

## PERBAIKAN LAYOUT MESIN PRODUKSI LONGSONG MUNISI MENGUNAKAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING DAN BLOCPAN

(Studi Kasus: Divisi Munisi - PT. Pindad (Persero))

Eddy Kustriyanto<sup>1</sup>, Ishardita Pambuditama<sup>2</sup>, Yudy Surya Irawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono No. 167, Malang 65145, Jawa Timur-Indonesia

E-mail: ekustriyanto@pindad.com

### Abstract

*Layout of the existing machines using cell system has been applied since 2005 and the machine operators have known the weaknesses, so it is necessary to improve the layout of the machines. This study was conducted to improve the machines layout cartridge case production by using Systematic Layout Planning and Blocplan with quantitative and qualitative considerations. The qualitative considerations are working ergonomies, while the quantitative considerations are the distance of product routing between one process with the next process and backtracking from product flow between workstations with another. A qualitative assessment tends to be based on subjective considerations of each department facility. Blocplan was the simple and practical method used in the settlement of this problem. Blocplan changed the layout by calculating the minimum total distance traversed in the movement of the materials between workstations. The application of Systematic Layout Planning methods and Blocplan in improving the layout and shortening production time in Hall OP decrease of product displacement distance is 13.5 meters (13.50%) i.e.: before the improvement was 198.36 meters, after improvement is 171.59 meters. Relayouting of the cell for improving the groups in the type of process and the machines also creates a higher state of comfortable working condition.*

**Keywords:** *systematic layout planning, blocplan, backtracking*

### PENDAHULUAN

PT. Pindad (Persero) adalah perusahaan yang merupakan satu-satunya industri strategis di Indonesia yang memproduksi senjata dan munisi yang hasil produksinya sepenuhnya dipergunakan untuk keperluan TNI dan Polri. Dalam kenyataannya kebutuhan TNI dan Polri tersebut dari tahun ke tahun selalu meningkat seiring dengan peningkatan profesionalisme prajurit TNI/Polri melalui latihan yang sudah terprogram dan juga untuk keperluan bekal pokok di lapangan.

Dalam tugas dan upayanya untuk memenuhi kebutuhan alutsista TNI khususnya dalam penyediaan senjata dan munisi, PT. Pindad selalu berkomitmen untuk dapat memenuhi dengan arti bahwa setiap order/kontrak pembelian dari TNI haruslah dapat diselesaikan tepat jumlah, tepat waktu dan tepat kualitas. Secara umum untuk kebutuhan munisi kaliber kecil TNI, yang paling dominan adalah munisi kaliber 5,56 mm dengan

rata-rata permintaan 74,3 % dari seluruh permintaan munisi kaliber kecil dalam enam tahun terakhir dan secara jumlah butir terus meningkat dari tahun ke tahun [1]. Untuk itu PT. Pindad harus terus menjaga bahkan harus terus meningkatkan jumlah produksinya dan hal tersebut menuntut kesiapan semua sumber daya (mesin, manusia, material dll) yang tersedia.

Dari kondisi yang ada, maka dalam penelitian ini akan difokuskan pada produksi munisi kaliber 5,56 mm. Disamping itu hal-hal yang mendasari penelitian ini akan fokus kepada jenis munisi kaliber kecil (5,56 mm) antara lain :

- tingkat kesulitan pembuatan/produksi cukup tinggi
- tuntutan peningkatan efisiensi proses untuk peningkatan daya saing terhadap produk impor
- peluang peningkatan efisiensi produksi cukup besar dan akan berdampak pada

peningkatan keuntungan perusahaan yang cukup tinggi.

Dengan pertimbangan jumlah produk yang dihasilkan paling dominan, tahapan proses yang lebih panjang dari komponen lainnya sehingga memerlukan *handling* yang lebih lama, maka dalam penelitian terhadap produksi munisi kaliber 5,56 mm akan lebih fokus lagi pada masalah produksi langsung. Dari survei awal di PT. Pindad, diketahui bahwa kondisi penataan mesin produksi langsung munisi kaliber 5,56 mm yang berada di bengkel produksi secara umum dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Adapun aliran proses produksi yang ada adalah mengikuti urutan nomor sel yang telah dibentuk yaitu dari proses 1 yaitu proses *drawing* yang dikerjakan pada sel 1 dilanjutkan proses 2 dikerjakan oleh sel 2 dan seterusnya sampai proses produksi langsung selesai di sel 8 yaitu proses pemeriksaan visual. *Layout* mesin eksisting sudah cukup lama diterapkan (tahun 2005) sehingga operator mesin dapat merasakan kekurangannya, untuk itu perlu dilakukan penyempurnaan pada *layout* mesin tersebut.

Beberapa permasalahan *material handling* telah dilakukan penelitian dan penyelesaian menggunakan metode *Systematic Layout Planning* dengan software *Blocplan*, satu diantaranya adalah oleh Yuliyarty [2] yang melakukan penelitian pada perusahaan PT. Pindad tetapi pada lokasi yang berbeda (Bandung) dan pada jenis produk yang berbeda pula. Namun disini penulis mencoba melakukan kajian perubahan *layout* mesin produksi langsung munisi menggunakan

metode *Systematic Layout Planning* dan *Blocplan* dengan pertimbangan kuantitatif dan kualitatif, dimana untuk pertimbangan kualitatif adalah kenyamanan dan kesehatan kerja.

**METODOLOGI PENELITIAN**

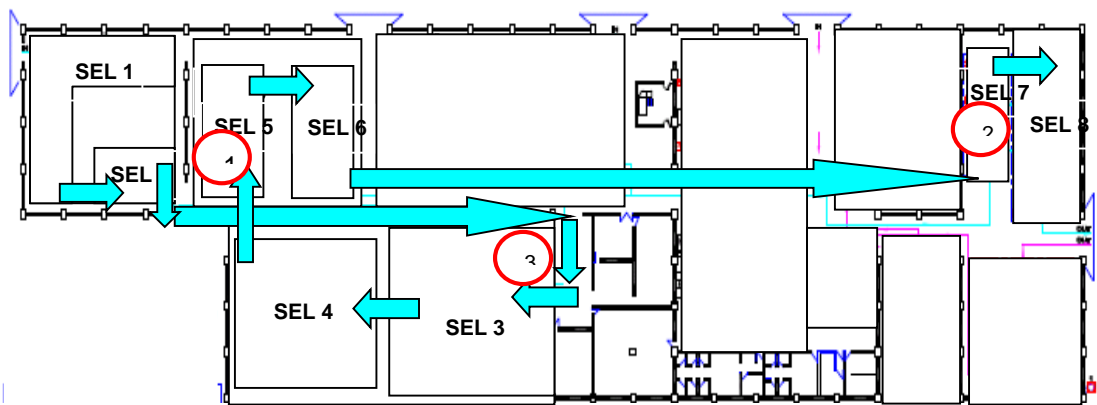
***Layout Existing***

Salah satu departemen produksi di PT. Pindad memiliki beberapa lini mesin produksi langsung yang terdiri dari beberapa generasi/teknologi mesin dengan kapasitas yang berbeda, jenis-jenis lini mesin tersebut adalah:

- Lini mesin lama
- Lini mesin *extension*
- Lini mesin *integrated*
- Lini mesin baru

Pada awalnya, urutan mesin produksi langsung diatur berdasarkan urutan prosesnya. Kondisi saat ini, mesin-mesin tersebut telah dilakukan pengelompokan berdasarkan jenis prosesnya (Gambar 1). Tiap sel terdiri dari kelompok mesin dengan jenis pengelompokan tersebut sebagai berikut:

- Sel 1 : *Drawing I, drawing II, degreasing*
- Sel 2 : *Drawing I, drawing II, cutting*
- Sel 3 : *Annealing dan cleaning*
- Sel 4 : *Indenting, necking, drilling*
- Sel 5 : *Cleaning, drilling, grooving*
- Sel 6 : *Gauging*
- Sel 7 : *Annealing*
- Sel 8 : *Visual inspection*
- Sel *integrated* : lini mesin *integrated*



**Gambar 1.** Layout produksi langsung munisi (Sumber : PT. Pindad)

**Tabel 1.** Perpindahan mesin

NO	NAMA MESIN	POSISI SEMULA	POSISI RELAYOUT	ALASAN PERUBAHAN
1	<i>Cleaning</i>	Sel 5	Sel 3	Kenyamanan kerja
2	<i>Annealing</i>	Sel 3	Sebelum sel 4	<i>Backtracking</i>
3	<i>Annealing</i>	Sel 3	Sebelum sel 4	<i>Backtracking</i>
4	<i>Annealing</i>	Sel 3	Sebelum sel 4	<i>Backtracking</i>
5	<i>Annealing</i>	Sel 7	Sel 3	Kenyamanan kerja
6	<i>Annealing</i>	Sel 7	Sel 3	Kenyamanan kerja
7	<i>Annealing</i>	Sel 7	Sel 3	Kenyamanan kerja

**Pendekatan dengan Systematic Layout Planning (SLP)**

Pendekatan ini didasarkan pada penilaian kualitatif peneliti dan masukan dari personil produksi. Melalui wawancara dan observasi di lapangan, didapatkan masukan tentang perubahan *layout* dengan rincian seperti pada Tabel 1.

Langkah-langkah perbaikan *layout* dengan menggunakan prosedur SLP [3] adalah sebagai berikut :

**a. Perhitungan ARC**

*Activity Relationship Chart* melakukan perhitungan kedekatan mesin berdasarkan derajat hubungan aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian kualitatif dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subyektif. Penilaian tersebut diambil dari kondisi riil yang ada di lapangan saat observasi.

**b. Activity Relationship Diagram (ARD)**

Langkah selanjutnya setelah dibuat *Activity Relationship Chart* adalah penyusunan *Activity Relationship Diagram (ARD)*. Sebagai hasilnya maka data yang didapat selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing masing departemen tersebut yaitu lewat apa yang disebut dengan *Activity Relationship Diagram (ARD)*. Untuk membuat *ARD* ini, maka terlebih dahulu data yang diperoleh dari *ARC* dimasukkan ke dalam suatu lembaran kerja (*Work Sheet*).

**c. Analisis Blocplan**

Analisis *Blocplan* dilakukan pada setiap pasangan mesin atau *workstation* yang mempunyai urutan kerja langsung dengan menghitung nilai *rel-distance* [4]. Kemudian

menambahkan nilai perhitungan untuk menambahkan nilai *rel-dist score*. Nilai kedekatan dapat diperoleh dalam persamaan di bawah :

$$\text{Nilai kedekatan} = \frac{\sum_{i=j}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n Ri j Di j}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n Ri j} \quad (1)$$

dan untuk nilai *R-score* diperoleh dari persamaan :

$$R\text{-score} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n di j Ri j \quad (2)$$

Selanjutnya *Blocplan* memperhitungkan batas atas, batas bawah dan menentukan nilai normalisasi *rel-dist* yang disebut *R-score* seperti pada persamaan

$$R\text{-score} = 1 - \frac{(\text{nilai jarak relatif} - \text{batas bawah})}{(\text{batas atas} - \text{batas bawah})} \quad (3)$$

Hasil perhitungan *Blocplan* yaitu *R-score* di atas akan menunjukkan hasil yang optimal bila bernilai mendekati 1, namun sebaliknya hasil dikatakan tidak optimal bila mendekati 0 ( $0 < R\text{-score} < 1$ ).

Dalam perhitungan *Blocplan* menggunakan program, maka input data akan menggunakan data kualitatif dalam bentuk *Activity Relationship Chart*. Masing-masing nilai simbol keterkaitan antara mesin ditentukan oleh masing-masing pemakai *Blocplan*. Namun nilai yang telah umum digunakan dalam pengolahan data pada program *Blocplan* adalah sebagai berikut:

- a. Simbol A mempunyai nilai = 10
- b. Simbol E mempunyai nilai = 5
- c. Simbol I mempunyai nilai = 2
- d. Simbol O mempunyai nilai = 1

- e. Simbol U mempunyai nilai = 0
- f. Simbol X mempunyai nilai = -10

**Material Handling Cost**

Studi mengenai pengaturan tata letak fasilitas produksi selalu ditujukan untuk meminimalkan *total cost* [5]. Elemen-elemen *cost* dalam hal ini meliputi: *construction cost, installation cost, material handling cost, production cost, machine down cost, safety cost dan in-process storage*. Pemilihan *material handling cost* sebagai kriteria tujuan/keberhasilan dari *relayout* disebabkan oleh beberapa alasan pokok yaitu:

- Ongkos *material handling* cukup besar dan terjadi secara terus menerus disamping juga termasuk dalam klasifikasi ongkos variabel. *Material handling* pada dasarnya merupakan kegiatan yang tidak produktif yaitu dalam arti tidak memberikan nilai tambah apapun dari material yang dipindahkan.
- Ongkos *material handling* dapat dengan mudah dihitung. Biasanya ongkos *material handling* akan proporsional dengan jarak pemindahan material.
- Ongkos *material handling* seringkali akan sangat dipengaruhi oleh *relayout*-nya sendiri.

Pengukuran jarak dilakukan dengan menggunakan pengukuran *rectilinier* dan pada pengukuran jarak masing-masing tidak memperhatikan adanya *aisle* (lintasan), sehingga pengukuran dilakukan secara langsung dari masing-masing titik tengah departemen produksi/*workstation*.

Berikut adalah metode perhitungan jarak masing-masing departemen:

- Jarak *Euclidean*, merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lainnya.
- Metode *Rectilinier*, perhitungan dengan metode ini berdasarkan rumus [4]:

$$|xi - xj| + |yi - yj| \tag{4}$$

Berdasarkan jarak antar stasiun kerja fasilitas produksi awal, besarnya aliran produksi (frekuensi) dan ongkos *material handling* per meter (OMH per meter), maka total ongkos *material handling* dapat diketahui

dengan mengalikan jarak, besarnya frekuensi dan ongkos *material handling* per meter.

$$OMH = r \times f \times OMH / m \tag{5}$$

Keterangan :

OMH = ongkos *material handling*

r = jarak perpindahan (m)

f = frekuensi pemindahan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengumpulan Data**

Data yang diolah diambil di lapangan melalui wawancara dan observasi di lantai produksi selama 3 bulan. Data pendukung lainnya diperoleh dari bagian perencanaan dan bagian keselamatan kerja.

Penelitian ini dilaksanakan di area produksi longsong Departemen Produksi, PT. Pindad yang terletak di Turen Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengumpulan data dilaksanakan dengan melakukan penelitian yang dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai April 2016.

**Pengolahan Data**

Selanjutnya dilakukan perhitungan dan pengolahan data terhadap data awal dimana data tersebut diambil dari kondisi saat ini atau/ sebelum perubahan. Kemudian dilakukan perhitungan terhadap perubahan *layout*. Hasil kedua perhitungan tersebut dibandingkan untuk mengetahui pengaruh perubahan *layout* dari *workstation*/sel mesin maupun detail mesin.

**Perhitungan Layout Eksisting**

Dari *layout* eksisting didapat data seperti ditampilkan pada Tabel 2. Jarak antar *workstation*/sel dilakukan pengukuran dengan hasil sebagai berikut:

<i>Drawing- Cutting</i>	= 7,03 m
<i>Cutting- Annealing; cleaning</i>	= 45,52 m
<i>Annealing; cleaning-Indenting; necking; drilling</i>	= 19,5 m
<i>Indenting; necking; drilling-clean</i>	= 20,5 m
<i>Cleaning-Drilling, Grooving</i>	= 10,03 m
<i>Grooving-Gauging</i>	= 5,68 m
<i>Gauging-Annealing</i>	= 82,85 m
<i>Annealing-Visual inspection</i>	= 7,25 m
Total jarak <i>material handling</i>	= 198,36 m

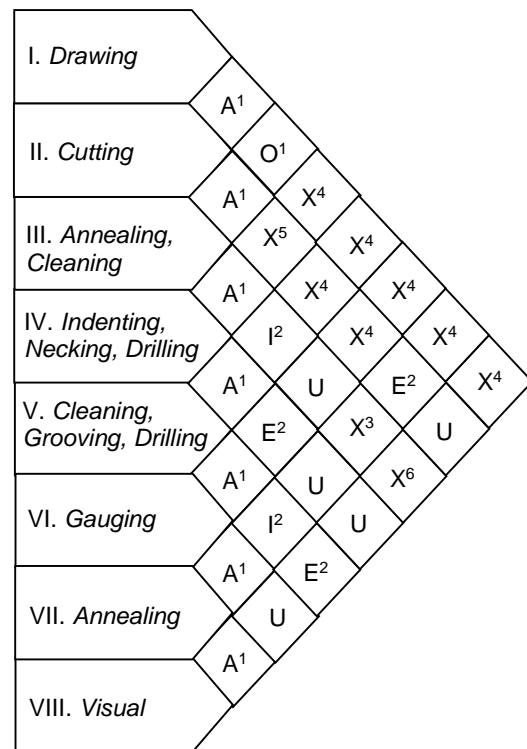
**Tabel 2.** Ukuran luas sel mesin

No	Kode	Nama sel	Ukuran (PxL) cm	Luas cm <sup>2</sup>	Jumlah
1	Sel 1	<i>Drawing</i>	15,66x9,00	140,94	1
2	Sel 2	<i>Cutting</i>	15,66x4,74	74,23	1
3	Sel 3	<i>Annealing dan cleaning</i>	21,63x15,63	338,08	1
4	Sel 4	<i>Indenting, necking, drilling</i>	16,72x15,63	261,33	1
5	Sel 5A	<i>Cleaning</i>	3,30x11,16	36,83	1
6	Sel 5	<i>Drilling, grooving</i>	15,60x5,58	87,06	1
7	Sel 6	<i>Gauging</i>	15,60x5,58	87,06	1
8	Sel 7	<i>Annealing</i>	4,89x11,30	55,26	1
9	Sel 8	<i>Visual inspection</i>	7,65X14,19	108,55	1

**Systematic Layout Planning**

Prosedur penyelesaian dengan *Systematic Layout Planning* dilaksanakan dengan urutan sebagai berikut:

- Penentuan lokasi area dimana departemen diletakkan  
 Penelitian ini tidak membahas fase ini karena mesin-mesin sudah tertata, lini mesin/departemen juga sudah diatur sesuai urutan proses yang diperlukan.
- Penetapan *layout* umum
  - a. Aliran material  
 Sistem sel yang dijalankan mengacu pada beberapa *routing* proses produksi longsong kaliber 5,56 mm. Pada penelitian ini diambil *routing* berdasarkan lini *extension* dengan pertimbangan bahwa lini mesin tersebut yang paling handal dan paling produktif serta gangguan kerusakan mesin paling jarang terjadi.
  - b. Menetapkan *layout* umum  
 Untuk menetapkan *layout* umum, dilakukan dengan urutan kegiatan antara lain:
    - 1) *Activity Relationship Chart*  
 Dari *routing* proses di atas, dapat disusun *Activity Relationship Chart* atau hubungan kedekatan sel mesin berdasarkan kondisi riil yang ada (kualitatif) seperti Gambar 2.



Kode alasan	Deskripsi alasan
1	Urutan aliran proses
2	

3	Hasil proses dikonfirmasi pada operator <i>next process</i>
4	Menggunakan space area dan fasilitas kerja yang sama
5	Barang tercampur
6	Kontaminasi
	Panas, pengap

**Gambar 2.** Activity Relationship Chart

Derajat hubungan :

- A : mutlak perlu didekatkan (nilai 10)
- E : sangat penting untuk didekatkan (nilai 5)
- I : penting untuk didekatkan (nilai 2)
- O : cukup/biasa (nilai 1)
- U : tidak penting (nilai 0)
- X : tidak dikehendaki berdekatan (nilai -10)

- 2) Activity Relationship Diagram (ARD)  
Langkah selanjutnya setelah dibuat Activity Relationship Chart (ARC) adalah penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD) yang akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing masing sel seperti terlihat pada tabel di bawah.

Bila dilihat dari kondisi yang ada, maka layout yang diterapkan sudah memenuhi ketentuan seperti tabel ARD tersebut di atas. Namun demikian pada sel nomor 7 masih diperlukan penyempurnaan. Dari tabel di atas skor kedekatan paling besar adalah untuk sel *annealing*. Untuk itu perubahan layout dilakukan pada sel mesin *annealing*.

**Tabel 3.** Activity Relationship Diagram

Nomor & Nama Sel Proses		Derajat Kedekatan					Skor	
		A	E	I	O	U		X
I	<i>Drawing</i>	II			III	-	IV,V,VI,VII,VIII	-39
II	<i>Cutting</i>	I,III	VII			VIII	IV,V,VI	-5
III	<i>Annealing, Cleaning</i>	II,IV,VII	-	V	I	VI	VIII	23
IV	<i>Indenting Necking Drilling</i>	III,V	VI			VII,VIII	I,II	5
V	<i>Cleaning Grooving Drilling</i>	IV,VI	VIII	III,VII	-		I,II	9
VI	<i>Gauging</i>	V,VII	IV		-	III,VIII	I,II	5
VII	<i>Annealing</i>	III,VI,VIII	II		V	IV	I	26
VIII	<i>Visual</i>	VII	V	-		II,IV,VI	I,III	5

**Tabel 4.** Perhitungan *Blocplan*

NO	ALTERNATIF LAYOUT	ADJ-SCORE	REL-DIST SCORE
1	ALTERNATIF1	0.67	6056.179
2	ALTERNATIF2	0.67	5456.441
3	ALTERNATIF3	0.33	7400.67

Untuk memudahkan perhitungan dengan *Blocplan*, pada area sekitar sel 3 dan sel 4 dibuat sel *dummy*.

**Perubahan layout**

Berdasarkan perhitungan Activity Relation Diagram serta batasan praktis berupa keterbatasan lantai produksi yang tersedia, maka alternatif perubahan layout adalah sebagai berikut:

Alternatif 1: membagi sel 3 menjadi sel 3A dan sel 3B, selanjutnya memindahkan sel 3B ke sebelah sel 4 dan menempatkan sel 7 diatas sel 3A.

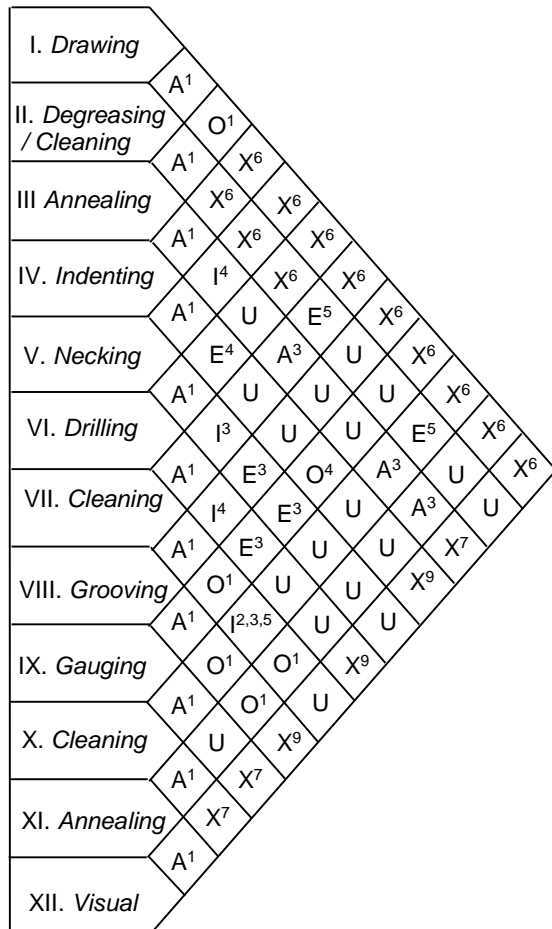
**Analisis Blocplan**

Dari tiga alternatif tersebut, selanjutnya analisis dengan bantuan software *Blocplan* untuk mempermudah penyelesaiannya. Adapun hasil yang didapat bisa dilihat pada tabel di bawah:

- Menetapkan rencana layout detail  
Berdasarkan routing proses yang sudah ditetapkan, maka layout detail merupakan detail posisi mesin sudah sesuai urutan proses, namun beberapa mesin masih perlu untuk dilakukan penataan ulang, yang akan dikerjakan di fase 3 ini. Prosedur untuk membentuk layout dalam fase 3 adalah sama seperti fase 2 tapi yang dilakukan tidak lini mesin namun detail mesin. Adapun tahapan pada fase 3 ini adalah:

**a. Activity Relationship Chart**

Dari *routing* proses di atas, dapat disusun *Activity Relationship Chart* atau hubungan kedekatan antar mesin berdasarkan kondisi riil yang ada adalah sebagai berikut:



Kode alasan	Deskripsi alasan
1	Urutan aliran proses
2	Operator sama
3	Menggunakan space area yang sama
4	Hasil proses dikonfirmasi pada operator <i>next process</i>
5	Menggunakan peralatan kerja yang sama
6	Barang tercampur

7	Kontaminasi
8	Panas, pengap
9	Bising

**Gambar 3.** ARC untuk *layout detail*

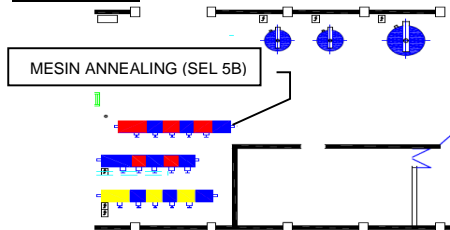
**b. Activity Relationship Diagram (ARD)**

Dari penyusunan *Activity Relationship Diagram (ARD)* yang akan digunakan untuk penentuan letak mesin didapatkan skor derajat kedekatan terbesar yaitu proses *annealing* (43), *necking* (24) dan *cleaning* (31).

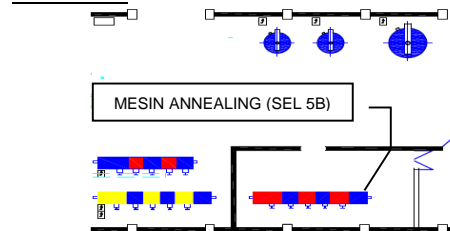
**Alternatif layout**

Hasil wawancara untuk lebih mengoptimalkan kinerja operator dengan membuat kondisi kerja yang nyaman dengan meminimalkan polusi panas dan udara yang pengap, mesin-mesin *annealing* dan *cleaning* perlu untuk dilakukan pengelompokan. Pertimbangan ini cukup wajar karena bila proses *cleaning* tersebut berada pada *workstation* atau lini atau sel mesin yang sama maka infrastruktur berupa saluran limbah, saluran buang udara panas/*exhauster* serta peralatan bantu lainnya akan bisa diatur dengan baik. Alternatif peletakkannya adalah mesin *cleaning* yang ada di sel 5 ditempatkan di sel 3 dengan posisi sebagai berikut:

**Alternatif 1**



**Alternatif 2**



**Gambar 4.** Alternatif detail

**Analisis Blocplan**

Perhitungan dengan *software Blocplan* mendapatkan hasil pada Tabel 5 berikut:

**Tabel 5.** Hasil analisis *blocplan*

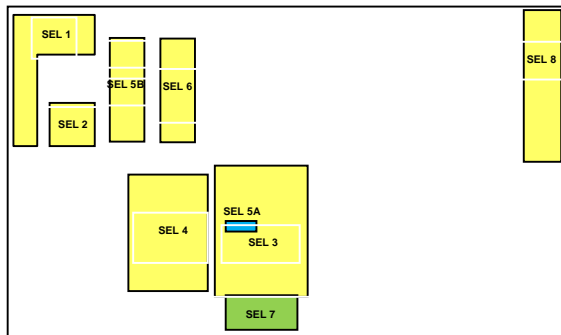
No	Alternatif Pemindahan Mesin <i>Cleaning</i>	Adj-Score	Rel-Dist Score
1	ALTERNATIF1	0,58	6707,526
2	ALTERNATIF 2	0,73	6880,349

**PEMBAHASAN**

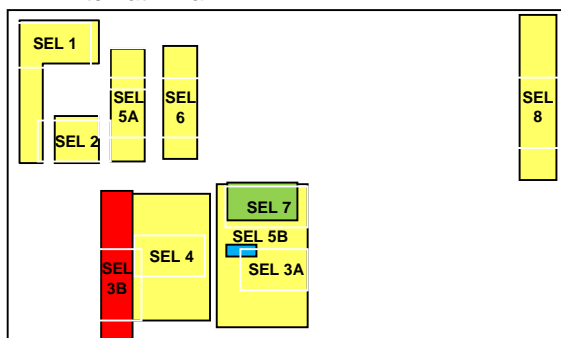
Pembahasan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan di atas dikaitkan dengan urutan pelaksanaan prosedur SLP pada Fase 4 yaitu memasang *layout* terpilih. *Layout* terpilih harus disetujui oleh semua orang yang terlibat: pekerja yang terpengaruh, supervisor, dan manajer. Lalu *layout* final disiapkan, gambar harus memperlihatkan lebih detail lagi sebab digunakan untuk merencanakan perpindahan ke fasilitas baru. Dalam fase 4, dana dan waktu sangat dibutuhkan untuk relokasi mesin beserta seluruh fasilitas pendukung termasuk jaringan listrik, angin, saluran pembuangan limbah, penerangan dan peralatan lainnya.

Sehingga bila *layout* umum dan *layout* detail dilakukan penggabungan, akan didapat alternatif *layout* dengan posisi antara lain:

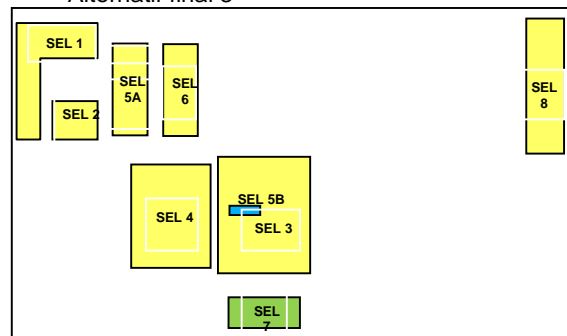
• Alternatif final 1



• Alternatif final 2



• Alternatif final 3



**Gambar 5.** *Layout* alternatif final

**Ongkos Material Handling**

Biaya atau ongkos *material handling* dipengaruhi oleh frekuensi aliran produksi dan ongkos *material handling* per meter (OMH per meter). Namun karena data indeks untuk ongkos *material handling* tersebut tidak dapat diperoleh karena bersifat konfidensial, maka di sini akan diasumsikan ongkos *material handling* per meter adalah X. Sedangkan dalam pelaksanaan pengambilan data di lapangan, didapatkan frekuensi aliran produksi rata-rata selama 3 bulan (Pebruari sampai dengan April 2016) adalah 150 kali per bulan.

Dari data tersebut di atas, didapatkan ongkos *material handling* sebagai berikut:

a. sebelum dilakukan perubahan *layout*

$$\begin{aligned}
 OMH &= r \times f \times OMH/m \\
 &= 198,36 \times 150 \times X \\
 &= Rp. 29.754X
 \end{aligned}$$

b. alternatif final 1

$$\begin{aligned}
 OMH &= 207,81 \times 150 \times X \\
 &= Rp. 31.171,5X
 \end{aligned}$$

c. alternatif final 2

$$\begin{aligned}
 OMH &= 171,59 \times 150 \times X \\
 &= Rp. 25.738,5X
 \end{aligned}$$

d. alternatif final 3

$$\begin{aligned}
 OMH &= 222,68 \times 150 \times X \\
 &= Rp. 33.402X
 \end{aligned}$$



**Tabel 6.** Perbandingan layout awal dan alternatif

No	Layout	Jarak Perpindahan Barang (M)	% Penurunan Jarak Perpindahan	Kelebihan	Kekurangan
1	Awal	198,36	-		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Backtrack</i></li> <li>• Kenyamanan kurang</li> </ul>
2	Alternatif Final 1	207,81	-4,76	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya <i>relayout</i> rendah</li> <li>• Kenyamanan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masih ada <i>backtrack</i></li> <li>• Jarak perpindahan meningkat</li> </ul>
3	Alternatif Final 2	171,59	13,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada <i>backtrack</i></li> <li>• Jarak perpindahan menurun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya <i>relayout</i> besar</li> <li>• Kenyamanan kurang</li> </ul>
4	Alternatif Final 3	222,68	-12,26	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya <i>relayout</i> rendah</li> <li>• Kenyamanan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masih ada <i>backtrack</i></li> <li>• Jarak perpindahan meningkat</li> </ul>

Selisih ongkos *material handling* dalam satu bulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- a. alternatif final 1 = Rp. 29.754X - Rp. 31.171,5X = Rp. - 1.417,5X (terjadi kenaikan *OMH* sebesar 4,76 %)
- b. alternatif final 2 = Rp. 29.754X - Rp. 25.738,5X = Rp. 4.015,5X (terjadi penurunan *OMH* sebesar 13,50 %)
- c. alternatif final 3 = Rp. 29.754X - Rp. 33.402X = Rp. - 3.648X (terjadi kenaikan *OMH* sebesar 12,26 %)

**Analisis Alternatif**

Pada alternatif final 1 terjadi kenaikan jarak perpindahan dan berakibat kenaikan ongkos *material handling*. Hal ini disebabkan dengan mempertimbangkan faktor kenyamanan dan kesehatan kerja dengan cara menggeser mesin *cleaning* (sel 5A) mengakibatkan terjadi *backtrack* dari sel 4 kembali ke sel 5.



**Gambar 6.** Alternatif final 2



Gambar 7. Alternatif final 2

Demikian juga dengan alternatif final 3 terjadi *backtrack* dari sel 3 ke sel 4 dan dari sel 4 ke sel 5A. Perbaikan *layout* paling optimal dari sisi penurunan OMH didapatkan pada alternatif 2 dimana tidak terjadi *backtrack* antar *workstation* pada aliran produknya. Perbandingan *layout* awal dan alternatifnya ditunjukkan pada Tabel 6.

#### KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan dilakukan pembahasan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Perbaikan *layout* mesin produksi langsung munisi dengan menggunakan metode *systematic layout planning* dan *blocplan* menghasilkan penurunan ongkos material handling maksimal sebesar Rp. 4.015,5X dari ongkos material handling sebelum *relayouting* sebesar Rp. 29.754X menjadi Rp. 25.738,5X setelah dilakukan *relayouting*.
2. Bila hanya mempertimbangkan penurunan ongkos *material handling* maka alternatif final 2 adalah yang terbaik, namun bila mempertimbangkan besarnya biaya dan waktu penyiapan fasilitas mesin (listrik, angin, air, saluran limbah, sistem ventilasi dll), maka alternatif 3 yang bisa dipilih.

3. Pemilihan *layout* alternatif juga perlu mempertimbangkan pengaruh terhadap dampak kualitas produk, biaya *relayouting*, kenyamanan operator serta faktor lingkungan lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Pindad. 2015. Data Statistik Munisi.
- [2] Yuliarty P, 2014, Perancangan Ulang Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Metode Systematic Layout Planning dengan Software Blocplan pada PT. Pindad.
- [3] Wignjosoebroto, S, 1996, *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*, Surabaya : Penerbit Guna Widya.
- [4] Heragu, Sunderesh, 2008, *Facilities Design*, 3<sup>rd</sup> Edition, Taylor & Francis Group, New York.
- [5] Susetyo, Joko, 2010, Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Pendekatan Group Technology dan Algoritma Blocplan untuk Meminimasi Ongkos Material Handling, *Jurnal Teknologi*, Vol.3, No. 1.

