

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS
PADA HANGGAR PEMELIHARAAN PESAWAT HAWK 100/200
DI PANGKALAN UDARA ROESMIN NURJADIN**

St Nova Meirizha

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

Jl. Tuanku Tambusai, Pekanbaru

Email: nomei_rizha@yahoo.co.id

Abstrak

Efektifitas dan efisiensi merupakan kebutuhan dalam suatu proses pemeliharaan Pesawat Hawk 100/200 di Hanggar Lanud Roesmin Nurjadin. Untuk memperoleh efektifitas dan efisiensi perlu adanya penelitian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu jarak, waktu dan biaya. Nilai total jarak, waktu dan biaya tempuh yang besar menjadi permasalahan yang dihadapi oleh Hanggar pemeliharaan di Lanud Roesmin Nurjadin. Besarnya nilai total jarak, waktu dan biaya tempuh disebabkan oleh penataan tata letak fasilitas yang kurang efektif dan efisien. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka perlu adanya perancangan ulang tata letak fasilitas pada hanggar pemeliharaan pesawat Hawk 100/200 hingga mendapatkan hasil yang optimal. Tahapan yang digunakan dalam penelitian adalah membuat Operation Process Chart (OPC), Menghitung Ongkos Material Handling (OMH), membuat From To Chart (FTC), menghitung Koefisien Out Flow & In Flow, membuat Tabel Skala Prioritas (TSP), Activity Relationship Diagram (ARD), Activity Relationship Chart (ARC), Area Allocation Diagram (AAD) dan Template. Dari hasil penelitian diperoleh antara lain (1) total jarak tempuh saat ini 946,48 m dan hasil penelitian 522,24 m ; (2) total waktu tempuh saat ini 1167 detik dan hasil penelitian 573 detik; (3) total biaya tempuh saat ini Rp 3153 dan hasil penelitian Rp 1548.

Kata Kunci: Ongkos Material Handling (OMH), Process Layout, Tata Letak Fasilitas

1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang Hawk 100/200 adalah pesawat terbang berkualifikasi tempur yang diproduksi oleh *British Aerospace System (BAE System)* Inggris Raya, dan resmi diimport oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1996, kemudian digunakan sebagai salah satu alat pertahanan udara oleh TNI AU. Penggunaan pesawat terbang Hawk 100/200 dalam rangka menjaga wilayah udara Indonesia dilaksanakan secara terjadwal dan terencana, memerlukan kondisi pesawat yang layak terbang (*serviceable*) dan Aman (*safety*). Sehingga, kegiatan pemeliharaan (*Maintenance*) yang sesuai dengan petunjuk dan prosedur operasional mutlak diperlukan untuk menghasilkan pesawat yang benar-benar layak serta aman digunakan. Kegiatan pemeliharaan pesawat Hawk 100/200 dilaksanakan didalam sebuah hanggar. Kegiatan didalam hanggar tersebut didukung oleh peralatan dan fasilitas yang sesuai dengan standard *British Aerospace System*, sehingga diperlukan Tata letak fasilitas (*plant layout*) guna menunjang kelancaran proses pemeliharaan.

Kondisi tata letak fasilitas pada hanggar pemeliharaan Hawk 100/200 di lanud Roesmin Nurjadin masih belum tertata dengan baik, dikarenakan ada unit kerja yang memiliki posisi yang tidak efektif dan efisien, sebagai contoh posisi unit kerja *Avionic* dan *Listment* yang jauh dari *Parking* Pesawat dan *Tempat Ground Run* yang merupakan lokasi pelaksanaan pemeliharaan. Posisi unit kerja pada saat ini yang tidak efektif dan efisien dapat diukur dengan parameter jarak lokasi, waktu yang ditempuh serta biaya yang dikeluarkan dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan. Berdasarkan uraian diatas, perlu adanya usulan perbaikan tata letak fasilitas pada Hanggar pesawat Hawk 100/200 berdasarkan pengelompokan unit kerja yang mendukung kegiatan pemeliharaan pesawat di tingkat pangkalan.

Keputusan mengenai tata letak meliputi penempatan mesin pada tempat yang terbaik (dalam pengaturan produksi), kantor dan meja-meja (pada pengaturan kantor) atau pusat pelayanan (dalam pengaturan rumah sakit atau department store). Sebuah tata letak yang efektif memfasilitasi adanya aliran bahan, orang, dan informasi di dalam dan antar wilayah. Untuk mencapai tujuan ini, beragam pendekatan telah dikembangkan. Di antara pendekatan tersebut, pada bab ini, akan dibahas empat pendekatan tata letak (Sritomo, Tata Letak Pabrik dan Pindahkan Bahan) :

1. Fixed Product Layout

Tata letak dengan posisi tetap ini merupakan susunan tata letak yang disusun dekat dengan tempat proses produksi dalam posisi yang tetap. *Layout* jenis ini tidak diletakkan dalam suatu pabrik, melainkan di luar dan hanya digunakan untuk satu kali proses produksi saja. Contohnya adalah pembangunan dermaga, gedung, pengaspalan jalan raya, pembangunan jalan layang, dan sebagainya. Setelah proses pengerjaan selesai, semua mesin dan peralatan dibongkar dan dipindahkan ke tempat lain untuk proses yang baik sama atau tidak tapi di lokasi yang lain.

2. *Product Layout*

Layout jenis ini seringkali disebut *layout* garis. Merupakan penyusunan letak fasilitas produksi yang diletakkan berdasarkan urutan proses produksi dari bahan baku sampai barang jadi. Dalam *layout* ini, manajemen perusahaan harus benar-benar mengetahui proses produksi.

3. *Group Technology Layout*

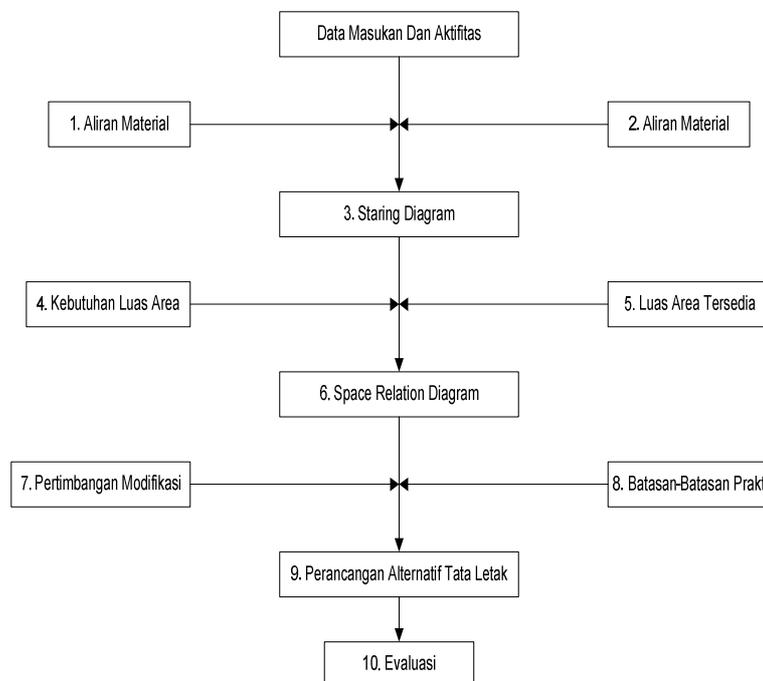
Group layout digunakan pada saat volume produksi untuk produk individual tidak mencukupi untuk menentukan tata letak produk, tapi dengan mengelompokkan produk menjadi *logical product families*, tata letak produk dapat ditentukan untuk famili tersebut. Kelompok proses dianggap sebagai *cells*, sedangkan *group layout* dianggap sebagai *layout cellular*.

4. *Process Layout*

Pengaturan tata letak dengan cara menempatkan segala mesin/peralatan yang memiliki tipe / jenis sama kedalam satu departemen, sebagai contoh :industri manufaktur. Tata letak jenis ini sesuai dengan digunakan pada industri yang sifatnya menerima *job order* dengan jenis produk yang dibuat bervariasi dalam jumlah yang tidak terlalu besar.

1.1 Perencanaan Tata Letak Secara Sistematis.

Suatu pendekatan yang sistematis dan teroganisir untuk perencanaan tata letak pabrik yang dikenalkan oleh Richard Muther (1973) yang dikenal dengan *Systematic Layout Planning* (SLP). Pendekatan tersebut sering digunakan sebagai dasar untuk memecahkan berbagai masalah antara lain produksi, transportasi, pergudangan, dan aktifitas lainnya yang sering dijumpai diperkantoran (*office layout*). Penggunaan SLP dapat dijelaskan dengan gambar 1 (James A.Tompkins,1994).



Gambar 1. Prosedur Untuk Merencanakan *Systematic Layout Planning*
Sumber : James A.Tompkins,1994

Uraian dari SLP itu adalah sebagai berikut:

1). *Operation Process Chart*

Operation process chart atau OPC adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses operasi yang akan dialami oleh bahan baku dari awal sampai dengan menjadi barang jadi beserta informasi-informasi seperti waktu produksi, material yang digunakan, dan mesin yang digunakan.

2). *Ongkos Material Handling (OMH)*

Aktivitas pemindahan bahan dan peralatan (*Material Handling*) merupakan salah satu yang cukup penting untuk diperhatikan dan diperhitungkan. Aktivitas pemindahan bahan tersebut dapat ditenyukan dengan terlebih dahulu memperhatikan aliran bahan dalam operasi dan juga jenis tipe *layout* yang digunakan. Menurut Sritomo (1990), data yang dapat dijadikan dalam penghitungan *material handling* adalah sebagai berikut :

- a. *Hourly Fuel Power & Maintenance Cost*. Merupakan biaya bahan bakar dan perawatan peralatan per jam.
- b. *Hour Labor Cost*. Merupakan upah operator per hari.
- c. *Material Handling Equipment Depreiation Cost*. Merupakan nilai depresiasi peralatan per satuan waktu.
- d. *Quantity*. Merupakan jumlah peralatan yang dibutuhkan.

3). *From To Chart (FTC)*

Menurut Sritomo (1990) *From to Chart* merupakan salah satu teknik konvensional yang digunakan secara umum dalam perancangan tata letak fasilitas dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. *From to chart* biasanya diisi dengan biaya total dari ongkos *material handling* untuk tiap-tiap perpindahan yang terjadi.

4). Koefisien *Out Flow* dan *In Flow*

Koefisien *Out Flow* dan *In Flow* dibuat didasarkan pada hasil perhitungan *from to chart* Dimana digunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

- 1. Perhitungan koefisien *Out Flow*:

$$Out\ Flow\ (O_{ij}) = \frac{OMH_{ij}}{\text{jumlah OMH pada baris } j} \dots\dots\dots(1)$$

- 2. Perhitungan koefisien *In Flow*:

$$In\ Flow\ (I_j) = \frac{OMH_{ij}}{\text{jumlah OMH pada kolom } j} \dots\dots\dots(2)$$

5). Tabel Skala Prioritas

Tabel skala prioritas digunakan untuk menunjukkan urutan prioritas dalam produksi. Tabel skala prioritas merupakan dasar dalam penyusunan ARD. Setelah diperoleh nilai koefisien *out flow* atau *in flow*, pindahkan nilai koefisien *out flow* ke dalam *from to chart*. Kemudian buat tabel skala prioritas dengan mengurutkan nilai koefisien *out flow* atau *In flow* pada setiap baris dari diagram dari-ke yang telah dibuat. Pengurutan dilakukan dari nilai terbesar sampai nilai terkecil.

6). *Activity Relationship Diagram (ARD)*

Penyusunan ARD berdasarkan tabel skala prioritas, penyusunan ARD dilakukan tanpa mempertimbangkan luas departemen yang telah didapatkan sebelumnya. Menurut Apple (1990) ARD merupakan diagram balok yang menunjukkan pendekatan keterkaitan kegiatan sebagai satu model kegiatan tunggal.

7). *Activity Relationship chart (ARC)*

Pada *activity relationship chart* ini, ditentukan seberapa dekat hubungan antara departemen-departemen yang ada di perusahaan tersebut. Teknik penganalisaan menggunakan ARC dikemukakan oleh Richard Muthe adalah sebagai berikut :

- a. Hubungan antar aktifitas ditunjukkan dengan tingkat kepentingan hubungan antar aktifitas tersebut.
- b. Alasan untuk menyatakan tingkat kepentingan tersebut adalah sebagai berikut :
 - Menggunakan catatan yang sama.
 - Menggunakan personel yang sama.
 - Menggunakan ruang yang sama.
 - Tingkat hubungan personel.
 - Tingkat hubungan kertas kerja.
 - Urutan aliran kertas.
 - Melakukan aliran kerja yang sama.
 - Menggunakan peralatan dan fasilitas yang sama.
 - Ribut, kotor, getaran, debu dan lain-lain.
 - Faktor lainnya yang mungkin perlu ditambahkan.

8). *Area Allocation Diagram (AAD)*

Area allocation diagram (AAD) merupakan proses dimana pendekatan secara aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan lokasi dari kegiatan produksi. Dasar yang digunakan pertimbangan dalam prosedur pengalokasian area adalah :

1. Aliran produksi, material, peralatan.
2. ARC, informasi aliran, aliran personel, hubungan fisik.
3. tempat yang dibutuhkan.

AAD merupakan *template* secara global informasi yang dapat hanya secara pemanfaatan area saja, sedangkan gambar visualisasi secara lengkap dapat dilihat pada *template* yang merupakan hasil akhir dari tata letak fasilitas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Sub bab ini akan diuraikan secara singkat langkah-langkah perancangan fasilitas yang terdiri atas Operation Process Chart (OPC), Activity Relationship Diagram, Activity Relationship Chart (ARC), Area Allocation Diagram (AAD), Template

2.1 *Operation Process Chart (OPC)*

OPC adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang dikerjakan pada pesawat Hawk 100/200 khususnya pemeliharaan *Primary Star*, yang meliputi urutan proses dan pemeriksaan serta peralatan yang digunakan.

2.2 *Ongkos Material Handling (OMH)*

Ongkos *material handling* pada pemeliharaan *Primary Star* Pesawat Hawk 100/200 menggunakan besar gaji bulanan yang diberikan kepada operator atau mekanik. Gaji bulanan tersebut dikonfersikan dari bulanan ke per detik dengan tujuan sebagai parameter untuk menghitung ongkos pergerakan operasi "From To" unit kerja yang melaksanakan pemeliharaan *Primary Star*. Gaji pokok bulanan seorang operator berpangkat Bintara adalah Rp 1,870,000/bulan dengan 5 hari kerja dan 8 jam kerja. Sehingga apabila dikonfersikan ke per detik adalah Rp 2,7.

2.3 *From to Chart*

From to Chart merupakan penggambaran tentang berapa total ongkos *material handling* dari suatu aktivitas menuju aktivitas yang lain. *From To Chart* diisi berdasarkan data OMH dari hasil pengkalian antara upah dan satuan waktu detik yang dilaksanakan oleh unit kerja yang melaksanakan pemeliharaan *Primary Star*. Unit kerja yang langsung melaksanakan *Primary*

Star meliputi : TUT, Dalkual, *Engine*, *Air frame*, *Listment*, *Tempat Ground Run*, *TB*, *Parking Pesawat*, *Wheel Tyre*, *Hydraulic/Pneumatic* dan *Shelter* Kendaraan.

2.4 Activity Relationship Diagram (ARD)

Merupakan penerapan hasil dari TSP ke dalam suatu diagram untuk menyusun tingkat kedekatan berdasarkan prioritas yang telah dibuat. ARD digambarkan dengan bentuk balok dengan asumsi luas diasamakan dengan kondisi sesungguhnya.

2.5 Activity Relationship Chart (ARC)

Merupakan alat untuk menganalisa hubungan antar aktifitas yang ada dalam sistem operasi pemeliharaan. ARC dalam penelitian ini akan ditunjukkan unit kerja yang langsung terlibat dalam pemeliharaan *Primary Star* dan unit kerja pendukung.

2.6 Area Allocation Diagram (AAD)

AAD adalah template yang secara global menunjukkan pemanfaatan area yang tersedia pada lokasi tempat fasilitas berada baik untuk unit kerja yang langsung terlibat dalam pemeliharaan *Primary Star* maupun unit pendukung.

2.7 Template

Merupakan suatu gambaran yang telah jelas dari tata letak yang akan dibuat dan merupakan gambaran detail dari AAD unit kerja yang langsung terlibat dalam pemeliharaan *Primary Star* dan unit pendukung secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas pada Hanggar pesawat Hawk 100/200 dilakukan tahapan sebagai berikut:

3.1 Pembuatan Operation Process Chart (OPC)

Untuk pembuatan OPC digunakan data kegiatan, waktu dan peralatan proses pemeliharaan *Primary star* yang meliputi nomor operasi, nama alat dan waktu operasi.

3.2 Penghitungan Ongkos Material Handling (OMH)

Ongkos material handling diasumsikan dengan menggunakan gaji pokok seorang operator dari bulanan dikonfersikan ke detik = Rp 2,7. Sehingga dapat dihitung OMH menggunakan persamaan:

$OMH = \text{Ongkos Per Detik (Rp)} \times \text{Waktu pergerakan (detik)}$(3)
---	----------

Berdasarkan pergerakan operasi dapat dihitung OMH tiap-tiap unit kerja. Contoh perhitungannya sebagai berikut (berlaku pembulatan):

1. Dari TUT Parking pesawat ke Parking pesawat
 Biaya per detik = Rp 2,7
 Waktu pergerakan = 43 detik
 OMH = Rp 2,7 x 43 detik = Rp 116
2. Dari *Engine* ke Parking pesawat
 Biaya per detik = Rp 2,7
 Waktu pergerakan = 17 detik
 OMH = Rp 2,7 x 17 detik = Rp 46

3.3 Metode From To Chart (FTC)

Dari hasil penghitungan nilai OMH dapat dimasukkan ke dalam FTC. Nilai yang dimasukkan ke dalam FTC adalah ongkos yang diperlukan dalam pelaksanaan kegiatan antar unit kerja dan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. From To Chart Primary Star

From (i) \ To (j)	TUT	Dalkual	Engine	Air frame	Avionic	Listment	TB	Parking	Tempat Ground run	Wheel Tyre	Hyd/Pneu	Shelter
TUT	116	-	-	-	-	-	-	116	-	-	-	-
Dalkual	-	184	-	-	-	-	-	-	184	-	-	-
Engine	-	-	46	-	-	-	-	46	76	-	-	-
Air Frame	-	-	-	62	-	-	-	49	62	-	-	-
Avionic	-	-	-	-	178	-	-	178	354	-	-	-
Listment	-	-	-	-	-	178	-	178	354	-	-	-
TB	-	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	-
Parking Pesawat	116	-	-	-	-	-	-	86	176	-	-	-
Tempat Ground run	289	-	-	-	-	-	-	176	176	-	-	-
Wheel Tyre	-	-	-	-	-	-	-	43	68	68	-	-
Hyd/Pneu	-	-	-	-	-	-	-	43	68	-	68	-
Shelter Kendaraan	-	-	-	-	-	-	-	491	-	-	-	491

Sumber : Pengolahan data

3.4 Penghitungan Koefisien Out Flow dan In Flow

Dari data tabel 1 kemudian dihitung tiap-tiap koefisien ongkos Out flow dan in flow dari seluruh kegiatan menggunakan persamaan (1) dan (2).

1. Koefisien Out flow

Contoh penghitungan koefisien Out Flow :

- a. Dari TUT ke Parking
 Ongkos Material Handling = 116
 Total Ongkos Baris = 116
 Koefisien Out Flow = $\frac{116}{116} = 1$

- b. Dari Engine ke Parking Pesawat
 Ongkos Material Handling = 46
 Total Ongkos Baris = 216
 Koefisien Out Flow = $\frac{46}{216} = 0,21$

2. Koefisien In Flow :

Contoh penghitungan koefisien In Flow :

- a. Dari TUT ke Parking
 Ongkos Material Handling = 116
 Total Ongkos Kolom = 1320
 Koefisien In Flow = $\frac{116}{1321} = 0,08$

- b. Dari Engine ke Parking Pesawat
 Ongkos Material Handling = 46
 Total Ongkos Kolom = 1321
 Koefisien In Flow = $\frac{46}{1321} = 0,03$

3.5 Pembuatan Tabel Skala Prioritas

Dari penghitungan dan pembuatan tabel koefisien Out flow and In flow selanjutnya adalah menggunakan tabel skala prioritas. Tabel Skala Prioritas terdiri atas macam departemen atau unit kerja yang ikut dalam proses pemeliharaan dan prioritas yang paling dekat. Prioritas paling dekat adalah yang memiliki koefisien terbesar.

Tabel 2. Skala Prioritas *Out Flow*

Depatemen	Prioritas 1		Prioritas 2	
	Depatemen	Koef <i>Out Flow</i>	Depatemen	Koef <i>Out Flow</i>
TUT	Parking Pesawat	1		
Dalkual	Tempat Ground run	1		
Engine	Tempat Ground run	0.62	Parking Pesawat	0.37
Air Frame	Tempat Ground run	0.55	Parking Pesawat	0.44
Avionic	Tempat Ground run	0.66	Parking Pesawat	0,33
Listment	Tempat Ground run	0,66	Parking Pesawat	0,33
Parking Pesawat	Tempat Ground run	0.46	TUT	0,30
Tempat Ground run	TUT	0.62	Parking Pesawat	0.37
Wheel Tyre	Tempat Ground run	0.61	Parking Pesawat	0.38
Hyd/Pneu	Tempat Ground run	0.61	Parking Pesawat	0.38
Shelter Kendaraan	Parking Pesawat	1		

Sumber : Pengolahan data

Tabel 3. Skala Prioritas *In Flow*

Depatemen	Prioritas 1		Prioritas 2	
	Depatemen	Koef <i>In Flow</i>	Depatemen	Koef <i>In Flow</i>
TUT	Parking Pesawat	0.08		
Dalkual	Tempat Ground run	0.13		
Engine	Tempat Ground run	0.05	Parking Pesawat	0.03
Air Frame	Tempat Ground run	0.04	Parking Pesawat	0.03
Avionic	Tempat Ground run	0,26	Parking Pesawat	0.13
Listment	Tempat Ground run	0,26	Parking Pesawat	0.13
Parking Pesawat	TB	1	TUT	0.28
Tempat Ground run	TUT	0.71	Parking Pesawat	0.13
Wheel Tyre	Tempat Ground run	0.05	Parking Pesawat	0.03
Hyd/Pneu	Tempat Ground run	0.05	Parking Pesawat	0.03
Shelter Kendaraan	Parking Pesawat	0.37		

Sumber : Pengolahan data

3.6 Pembuatan *Activity Relationship Diagram* (ARD)

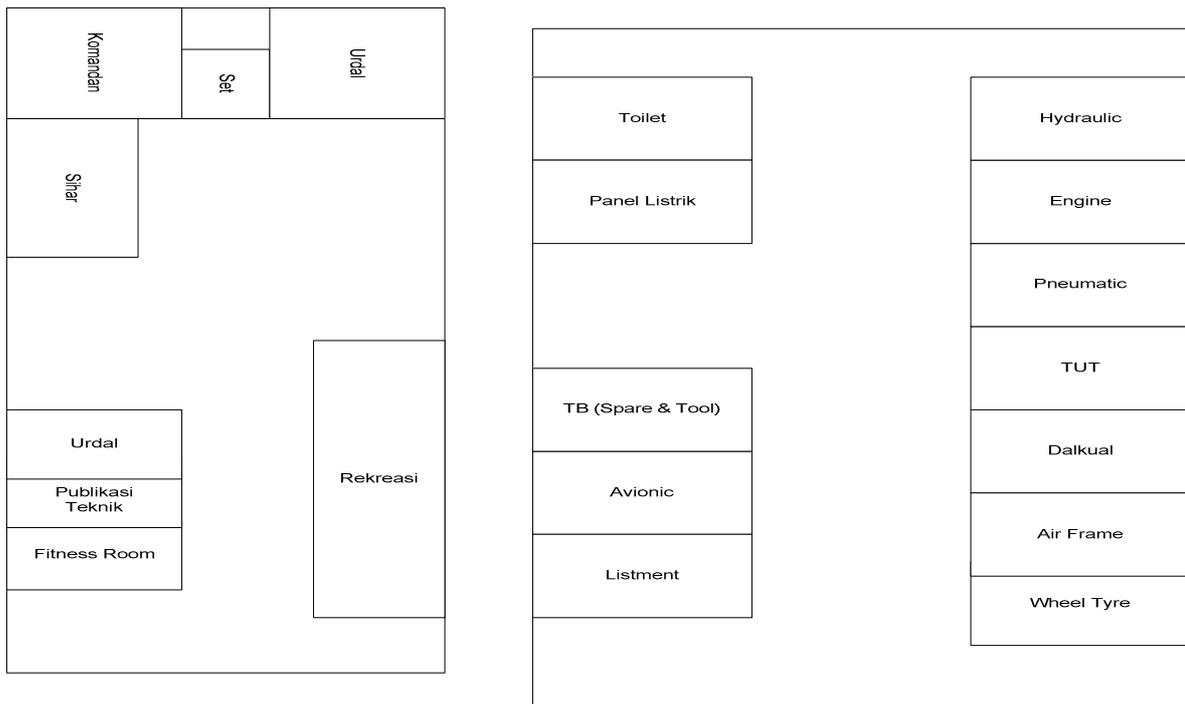
Pembuatan *Activity Relationship Diagram* berasal dari hasil penghitungan Tabel skala Prioritas *Out Flow* dan *In Flow*.ARD dibuat untuk mengetahui kedekatan tiap-tiap unit kerja dengan menggunakan gambar balok.

3.7 Pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC)

Activity Relationship Chart dibagi menjadi 2 bagian yaitu unit kerja yang terlibat langsung dalam proses pemeliharaan *Primary star* dan ARC gabungan dengan unit pendukung. Adapun ARC untuk unit kerja yang terlibat langsung pada *Primary Star*.

3.8 Pembuatan *Area Allocation Diagram* (AAD)

Berdasarkan hasil analisa metode ARD, ARC dan kondisi *lay out* hanggar saat ini, maka didapatkan *Area Allocation Diagram* pada kegiatan pemeliharaan *Primary Star* sebagai berikut :



Gambar 2. Area Allocation Diagram Staff dan Hanggar
Sumber : Pengolahan data

3.9 Pembuatan Template

Hasil template usulan perbaikan tata letak fasilitas pada hanggar pemeliharaan Pesawat Hawk 100/200 berdasarkan atas hasil pengolahan data melalui metode OPC (*Operation Process Chart*), *Ongkos Material Handling (OMH)*, *From To Chart (FTC)*, *Out Flow & In Flow*, Tabel Skala Prioritas (TSP), *Activity Relationship Diagram (ARD)*, *Activity Relationship Chart (ARC)*, *Area Allocation Diagram (AAD)* serta ukuran ruangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada usulan perbaikan tata letak fasilitas terdapat perubahan total perkiraan Jarak, Waktu dan Biaya (OMH) menjadi lebih kecil atau rendah daripada sebelumnya.
2. Perubahan pada layout usulan atau hasil penelitian terdapat pada beberapa unit kerja yang terlibat langsung dalam Pemeliharaan *Primary Star* dan unit kerja pendukung. Perubahan tersebut menghasilkan tata letak yang efektif dan efisien dari penggunaan jarak, waktu dan biaya. Unit kerja yang terlibat langsung dalam Pemeliharaan *Primary Star* dan mengalami perubahan lokasi pada layout antara lain :
 - a. Listment
 - b. *Avionic*
 - c. Parking Pesawat
 - d. Tempat Ground Run
 - e. TUT (Tata Usaha Teknik)
 - f. Dalkual (Pengendalian Kualitas)
 - g. *Shelter* Kendaraan

DAFTAR PUSTAKA

Apple, James M.,1990, Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan, Edisi Ketiga, Penerbit ITB, Bandung.

Benjafaar, S. et al.,2000, Next Generation Factory Layouts, Reserch Challenges and Recent Progress.

Benjafaar, S. dan Lahmar, M., 2005, Design of Distributed Layouts, IIE Transactions 37:303-318.

Heragu, Sunderesh S., 2008, Facilities Design,Third Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Huang, dan Irani, S. A.,1999, Design of Facility Layouts Using Layout Modules, Proceedings of the 8th Annual Industrial Engineering Research Conference, Phoenix, AZ. May 23-26.

- S. Gabriel, Djoko ; Nurcahyo, Rahmat dan Sushendrato, Pramuyudha., 2011, Mengurangi Pemborosan Transportasi Melalui Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Berbasis Pengelompokan Produk (Studi Kasus Produk Hexilon Pada Perusahaan X), Proceeding Seminar nasional Teknik Industri & Kongres BKSTI VI.
- Tompkins, J.A dan White.,1994, Facilities Planning, New York, Wiley.