

Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part

by Yoela Senni Stefianti, Rainisa Maini Heryanto, Kartika Suhada

Submission date: 04-Apr-2025 02:16PM (UTC+0700)

Submission ID: 2634839093

File name: JIME_2022.pdf (1.22M)

Word count: 8900

Character count: 40441



Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part

Relayout of Production Facilities using Fractal Method at Spare Part Manufacturer

Yoela Senni Stefianti¹⁾, *Rainisa Maini Heryanto²⁾, Kartika Suhada³⁾
^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Kristen Maranatha, Indonesia

Diterima: Agustus 2022; Disetujui: Agustus 2022; Dipublikasi: November 2022
*Corresponding author: rainisa.mh@eng.maranatha.edu

Abstrak

Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi perlu dilakukan oleh sebuah manufaktur apabila ada produk baru yang diproduksi dan memiliki aliran material yang berbeda dari produk yang ada. Jika tata letak fasilitas lama tetap dipertahankan maka aliran material akan menjadi tidak teratur dan menimbulkan jarak perpindahan material yang jauh serta ongkos material handling yang cukup besar. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merancang ulang tata letak fasilitas produksi adalah metode fraktal. Metode ini cocok digunakan untuk sistem job shop karena dapat memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi dan total ongkos material handling yang rendah. Hal ini terbukti dari studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebuah manufaktur spare part yang awalnya menerapkan tata letak by process. Tata letak awal kurang fleksibel seiring dengan kondisi manufaktur saat ini dimana ada penambahan variasi jenis produk yang diproduksi. Jarak antar mesin dengan jenis yang berbeda menjadi berjauhan. Dengan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi menggunakan metode fraktal, diperoleh penghematan ongkos material handling sebesar Rp. 157.868,64/minggu atau sebesar 60,75%/minggu dan penghematan total jarak perpindahan sebesar 186,365 meter/minggu atau sebesar 38,93%/minggu. Metode fraktal terbukti dapat digunakan untuk merancang tata letak fasilitas produksi serta mengurangi ongkos material handling dan jarak perpindahan material.

Kata kunci: fleksibel, jarak perpindahan, job order, metode fraktal, ongkos material handling

Abstract

The relayout of the production facilities needs to be carried out by a manufacturer if there is a new product produced that has a different material flow from the existing product. If the layout of the initial facility is maintained, the material flow will become irregular and lead to long material transfer distances and substantial material handling costs. One method that can be used for relayout production facilities is the fractal method. This method is suitable for job shop system because it could provide a high level of flexibility and low total material handling costs. The case study used in this research, which is a spare part manufacturer that initially applied the by-process layout. The initial layout is less flexible in line with the current manufacturing conditions where there are additional variations in the types of products produced. The distance between machines with different types becomes far apart. By relayout of the production facilities using the fractal method, the material handling cost savings of IDR 157,868.64/week or 60.75%/week and the total savings in moving distance is 186,365 meters/week or 38.93%/week. Fractal method is proven to be used to design the layout of production facilities and reduce material handling costs and material transfer distances.

Keywords: flexible, fractal method, job order, material handling cost, transfer distance

How to cite: Stefianti, S. Y., Heryanto, R. M., dan Suhada, K., (2022), Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*. 6 (2): 189-206

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, khususnya industri manufaktur, tata letak fasilitas merupakan hal yang penting untuk diperhatikan. Perancangan tata letak pabrik merupakan suatu kegiatan merancang fasilitas fisik yang berada di pabrik, diantaranya adalah peralatan, mesin, bangunan dan fasilitas-fasilitas lainnya (Apple, 1990). Perencanaan tata letak lantai produksi dalam industri manufaktur dilakukan untuk memperlancar aliran proses produksi yang ada. Perencanaan fasilitas akan menentukan bagaimana aset tetap yang berwujud akan mendukung tercapainya suatu tujuan kegiatan. Untuk perusahaan manufaktur, perencanaan fasilitas melibatkan penentuan bagaimana fasilitas manufaktur dapat mendukung produksi (Santoso & Heryanto, 2020).

Perancangan tata letak pabrik (*relayout*) dilakukan berdasarkan pabrik yang sudah ada namun memiliki beberapa alasan tertentu sehingga perlu dilakukan perancangan ulang tata letak (Wignjosoebroto, 1996). Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi perlu dilakukan oleh sebuah manufaktur apabila ada produk baru yang diproduksi dan memiliki aliran material yang berbeda dari produk yang ada. Jika tata letak fasilitas lama tetap dipertahankan maka

aliran material akan menjadi tidak teratur dan menimbulkan jarak perpindahan material yang jauh serta Ongkos *Material Handling* (OMH) yang cukup besar.

Terdapat beberapa jenis tata letak untuk suatu fasilitas salah satunya adalah tata letak dengan menggunakan metode fraktal. Metode fraktal dalam tata letak muncul sebagai akibat perkembangan tata letak selular (Anggraini & Sunarni, 2019). Tata letak fraktal ini dilakukan untuk membuat pabrik-pabrik kecil di dalam satu pabrik besar. Pada tata letak fraktal dilakukan perancangan beberapa sel yang terdiri dari berbagai jenis mesin sesuai dengan kebutuhannya, sehingga hal tersebut akan dimungkinkan terjadinya banyak perpindahan material dalam sel dan meminimasi perpindahan material antar selnya. Dengan begitu maka jarak perpindahan antar operasi yang dihasilkan dapat diminimasi, sehingga tata letak fraktal ini cocok digunakan untuk perusahaan dengan lingkungan *job shop* karena memiliki fleksibilitas yang tinggi.

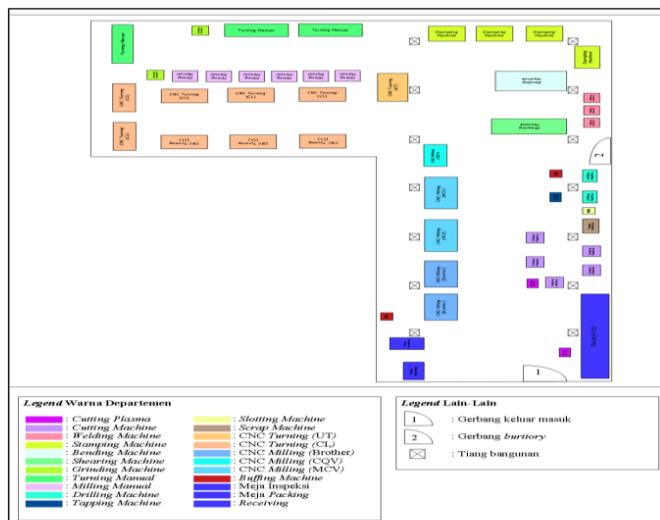
Terdapat beberapa penelitian tentang tata letak fasilitas yang menggunakan metode fraktal diantaranya adalah penelitian Suhada, dkk (2012) yang mempertimbangkan dua alternatif dalam penugasan produk yaitu jalur terpendek dan jalur yang dapat memproduksi keseluruhan produk (Suhada et al., 2012).

Penelitian lain adalah penelitian Santoso dan Halim (2012) pada perusahaan produksi kulit dan menghasilkan selisih OMH sebesar 39% dibandingkan tata letak *by process* (Santoso & Halim, 2012). Penelitian Anggraini dan Sunari (2019) yang menerapkan metode fraktal pada perusahaan mebel yang menghasilkan penurunan jarak perpindahan sebesar 6.251% dan penurunan OMH sebesar 3.066%/tahun (Anggraini & Sunarni, 2019)

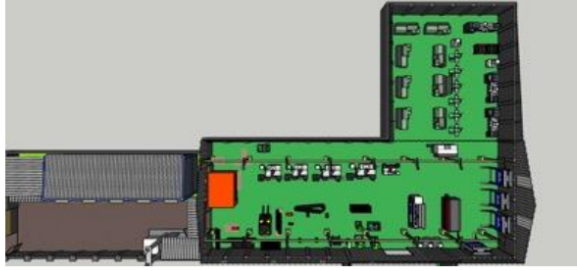
Dalam penelitian ini digunakan sebuah kasus tata letak fasilitas produksi pada sebuah manufaktur *spare part*. Manufaktur ini menerapkan sistem *job shop* dan seiring waktu terdapat pengembangan dalam variasi jenis produk

yang diproduksi sehingga memiliki aliran produksi yang berbeda-beda. Tata letak awal yang digunakan adalah tata letak *by process* dan menjadi kurang fleksibel dengan adanya penambahan variasi jenis produk. Tata letak lantai produksi awal dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Penggambaran tata letak fasilitas ini dilakukan dengan bentuk dua dimensi dan tiga dimensi dimana untuk ukuran skala yang digunakan adalah 1:100 berdasarkan ukuran aktualnya

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan metode fraktal sehingga didapatkan total OMH dan jarak perpindahan yang dapat diminimasi.



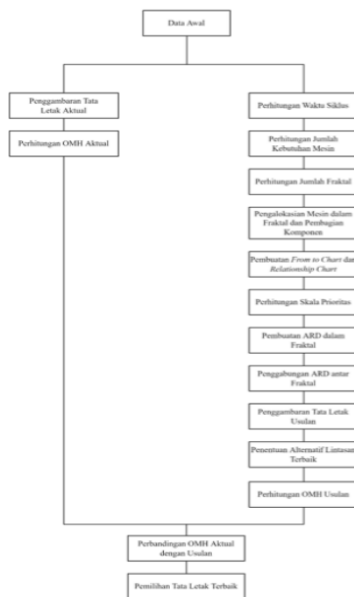
Gambar 1. Tata Letak Lantai Produksi Awal



Gambar 2. Tata Letak Awal

METODE PENELITIAN

Skema penelitian untuk pengolahan data yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Skema Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode fraktal yang memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perencanaan Kapasitas

$$N_t = \left\lceil \frac{\sum_{j \in T} D_j A_{jt}}{M_t} \right\rceil^* \quad (1)$$

Keterangan:

[*] = nilai bilangan bulat terkecil yang lebih dari atau sama dengan *

N_t = jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan oleh mesin t

D_j = besar permintaan untuk produk j
 A_{jt} = waktu yang digunakan di mesin t untuk mengerjakan 1 unit produk j

M_t = waktu yang tersedia pada mesin t selama periode permintaan

Nilai perencanaan kapasitas sama dengan jumlah mesin yang dibutuhkan.

2. Perhitungan Jumlah Fraktal

a. Penentuan jumlah fraktal

Jumlah sel ditentukan berdasarkan rata-rata jumlah stasiun kerja untuk setiap jenis mesin, selain itu bisa ditentukan juga dari populasi sel yang mengacu pada jumlah jenis mesin yang tersedia dengan rumus:

$$\text{Jumlah fraktal} = \frac{\text{Jumlah Mesin}}{\text{Jumlah Jenis Mesin}} \quad (2)$$

b. Penugasan masing-masing mesin ke tiap fraktal

Terdapat tiga alternatif untuk menugaskan mesin ke tiap fraktal, yaitu: (Santoso & Halim, 2012)

- Tempatkan 1 unit mesin untuk setiap jenis mesin pada sel yang tersedia (untuk jenis mesin yang memiliki jumlah sama dengan jumlah sel). Selain jenis mesin tadi, tempatkan mesin tambahan untuk salah satu jenis mesin saja di salah satu sel dan tidak untuk yang lainnya.
 - Sediakan tambahan mesin (untuk jenis mesin yang jumlahnya tidak sama dengan rata-rata) sehingga tiap sel memiliki jumlah yang sama untuk jenis mesin tersebut.
 - Penambahan mesin tidak perlu dilakukan akan tetapi letakkan jenis mesin tersebut diantara fraktal yang membutuhkan.
- Jika jumlah sel telah ditetapkan dan tidak diinginkan adanya duplikasi, maka dapat diikuti langkah-langkah di bawah ini:
- Untuk semua jenis mesin yang jumlahnya sama dengan jumlah sel, tempatkan 1 replikasi di tiap sel.
 - Letakkan sisa replikasi tersebut dalam suatu daftar dimana mesin yang jenisnya sama dikelompokkan

bersama-sama. Tempatkan replikasi pertama yang berada dalam daftar pada sel pertama, replikasi kedua pada sel kedua, dan begitu seterusnya. Ulangi dari sel pertama jika semua sel sudah ditempatkan satu kali. Jika semua mesin yang berada dalam daftar sudah ditempatkan, maka prosedur ini dapat dihentikan.

c. Penentuan tata letak awal

Tata letak awal ini dibuat berdasarkan jumlah mesin yang ada pada masing-masing sel dan belum memperhatikan letak dari sel tersebut maupun letak dari mesin-mesin yang berada di dalam sel tersebut. Penyusunannya dapat dilakukan dengan membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD). ARD adalah percobaan tata letak pertama dan merupakan hasil dari *Activity Relationship Chart* (ARC) dan *worksheet* (Stephens & Meyers, 2019).

3. Perhitungan *Flow Assignment*

Perhitungan *flow assignment* dilakukan untuk meminimasi jarak perpindahan material. *Flow assignment* dijelaskan melalui model berikut ini: (Anggraini & Sunarni, 2019)

$$\text{Minimize } z = \sum_j \sum_k C_{jk} X_{jk} \quad (3)$$

$$\text{Subject to } \sum_k X_{jk} \geq D_j \quad \forall_j \quad (4)$$

$$\sum_j \sum_k A_{jkt} X_{jk} \leq M_t \quad \forall_t \quad (5)$$

$$X_{jk} \geq 0 \forall j, k \quad (6)$$

Keterangan:

C_{jk} = jarak yang termasuk jalur k untuk produk j

X_{jk} = jumlah produk j yang menggunakan jalur k

D_j = besar permintaan produk j (fraksi waktu dari total permintaan produk)

M_t = kapasitas mesin dari replikasi t

A_{jt} = waktu terpakai dari replikasi t oleh 1 unit produk j (*processing time*)

$A_{jkt} = \begin{cases} A_{jt}, & \text{jika jalur k memakai replikasi t untuk produk j} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$

Formulasi di atas dikenal sebagai *the arc-path formulation of multicommodity network flow model* (MCNF).

4. Pembentukan Tata Letak Sel dan Tata Letak Akhir

Masalah tata letak fraktal terdiri dari 2 langkah yaitu tata letak sel dan tata letak akhir. Tata letak sel menyangkut bagaimana replikasi diletakkan di dalam sel, sedangkan tata letak akhir menyangkut tata letak dari setiap sel dalam suatu lahan atau area.

Prosedur mendasar dalam membuat tata letak akhir:

- Sel yang bentuknya persegi dapat diletakkan relatif satu sama lain, berdasarkan jumlah sel yang ada.

- Sel cukup besar untuk menyesuaikan replikasi yang menempati sel.

- Untuk tata letak yang bentuknya sangat persegi, penempatan sel biasanya sama dengan area/luas sel yang dibutuhkan.

- Untuk tata letak yang tidak memiliki bentuk tertentu, penempatan sel biasanya lebih besar dari area/luas sel yang dibutuhkan.

Metode perhitungan jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *aisle* yang merupakan metode perhitungan jarak aktual yang dilalui oleh *material handling* (Heragu, 1997). Jarak yang dihitung merupakan jarak yang dialami oleh *material* ketika berpindah fasilitas dengan akumulasi jarak sumbu. Metode ini dapat digunakan ketika telah dilakukan penempatan gang pada tata letak fasilitas. Pada metode ini tidak ada rumus yang pasti karena perhitungan jarak disesuaikan dengan tata letak fasilitas.

Dalam penelitian ini juga digunakan *from to chart* yang merupakan sebuah diagram yang menggambarkan aliran material dari satu departemen ke departemen lainnya (Apple, 1990). Dengan adanya *from to chart* dapat diketahui total OMH yang dikeluarkan dari awal gudang bahan baku hingga akhir gudang barang jadi. *From to chart* merupakan salah satu teknik

konvensional yang digunakan dalam pemindahan material dalam proses produksi (Wignjosuebrot, 1996). Dengan adanya *from to chart* ini dapat diketahui bagaimana hubungan yang terjadi antara satu departemen dengan departemen lainnya (Santoso & Heryanto, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan perancangan ulang tata letak lantai produksi dengan studi kasus pada sebuah manufaktur *spare part* yang memiliki permintaan *job order* yang diterima selama satu minggu. Terdapat delapan jenis produk yang diteliti yaitu PAD 3 Hole, Lifting Bar Capella Netto, Vertical Bolt KS MK III sz 1, Lock Mount Plate Assy Top Lock, Lock Mount Plate (0.3), Front Bolt, Guide Tube, dan Spindle Handle Bush.

Waktu siklus yang dimiliki oleh setiap prosesnya didapatkan dari data banyaknya unit yang diproses dan total waktu yang digunakan oleh operator dalam melakukan proses produksi. Perhitungan waktu siklus ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan masing-masing proses untuk memenuhi permintaan yang ada.

Tata letak awal dari manufaktur *spare part* adalah tata letak *by process*. OMH dihitung sesuai dengan penggunaan alat *material handling* yang digunakan

untuk masing-masing perpindahan bahan yang dilakukan. Perhitungan ini berdasarkan faktor frekuensi (f), jarak (d) dan biaya (c). Frekuensi yang digunakan berdasarkan jumlah dari produk yang dilakukan produksi dan kapasitas pengangkutan dengan jenis alat *material handling* yang digunakan.

Alat *material handling* yang digunakan dalam studi kasus termasuk ke dalam *transporters* (truk industri) yang merupakan kendaraan tangan atau bertenaga yang digunakan untuk pergerakan dari beban campuran atau seragam, berselang-seling, melalui berbagai jalur dan memiliki fungsi utama sebagai transportasi (Diaz & Smith, 2008). Kapasitas dari masing-masing alat *material handling* berbeda, untuk perpindahan manual dapat dilakukan hanya 2 unit per satu kali perpindahan sedangkan untuk *hand trolley* dan *forklift* adalah sesuai dengan kapasitas volume yang dapat dipindahkan.

Tabel 1 merupakan perhitungan frekuensi perpindahan yang dilakukan untuk masing-masing aliran produk. Perhitungan OMH tata letak *by process* terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Perhitungan Frekuensi Tata Letak *by Process*

No	Aliran		Komponen	Produk	Material Handling	Jumlah Produk	Dimensi Produk (mm)		Material Handling (mm)		Frekuensi	
	Dari	Ke					P	L	P	L	Kapasitas	Frekuensi
1	Receiving	Cutting Plasma	11	PAD 3 Hole	Manual	51					2	25,3
2			41	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	51					2	26,5
3			21	Lifting Bar Capella Netto	Hand Trolley	84	430	380	730	470	1	84
4			31	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Hand Trolley	91	374	120	730	470	3	30,333
5			51	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	1005	100	730	470	28	0,786
6			61	Front Bolt	Hand Trolley	15	476	410	730	470	1	15
7			71	Guide Tube	Hand Trolley	72	510	456	730	470	1	72
8			81	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	46	280	210	730	470	4	11,800
9	Cutting Plasma	Drilling Machine	12	PAD 3 Hole	Hand Trolley	51	326	230	730	470	4	12,75
10		Stamping Machine	42	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Forklift	51	1000	750	2000	1300	2	26,500
11		CNC Milling (MCV)	13	PAD 3 Hole	Hand Trolley	51	326	230	730	470	4	12,75
12		Milling Manual	46	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Hand Trolley	51	256	20	730	470	1	12,580
13			14	PAD 3 Hole	Hand Trolley	51	326	230	730	470	4	12,75
14		CNC Milling (MCV)	53	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	1005	100	730	470	28	0,786
15			33	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Hand Trolley	91	374	120	730	470	3	30,333
16		Milling Manual	22	Lifting Bar Capella Netto	Hand Trolley	84	430	380	730	470	1	84
17		CNC Turning (CL)	72	Guide Tube	Hand Trolley	72	510	456	730	470	1	72
18		Cutting Machine	82	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	46	280	210	730	470	4	11,800
19			32	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Hand Trolley	91	374	120	730	470	1	30,333
20			52	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	1005	100	730	470	28	0,786
21		Tapping Machine	62	Front Bolt	Manual	15					2	7,5
22			23	Lifting Bar Capella Netto	Manual	84					2	42
23		CNC Turning (UT)	72	Guide Tube	Manual	72					2	36
24		CNC Turning (CL)	82	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23
25			25	Lifting Bar Capella Netto	Hand Trolley	84	430	380	730	470	1	84
26			75	Guide Tube	Hand Trolley	72	510	456	730	470	1	72
27			85	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	46	280	210	730	470	4	11,800
28			24	Lifting Bar Capella Netto	Manual	84					2	42
29		CNC Turning (UT)	72	Guide Tube	Manual	72					2	36
30			84	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23
31		Tapping Machine	34	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Hand Trolley	91	374	120	730	470	3	30,333
32		Milling Manual	47	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Hand Trolley	51	256	220	730	470	1	12,580
33			35	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Hand Trolley	91	374	120	730	470	3	30,333
34		Tapping Machine	63	Front Bolt	Hand Trolley	15	476	410	730	470	1	15
35			45	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	51					2	26,5
36		Stamping Machine	43	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Hand Trolley	51	256	230	730	470	4	12,580
37		Scrap Machine	44	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	51					2	26,5
38			15	PAD 3 Hole	Manual	51					2	25,3
39			26	Lifting Bar Capella Netto	Manual	84					2	42
40			36	Vertical Bolt KS MK III sz 1	Manual	91					2	45,5
41			48	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	51					2	26,5
42			54	Lock Mount Plate (0.3)	Manual	22					2	11
43			64	Front Bolt	Manual	15					2	7,5
44			76	Guide Tube	Manual	72					2	36
45			86	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23

Tabel 2. OMH Tata Letak *by Process*

No	Aliran		Komponen	Produk	Frekuensi (per minggu)	Jarak (m)	Jenis Material Handling	Biaya (per m)	OMH (per minggu)
	Dari	Ke							
1	Receiving	Cutting Plasma	11	PAD 3 Hole	26	6,110	Manual	Rp. 14,07	Rp. 2.234,39
2			41	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	6,110	Manual	Rp. 14,07	Rp. 2.320,33
3			21	Lifting Bar Capella Netto	84	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 13.147,41
4			31	Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 4.852,02
5			51	Lock Mount Plate (0.3)	1	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 156,52
6			61	Front Bolt	15	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 2.347,75
7			71	Guide Tube	72	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 11.269,21
8			81	Spindle Handle Bush	12	10,823	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 1.874,20
9	Cutting Plasma	Drilling Machine	12	PAD 3 Hole	13	10,295	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 1.935,45
10		Stamping Machine	42	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	19,604	Forklift	Rp. 72,81	Rp. 38.536,55
11		CNC Milling (MCV)	13	PAD 3 Hole	13	9,836	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 1.849,16
12		Milling Manual	46	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	14	19,400	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 3.927,74
13			14	PAD 3 Hole	13	11,098	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 2.086,42
14		CNC Milling (MCV)	53	Lock Mount Plate (0.3)	1	11,098	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 160,49
15			33	Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	19,528	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 8.754,53
16			22	Lifting Bar Capella Netto	84	18,023	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 21.893,73
17		CNC Turning (CL)	72	Guide Tube	72	18,023	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 18.766,05
18			82	Spindle Handle Bush	12	18,023	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 3.127,68
19			32	Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	3,774	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 1.691,91
20		CNC Milling (MCV)	52	Lock Mount Plate (0.3)	1	3,774	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 54,58
21		Tapping Machine	62	Front Bolt	8	3,586	Manual	Rp. 14,07	Rp. 403,50
22			23	Lifting Bar Capella Netto	42	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 3.384,33
23		CNC Turning (UT)	72	Guide Tube	36	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 2.900,86
24			83	Spindle Handle Bush	23	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.853,32
25		CNC Turning (CL)	25	Lifting Bar Capella Netto	84	26,832	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 32.594,60
26			75	Guide Tube	72	26,832	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 27.938,23
27			85	Spindle Handle Bush	12	26,832	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 4.656,37
28			24	Lifting Bar Capella Netto	84	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 3.384,33
29		CNC Turning (UT)	72	Guide Tube	36	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 2.900,86
30			84	Spindle Handle Bush	23	5,729	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.853,32
31		Milling Manual	34	Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	17,998	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 8.068,62
32			47	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	14	28,457	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 5.761,43
33			35	Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	16,020	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 7.181,87
34		Tapping Machine	63	Front Bolt	15	16,020	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 3.475,10
35			45	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	1,408	Manual	Rp. 14,07	Rp. 534,70
36		Stamping Machine	43	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	14	20,163	Hand Trolley	Rp. 14,46	Rp. 4.082,22
37		Scrap Machine	44	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	3,484	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.323,08
38			15	PAD 3 Hole	26	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 781,85
39			26	Lifting Bar Capella Netto	42	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.263,00
40			36	Vertical Bolt KS MK III sz 1	46	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.383,28
41			48	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 811,93
42			54	Lock Mount Plate (0.3)	11	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 330,78
43			64	Front Bolt	8	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 240,57
44			76	Guide Tube	36	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 1.082,57
45			86	Spindle Handle Bush	23	2,138	Manual	Rp. 14,07	Rp. 691,64
Total OMH									Rp. 259.872,51

Berdasarkan perhitungan jumlah kebutuhan mesin yang dilakukan didapatkan total OMH untuk tata letak by untuk setiap produknya dapat dilihat pada process adalah sebesar Rp. Tabel 3. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan kebutuhan mesin dengan kebutuhan mesin dilakukan berdasarkan jumlah ketersediaan mesin yang dimiliki kapasitas mesin yang dimiliki dalam perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel melakukan proses produksi. Perhitungan 4.

Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Mesin

Item	Nomor Operasi	Nama Operasi	Mesin	Waktu Siklus (menit/unit)	Jumlah Produksi		Kapasitas Mesin (unit/jam)	Jumlah Mesin
					Unit/minggu	Unit/jam		
PAD 3 Hole	11	Pemotongan	Cutting Plasma	1,14	51	2	52,8	0,038
	12	Drilling	Drilling Machine	2,35	51	2	25,5	0,078
	13	Milling	CNC Milling (MCV)	8,09	51	2	7,414	0,270
Lifting Bar Capella Netao	21	Pemotongan	Cutting Machine	2,28	84	3	26,286	0,114
	22	Pembubutan	CNC Turning (CL)	2,18	84	3	27,483	0,109
	23	Pengeboran	CNC Turning (UT)	6,42	84	3	9,353	0,321
	24	Pembubutan	CNC Turning (CL)	2,29	84	3	26,174	0,115
Vertical Bolt KS MK III sz 1	31	Pemotongan	Cutting Machine	1,16	91	3	51,864	0,058
	32	Pengeboran	CNC Milling (MCV)	2,86	91	3	21	0,143
	33	Slotting	Milling Manual	3,87	91	3	15,492	0,194
	34	Tapping	Tapping Machine	2,11	91	3	28,421	0,106
Lock Mount Plate Assy, Top Lock	41	Pemotongan	Cutting Plasma	1,61	53	2	37,333	0,054
	42	Press	Stamp Machine	0,94	53	2	64	0,031
	43	Slotting	Scrap Machine	3,57	53	2	16,791	0,119
	44	Tapping	Tapping Machine	0,33	53	2	180	0,011
	45	Pengeboran	Drill Machine	3,80	53	2	15,789	0,127
	46	Milling	Milling Manual	5,00	53	2	12	0,167
Lock Mount Plate (0.3)	51	Pemotongan	Cutting Machine	1,09	22	1	54,857	0,018
	52	Pengeboran	CNC Milling (MCV)	10,65	22	1	5,635	0,177
Front Bolt	61	Pemotongan	Cutting Machine	1,01	15	1	59,4	0,017
	62	Tapping	Tapping Machine	1,03	15	1	58	0,017
Guide Tube	71	Pemotongan	Cutting Machine	1,45	72	2	41,484	0,048
	72	Pembubutan	CNC Turning (CL)	3,30	72	2	18,182	0,110
	73	Pengeboran	CNC Turning (UT)	2,25	72	2	26,640	0,075
	74	Pembubutan	CNC Turning (CL)	1,86	72	2	32,339	0,062
Spindle Handle Bush	81	Pemotongan	Cutting Machine	1,15	46	2	52	0,038
	82	Pembubutan	CNC Turning (CL)	6,55	46	2	9,167	0,218
	83	Pengeboran	CNC Turning (UT)	2,27	46	2	26,379	0,076
	84	Pembubutan	CNC Turning (CL)	5,43	46	2	11,054	0,181

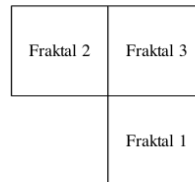
Tabel 4. Perbandingan Kebutuhan Mesin dan Ketersediaan Mesin

No	Mesin	Produk								Kebutuhan Mesin		Ketersediaan Mesin
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Cutting Plasma	0,038			0,054					0,091	1	2
2	Cutting Machine		0,114	0,058		0,018	0,017	0,048	0,038	0,294	1	5
3	Welding Machine									0	0	3
4	Stamping Machine				0,031					0,031	1	4
5	Bending Machine									0	0	1
6	Shearing Machine									0	0	1
7	Grinding Machine									0	0	2
8	Turning Manual									0	0	3
9	Milling Manual			0,194	0,167					0,360	1	6
10	Drilling Machine	0,078			0,127					0,205	1	2
11	Tapping Machine			0,106	0,011		0,017			0,134	1	1
12	Slotting Machine									0	0	1
13	Scrap Machine				0,119					0,119	1	1
14	CNC Turning (UT)		0,321					0,075	0,076	0,472	1	1
15	CNC Turning (CL)		0,224					0,172	0,399	0,795	1	8
16	CNC Milling (Brother)									0	0	2
17	CNC Milling (CQV)									0	0	1
18	CNC Milling (MCV)	0,270		0,143		0,177				0,59	1	2
19	Buffing Machine									0	0	2
20	Grinding Baritory									0	0	4
21	Meja Inspeksi									0	0	2
22	Meja Packing									0	0	1
Jumlah Mesin											10	55

Jumlah mesin berdasarkan perhitungan kebutuhan memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan ketersediaan pada aktualnya. Penyebab dari hal ini adalah bahwa perhitungan yang dilakukan hanya berdasarkan delapan produk *job order* yang menjadi penelitian. Jika dilakukan hanya dengan menggunakan kebutuhan produk yang diteliti, maka perancangan tata letak yang dilakukan tidak mencakup keseluruhan mesin yang dimiliki perusahaan. Maka dari itu, jumlah mesin yang dilakukan perhitungan selanjutnya adalah berdasarkan dari jumlah ketersediaan mesin aktualnya sebanyak 55 mesin dengan 22 jenis mesin.

Setelah didapatkan jumlah mesin dan diketahui jumlah jenis mesin yang dimiliki manufaktur, maka dapat dihitung jumlah fraktal atau jumlah sel yang dibutuhkan untuk penyusunan mesin-mesin ke dalamnya. Berdasarkan perhitungan jumlah fraktal, didapatkan fraktal yang diperlukan adalah sebanyak tiga fraktal. Gambar 4 merupakan urutan tata letak untuk ketiga fraktal dengan membentuk huruf "L" terbalik sesuai dengan bentuk dari pabrik yang dimiliki perusahaan.

Jumlah fraktal sebanyak tiga berarti untuk setiap jenis mesin yang memiliki jumlah unit sebanyak kelipatan tiga akan dialokasikan merata ke setiap masing-masing fraktalnya. Hal tersebut dilakukan untuk *welding machine*, *turning manual*, dan *milling manual*. Selain dari mesin-mesin tersebut akan dialokasikan dengan mempertimbangkan beberapa hal, seperti penggunaan mesin untuk memproses suatu produk, dimensi mesin atau kesulitan pemindahan mesin dan keseimbangan pengalokasian mesin pada fraktal.

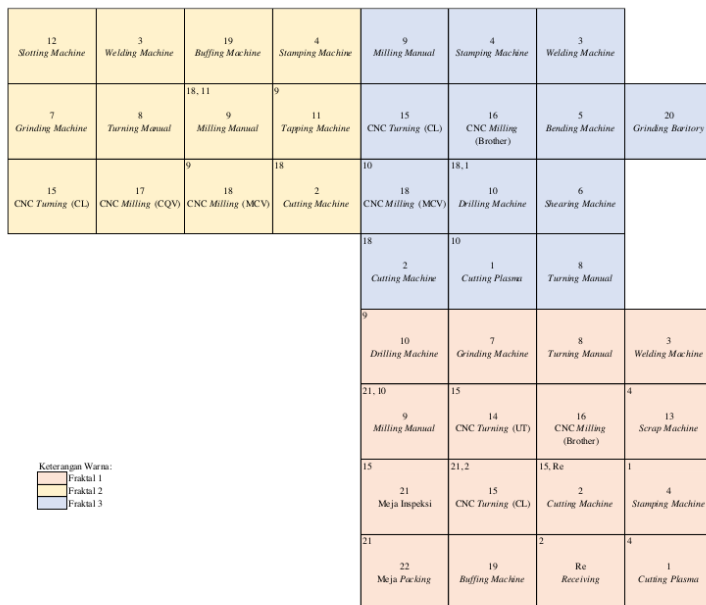


Gambar 4. Urutan Tata Letak Fraktal

Pengalokasian mesin dapat dilihat pada Tabel 5 dan ARD keseluruhan berdasarkan urutan tata letak fraktal dengan menghasilkan penalti 0 dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5. Alokasi Mesin dalam Fraktal

No	Mesin	Jumlah Mesin	Fraktal 1	Fraktal 2	Fraktal 3
1	Cutting Plasma	2	1		1
2	Cutting Machine	5	2	2	1
3	Welding Machine	3	1	1	1
4	Stamping Machine	4	1	2	1
5	Bending Machine	1			1
6	Shearing Machine	1			1
7	Grinding Machine	2	1	1	
8	Turning Manual	3	1	1	1
9	Milling Manual	6	2	2	2
10	Drilling Machine	2	1		1
11	Tapping Machine	1		1	
12	Slotting Machine	1		1	
13	Scrap Machine	1	1		
14	CNC Turning (UT)	1	1		
15	CNC Turning (CL)	8	3	3	2
16	CNC Milling (Brother)	2	1		1
17	CNC Milling (CQV)	1		1	
18	CNC Milling (MCV)	2		1	1
19	Buffing Machine	2	1	1	
20	Grinding Buritory	4			4
21	Meja Inspeksi	2	2		
22	Meja Packing	1	1		
Jumlah Mesin		55	20	17	18
			55		



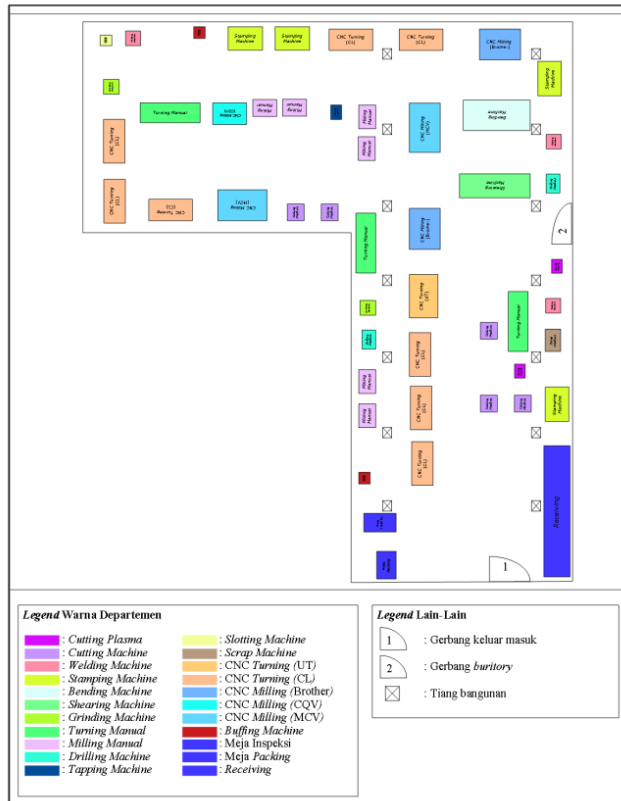
Gambar 5. ARD Keseluruhan

ARD keseluruhan terbentuk dengan penggabungan ARD untuk masing-masing fraktalnya. ARD dari setiap fraktalnya didapatkan berdasarkan perhitungan dari *from to chart*, *relationship chart*, dan skala prioritas yang didapatkan. Pada fraktal satu mesin yang ada dialokasikan untuk memproduksi *Lifting Bar Capella Netto*, *Lock Mount Plate Assy Top Lock*, *Guide Tube*, dan *Spindle Handle Bush*. Pada fraktal dua mesin yang ada dialokasikan untuk memproduksi *Vertical Bolt KS MK III sz 1* dan *Front Bolt*. Sedangkan pada fraktal tiga mesin yang ada dialokasikan untuk memproduksi *PAD 3 Hole* dan *Lock Mount Plate (0.3)*.

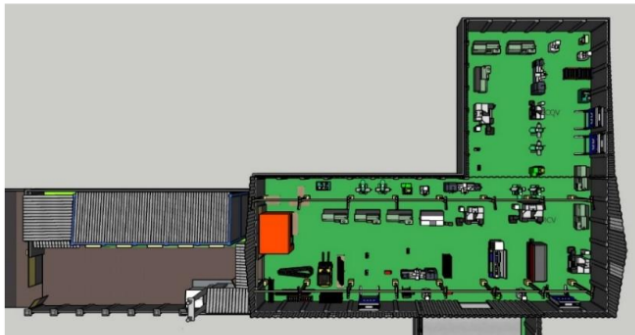
Setelah didapatkan ARD keseluruhan maka dilakukan penggambaran kembali untuk tata letak lantai produksi dengan menggunakan skala 1:100 pada Gambar 6 dan Gambar 7 dengan menggunakan *SketchUp*.

Perhitungan OMH akan dimulai dengan perhitungan frekuensi perpindahan yang disajikan pada Tabel 6, selanjutnya dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan metode *aisle* dan didapatkan beberapa lintasan jarak yang dapat digunakan untuk selanjutnya akan dipilih jarak terendah. Alternatif pilihan jarak dan jarak terpilih tersaji pada Tabel 7.

Setelah didapatkan frekuensi dan jarak dari tata letak usulan ini, maka dapat dihitung OMH untuk tata letak usulan. Tabel 8 merupakan rincian perhitungan OMH tata letak fraktal dan terdapat frekuensi (f), jarak (d) dan juga OMH per meter (c).



Gambar 6. Tata Letak Lantai Produksi Metode Fraktal



Gambar 7. Tata Letak Keseluruhan Metode Fraktal

Tabel 6. Perhitungan Frekuensi Metode Fraktal

No	Aran		Komponen	Produk	Material Handling	Jumlah Produksi	Dimensi Produk (mm)		Material Handling (mm)		Frekuensi	
	Dari	Ke					p	l	p	l	Kapasitas	Frekuensi
1	Receiving	Cutting Plasma	11	PAD 3 Hole	Hand Trolley	53	326	230	730	470	4	12,75
2			41	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
3	Receiving	Cutting Machine	21	Lifting Bar Capella Nemo	Hand Trolley	84	430	380	730	470	3	84
4			31	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Hand Trolley	91	378	120	730	470	3	30,333
5			51	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	100	100	730	470	26	0,386
6			61	Front Bob	Hand Trolley	15	476	410	730	470	1	15
7			71	Guide Tube	Hand Trolley	72	510	456	730	470	1	72
8			81	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	46	280	210	730	470	4	11,000
9	Cutting Plasma	Drilling Machine	12	PAD 3 Hole	Manual	53					2	26,5
10			42	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
11	Drilling Machine	Milling Manual	13	PAD 3 Hole	Hand Trolley	53	326	230	730	470	4	12,75
12			46	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
13	CNC Milling (MCV)	Meja Inspeksi	14	PAD 3 Hole	Hand Trolley	53	326	230	730	470	4	12,75
14			53	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	378	120	730	470	3	7,333
15	Cutting Machine	CNC Turning (CL)	33	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Manual	91					2	45,5
16			22	Lifting Bar Capella Nemo	Manual	84					2	42
17			72	Guide Tube	Manual	72					2	36
18			82	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23,000
19			32	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Manual	91					2	45,5
20			52	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	22	100	100	730	470	26	0,386
21	CNC Turning (UT)	CNC Milling (MCV)	62	Front Bob	Manual	15					2	7,5
22			73	Lifting Bar Capella Nemo	Manual	84					2	36
23	CNC Turning (CL)	Meja Inspeksi	73	Guide Tube	Manual	72					2	36
24			83	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23
25			25	Lifting Bar Capella Nemo	Hand Trolley	84	430	380	730	470	1	84
26			75	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	72	510	456	730	470	1	72
27			85	Spindle Handle Bush	Hand Trolley	46	280	210	730	470	4	11,000
28			24	Lifting Bar Capella Nemo	Manual	84					2	42
29	CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	74	Guide Tube	Manual	72					2	36
30			84	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23
31	Milling Manual	Meja Inspeksi	34	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Manual	91					2	45,5
32			47	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
33	Tapping Machine	Meja Inspeksi	35	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Hand Trolley	91	378	120	730	470	3	30,333
34			63	Lock Mount Plate (0.3)	Hand Trolley	15	476	410	730	470	1	15
35	Scrap Machine	Drilling Machine	45	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Hand Trolley	53	250	220	730	470	4	13,250
36			43	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
37	Scrap Machine	Tapping Machine	44	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
38			15	PAD 3 Hole	Manual	53					2	1,568
39	Meja Inspeksi	Meja Packing	26	Lifting Bar Capella Nemo	Manual	84					2	42
40			36	Vertical Bob KSMR Bl uz 1	Manual	91					2	45,5
41			48	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Manual	53					2	26,5
42			54	Lock Mount Plate (0.3)	Manual	22					2	1,11
43			64	Front Bob	Manual	15					2	7,5
44			76	Guide Tube	Manual	72					2	36
45			86	Spindle Handle Bush	Manual	46					2	23

Tabel 7. Alternatif Pilihan Jarak Tata Letak Fraktal

No	Dari	Ke	Komponen	Jarak (m)			Jarak Terpilih (m)
				1	2	3	
1	Receiving	Cutting Plasma	11	18,181	10,382		10,382
2			41	4,227	1,676		1,676
3	Receiving	Cutting Machine	21	7,631	6,148		6,148
4			31	24,508	21,933		21,933
5			51	12,127	8,479		8,479
6			61	24,508	21,933		21,933
7			71	7,631	6,148		6,148
8			81	7,631	6,148		6,148
9	Cutting Plasma	Drilling Machine	12	4,134	3,822		3,822
10			42	3,898	3,897		3,897
11	Drilling Machine	CNC Milling (MCV)	13	8,039	7,015		7,015
12			46	1,568	4,65		1,568
13	CNC Milling (MCV)	Meja Inspeksi	14	21,109	18,857		18,857
14			53	21,109	18,857		18,857
15	Cutting Machine	CNC Turning (CL)	33	5,23	3,831	5,452	3,831
16			22	2,701	5,519	5,15	2,701
17			72	2,701	5,519	5,15	2,701
18			82	2,701	5,519	5,15	2,701
19			32	5,939	1,731		1,731
20			52	11,677	10,713		10,713
21	CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	62	4,375			4,375
22			23	2,296	5,593		2,296
23			73	2,296	5,593		2,296
24			83	2,296	5,593		2,296
25			25	10,73	4,431		4,431
26			75	10,73	4,431		4,431
27	CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	85	10,73	4,431		4,431
28			24	2,296	5,593		2,296
29	Milling Manual	Meja Inspeksi	74	2,296	5,593		2,296
30			84	2,296	5,593		2,296
31	Tapping Machine	Meja Inspeksi	34	3,303	1,655		1,655
32			47	8,715	6,742		6,742
33	Scrap Machine	Tapping Machine	35	25,853	21,067		21,067
34			63	25,853	21,067		21,067
35	Scrap Machine	Tapping Machine	45	14,132			14,132
36			43	2,792	4,394		2,792
37	Scrap Machine	Tapping Machine	44	19,775	22,563		19,775
38			15	1,558			1,558
39	Meja Inspeksi	Meja Packing	26	1,558			1,558
40			36	1,558			1,558
41			48	1,558			1,558
42			54	1,558			1,558
43			64	1,558			1,558
44			76	1,558			1,558
45			86	1,558			1,558

Tabel 8. OMH Tata Letak Fraktal

No	Aliran		Komponen	Produk	Frekuensi (per minggu)	Jarak (m)	Jenis Material Handling	Biaya (per m)	OMH (per minggu)
	Dari	Ke							
1	Receiving	Cutting Plasma	11	PAD 3 Hole	13	10,382	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 1.951,81
2			41	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	1,676	Manual	Rp 14,07	Rp 636,48
3	Receiving	Cutting Machine	21	Lifting Bar Capella Netto	84	6,148	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 7.468,38
4			31	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	31	21,933	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 9.832,71
5			51	Lock Mount Plate (0.3)	1	8,479	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 122,62
6			61	Front Bolt	15	21,933	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 4.757,76
7			71	Guide Tube	72	6,148	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 6.401,47
8			81	Spindle Handle Bush	12	6,148	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 1.066,91
9			12	PAD 3 Hole	26	3,822	Manual	Rp 14,07	Rp 1.397,68
10			Cutting Plasma	Stamping Machine	42	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	3,897	Manual
11	Drilling Machine	CNC Milling (MCV)	13	PAD 3 Hole	13	7,015	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 1.318,82
12			Milling Manual	46	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	1,568	Manual	Rp 14,07
13	CNC Milling (MCV)	Meja Inspeksi	14	PAD 3 Hole	13	18,857	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 3.545,11
14			53	Lock Mount Plate (0.3)	8	18,857	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 2.181,60
15			33	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	46	3,831	Manual	Rp 14,07	Rp 2.478,65
16			22	Lifting Bar Capella Netto	42	2,701	Manual	Rp 14,07	Rp 1.595,58
17	Cutting Machine	CNC Turning (CL)	72	Guide Tube	36	2,701	Manual	Rp 14,07	Rp 1.567,64
18			82	Spindle Handle Bush	23	2,701	Manual	Rp 14,07	Rp 873,77
19		CNC Milling (MCV)	32	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	46	1,731	Manual	Rp 14,07	Rp 1.119,95
20			52	Lock Mount Plate (0.3)	1	10,713	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 154,93
21		Tapping Machine	62	Front Bolt	8	4,375	Manual	Rp 14,07	Rp 492,28
22			23	Lifting Bar Capella Netto	42	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 1.356,33
23	CNC Turning (CL)	CNC Turning (UT)	73	Guide Tube	36	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 1.162,57
24			83	Spindle Handle Bush	23	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 742,75
25		Meja Inspeksi	25	Lifting Bar Capella Netto	84	4,431	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 5.382,63
26			75	Guide Tube	72	4,431	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 4.613,68
27			85	Spindle Handle Bush	12	4,431	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 768,95
28			24	Lifting Bar Capella Netto	42	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 1.356,33
29	CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	74	Guide Tube	36	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 1.162,57
30			84	Spindle Handle Bush	23	2,296	Manual	Rp 14,07	Rp 742,75
31	Milling Manual	Tapping Machine	34	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	46	1,855	Manual	Rp 14,07	Rp 1.070,78
32			47	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	6,742	Manual	Rp 14,07	Rp 2.560,34
33	Tapping Machine	Meja Inspeksi	35	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	31	21,067	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 9.444,47
34			63	Front Bolt	15	21,067	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 4.569,91
35		Drilling Machine	45	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	14	14,132	Hand Trolley	Rp 14,46	Rp 2.861,18
36			Scrap Machine	43	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	2,792	Manual	Rp 14,07
37	Stamping Machine	Tapping Machine	44	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	19,775	Manual	Rp 14,07	Rp 7.509,74
38			15	PAD 3 Hole	26	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 569,75
39			26	Lifting Bar Capella Netto	42	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 920,37
40			36	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	46	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 1.008,02
41			48	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	27	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 591,67
42			54	Lock Mount Plate (0.3)	11	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 241,05
43			64	Front Bolt	8	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 175,31
44			76	Guide Tube	36	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 788,89
45			86	Spindle Handle Bush	23	1,558	Manual	Rp 14,07	Rp 504,01
Total OMH									Rp102.003,87

Jarak tempuh untuk perpindahan letak by process. Dapat terlihat pada Tabel material dihitung berdasarkan urutan 2 dan Tabel 8 bahwa perubahan ongkos proses dari delapan jenis produk yang material handling adalah dari Rp digunakan dalam penelitian. Jarak yang 259.872,51/minggu menjadi Rp dihitung berdasarkan perpindahan dari 102.003,87/minggu, sehingga minimasi receiving hingga meja packing dan siap yang dihasilkan adalah sebesar 60,75% untuk dilakukan pengiriman produk. Berdasarkan OMH yang telah didapatkan, Perbandingan jarak tata letak by process maka tata letak fraktal merupakan tata letak dan fraktal dapat dilihat pada Tabel 9. letak yang lebih baik untuk diterapkan

OMH pada tata letak fraktal lebih oleh manufaktur spare part. kecil dibandingkan dengan OMH pada tata

Tabel 9. Perbandingan Jarak Tata Letak *by Process* dan Fraktal

No	Produk	Akras		Jarak Tata Letak Awal	Jarak Tata Letak Usulan	Minimisi Jarak	Presentase Perubahan Jarak			
		Dari	Ke							
1	PAD 3 Hole	Receiving	Cutting Plasma	6,11	10,382	-4,272	-2,157	-5,18%		
		Cutting Plasma	Drilling Machine	10,295	3,822	6,473				
		Drilling Machine	CNC Milling (MCV)	9,836	7,015	2,821				
		CNC Milling (MCV)	Meja Inspeksi	11,098	18,857	-7,759				
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
2	Lifting Bar Capella Neto	Receiving	Cutting Machine	10,823	6,148	4,675	49,844	71,99%		
		Cutting Machine	CNC Turning (CL)	18,023	2,701	15,322				
		CNC Turning (CL)	CNC Turning (UT)	5,729	2,296	3,433				
		CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	5,729	2,296	3,433				
		CNC Turning (CL)	Meja Inspeksi	26,832	4,431	22,401				
3	Vertical, Bolt KS MK III sz 1	Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580	18,506	26,33%		
		Receiving	Cutting Machine	10,823	21,933	-11,110				
		Cutting Machine	CNC Milling (MCV)	3,774	1,731	2,043				
		CNC Milling (MCV)	Milling Manual	19,528	3,831	15,697				
		Milling Manual	Tapping Machine	17,998	1,655	16,343				
4	Lock Mount Plate Assy, Top Lock	Tapping Machine	Meja Inspeksi	16,02	21,067	-5,047	48,624	48,26%		
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
		Receiving	Cutting Plasma	6,11	1,676	4,434				
		Cutting Plasma	Stamping Machine	19,604	3,897	15,707				
		Stamping Machine	Scrap Machine	20,163	2,792	17,371				
5	Lock Mount Plate (0,3)	Scrap Machine	Tapping Machine	3,484	19,775	-16,291	48,624	48,26%		
		Tapping Machine	Drilling Machine	1,408	14,132	-12,724				
		Drilling Machine	Milling Manual	19,4	1,568	17,832				
		Milling Manual	Meja Inspeksi	28,457	6,742	21,715				
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
6	Front Bolt	Receiving	Cutting Machine	10,823	8,479	2,344	39,607	-11,774	-29,73%	
		Cutting Machine	CNC Milling (MCV)	3,774	10,712	-6,938				
		CNC Milling (MCV)	Meja Inspeksi	11,098	18,857	-7,759				
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
		Receiving	Cutting Machine	10,823	21,933	-11,110				
7	Guide Tube	Cutting Machine	Tapping Machine	3,586	4,375	-0,789	48,933	-16,366	-33,45%	
		Tapping Machine	Meja Inspeksi	16,02	21,067	-5,047				
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
		Receiving	Cutting Machine	10,823	6,148	4,675				
		Cutting Machine	CNC Turning (CL)	18,023	2,701	15,322				
8	Spindle Handle Bush	CNC Turning (CL)	CNC Turning (UT)	5,729	2,296	3,433	49,274	19,43	49,844	71,99%
		CNC Turning (UT)	CNC Turning (CL)	5,729	2,296	3,433				
		CNC Turning (CL)	Meja Inspeksi	26,832	4,431	22,401				
		Meja Inspeksi	Meja Packing	2,138	1,558	0,580				
		Receiving	Cutting Machine	10,823	6,148	4,675				
TOTAL				478,744	292,379	186,365	38,93%			

Keterangan:

Nilai (-) menandakan bahwa jarak yang dihasilkan pada tata letak usulan lebih jauh dibandingkan dengan tata letak awal.

Nilai (+) menandakan bahwa jarak yang dihasilkan pada tata letak usulan lebih kecil dibandingkan dengan tata letak awal.

Keterangan:
Nilai (-) menandakan bahwa jarak yang dihasilkan pada tata letak usulan lebih jauh dibandingkan dengan tata letak awal.
Nilai (+) menandakan bahwa jarak yang dihasilkan pada tata letak usulan lebih dekat dibandingkan dengan tata letak awal.

Kelebihan yang didapatkan dari tata letak fraktal berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini dapat dilihat dari segi kuantitatif dan kualitatif yang seperti pada Tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Kelebihan Tata Letak Fraktal

Kuantitatif	
Penghematan OMH :	60,75%
Penghematan Jarak :	38,93%
Kualitatif	
Penghematan OMH → Jarak Lebih Dekat → Waktu Setup Berkurang → Produktivitas Meningkat → Due Date Terpenuhi atau Lebih Cepat → Konsumen Puas → Adanya Re-order dari Konsumen → Profit	

Tata letak fraktal memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi. Dalam hal ini adalah jika manufaktur mendapatkan jenis produk dengan urutan proses yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan, tetap akan dapat diproduksi dengan menggunakan tata letak ini. Hal itu dikarenakan pada tata letak usulan ini mesin-mesin sudah dialokasikan secara merata ke tiga fraktal sehingga untuk

masing-masing fraktal memiliki jenis perpindahan material. Dalam studi kasus mesin yang berbeda-beda. sebuah manufaktur *spare part* yang

Ketika mendapatkan produk baru digunakan dalam penelitian ini, tata letak dengan urutan proses yang baru, produk fraktal mampu menghemat OMH sebesar tersebut dapat dialokasikan untuk Rp. 157.868,64/minggu atau sebesar diproduksi di salah satu fraktal. 60.75%/minggu dan penghematan total Pengalokasian yang dilakukan adalah jarak perpindahan sebesar 186,365 dengan melihat fraktal yang dapat meter/minggu atau sebesar memenuhi kebutuhan mesin paling 38,93%/minggu.

banyak terhadap produk tersebut. Terdapat tiga sel fraktal yang ada Terdapat dua kondisi kemungkinan yang disusun berdasarkan bentuk dari rantai akan terjadi pada proses produksi dengan produksi yang dimiliki perusahaan yaitu tata letak fraktal ini. Kondisi pertama berbentuk "L" terbalik. Pengalokasian adalah produk dapat dilakukan proses mesin ke dalam fraktal produksi langsung pada salah satu fraktal mempertimbangkan beberapa hal, seperti karena seluruh jenis mesin yang penggunaan mesin untuk memproses dibutuhkan untuk produk tersebut sudah suatu produk, dimensi mesin atau tersedia di salah satu fraktal. Kondisi kesulitan pemindahan mesin dan kedua adalah ketika terdapat mesin yang keseimbangan pengalokasian mesin pada tidak tersedia pada fraktal terpilih karena fraktal.

mesin tersebut ada di fraktal lain. Pada Penelitian lanjutan yang dapat kondisi ini maka proses produksi dapat diberikan adalah penggunaan ukuran dilakukan dengan meminjam mesin yang kinerja lainnya selain berdasarkan jarak dan OMH, seperti waktu perpindahan, paling dekat dengan fraktal terpilih atau efisiensi pekerjaan, atau tingkat paling dekat dengan proses sebelumnya. produktivitas pekerja.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah tata letak fraktal terbukti dapat digunakan untuk merancang tata letak fasilitas produksi serta mengurangi OMH dan jarak

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, F., & Sunarni, T. (2019). *Usulan Perbaikan Tata Letak dengan Menggunakan Metode Fraktal (Studi Kasus di Perusahaan Mebel X)*.

Stefianti, S. Y, Heryanto, R. M, dan Suhada, K, (2022), Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part.

[http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/
metris](http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/metris)

Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. ITB.

Diaz, A. G., & Smith, J. M. (2008). *Facilities Planning and Design*. Pearson International Ed. Prentice Hall.

Heragu, S. (1997). *Facilities Design*. PWS Publishing Company.

Santoso, S., & Halim, C. (2012). Usulan Tata Letak Fraktal untuk Pabrik Baru dari CV Prima Bangun Nusantara. *Inasea*, 13(2).

Santoso, S., & Heryanto, R. M. (2020). *Perancangan Tata Letak Fasilitas* (1st ed., Vol. 1). Alfabeta.

Stephens, M. P., & Meyers, F. E. (2019). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling* (6th ed.).

Suhada, K., Arisandhy, V., & Cahyadi, D. A. (2012). Usulan Perbaikan Tata Letak Mesin dengan Menggunakan Metode Fraktal (Studi Kasus di PT." X", Cimahi). *Integra*, 1(1).

Wignjosoebroto, S. (1996). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan* (3rd ed.). Guna Widya.

Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part

ORIGINALITY REPORT

10%	10%	5%	1%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal.atmajaya.ac.id Internet Source	3%
2	ojs.atmajaya.ac.id Internet Source	2%
3	123dok.com Internet Source	2%
4	Submitted to Universitas Muhammadiyah Gresik Student Paper	1%
5	adoc.pub Internet Source	<1%
6	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
7	www.researchgate.net Internet Source	<1%
8	id.123dok.com Internet Source	<1%
9	juna.ulbi.ac.id Internet Source	<1%
10	repository.uisi.ac.id Internet Source	<1%
11	Marcy Lolita Pattiapon, Nil Edwin Maitimu. "PERANCANGAN ULANG TATA LETAK	<1%

FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGUNAKAN METODE ALGORITMA BLOCPAN PADA PT. X", ARIKA, 2021

Publication

12	journal.unpar.ac.id Internet Source	<1 %
13	prosiding.amalinsani.org Internet Source	<1 %
14	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
15	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
16	vdocuments.site Internet Source	<1 %
17	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
18	es.scribd.com Internet Source	<1 %
19	ppkn.pps.uny.ac.id Internet Source	<1 %
20	research-dashboard.binus.ac.id Internet Source	<1 %
21	repository.unpar.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Fraktal di Manufaktur Spare Part

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18