menyelesaikan permasalahan secara singkat dan jelas yang ada pada suatu penelitian. Pada bagian ini menjelaskan mengenai konsep dalam mencari solusi dari permasalahan yang ada dengan terstruktur seperti pada Gambar III.1 berikut.



Gambar III. 1 Model Konseptual

#### IV. Pembahasan

##### IV.1 Data Dimensi Fasilitas

Dalam merancang ulang tata letak fasilitas, dibutuhkan data berupa banyaknya fasilitas yang dimiliki serta luas area agar dapat mengetahui berapa besar luas area yang dibutuhkan berdasarkan banyaknya fasilitas produksi yang dimiliki. Berikut merupakan data dimensi setiap fasilitas yang dimiliki di CV. Maemunah Majalaya pada Tabel IV.1.

Tabel IV. 1 Data Dimensi Fasilitas

Inisial	Nama Fasilitas	Panjang (m)	Lebar (m)	Total Area
A	Mesin Warping	10	6	60
B	Mesin Sizing	20	2	40
C	Area Penyimpanan Beam	15	2	30
D	Area Reaching	6	1	6
E	Mesin Rewinding	1	8	8
F	Area Mesin Tenun 1	30	25	750
G	Area Mesin Tenun 2	10	20	200
H	Area Kain Siap Inspeksi 1	3	2	6
I	Area Kain Siap Inspeksi 2	3	2	6
J	Mesin Inspeksi 1	2	3	6
K	Mesin Inspeksi 2	2	3	6
L	Mesin Folding	3	2	6
M	Meja Packaging	2	1	2
GBL	Area Gudang Benang Lusi	5	5	25
GBP	Area Gudang Benang Pakan	5	5	25
GBJ	Area Gudang Barang Jadi	36	13	468
REC 1	Area Receiving	6	6	36
REC 2	Area Receiving	6	6	36

##### IV.2 Frekuensi Perpindahan Material

Frekuensi perpindahan *material* menunjukkan adanya perpindahan *material* dari satu fasilitas ke fasilitas lainnya dalam memproduksi kain tenun sebanyak 1 *batch* kain tenun. Data frekuensi perpindahan *material* menghasilkan total jarak perpindahan *material* dari proses awal hingga ke proses akhir antar setiap fasilitasnya. Berikut merupakan data frekuensi perpindahan *material* di CV. Maemunah Majalaya pada Tabel IV.2.

Tabel IV. 2 Frekuensi Perpindahan *Material*

Dari-Ke	Frekuensi
REC 1-GBL (Benang Lusi)	2
GBL-A (Benang Lusi)	2
C-A (Beam)	25
A-B (Beam)	50
B-REC 1 (Beam)	25
REC 1-REC 2 (Beam)	10
REC 2-D (Beam)	25
REC 2-GBP (Benang Pakan)	1
GBP-E (Benang Pakan)	1
D-F (Kamran)	25
D-G (Kamran)	25
E-F (Bobin)	1
E-G (Bobin)	1
F-I (Kain Tenun)	72
G-H (Kain Tenun)	78
H-J (Kain Tenun)	78
I-K (Kain Tenun)	72
J-L (Kain Tenun)	78
K-L (Kain Tenun)	72
L-M (Kain Tenun)	150
M-GBJ (Kain Tenun+Packing)	5

### IV.3 Jarak perpindahan *Material* Tata Letak Eksisting

Untuk dapat memperkecil jarak perpindahan *material*, perlu diketahui terlebih dahulu total jarak perpindahan *material* pada tata letak eksisting. Kemudian, setelah jarak perpindahan *material* diketahui, jarak perpindahan tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk memperkecil jarak perpindahan pada tata letak usulan. berikut merupakan jarak perpindahan *material* pada tata letak eksisting di CV. Maemunah Majalaya pada Tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Jarak Perpindahan *Material*

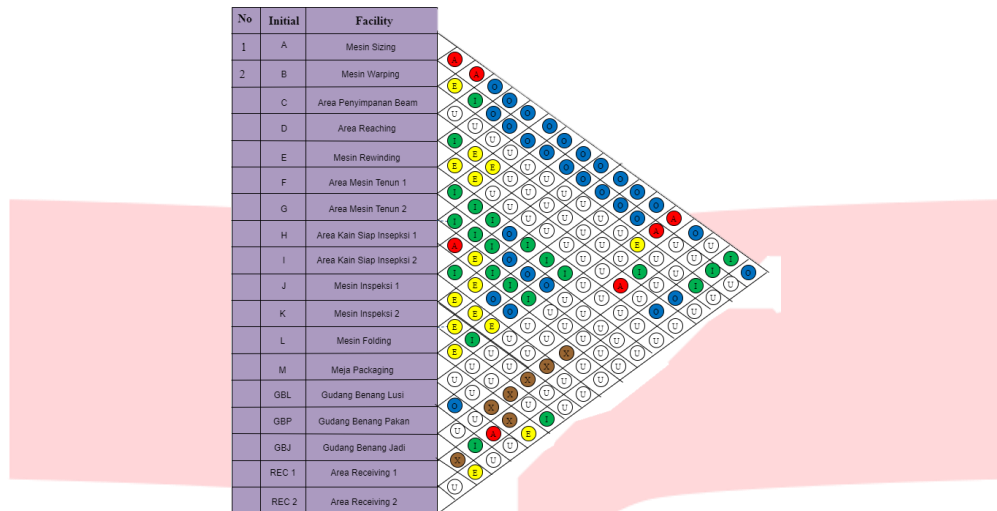
Dari-Ke	Jarak (Rectilinear Distance)	Frekuensi	Total Jarak (m)
REC 1-GBL (Benang Lusi)	37	2	74
GBL-A (Benang Lusi)	10	2	20
C-A (Beam)	23.5	25	587.5

A-B (Beam)	24	50	1200
B-REC 1 (Beam)	21	25	525
REC 1-REC 2 (Beam)	39	10	390
REC 2-D (Beam)	33.5	25	837.5
REC 2-GBP (Benang Pakan)	11	1	11
GBP-E (Benang Pakan)	6.5	1	6.5
D-F (Kamran)	22.5	25	562.5
D-G (Kamran)	19.5	25	487.5
E-F (Bobin)	25.5	1	25.5
E-G (Bobin)	35.5	1	35.5
F-I (Kain Tenun)	32.5	72	2340
G-H (Kain Tenun)	13.5	78	1053
H-J (Kain Tenun)	6	78	468
I-K (Kain Tenun)	6	72	432
J-L (Kain Tenun)	12	78	936
K-L (Kain Tenun)	20	72	1440
L-M (Kain Tenun)	6	150	900
M-GBJ (Kain Tenun+Packing)	51	5	255
<b>Total</b>			12586.5

Pada Tabel IV.3 diperoleh jarak perpindahan *material* tata letak eksisting sebesar 12,586.5 meter dalam 6 hari untuk memproduksi 1 *batch* (Panjang 40.000 meter) kain tenun. Total jarak tersebut diperoleh dari hasil kali antara jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan *material* antar fasilitasnya.

#### IV.4 Diagram hubungan Aktivitas

Diagram hubungan aktivitas antar fasilitas menunjukkan interaksi hubungan keterkaitan atau kedekatan antar fasilitas selama jalannya proses produksi. Keterkaitan antar fasilitas ditunjukkan dengan menggunakan simbol keterkaitan serta alasan-alasan yang mendekatkan dan menjauhkan antar fasilitas. Untuk mengetahui berapa banyak dari setiap simbol yang digunakan, dapat diketahui dengan melakukan perhitungan kombinasi antar dua fasilitas. Kemudian dapat diperoleh urutan keterkaitan antar fasilitas dari yang paling dekat hingga yang paling jauh seperti pada gambar berikut pada Gambar IV.1.



Gambar IV. 1 Diagram Hubungan Aktivitas

**IV.5 Data Fix Position Facility**

Terdapat beberapa fasilitas yang posisinya tidak dapat berpindah, fasilitas tersebut diantaranya area mesin tenun 1 (F), area mesin tenun 2 (G) dikarenakan keterbatasan terhadap lahan, mengingat CV. Maemunah Majalaya memiliki 108 mesin tenun pada area mesin tenun 1, dan 30 mesin tenun pada area mesin tenun 2. Kemudian terdapat fasilitas area receiving 1 dan receiving 2 dikarenakan area tersebut terdapat pintu untuk akses keluar masuk material dan tembok yang tertanam sehingga tidak memungkinkan untuk dipindahkan.

**IV.6 Perancangan Tata letak Fasilitas dengan Algoritma BLOCPAN**

Pada tahapan ini, dilakukan perbaikan perancangan usulan tata letak fasilitas dengan algoritma BLOCPAN menggunakan software BPLAN-90. Software ini dapat menghasilkan 20 alternatif tata letak usulan, dari ke-20 alternatif tersebut, dipilih alternatif usulan tata letak berdasarkan R-Score terbesar. R-Score atau relation score merupakan nilai efisiensi dari alternatif tata letak yang diperoleh seperti pada Gambar IV.2.

LAYOUT	ADJ. SCORE	REL-DIST	SCORES	PROD. MOVEMENT
1	0.52 -13	0.60 -15	3223 -16	0 - 1
2	0.52 -1	0.66 -5	2291 -8	0 - 1
3	0.54 -5	0.63 -12	2755 -13	0 - 1
4	0.46 -19	0.58 -18	3655 -18	0 - 1
5	0.47 -18	0.67 -4	2143 -5	0 - 1
6	0.54 -4	0.62 -14	2929 -14	0 - 1
7	0.53 -10	0.64 -10	2290 -7	0 - 1
8	0.50 -15	0.57 -19	3723 -19	0 - 1
9	0.50 -15	0.80 -1	2 - 1	0 - 1
10	0.54 -5	0.62 -13	2596 -11	0 - 1
11	0.53 -10	0.60 -16	3200 -15	0 - 1
12	0.53 -7	0.70 -3	1360 -3	0 - 1
13	0.52 -13	0.65 -8	2076 -4	0 - 1
14	0.53 -7	0.72 -2	990 -2	0 - 1
15	0.57 -1	0.66 -5	2291 -8	0 - 1
16	0.57 -1	0.65 -9	2351 -10	0 - 1
17	0.53 -7	0.65 -7	2183 -6	0 - 1
18	0.45 -20	0.59 -17	3629 -17	0 - 1
19	0.49 -17	0.64 -11	2711 -12	0 - 1
20	0.53 -12	0.56 -20	3820 -20	0 - 4

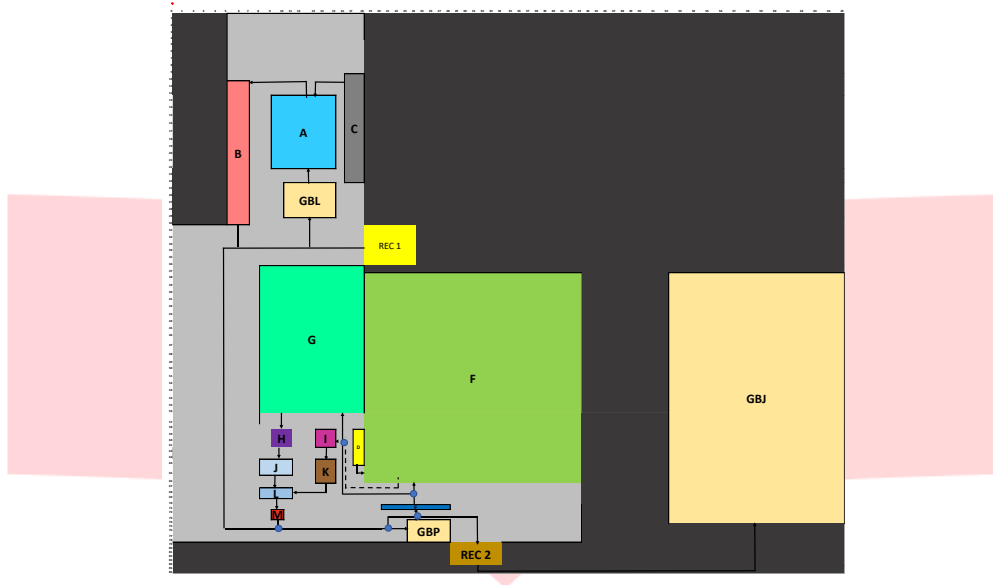
DO YOU WANT TO DELETE SAVED LAYOUT (Y/N) ? \_

TIME PER LAYOUT 31.86

Gambar IV. 2 Alternatif Tata Letak Fasilitas

Dapat dilihat pada Gambar IV.2 alternatif tata letak yang memiliki R-Score terbesar adalah alternatif tata letak ke-9 dengan R-Score 0.80. Dengan demikian alternatif tata letak ke-9 dijadikan sebagai usulan perbaikan tata letak fasilitas bagi CV. Maemunah Majalaya. Berikut merupakan usulan tata letak yang diperoleh





Gambar IV. 3 Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas

#### IV.7 Jarak perpindahan *Material* pada Tata Letak Fasilitas Usulan

Berikut merupakan total jarak perpindahan *material* beserta frekuensi perpindahan *material* pada tata letak fasilitas usulan seperti pada Tabel IV.4.

Tabel IV. 4 Jarak Perpindahan *Material* pada Tata Letak usulan

Dari-Ke	Jarak	Frekuensi	Total Jarak (m)
REC 1-GBL (Benang Lusi)	15	2	30
GBL-A (Benang Lusi)	10	2	20
C-A (Beam)	6.5	25	162.5
A-B (Beam)	9	50	450
B-D (Beam)	52.5	25	1312.5
REC1-GBP (Benang Pakan)	47	1	47
GBP-E (Benang Pakan)	6.5	1	6.5
D-F (Kamran+Beam)	22.5	25	562.5
D-G (Kamran+Beam)	19.5	25	487.5
E-F (Bobin)	25.5	1	25.5
E-G (Bobin)	35.5	1	35.5
F-I (Kain Tenun)	23.5	72	1692
G-H (Kain Tenun)	16.5	78	1287

H-J (Kain Tenun)	5	78	390
I-K (Kain Tenun)	5	72	360
J-L (Kain Tenun)	4	78	312
K-L (Kain Tenun)	9	72	648
L-M (Kain Tenun)	4	150	600
M-REC2 (Kain Tenun)	30.5	5	152.5
REC2-GBJ (Kain Tenun)	53	5	265
<b>Total</b>			8846

Dapat dilihat pada tabel IV.4 total jarak perpindahan *material* pada tata letak fasilitas usulan berubah menjadi 8,846 meter.

#### IV.8 Perbandingan jarak perpindahan *material*

Total jarak perpindahan *material* pada tata letak eksisting dengan tata letak usulan akan dibandingkan untuk mengetahui apakah jarak perpindahan *material* pada tata letak usulan lebih kecil dibandingkan dengan tata letak eksisting. Berikut merupakan perbandingan jarak perpindahan *material* pada tata letak eksisting dengan tata letak usulan seperti pada Tabel IV.5.

Tabel IV. 5 Perbandingan Jarak Perpindahan *Material*

Layout	Total Jarak Perpindahan <i>Material</i>	Satuan
Layout Eksisting	12,586.5	m
Layout Usulan	8,846	m
Selisih Pengurangan Jarak	3,740.5	m

Dapat dilihat pada Tabel IV.5 total jarak perpindahan *material* pada tata letak eksisting sebesar 12,586.5 meter. Sedangkan total jarak perpindahan *material* pada tata letak usulan sebesar 8,846 meter. Hal tersebut menyebabkan terjadi pengurangan jarak sebesar 3,740.5 meter atau sekitar 29.7% untuk produksi 1 *batch* kain tenun dengan waktu selama 6 hari kerja.

#### V. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah serta tujuan dari penelitian ini telah terpenuhi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perbaikan usulan tata letak fasilitas dengan jarak perpindahan *material* yang lebih kecil dalam memproduksi kain tenun di CV. Maemunah Majalaya. Hasil usulan tata letak terpilih dapat dilihat pada Gambar IV.3. Tata letak usulan tersebut diperoleh menggunakan algoritma BLOCPLAN dengan menggunakan dengan *software* BPLAN-90. Algoritma BLOCPLAN dapat menghasilkan 20 alternatif tata letak usulan seperti pada Gambar IV.2. Tata letak usulan dipilih berdasarkan R-Score tertinggi, karena semakin tinggi R-Score maka tata letak usulan tersebut semakin efisien dalam hal perpindahan *material*. Dari ke-20 alternatif tata letak yang diperoleh, dipilih alternatif tata letak usulan ke-9 yang memiliki R-Score tertinggi yaitu 0,80. Tata letak usulan tersebut dapat memperkecil jarak tempuh perpindahan *material* yang awalnya pada tata letak eksisting sebesar 12,586.5 meter, sedangkan pada tata letak

fasilitas usulan menjadi 8,846 meter, sehingga jarak tempuh perpindahan *material* menjadi lebih kecil dengan selisih pengurangan sebanyak 3,740.5 meter. Dengan demikian, pada penelitian ini dapat mengurangi *crosstracking* sebesar 64,3%, mengurangi *backtracking* sebesar 50% dan memperkecil jarak perpindahan *material* dalam memproduksi kain tenun di CV. Maemunah Majalaya sebesar 29% untuk produksi 1 *batch* (40.000 meter) kain tenun dalam waktu 6 hari.

#### REFERENSI

- [1] J. M. Apple, *Plant Layout and Material Handling*. Dalam J. m. Apple, *Plant Layout and Material Handling*. John Wiley & Sons Apple, J. M. (1990). Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan., Bandung: ITB, 1997.
- [2] H. Purnomo, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [3] J. A. Tompkins, J. A. White and Y. A. Bozer, *Facillities Planning*, USA: John Wiley & Sons, 2010.
- [4] S. Wignjosoebroto, *Tata Letak Pabrik dan Fasilitas*. Dalam S. Wignjosoebroto, *Tata Letak Pabrik dan Fasilitas*, Surabaya: Guna Widya, 1996.
- [5] R. L. Francis, L. F. Mc Ginnis and J. A. White, *Facility Layout and Location: An Analytical Approach* 2nd Edition, Prentice Hall, 1992.