

## **Analisis Tata Letak Fasilitas Produksi Stasiun Gilingan Di Perusahaan PT. PG Kribet Baru, Malang, Jawa Timur**

Wachid Rahmanjaya\*, Musthofa Lutfi, Yusuf Hendrawan

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi, Email: wachidrachmanjaya@gmail.com

### **ABSTRAK**

PT. PG Kribet Baru merupakan industri gula yang harus meningkatkan produktivitasnya, maka dari itu perancangan ulang tata letak adalah salah satu pilihan strategis untuk memenuhi kebutuhan gula nasional. Karena proses pengolahan produk gula tebu memiliki tahap pada setiap stasiun kerja yang sangat kompleks, maka pada penelitian ini, perancangan tata letak difokuskan pada bagian stasiun gilingan yang terdiri dari beberapa mesin-mesin produksi. Selain itu, pada stasiun ini memiliki rendemen produk yang sangat rendah, artinya banyak penyusutan produk akibat nira tebu yang hilang. Pertama, analisis kuantitatif aliran bahan diukur berdasarkan kuantitas material yang dipindahkan. Selanjutnya, hasil analisis tersebut digunakan sebagai input dalam software *differential evolution for facility layout*. Ini memberikan analisis mengenai desain tata letak yang efisien, karena mengutamakan aspek kuantitas seperti material handling, jarak and stasiun. Untuk mengevaluasi tata letak yang diusulkan, pengukuran jarak tempuh diterapkan. Dalam penelitian ini, perancangan ulang tata letak stasiun gilingan menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan tata letak yang diterapkan saat ini, yakni terjadi penurunan jarak tempuh antar bidang kerja sebesar 42.797 m dari jarak tempuh awal yang sejauh 89.32 m. Hal tersebut dikarenakan semua bidang kerja didekatkan sesuai dengan alur proses produksi. Jika jarak tempuh semakin pendek maka ini akan berbanding lurus dengan biaya penanganan bahan yang semakin kecil. Selain itu juga waktu proses produksi yang semakin singkat.

**Kata kunci:** algoritma genetika, desain tata letak, pabrik gula, stasiun gilingan

## ***ANALYSIS OF LAYOUT PRODUCTION FACILITIES IN THE MILL STATION OF PT. PG KREBET BARU, MALANG, EAST JAVA***

### **ABSTRACT**

PT. PG Kribet Baru is a sugar industry that must increase its productivity, therefore layout redesign is one of the strategic choices to find national sugar needs. The process of processing sugarcane products has a very complex work function, therefore, layout design is focused on the part of the mill station which consists of several production machines. In addition, at this station has a very low product yield, meaning a lot of product shrinkage due to lost sugar cane juice. First, the analysis of material flow is quantified based on the material of the quantity being moved. Furthermore, the results of the analysis as input into the evolution of different software for facility layout. This gives effect to an efficient layout design, because it prioritizes aspects such as material handling, distance and station. To evaluate the proposed layout, mileage measurements are applied. In this study, the redesign of the station layout was a better result compared to the same time, which occurred in the distance between work fields of 42,797 m from the initial mileage exceeding 89.32 m. This is because all fields of work are brought closer according to the flow of the production process. If the distance is shorter than before, this will be directly proportional to the costs of using smaller materials. Besides that, the production process time is getting shorter.

**Keywords:** genetic algorithm, layout design, sugar factory, mill station

## PENDAHULUAN

Pabrik gula (PG) Kreet Baru merupakan salah satu pabrik yang diharapkan mampu mendukung pemenuhan kebutuhan gula di Indonesia khususnya Jawa Timur. Demi pemenuhan kebutuhan gula dibutuhkan peralatan ataupun mesin yang digunakan dalam produksi harus memiliki kecanggihan yang bisa membuat hasil produksi gula menjadi lebih baik dan memiliki nilai efisiensi yang tinggi, ini diharapkan mempunyai hasil kualitas gula yang cukup baik sehingga mampu memuaskan kebutuhan konsumen.

Proses manufaktur mengaplikasikan mesin, peralatan dan tenaga kerja kedalam suatu medium proses untuk mengubah bahan mentah menjadi barang jadi. Proses produksi dan operasi dalam pabrik manufaktur berorientasi efektivitas dan efisiensi agar menghasilkan produk dalam jumlah sangat banyak dalam waktu yang singkat. Tata letak fasilitas pabrik merupakan letak setiap mesin dan peralatan yang mempunyai kaitan pekerjaan di dalam kegiatan pengolahan yang dilaksanakan di dalam suatu sarana operasi (Safitri *et al.*, 2018).

Salah satu kegiatan rekayasa industri yang tertua adalah memperbaiki tata letak pabrik dan menangani perpindahan bahan. Tata letak yang baik selalu melibatkan tata cara pemindahan bahan di pabrik, sehingga kemudian disebut tata letak pabrik dan pemindahan bahan (Maryana & Meutia, 2018; Susetyo *et al.*, 2010). Tata letak yang efektif akan memudahkan proses manufaktur, meminimumkan pemindahan bahan, menjaga fleksibilitas, menurunkan biaya dan meningkatkan utilitas produk (Azadeh *et al.*, 2016; Leno & Sankar 2016). Tata letak fasilitas atau tata letak pabrik dapat mencakup efektivitas dan efisiensi perusahaan dalam produksi barang jadi.

Perancangan fasilitas adalah kegiatan menghasilkan fasilitas yang terdiri atas penataan unsur fisik, pengaturan aliran bahan, dan penjaminan keamanan para pekerja (Hartono & Yuliana 2017). Luas ruangan dihasilkan dari pengaturan berbagai komponen-komponen yang terlibat dalam proses bisnis internal perusahaan. Perancangan ulang tata letak merupakan salah satu kebijakan strategik guna meningkatkan produktivitas perusahaan (Leno *at al.*, 2016; Asl & Wong, 2017). Perancangan ulang tata letak bersifat progresif sampai luas ruangan terpenuhi. Perancangan menjadi sangat penting, karena kualitas hasil kerja ditentukan pada tahap ini (Syarif & Bedros, 2018; Sukania & Ariyanti 2018). PT. PG Kreet Baru merupakan industri gula yang harus meningkatkan produktivitasnya, maka dari itu perancangan ulang tata letak adalah salah satu pilihan strategis untuk bertahan melawan pesaing lokal dan memenuhi kebutuhan gula nasional. Karena proses pengolahan produk gula tebu memiliki tahap pada setiap stasiun kerja yang sangat kompleks, maka pada penelitian ini, perancangan tata letak difokuskan pada bagian stasiun gilingan yang terdiri dari beberapa mesin-mesin produksi seperti cane cutter, unigrator, DSM scream, dan lain sebagainya. Selain itu, berdasarkan hasil diskusi dengan pegawai PT. PG Kreet Baru menyatakan bahwa pada stasiun gilingan memiliki rendemen produk yang sangat rendah, artinya banyak penyusutan produk akibat nira tebu yang hilang.

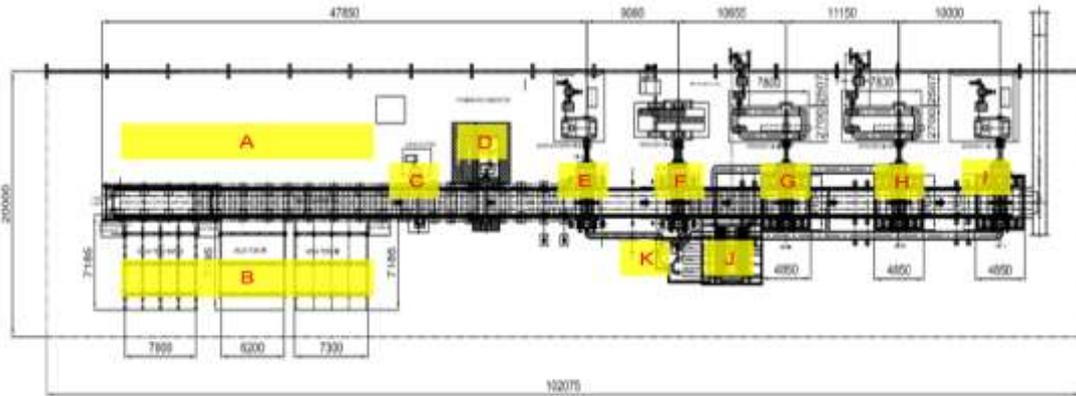
## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2018 di PT. PG Kreet Baru Malang, Jawa Timur yang beralamatkan di Jl. Bululawang No.10, Kreet Bululawang, Malang, Jawa Timur. Data sekunder meliputi dokumen-dokumen perusahaan tentang layout pabrik data perpindahan bahan baku digunakan sebagai bahan untuk desain tata letak. Data ini didapatkan dari laporan kinerja perusahaan dalam jangka waktu tertentu dan berbagai sumber relevan lainnya. Selain itu, data ini bertujuan untuk mengetahui kondisi umum lokasi penelitian.

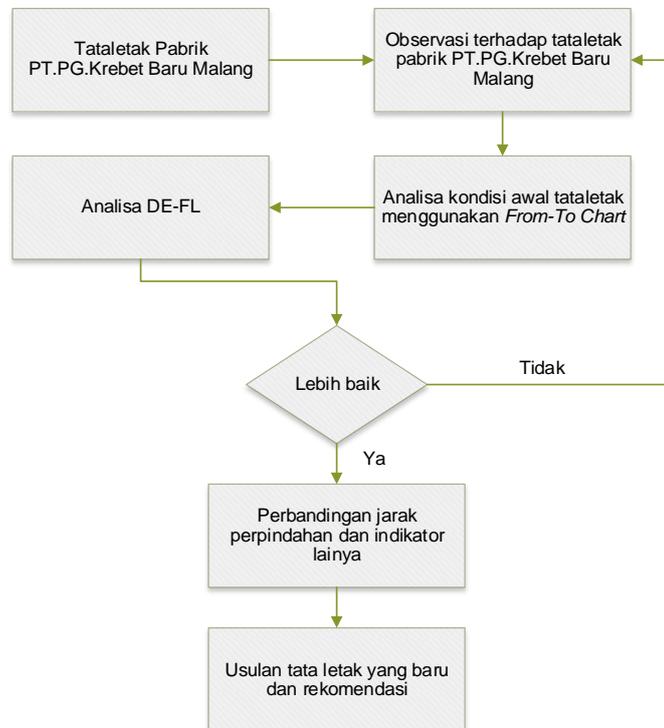
### Tata Letak Stasiun Gilingan PT. PG Kregbet Baru

Luas area pabrik produksi PT. PG Kregbet Baru memiliki luas lahan sekitar  $53.87 \times 10^3 \text{ m}^2$  yang terdiri dari stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun putaran, stasiun penyelesaian, gudang gula, gudang ampas, pengolahan limbah, bangkel alat-alat, kantor pabrikasi, instalasi, kantor ketel dan fasilitas menunjang lainnya.



Gambar 5. Tata letak stasiun gilingan PT. PG Kregbet Baru

Pada penelitian ini, difokuskan untuk memperbaiki tata letak khusus pada stasiun gilingan. Dapat dilihat pada Gambar 13, ini merupakan tata letak stasiun gilingan dengan luas total  $593.97 \text{ m}^2$ . Stasiun ini terdiri dari 11 bidang kerja sebagai berikut: penurunan tebu (A), meja tebu (B), cane cutter (C), unigator (D), gilingan I (E), gilingan II (F), gilingan III (G), gilingan IV (H), gilingan V (I), DSM screan (J), dan boulogne (K).



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

## Kerangka Penelitian

Penelitian tentang efektivitas tata letak pabrik berupaya menganalisis fleksibilitas tata letak pabrik yang terjadi di PT.PG Krebet Baru. Analisis dilakukan terhadap efektivitas proses secara prosedur/proses kerja kemudian dilakukan pengamatan untuk mengetahui tingkat efektivitas kerja yang seharusnya dapat dicapai dan nantinya memengaruhi hasil kerja akhir. Setelah pengamatan dilakukan, maka digunakan analisis From-to Chart dan selanjutnya dimasukkan dalam software *differential evolution for facility layout*.

## Analisis Data

### Analisis Tata Letak Dengan From-To Chart

Analisis kuantitatif aliran bahan diukur berdasarkan kuantitas material yang dipindahkan dalam satuan berat tertentu. Peta yang digunakan adalah from-to chart. Teknik digunakan untuk barang yang banyak mengalir melalui satu stasiun atau satu tempat kerja. Angka yang ditunjukkan pada from-to chart menunjukkan total dari berat beban yang dipindahkan dan jarak perpindahan bahan.

### Permasalahan Tata Letak

Software *differential evolution for facility layout* (DE-FL) memberikan analisis yang membantu *decision maker* untuk mengambil keputusan tata letak, karena mengutamakan aspek kuantitas seperti material handling, jarak-dekat, stasiun dan aspek rasio menggunakan metode genetic algorithms. Ini adalah sebuah metode yang mengoptimumkan suatu masalah secara iteratif dan menggunakan nilai asli multidimensi tanpa menggunakan gradien dari masalah tersebut (Palomo-Romero dan Juan, 2017).

### Evaluasi Tata Letak

Pengukuran jarak tempuh antar bidang kerja digunakan untuk mengevaluasi tata letak yang diusulkan. Pengukuran jarak ini dilakukan dengan menggunakan metode *rectiliniar* dan pada pengukuran jarak masing-masing tidak memperhatikan adanya aisle (lintasan), sehingga pengukuran dilakukan secara langsung dari masing-masing titik pusat setiap bidang kerja. Metode perhitungan jarak tempuh ( $d_{ij}$ ) antar bidang kerja diberikan pada Persamaan 1 (Setiyawan dan Danang *et al.*, 2017). Di mana,  $X_i Y_i$  adalah titik pusat (X, Y) pada bidang kerja  $i$ , dan  $X_j Y_j$  adalah titik pusat (X, Y) pada bidang kerja  $j$ .

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Produksi Pada Stasiun Gilingan PT. PG Krebet Baru

Proses produksi pada stasiun gilingan ini termasuk proses *continue*, yakni pengambilan nira tebu dilakukan secara terus menerus (sinambung) setiap saat setelah diperoleh konsentrasi produk mencapai maksimal atau subtract pembatasnya mencapai konsentrasi yang hampir tetap. Pada stasiun gilingan PT. PG Krebet Baru memiliki lima jenis kegiatan yang memiliki simbol berbeda pada setiap kegiatannya, yaitu: proses (O), inspeksi ( $\square$ ), transportasi ( $\rightarrow$ ), delay (D), dan penyimpangan ( $\nabla$ ). Dalam proses produksi, kegiatan delay dapat terjadi jika ada kerusakan pada mesin. Namun, jika semua mesin berjalan dengan baik maka tidak ada delay seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Flow Process Chart						
	Kegiatan	Jumlah Kegiatan	Waktu (menit)			
○	Proses	8	124			
□	Inpeksi	3	20			
⇒	Transportasi	8	97			
D	Delay					
▽	Penyimpanan	1	7			

No.	Urutan Kegiatan	Lambang					Jumlah (ton)	Waktu (menit)
		○	□	⇒	D	▽		
1	Tebu diangkut dari truk			⇒			54	48
2	Tebu disortir dan ditimbang	○					52,4	45
3	Tebu dimasukkan ke meja tebu			⇒			52,4	25
4	Tebu berjalan menuju <i>Cane Cutter</i>			⇒			52,4	6
5	Tebu dipotong	○					52,4	15
6	Tebu dibawa ke <i>Unigrator</i>			⇒			52,4	4
7	Tebu dipecah menjadi serabut	○					52,2	15
8	Tebu ke gilingan I			⇒			52,2	4
9	Tebu penggilingan I	○					30,8	11,5
10	Tebu ke gilingan II			⇒			30,8	4
11	Tebu penggilingan II	○					29,2	10,5
12	Tebu ke gilingan III			⇒			29,2	4
13	Tebu penggilingan III	○					27,6	9
14	Tebu ke gilingan IV			⇒			27,6	4
15	Tebu penggilingan IV	○					26,1	9
16	Tebu ke gilingan V			⇒			26,1	4
17	Tebu penggilingan V	○					26,1	9
18	Nira Mentah di alirkan ke DSM Scream			⇒			41,92	7
19	Nira Mentah di alirkan ke Boulogne untuk di Timbang			⇒			41,92	7
20	Nira Mentah di alirkan ke penampungan nira			⇒			41,92	7

**Gambar 4.** Flow process chart stasiun gilingan PT. PG Krebet Baru

Proses produksi pada stasiun gilingan merupakan proses awal dalam kegiatan produksi gula. Bahwa sebanyak 54 ton tebu diolah menjadi 41.92 ton nira mentah setelah melalui 20 kegiatan. Selain nira mentah, dalam proses ini akan menghasilkan ampas yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar di stasiun ketel yang memproduksi uap. Setiap kegiatan di stasiun gilingan ini sangat bervariasi berkisar antara 3-10 menit. Salah satunya adalah kegiatan pengangkutan tebu dari truk yang membutuhkan waktu paling banyak, yakni 10 menit. Waktu total yang dibutuhkan oleh keseluruhan unit alat untuk menghasilkan produk akhir yang berupa nira adalah 166 menit, dengan rincian sebagai berikut penurunan tebu (48 menit), meja tebu (25 menit), cane cutter (15 menit), unigator (15 menit), gilingan I (11.5 menit), gilingan II (10.5 menit), gilingan III (9menit), gilingan IV (9 menit), gilingan V (9 menit), DSM screen (7 menit), dan boulogne (7 menit).

Untuk menghasilkan 41.92 ton nira mentah, setiap mesin (seperti: cane cutter, unigator, gilingan I-V, DSM screen, dan boulogne) pada stasiun gilingan memiliki kapasitas mesin yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil diskusi lapang menunjukkan bahwa setiap mesin tersebut memiliki kapasitas sebagai berikut: (1) cane cutter (20 ton/jam), (2) unigator (3.5 ton/jam), (3) gilingan I-V (35 ton/jam), (4) DSM screen (10 ton/jam); dan boulogne (15 ton/jam). Agar kinerja dari mesin tetap optimal, maka PT. PG Krebet Baru menerapkan metode pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance). Ini merupakan tindakan pencegahan untuk memperpanjang umur mesin atau meningkatkan kehandalan dari mesin tersebut. Tindakan metode ini terdiri dari pemeriksaan secara periodic, penggantian part, perbaikan komponen, penyesuaian, pengujian, pelumasan dan pembersihan mesin. Tindakan ini juga dimaksudkan untuk mengurangi bahaya akibat kegagalan yang tidak direncanakan. Untuk menentukan

interval waktu pemeliharaan, pegawai biasanya menggunakan data *mean time between failure* (MTBF) sebagai parameternya. Selanjutnya, diadakan pemantauan terhadap kondisi mesin untuk menenentapkan tren peramalan yang akan datang. Berdasarkan hasil observasi di stasiun gilingan PT. PG Kreet Baru, pemeliharaan ini dilakukan setiap 3 bulan sekali, atau setelah mencapai 100 kali produksi.

**Penentuan Jarak Tempuh**

Pada proses penentuan jarak tempuh diawali dengan pengukuran titik pusat pada setiap bidang kerja. Pengukuran titik pusat ini dilakukan pada bidang horizontal (X) dan vertikal (Y). Berdasarkan hasil analisis diperoleh titik pusat pada masing-masing bidang kerja sebagai berikut:

**Tabel 2.** Titik pusat pada setiap bidang kerja

Bidang kerja	Unit alat	X : Y
A	Penurunan tebu	2.43 : 4.85
B	Meja tebu	0 : 6.2
C	Cane cutter	0 : 10
D	Unigrator	0 : 9
E	Gilingan I	0 : 10.6
F	Gilingan II	0 : 11.15
G	Gilingan III	0 : 10
H	Gilingan IV	2.43 : 26.45
I	Gilingan V	0 : 5.3
J	DSM screan	2.42 : 4.85
K	Boulogne	2.43 : 36.6

Setelah titik pusat berhasil ditentukan, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak tempuh antar bidang kerja dengan menggunakan metode *rectiliner*. Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa dalam proses produksi, bahan menempuh jarak 89.32 m. Jarak tersebut cukup dekat karena pada stasiun gilingan semua bidang kerja berada dalam satu ruang. Namun jarak tersebut masih dapat diminimalkan melalui perancangan tata letak melalui metode *genetic algorithm* (Safitri *et al.*, 2018).

**Tabel 3.** Jarak tempuh bahan antar bidang kerja

Urutan proses	Jarak tempuh (m)
A → B	3.78
B → C	3.8
C → D	1
D → E	1.6
E → F	0.55
F → G	1.5
G → H	18.88
H → I	23.58
I → J	2.87
J → K	31.76
<b>Total</b>	<b>89.32</b>

### Analisis Peta Dari-Ke (*from to chart*)

Dengan melakukan analisis peta *from-to chart*, maka kita dapat menentukan perencanaan tata letak. Langkah pertama dalam perancangan ulang tata letak adalah menentukan kuantitas dan urutan produk yang terdapat pada Tabel 4. Ini menunjukkan urutan produksi untuk menghasilkan nira. Urutan proses dimulai dari ruang penurunan tebu sampai gilingan V yang menghasilkan nira mentah sebesar 41.92 ton. Sedangkan hasil ampas tebu adalah 26.1 ton. Jumlah produksi pada setiap urutan proses dari bidang kerja satu ke bidang kerja lainnya digunakan sebagai parameter input dalam perancangan ulang tata letak.

**Tabel 4.** Tabel Peta *from-to chart*

Bahan	Jumlah produksi/jam (ton)	Urutan Proses
Tebu	54	A → B
Tebu potong	52.4	B → C
Serabut tebu	52.2	C → D
Gilingan tebu I	30.8	D → E
Gilingan tebu II	29.2	E → F
Gilingan tebu III	27.6	F → G
Gilingan tebu IV	26.1	G → H
Gilingan tebu V	26.1	H → I
Nira saringan	41.92	I → J
Nira mentah	41.92	J → K
Ampas	26.1	J → H

Pada Tabel 4 menjelaskan kapasitas jumlah produksi/jam dalam satuan ton dengan urutan proses dari unit proses A – H. Proses awal dimulai dari unit kerja A yang merupakan meja tebu dengan kapasitas sebesar 54 ton. Pada unit A dilakukan proses penyortiran, sehingga terjadi penurunan berat sebesar 0,3% dari 54 ton menjadi 52,4 ton. Kemudian tebu ditransfer dari unit A ke B dengan berat 52,4 ton. Pada unit B tebu dipotong sehingga berat tebu mengalami penyusutan sebesar 0,3% dari 52,4 ton menjadi 52,2 ton. Selanjutnya tebu ditransfer ke unit C dengan berat 52,2 ton untuk dicacah. Kemudian dari unit C tebu yang sudah tercacah menjadi serabut ditransfer ke unit D untuk digiling. Dalam proses penggilingan terjadi penyusutan berat sebesar 41% dari 52,2 ton menjadi 30,8 ton. Hal ini dikarenakan tebu diperah sekering mungkin hingga kadar gula dalam tebu mendekati 0%. Untuk memaksimalkan pemerahan, tebu dari unit D ditransfer ke unit E dengan berat 30,8 ton untuk diperah ulang. Pada proses unit E terjadi penyusutan berat sebesar 44% dari 30,8 ton menjadi 29,2 ton. Dari unit E ditransfer ke unit F dengan penyusutan berat sebesar 47% dari 29,2 ton menjadi 27,6 ton. Kemudian dilanjutkan ke unit G dan H dengan penyusutan yang sama sebesar 50%, dari 27,6 ton menjadi 26,1 ton. Kemudian Nira mentah hasil perahan di saring pada unit I dengan berat nira sebesar 41,92 ton. Dari unit I nira mentah ditransfer ke unit J untuk ditimbang dengan berat 41,92 ton. Kemudian dari unit J di transfer ke unit K untuk dilakukan proses selanjutnya. Ampas terahir dari unit J ditransfer ke unit H untuk digiling ulang dan digunakan sebagai bahan bakar dengan berat 26.1 ton pada stasiun ketel.

### Penentuan Kebutuhan Luas Area Bidang Kerja

Sebelum merancang perbaikan tata letak, maka terlebih dahulu harus diperhatikan adalah penentuan kebutuhan luas ruangan (Anggraini & Putra, 2017). Dalam penentuan kebutuhan luas ruangan proses gilingan PT. PG Krebbe Baru, peneliti menggunakan “metode fasilitas industri” yaitu metode penentuan kebutuhan ruangan berdasarkan fasilitas gilingan dan

fasilitas pendukung. Luas ruangan dihitung dari ukuran setiap mesin yang digunakan dikalikan dengan jumlah mesin tersebut dan ditambah dengan kelonggaran untuk operator dan gang (Anwar *et al.* 2017; Amalia *et al.*, 2018). Toleransi yang digunakan adalah 50% dari luas perhitungan. Luas area toleransi diambil 50% untuk jarak antar mesin, jarak mesin ke batasan ruangan, ruang kerja operator, dan lintasan perpindahan bahan baku (Maryana & Meutia, 2018).

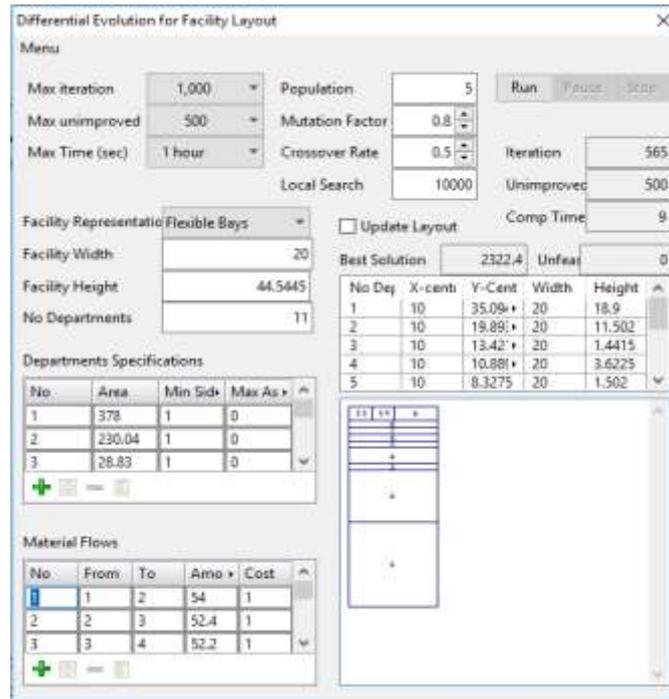
**Tabel 5.** Luas area bidang kerja yang dibutuhkan

Bidang kerja	Unit alat	Luas area (m <sup>2</sup> )
A	Penurunan tebu	378
B	Meja tebu	230.04
C	Cane cutter	28.83
D	Unigrator	72.45
E	Gilingan I	30.04
F	Gilingan II	30.04
G	Gilingan III	30.04
H	Gilingan IV	30.04
I	Gilingan V	30.04
J	DSM screan	14.5
K	Boulogne	16.87
Jumlah		890.89

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa total kebutuhan luas area untuk fasilitas stasiun gilingan pada PT. PG Krebet Baru adalah 890.98 m<sup>2</sup>. Dengan luas area ruang penurunan tebu adalah 378 m<sup>2</sup>, luas area meja tebu adalah 230.04 m<sup>2</sup>, luas area *cane cutter* adalah 28.83 m<sup>2</sup>, luas area *unigrator* adalah 72.45 m<sup>2</sup>, gilingan I, II, III, IV dan V memiliki luas area yang sama yakni 30.04 m<sup>2</sup>, luas area *DSM screan* adalah 14.5 m<sup>2</sup>, dan luas area Boulogne adalah 16.87 m<sup>2</sup>. Selain itu, kebutuhan luas area terkecil dimiliki oleh unit kerja *DSM screan*, yakni seluas 14.5 m<sup>2</sup>. Sedangkan kebutuhan luas yang terbesar adalah ruang penurunan tebu yaitu seluas 378 m<sup>2</sup>. Luas area setiap bidang kerja (Tabel 5) ini digunakan sebagai parameter input dalam software DE-FL untuk menghasilkan tata letak baru.

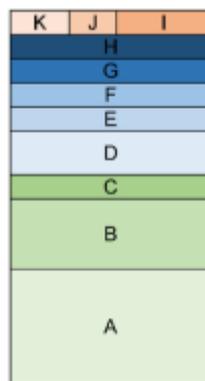
### Usulan Perbaikan Tata Letak pada Stasiun Gilingan

Menurut (Palomo-Romero dan Juan M, 2017), software DE-FL digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tata letak. DE-FL merupakan analisis yang membantu karyawan untuk mengambil keputusan tata letak, karena mengutamakan aspek kuantitas seperti *material handling*, jarak stasiun dan aspek rasio. Pemodelan ini menggunakan metode *genetic algorithm*. Ini adalah sebuah metode yang mengoptimalkan suatu masalah secara iteratif. Gambar 6 menunjukkan proses simulasi untuk menghasilkan perbaikan tata letak di PT. PG Krebet Baru. Semua parameter yang dimasukkan ke dalam software mengacu pada prosedur penggunaan software. Namun ada beberapa parameter penting yang dimasukkan dari hasil analisis di stasiun gilingan, yakni panjang dan lebar stasiun, jumlah bidang kerja, kebutuhan luas area pada masing-masing bidang kerja, dan jumlah aliran bahan.



**Gambar 6.** Tampilan antar muka software DE-FL

Setelah proses iterasi, DE-FL memberikan perbaikan tata letak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Dapat dilihat bahwa tata letak ini berbeda dibandingkan dengan tata letak sebelumnya terutama dalam hal susunan antar bidang kerja. Selanjutnya, usulan tata letak ini dievaluasi jarak tempuhnya berdasarkan aliran bahan antar bidang kerja.



Keterangan :

- A. Penurunan Tebu
- B. Meja Tebu
- C. Cane Cutter
- D. Unigrator
- E. Gilingan I
- F. Gilingan II
- G. Gilingan III
- H. Gilingan IV
- I. Gilingan V
- J. DSM screan
- K. Boulogne

**Gambar 7.** Usulan perbaikan tata letak pada stasiun gilingan

Tabel 7 merupakan titik pusat (X, Y) baru pada setiap bidang kerja. Titik pusat ini merupakan representasi dari usulan perbaikan tata letak (Gambar 7). Dapat dilihat bahwa dari bidang kerja A sampai H memiliki titik pusat horizontal (X) yang sama, yakni 10 dimana bahan akan dialirkan satu arah dari stasiun A sampai H.

**Tabel 6.** Titik pusat baru setiap bidang kerja

Bidang Kerja	Unit Alat	X : Y
A	Penurunan tebu	10 : 35.094
B	Meja tebu	10 : 19.893
C	Cane cutter	10 : 13.421
D	Unigrator	10 : 10.889
E	Gilingan I	10 : 8.327
F	Gilingan II	10 : 6.825
G	Gilingan III	10 : 5.323
H	Gilingan IV	10 : 3.821
I	Gilingan V	15.10 : 1.535
J	DSM screan	7.855 : 1.535
K	Boulogne	2.747 : 1.535

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa total jarak tempuh bahan mengalami perubahan dari 89.32 m (tata letak awal) menjadi 46.523 m (usulan tata letak baru). Jika perubahan titik pusat pada masing-masing bidang kerja di terapkan, maka proses produksi akan menghemat jarak tempuh sebesar 42.797 m. Selain itu, berdasarkan hasil ini bisa disimpulkan bahwa perancangan ulang dengan metode *genetic algorithm* dapat mengurangi jarak tempuh material. Jarak tempuh baru setiap aliran kerja diberikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Jarak tempuh baru

Urutan proses	Jarak tempuh (m)
A → B	15.201
B → C	6.472
C → D	2.532
D → E	2.562
E → F	1.502
F → G	1.502
G → H	1.502
H → I	7.395
I → J	2.747
J → K	5.108
Jumlah	46.523

Pada Tabel 7 menjelaskan jarak antar stasiun kerja yang baru dari hasil pengolahan data dengan metode *genetic algorithm*. Perubahan titik pusat mempengaruhi koordinat letak stasiun kerja sehingga menghasilkan jarak tempuh baru. Bisa dijelaskan jarak titik pusat dari A ke B adalah sejauh 15,201 meter, B ke C adalah sejauh 6,472 meter, C ke D adalah sejauh 2,532 meter, D ke E adalah sejauh 2,562 meter, E ke F adalah sejauh 1,502 meter, F ke G adalah sejauh 1,502 meter, G ke H adalah sejauh 1,502 meter, H ke I adalah sejauh 7,395 meter, I ke J adalah sejauh 2,747 meter, J ke K adalah sejauh 5,108 meter. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa jarak material flow pada stasiun gilingan PT PG Kribet Baru Malang mengalami perubahan. Total jarak tempuh bahan mengalami perubahan yang tadinya 89,32 meter menjadi 46,523 meter dan terjadi pengurangan jarak awal sejauh 42,797 meter. Berdasarkan hasil ini bisa disimpulkan perancangan ulang dengan metode *genetic algorithm* dapat mengurangi jarak tempuh material.

### Aspek Ergonomi dalam Usulan Rekayasa Tata Letak

Aspek ergonomi (*human factors*) mencoba mengkaitkan rancangan produk dalam hal ini adalah desain tata letak untuk bisa diselaraskan-serasikan dengan manusia (pegawai) (Salleh dan Sukadarin, 2018). Aspek ini didasarkan pada kapasitas maupun keterbatasan dari sudut tinjauan kemampuan fisiologik maupun psikologik-nya, dengan tujuan untuk meningkatkan performa kerja dari manusia. Hubungan antara manusia dengan lingkungan fisik kerjanya juga merupakan fokus studi ergonomi (Serrano & Costa, 2018). Lingkungan fisik kerja yang dimaksudkan dalam hal ini meliputi setiap faktor (kondisi suhu udara, pencahayaan, kebisingan dan sebagainya) yang bisa memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi, keselamatan, kesehatan kenyamanan, maupun ketenangan orang bekerja sehingga menghindarkan diri dari segala macam bentuk kesalahan manusiawi (*human errors*) yang berakibat kecelakaan kerja.

Pada penelitian ini, tata letak baru sudah didesain berdasarkan aspek ergonomi yang dibuktikan dengan perhitungan kebutuhan luas area setiap bidang kerja. Bahwa ruang yang dibutuhkan oleh fasilitas yang berkaitan dengan peralatan, bahan, pegawai, dan kegiatan telah diberikan kelonggaran sebesar 50% dari luas awal yang dibutuhkan. Ini bertujuan untuk memberikan keselamatan kerja, memudahkan mobilitas bahan, dan memudahkan mobilitas antar pegawai. Penentuan nilai kelonggaran ini (50%) mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tita (2015), yakni nilai kelonggaran 40-60%.

Setelah usulan tata letak ini berhasil diadopsi oleh PT. PG Krebet Baru, maka beberapa aspek ergonomi lainnya yang menjadi arah penelitian kedepan adalah hubungan antara pegawai dengan tata letak kerja. Ini dapat diungkap menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) (Valentim et al., 2018; Hidayat et al. 2018), yakni metode survei yang dikembangkan dalam investigasi ergonomi tempat kerja terhadap gangguan ekstremitas pekerjaan yang dialami oleh pegawai. Metode ini tidak memerlukan peralatan khusus dalam memberikan penilaian dari postur leher, batang, dan tungkai atas bersama dengan fungsi otot dan beban eksternal yang dialami tubuh. Sebuah sistem pengkodean digunakan untuk menghasilkan suatu daftar tindakan yang menunjukkan tingkat intervensi yang digunakan untuk mengurangi risiko cedera karena beban fisik pada pegawai.

### Pembahasan Umum

Tata letak pabrik memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kelancaran produksi dan biaya produksi (Hartono & Yuliana, 2017). Desain tata letak pabrik yang baik adalah yang mampu meningkatkan keefektifan dan keefisienan melalui penurunan perpindahan jarak material, dan biaya penanganan bahan (Hamdani, Fauzan, 2017). Salah satu hal penting dalam merancang tata letak pabrik adalah mengatur tata letak mesin (Tannady, Hendy, and Erwin Adianto, 2017). Tujuan rancangan tersebut adalah untuk mengoptimalkan hubungan antara bagian operasi, aliran bahan (Pribadi, Rinto, 2017).

Dalam penelitian ini, perancangan ulang tata letak stasiun gilingan pada PT. PG Krebet Baru menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan tata letak yang diterapkan saat ini. Hal ini dibuktikan dengan penurunan jarak tempuh antar bidang kerja sebesar 42.797 m. Dengan hasil rancangan layout baru dari software DE-FL maka terjadi perubahan ukuran jarak tempuh, titik pusat baru dan perubahan lintasan pada beberapa unit kerja. Total jarak tempuh bahan mengalami perubahan yang tadinya 89,32 meter menjadi 46,523 meter dan terjadi pengurangan jarak awal sejauh 42,797 meter. Berdasarkan hasil ini bisa disimpulkan perancangan ulang dengan metode *genetic algorithm* dapat mengurangi jarak

tempuh material. Penurunan jarak tempuh ini akan berdampak secara signifikan terhadap performansi perusahaan seperti peningkatan efisiensi kerja, waktu, dan penanganan bahan (Setiyawan et al. 2017).

Usulan tata letak baru ini adalah peran optimasi secara iteratif dari metode algoritma genetika, dimana tujuan utama algoritma ini adalah meminimumkan nilai jarak tempuh antar bidang kerja. Filosofi dari algoritma genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis (Serpini, Georgios et al. 2015). Keberagaman pada evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu (Batubara et al. 2017). Untuk

menghasilkan tata letak yang optimum, yang digunakan sebagai representasi dari kromosom adalah lintasan antar bidang kerja itu sendiri. Suatu kromosom terdiri dari  $m$  sub-kromosom, dimana satu sub-kromosom menunjukkan satu bidang kerja. Panjang sub-kromosom tergantung dari jumlah elemen kerja yang akan diproses pada stasiun kerja tertentu (Rajak dan Sahdar, 2018). Berdasarkan laporan ilmiah, algoritma genetika telah terbukti efektif untuk menyelesaikan permasalahan tata letak pada berbagai perusahaan (Rajak dan Sahdar, 2018, Prasetya *et al.* 2015).

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Desain tata letak di PT. PG Krebet Baru saat ini memiliki jarak tempuh antar bidang kerja adalah sejauh 89.32 m, dan perbaikan tata letak menggunakan metode *genetic algorithm* memberikan jarak tempuh yang lebih pendek, yakni 46.523 m; (2) Jika dibandingkan antara tata letak yang sudah ada dengan tata letak yang baru, maka pengurangan jarak tempuhnya adalah sejauh 42.797 m. Hal tersebut dikarenakan semua bidang kerja didekatkan sesuai dengan alur proses produksi. Dengan demikian perubahan jarak tempuh menggunakan rancangan tata letak baru menghasilkan efektifitas jarak hingga 42,7%. Jika jarak tempuh semakin pendek maka ini akan berbanding lurus dengan biaya penanganan bahan yang semakin kecil. Selain itu waktu proses produksi juga semakin singkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Amalia, R. R., Ariyani, L., & Noor, M. 2018. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Industri Tahu untuk Meminimalkan Material Handling dengan Algoritma Blocplan Di UD. Pintu Air. Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 4(2), 89-100.
- Angraini, W., & Putra, R. D. E. (2017, May). *Perancangan ulang Tata Letak Fasilitas Di Pabrik Karet P&P Bangkinang Untuk Optimalisasi Jarak Dan Ongkos Material Handling. In Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri di Pekanbaru*, 18-19 Mei 2017 (pp. 546-554).
- Anwar, A., Bakhtiar, B., & Nanda, R. (2017). *Usulan Perbaikan Tata Letak Pabrik dengan Menggunakan Systematic Layout Planning (SLP) di CV. Arasco Bireuen. IEJ*, 4(2).
- Batubara, Sumiharni, and Fikri Nuradhi. "Penyeimbangan Lini Perakitan Menggunakan Metode Genetic Algorithm Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi." *Jurnal Teknik Industri* 7.2 (2017).
- Chang, H. C., & Liu, T. K. (2017). Optimisation of distributed manufacturing flexible job shop scheduling by using hybrid genetic algorithms. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(8), 1973-1986.
- Elvani, Sendy Parlinsa, Anis Rachma Utary, and Rizky Yudaruddin. "Peramalan jumlah produksi tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode arima (autoregressive integrated moving average)." *Jurnal Manajemen* 8.1 (2017): 95-112.
- Hamdani, Fauzan, Lely Herlina, and Bobby Kurniawan. "Usulan Layout Perkantoran Baru Menggunakan Metode Activity Relationship Chart dan Blocplan Di PT. Krakatau Bandar Samudera." *Jurnal Teknik Industri Untirta* (2017).
- Hartono, N., & Yuliana, Y. 2017. *Studi Kasus Perbandingan Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik Pada PT Sennatra Pendawa Tama Secara Manual Dan Dengan Software VIP-PLANOPT10. Jurnal Industrial Services*, 3(1c).
- Heizer Andi Jay dan Render, Barry. 2006. *Manajemen Operasi (terjemahan)*. Jakarta: Salemba Empat
- Hidayat, A., Yusuf, M., & Asih, E. W. (2018). *Analisis Postur Kerja Dengan Menggunakan Metode OWAS(Ovako Working Posture Analysis System), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), Dan REBA (Rapid Entire Body Assessment)(Studi Kasus Di PT. Adi Satria Abadi). Jurnal Rekavasi*, 6(1).

- Kuspratomo, A. D., Burhan, B., & Fakhry, M. (2016). *Pengaruh varietas tebu, potongan dan penundaan giling terhadap kualitas nira tebu*. *AGROINTEK*, 6(2), 123-132
- Maryana, M., & Meutia, S. (2018). *Perbaikan Metode Kerja pada Bagian Produksi dengan Menggunakan Man And Machine Chart*. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi*, 2(2), 15-26.
- Palomo-Romero, Juan M., Lorenzo Salas-Morera, and Laura García-Hernández. "An island model genetic algorithm for unequal area facility layout problems." *Expert Systems with Applications* 68 (2017): 151-162.
- Pangestuti, E. K. (2016). *Pemanfaatan Sisa Pembakaran Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Proses Pembuatan Paving*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 14(2), 171-178.
- Prasetya, Yefta Yosi, Johan K. Runtuk, and Lusia Permata Sari Hartanti. "Analisis Tata Letak Fasilitas Dalam Meminimasi Material Handling (Studi Kasus: Perusahaan Roti Matahari)." (2015)
- PRIBADI, RINTO. *Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Algoritma CRAFT dan Simulasi ARENA di PT. Satria Teknik Mandiri*. Diss. Fakultas Teknik, 2017.
- RAJAK, SAHDAR. *Optimasi Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Algoritma Genetika*. MS thesis. Universitas Islam Indonesia, 2018.
- Safitri, N. D., Ilmi, Z., & Kadafi, M. A. (2018). *Analisis Perancangan Tataletak Fasilitas Produksi menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC)*. *JURNAL MANAJEMEN*, 9(1), 38-47.
- Salleh, N. F. M., & Sukadarin, E. H. (2018). *Defining Human Factor and Ergonomic and its related issues in Malaysia Pineapple Plantations*. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 150, p. 05047). EDP Sciences.
- Sermpinis, Georgios, et al. "Modeling, forecasting and trading the EUR exchange rates with hybrid rolling genetic algorithms—Support vector regression forecast combinations." *European Journal of Operational Research* 247.3 (2015): 831-846.
- Serrano, M. Á., & Costa, R. (2018). *Stressing the Stress or the Complexity of the Human Factor: Psychobiological Consequences of Distress*. In *New Perspectives on Applied Industrial Tools and Techniques* (pp. 431-447). Springer, Cham.
- Setiyawan, Danang Triagus, Dalliya Hadlirotul Quddsiyah, and Siti Asmaul Mustaniroh. "Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode BLOCPPLAN dan CORELAP (Studi Kasus pada UKM MMM di Gading Kulon, Malang)." *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 6.1 (2017): 51-60.
- Sukardi, S. (2016). *Gula Merah Tebu: Peluang Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Melalui Pengembangan Agroindustri Pedesaan*. *JURNAL PANGAN*, 19(4), 317-330.
- Tannady, Hendy, and Erwin Adiando. "Analisis Studi Dan Gerakan Simulasi Antrian Untuk Peningkatan Produktivitas Pada Pelayanan Servis Motor." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 2.2 (2017).
- TITA, TASDIKIN. "Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Barang Jadi Dengan Menggunakan Metode Dedicated Storage Guna Meningkatkan Efektifitas Di PT. Restomart Cipta Usaha (Nayati Group)." *Skripsi, Fakultas Teknik* (2015).
- Valentim, D. P., de Oliveira Sato, T., Comper, M. L. C., da Silva, A. M., Boas, C. V., & Padula, R. S. (2018). *Reliability, Construct Validity and Interpretability of the Brazilian version of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Strain Index (SI)*. *Brazilian journal of physical therapy*, 22(3), 198-204.
- Whitsed, R., & Smallbone, L. T. (2017). *A hybrid genetic algorithm with local optimiser improves calibration of a vegetation change cellular automata model*. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(4), 717-737.