

# EFISIENSI LAY OUT AREA SHEET METAL UNTUK PROSES PEMBUATAN PART NAME SKIN 11 STBD PART NUMBER D57459076201C PADA SAYAP PESAWAT AIRBUS A380

Nurlaela Kumala Dewi<sup>1</sup>

Juliana Handayani<sup>2</sup>

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN LOGISTIK INDONESIA

Email : nurlaelakumaladewi@yahoo.com<sup>1</sup>

## ABSTRAK

*Jarak dan biaya pemindahan bahan dalam perusahaan sangat diperlukan untuk perencanaan tata letak fasilitas produksi, maka dari itu dengan mengatur tata letak fasilitas yang baik diharapkan akan dapat menekan biaya pemindahan bahan sehingga, jarak pemindahan bahan menjadi lebih pendek. Dalam aktifitas produksi pada perusahaan PT. Dirgantara Indonesia di Area Sheet Metal, produksi proses pembuatan Part Name Skin 11 STBD, Part Number D57459076201C pada pembuatan Sayap Pesawat Airbus A380, ada kendala yang terjadi akibat kurang teraturnya layout yang digunakan dalam menjalankan kegiatan produksi, diantaranya adalah kurang efisiennya pergerakan dalam melakukan material handling, terjadinya penumpukan barang di tempat produksi karena keterbatasan jumlah mesin yang ada, dan masih belum teraturnya tata letak fasilitas yang ada, sehingga mempengaruhi kecepatan dalam melakukan aktifitas pekerjaan akibat adanya aliran bolak-balik. Tujuan Penelitian ini adalah memperbaiki lay out dengan menggunakan Metode CRAFT ( Computerized Relative Allocation Of Facilities Techniques), Tata letak menggunakan software Computerized Relative Allocation Facilities Technique atau yang sering dikenal dengan craft. Hasil penelitian diperoleh jarak perpindahan sebelum di perbahruai adalah 157 meter dengan ongkos material handling Rp. 1.450.543,48/hari, setelah terjadi perbaikan tata letak maka jarak total jarak antar fasilitas menjadi 140,2 meter dengan ongkos material handling Rp. 1.295.326,09.*

*Kata Kunci : Jarak, Biaya, Efisiensi, Metode Craft, Material Handling*

## 1. Pendahuluan

Dalam aktifitas produksi pada perusahaan PT. Dirgantara Indonesia di Area Sheet Metal, produksi proses pembuatan *Part Name Skin 11 STBD*, Part Number D57459076201C pada pembuatan Sayap Pesawat Airbus A380, ada kendala yang terjadi akibat kurang teraturnya *layout* yang digunakan dalam menjalankan kegiatan produksi, diantaranya adalah kurang efisiennya pergerakan dalam melakukan *material handling*, terjadinya penumpukan barang di tempat produksi karena keterbatasan jumlah mesin yang ada, dan masih belum teraturnya tata letak fasilitas yang ada, sehingga mempengaruhi kecepatan dalam melakukan aktifitas pekerjaan akibat adanya aliran bolak-balik (*back tracking*). (Sumber : <http://puramoz.blogspot.com>; Jurnal Laporan [Penelitian Perencanaan Tata Letak Fasilitas Produksi](#) PT. Dirgantara Indonesia (*IAe*)).

Tujuan dari penelitian ini adalah memperbaiki lay out design yang berada di lantai produksi proses pembuatan *Part Name Skin 11 STBD*, Part Number D57459076201C pada pembuatan Sayap Pesawat Airbus A380 sehingga

usulan lay out ini bisa mengefisiensikan jarak dan biaya yang ditimbulkan dalam proses pembuatan *Part Name Skin 11 STBD*, Part Number D57459076201C di PT. Dirgantara Indonesia

## **2. Landasan Teori**

Dalam merancang tata letak selain memerlukan dasar dari proses pekerjaan yang dikerjakan, juga diperlukan dasar untuk pengambilan keputusan untuk investasi.

Menurut Chase, Jacobs, dan Aquilano (2006) ada beberapa hal yang diperlukan sebagai inputan untuk menentukan layout dari suatu perusahaan, yaitu: spesifikasi dari tujuan dan hubungan dari kriteria untuk menentukan desain dari *layout* yang akan dirancang, perkiraan *demand* dari produk atau *service* yang dihasilkan perusahaan, proses yang dilakukan untuk menghasilkan produk atau *service* yang mana dalam hal ini berhubungan dengan jumlah proses yang akan diletakan di *layout* perusahaan, kebutuhan akan ruang untuk setiap elemen kerja, dan ketersediaan tempat.

Terdapat 4 cara untuk menggambarkan aliran kerja, yaitu *process layout*, *product layout*, *group technology (celular) layout* dan *fixed-position layout*. Thompkins (1996) mengemukakan bahwa terdapat empat pola aliran material antar departemen antara lain: *straight line*, *serpentine (S-shaped)*, *U-shaped*, *W-shaped*.

Thompkins (1996) juga mengatakan bahwa pendekatan penyederhanaan kerja untuk aliran material meliputi: menghilangkan aliran dengan merencanakan pengiriman ke titik pengguna yang terakhir dan menghilangkan langkah-langkah setelahnya, mengurangi percabangan aliran, dan menggabungkan sedapat mungkin aliran perpindahan dengan pekerjaan.

Pengaturan pola aliran material bertujuan untuk mempersingkat dan memanfaatkan ruang yang ada sebagai jalur perpindahan material yang efektif. Perhitungan jumlah kebutuhan mesin dan karyawan dipengaruhi dari kemampuan dari mesin dan karyawan tersebut (Meyer, 2000).

Untuk dapat menghitung jumlah kebutuhan mesin dan kebutuhan karyawan dibutuhkan data berupa: banyak produk yang harus diproduksi setiap shiftnya, dan lama waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit barang. Investasi mesin tidak hanya dilihat dari kemampuan mesin saja. Namun juga perlu memperhatikan nilai ekonomis dari mesin yang akan dipilih.

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk membandingkan alternatif-alternatif investasi, yaitu: (Pujawan, 2004) analisis nilai sekarang (*Present Worth / P*), analisis deret seragam (*Annual Worth / A*), analisis nilai mendatang (*Future Worth / F*), analisis tingkat pengembalian (*Rate of Return*), analisis manfaat / ongkos (B/C), analisis Periode Pengembalian (*Payback Period*).

### **2.1. Konsep Dasar Tentang Desain Pabrik**

#### **2.1.1. Pengertian dan definisi pabrik atau industri**

Pabrik yang dalam istilah asingnya dikenal sebagai *factory* atau *plant* adalah setiap tempat dimana faktor-faktor seperti:

- Manusia
- Mesin dan peralatan (fasilitas) produksi lainnya
- *Material*
- Energi
- Uang (modal/kapital)
- Informasi dan Sumber daya alam (tanah, Air, mineral, dll)

Dikelola bersama-sama dalam suatu sistem produksi guna menghasilkan suatu produk atau jasa secara efektif, efisien dan aman. Istilah pabrik ini diartikan sama dengan industri, meskipun industri sebenarnya memiliki pengertian yang lebih luas. Pabrik pada dasarnya merupakan salah satu jenis industri yang terutama akan menghasilkan produk jadi (*finished goods product*). Seperti halnya yang dijumpai pada industri manufaktur.

Dengan mempertimbangkan aktivitas-aktivitas yang umum dilaksanakan, maka industri akan dapat diklasifikasikan sebagai:

1. Industri Penghasil Bahan Baku (*The Primary Raw Material Industries*)

Yaitu industri yang aktivitas produksinya adalah mengolah sumber daya alam guna menghasilkan bahan baku maupun bahan tambahan lainnya yang dibutuhkan oleh industri penghasil produk atau jasa. Industri tipe ini dikenal juga sebagai "*extractive/primary industry*". Contoh: Industri pengolahan bijih besi dll.

2. Industri Manufaktur (*The Manufacturing Industries*)

Yaitu industri yang memproses bahan baku guna dijadikan bermacam-macam bentuk/model produk, baik yang berupa produk setengah jadi (*semi finished good*) ataupun yang sudah berupa produk jadi (*finished good product*). Disini akan terjadi suatu transformasi proses baik secara fisik ataupun kimiawi terhadap *input material* dan akan memberi nilai tambah terhadap *material* tersebut. Contoh: Industri permesinan, industri mobil, dan lain-lain.

3. Industri Penyalur (*Distribution Industries*)

Yaitu industri yang berfungsi untuk melaksanakan pelayanan jasa industri baik untuk bahan baku maupun "*finished good product*". Disini bahan baku ataupun bahan setengah jadi akan didistribusikan dari produsen yang lain dan dari produsen ke konsumen. Operasi kegiatan akan meliputi aktivitas pembelian dan penjualan, penyimpanan, *sorting*, *grading*, *packaging* dan *moving goods* (transportasi).

4. Industri Pelayanan/Jasa (*Service Industries*)

Yaitu industri yang bergerak dalam bidang pelayanan atau jasa, baik untuk melayani dan menunjang aktivitas industri yang lain

maupun langsung memberikan pelayanan/jasa kepada *consumer*.  
Contoh: Bank, jasa angkutan, rumah sakit, dll.

Dari hal-hal tersebut diatas maka dapat dikatakan bahwa industri akan memiliki pengertian dan definisi yang luas sesuai dengan karakteristik dari jenis masukan, proses produksi yang berlangsung, dan jenis keluaran yang dihasilkan. Dalam kaitannya dengan jenis keluaran yang dihasilkan maka industri yang menghasilkan keluaran berupa *material*, peralatan produksi, mesin dan lain-lain yang akan digunakan untuk proses produksi di industri/pabrik lain dikenal sebagai "*producer goods industries*". Sedangkan industri yang hasil keluarannya akan langsung digunakan oleh *consumer* disebut "*consumer goods industries*".

## **2.1.2. Tata Letak Fasilitas Dan Ruang Lingkupnya**

### **2.1.2.1. Definisi Tata Letak Fasilitas**

Tata letak Fasilitas atau sering disebut juga tata letak pabrik menurut James Apple didefinisikan sebagai berikut : *Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen – komponen suatu produk untuk mendapatkan interelasi yang efisien dan efektif antara pekerja dan peralatan serta pemindahan material dari bagian penerimaan, fabrikasi menuju bagian pengiriman produk jadi.*

Jadi permasalahan tata letak fasilitas merupakan salah satu dari persoalan intern suatu sistem manufaktur yang berhubungan dengan pengaturan fasilitas, tenaga kerja manusia, bahan – bahan, dan aliran bahan untuk menciptakan operasi yang efektif sehingga di peroleh tata letak yang mampu menghasilkan produk yang biayanya minimum dengan memperhatikan tujuan dan pembatas – pembatas yang ada.

### **2.1.2.2. Ruang Lingkup Perancangan Fasilitas**

Perancangan Fasilitas seringkali dianggap hanya berhubungan dengan perencanaan yang cermat dan terinci tentang susunan peralatan produksi. Padahal perencanaan yang demikian hanya merupakan salah satu tahap dari suatu rangkaian kegiatan yang saling berhubungan dan secara keseluruhan membentuk kegiatan perancangan tata letak fasilitas. Ruang lingkup pekerjaan perancangan fasilitas antara lain di bidang –bidang seperti : pengangkutan, penerimaan, produksi, gudang, kantor, dll.

Pekerjaan merancang fasilitas dimulai dari analisis produk yang dibuat, atau jasa yang diberikan, dan sebuah perhitungan tentang aliran barang atau kegiatan secara menyeluruh. Kemudian memasuki perencanaan terinci tentang susunan peralatan bagi tiap kerja mandiri, langkah demi langkah. Keterkaitan antar tempat kerja dirancang. Daerah yang erat hubungannya di kelompok yang disebut departemen. Langkah terakhir adalah menjalin suatu tata letak akhir.

### 2.1.2.3. Tujuan Tata Letak Fasilitas

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk produksi aman, dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, antara lain sebagai berikut:

1. Menaikan *output* produksi

Biasanya suatu tata letak yang baik akan memberikan keluaran (*output*) yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, *man hours* yang lebih kecil, dan/atau mengurangi jam kerja mesin (*machine hours*).

2. Mengurangi waktu tunggu (*Delay*)

Mengatur keseimbangan antara waktu operasi produksi dan beban dari masing-masing departemen atau mesin adalah bagian kerja dari mereka yang bertanggung jawab terhadap desain tata letak pabrik. Pengaturan tata letak yang terkoordinir dan terencana baik akan dapat mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.

3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*Material Handling*)

Untuk merubah bahan menjadi produk jadi, maka hal ini akan memerlukan aktivitas pemindahan (*movement*) sekurang-kurangnya satu dari tiga elemen dasar sistem produksi yaitu: bahan baku, orang/pekerja, atau mesin dan peralatan produksi, bahan baku akan lebih sering dipindahkan dibandingkan dengan dua elemen dasar produksi lainnya. Pada beberapa kasus maka biaya untuk proses pemindahan bahan ini bisa mencapai 30% sampai 90% dari total biaya produksi dengan mengingat pemindahan bahan yang sedemikian besarnya, maka mereka bertanggung jawab untuk perencanaan dan perancangan tata letak pabrik akan lebih menekankan desainnya pada usaha-usaha memindahkan aktivitas-aktivitas pemindahan bahan pada saat proses produksi berlangsung. Hal ini dilakukan dengan beberapa alasan seperti:

- a. Biaya pemindahan bahan disamping cukup besar pengeluarannya juga akan ada dari tahun ketahun selama proses produksi berlangsung.

- b. Biaya pemindahan bahan dengan mudah akan dapat dihitung dimana biaya ini akan proporsional dengan jarak pemindahan bahan yang harus ditempuh dan pengukuran jarak perpindahan bahan ini dapat dianalisa dengan memperhatikan tata letak semua fasilitas produksi yang ada dipabrik. Jelaslah bahwa memang akan ada korelasi antara tata letak pabrik dengan pemindahan bahan, sehingga pada proses desain *layout* akan selalu dikait-orientasikan guna memberikan jarak pemindahan bahan seminimal mungkin.

4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan *service*

Jalan lintas, *material* yang menumpuk, jarak antara mesin-mesin yang berlebihan, dan lain-lain semuanya akan menambah area yang dibutuhkan untuk pabrik. Suatu perencanaan tata letak yang optimal akan mencoba mengatasi segala pemborosan pemakaian ruangan tersebut dan berusaha mengoreksinya.

5. Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan atau fasilitas produksi lainnya. Faktor-faktor pemanfaatan mesin, tenaga kerja dan lain-lain adalah erat kaitannya dengan biaya produksi. Suatu tata letak yang terencana baik akan banyak membantu pembangunan elemen-elemen produksi secara lebih efektif dan efisien.
6. Mengurangi *Inventory in process*  
Sistem produksi pada dasarnya menghendaki sedapat mungkin bahan baku untuk berpindah dari satu operasi langsung ke operasi berikutnya secepat-cepatnya dan berusaha mengurangi bertumpuknya bahan setengah jadi (*material in process*).
7. Proses *manufacturing* yang lebih singkat  
Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan yang lain dan mengurangi bahan yang menunggu serta *storage* yang tidak diperlukan maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari satu tempat ketempat yang lainnya dalam pabrik akan juga bisa diperpendek sehingga secara total waktu produksi akan dapat pula diperpendek.
8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator  
Perencanaan tata letak pabrik adalah juga untuk membuat suasana kerja yang nyaman dan aman bagi mereka yang bekerja didalamnya. Hal-hal yang bisa dianggap membahayakan bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator haruslah dihindari.
9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja  
Pada dasarnya orang menginginkan untuk bekerja dalam suatu pabrik yang segala sesuatunya diatur secara tertib, rapih, dan baik. Penerangan yang cukup, sirkulasi yang bagus, dan lain-lain akan menciptakan suasana lingkungan kerja yang menyenangkan sehingga moral dan kepuasan kerja akan dapat lebih ditingkatkan. Hasil positif dari kondisi ini tentu saja berupa performansi kerja yang lebih baik dan menjurus kearah peningkatan produktivitas kerja.
10. Mempermudah aktivitas supervisi  
Tata letak pabrik yang terencana baik akan mempermudah aktivitas supervisi. Dengan meletakkan kantor/ruangan diatas, maka seorang supervisor akan dapat dengan mudah mengamati segala aktivitas yang sedang berlangsung diarea kerja yang dibawah pengawasan dan tanggung jawabnya.
11. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran

*Material* yang menunggu, gerakan pemindahan yang tidak perlu, serta banyaknya perpotongan (*intersection*) dari lintasan yang ada akan menyebabkan kesimpangsiuran yang akhirnya akan membawa kearah kemacetan aliran produksi.

## **2.2. Jenis - Jenis Persolan Tata Letak Fasilitas**

Masalah dalam tata letak fasilitas tidak selalu pada saat perancangan tata letak baru saja, tapi juga sering timbul saat me – relayout fasilitas – fasilitas yang sudah ada. Masalah tata letak antara lain yaitu : membangun layout baru, perluasan / perpindahan ke tata letak yang ada, merancang ulang tata letak yang ada, dan perubahan pada fasilitas yang ada.

### **2.2.1 Tanda – tanda Letak Fasilitas Yang Baik**

Tata letak yang baik memiliki beberapa kriteria yang jelas dan dapat dilihat bahkan dari suatu pengamatan yang baik. Tanda – tandanya antara lain :

1. Pola aliran barang terencana
2. Aliran lurus
3. Langkah baik minimum
4. Jarak pemindahan minimum
5. Operasi pertama dekat dengan penerimaan
6. Operasi terakhir dekat dengan pengiriman
7. Pemakaian lantai produksi maksimu
8. Barang setengah jadi minimum
9. Bahan di tengah proses sedikit
10. Pemindahan barang sedikit
11. Pembuangan skraf sedikit dan ruang penyimpanan cukup

### **2.2.2 Tipe – Tipe Tata Letak**

Pada dasarnya, tipe tata letak di bagi menjadi empat jenis :

1. *Process Layout*. Mesin / peralatan yang sama fungsinya dikelompokkan menjadi satu.
2. *Product layout* dapat didefenisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat/diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain. Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses

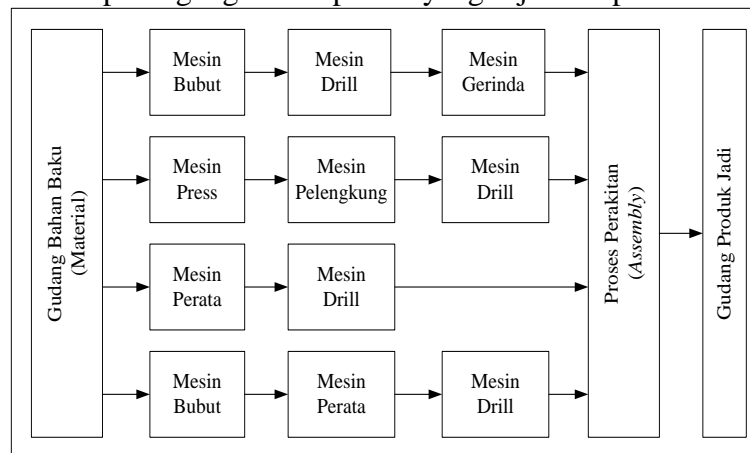
pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya.

Keuntungan tipe *product layout* adalah:

1. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
2. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat *inventory* barang setengah jadi menjadi kecil.
3. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
4. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
5. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
6. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara.
7. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

1. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
2. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
3. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
4. Memerlukan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.
5. Memerlukan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.



**Gambar 2.1** Contoh Aliran Produksi *Product Layout*

3. *Grop technology Layout*. Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok



berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*.

Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah:

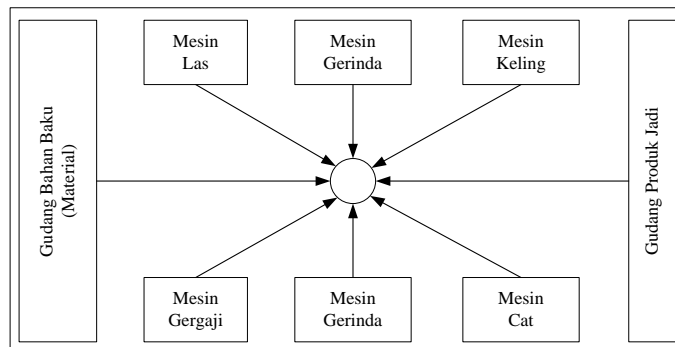
1. Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antar kegiatan yang berbeda.
  2. Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area lantai produksi.
  3. Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
  4. Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.
  5. Operator makin terlatih, cacat produk dapat dikurangi dan dapat mengurangi bahan yang terbuang.
4. *Fixed Layout*. Peralatan / mesin di bawa menuju obyek yang akan dibuat, dan obyeknya tidak gerak. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak menuju lokasi *material* untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, penggalangan kapal, pekerjaan konstruksi bangunan.

Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

1. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
2. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah:

1. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
2. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
3. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.



**Gambar 2.2.** Contoh Aliran Produksi *Fixed Position Layout*

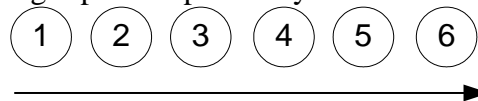
### 2.2.3 Tipe – Tipe Pola Aliran

Pola aliran yang dipakai untuk pengaturan aliran bahan dalam proses produksi yang terdiri dari:

#### 1. *Straight line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus atau *Straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana dan umum terdiri dari beberapa komponen-komponen atau beberapa macam *production equipment*. Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan:

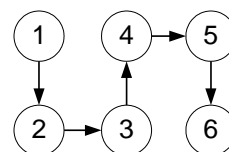
- Jarak yang terpendek antara dua titik.
- Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus.
- Jarak perpindahan bahan (*handling distance*) secara total akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin adalah yang sependek-pendeknya.



**Gambar 2.3.** Contoh Aliran *Straight Line*

#### 2. *Serpentine* atau zig-zag (*S-Shaped*)

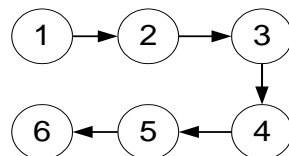
Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan dengan luas area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.



**Gambar 2.4.** Contoh Aliran *Serpentine* Atau Zig-Zag (*S-Shaped*)

#### 3. *U-Shaped*

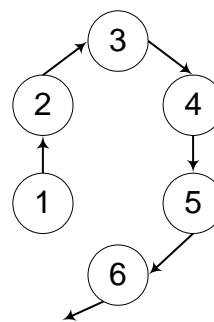
Pola aliran menurut *U-Shaped* ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Aplikasi garis aliran bahan relatif panjang, maka aliran *U-Shaped* ini akan tidak efisien.



**Gambar 2.5.** Contoh Aliran *U-Shaped*

4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan *material* atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Aliran ini juga baik dipakai apabila departemen penerimaan *material* atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.



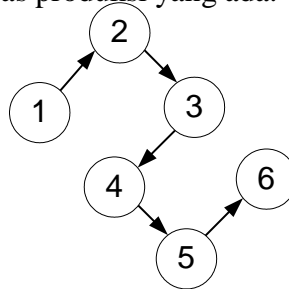
**Gambar 2.6.** Contoh Aliran *Circular*

5. *Odd angle*

Pola aliran berdasarkan *Odd angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. Pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi-kondisi seperti:

- Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.

- Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada.



**Gambar 2.7.** Contoh Aliran *Odd Angle*

#### 2.2.4 Penentuan Ongkos *Material Handling*

*Material Handling* adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi dari tempat asal ketempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari satu tempat proses produksi ketempat proses produksi yang lain.

Pada dasarnya kegiatan *material handling* adalah kegiatan tidak produktif, karena pada kegiatan ini bahan tidaklah mendapat perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga sebenarnya akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari ongkos *material handling* terkecil. Menghilangkan transportasi tidaklah mungkin dilakukan, maka caranya adalah dengan melakukan *hand-off*, yaitu menekan jumlah ongkos yang digunakan untuk biaya transportasi. Menekan jumlah ongkos transportasi dapat dilakukan dengan cara menghapus langkah transportasi, mekanisasi atau meminimasi jarak.

Ongkos *Material Handling* (OMH) adalah suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas *material* dari satu mesin ke mesin lain atau dari satu departemen kedepartemen lain yang besarnya ditentukan sampai pada suatu tertentu. Satuan yang digunakan adalah Rupiah/Meter Gerakan. Tujuan dibuatnya perencanaan *Material Handling* adalah:

- Meningkatkan Kapasitas
- Memperbaiki kondisi kerja
- Memperbaiki pelayanan pada konsumen
- Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
- Mengurangi ongkos

Tujuan utama dari perencanaan *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, *material handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan. Beberapa tujuan dari sistem *material handling* antara lain (Meyers, F.E.):

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan dan memberikan perlindungan terhadap *material*.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas.
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas.
5. Mengurangi bobot mati.

### **2.3. Aspek-Aspek Biaya Pемindahan Bahan**

Secara umum biaya *material handling* akan terbagi dalam tiga klasifikasi :

- a. Biaya yang berkaitan dengan transportasi *raw material* dari sumber asalnya menuju pabrik dan pengiriman *finished goods product* ke konsumen yang membutuhkannya. Biaya transportasi di sini merupakan fungsi yang berkaitan langsung dengan pemilihan lokasi pabrik dengan memperhatikan tempat di mana sumber material berada serta lokasi pada tujuannya.
- b. *In - Plant Receiving and Storage*, yaitu biaya-biaya yang diperlukan untuk pemindahan material darisatu proses ke proses berikutnya sampai ke pengiriman produk akhir.
- c. *Handling materials* yang dilakukan oleh operator pada mesin kerjanya serta proses perakitan yang berlangsung di atas meja perakitan. Dalam usaha menganalisa biaya *material handling*, maka faktor-faktor berikut ini seharusnya sangat diperhatikan, yaitu:
  1. *Material*
    - Harga pembelian dari mesin/peralatan
    - Biaya seluruh material yang digunakan
    - *Maintenance cost* dan *repair – part inventory*
    - *Direct power cost* (*kilo watt hour*, bahan bakar dan lain-lain)
    - Biaya untuk oli
    - Biaya untuk peralatan bangku (pelengkap)
    - Biaya instalasi, termasuk di sini seluruh material dan biaya upah pekerja dan pengaturan kembali.
  2. *Salary dan Wages*
    - *Direct Labor Cost* (seluruh personel yang terlibat di dalam pengoperasian peralatan-peralatan *material handling*)
    - *Training Cost* untuk menjalankan peralatan *material handling* tersebut.
    - *Indirect Labor Cost* (*staff* dan *service departemens*) dan lain-lain.
  3. *Finansial Charge*
    - *Interest* untuk investasi peralatan *material handling*
    - Biaya asuransi, depresiasi dan lain-lain.

### **2.4. Metode solusi Tata letak Fasilitas**

Metode Perbaikan ini memerlukan solusi awal dalam penggunaannya. Solusi tersebut biasanya dilakukan secara random. Dari solusi awal tersebut dilakukan pertukaran secara sistematis antar fasilitas, kemudian di evaluasi. Pertukaran yang menghasilkan solusi terbaik akan dipakai dan prosedur diteruskan sampai solusi tidak dapat terbagi lagi.

Metode CRAFT ( *Computerized Relative Allocation Of Facilities Techniques*), Tata letak menggunakan software Computerized Relative Allocation Facilities Technique atau yang sering dikenal dengan *craft*. *craft* merupakan singkatan dari Computerized Relative Allocation Facilities Technique pertama kali diperkenalkan pada Armour, Buff, dan Vollman (1964). *craft* merupakan salah satu algoritma pertama dalam literatur. *craft* menggunakan from to chart sebagai input. Biaya layout ditentukan berdasarkan jarak center. Departemen tidak dibatasi dalam bentuk rectangular. *craft* menggunakan data aliran barang sebagai dasar bagi pengembangan hubungan kedekatan, dalam batasan beberapa satuan ukuran (kg/hari, satuan/tahun, muatan/minggu) antara pasangan-pasangan kegiatan untuk membentuk suatu matriks bagi program ini. Data masukan lainnya memberi kemungkinan pemasukan biaya pemindahan tiap satuan pemindahan, dan tiap satuan jarak. Bila masukan seperti ini tidak tersedia, atau tidak mencukupi, dapat diatasi dengan memasukkan angka 1 untuk semua biaya dalam matriks.

Kebutuhan ruangan merupakan masukan ketiga. Masukan ini mengambil bentuk tata letak yang telah ada. Untuk tata letak yang baru, harus dikembangkan sebuah tata letak kasar. Pada keduanya, nomor identifikasi kegiatan, dalam jumlah yang mendekati skala ruang yang dibutuhkan, dimasukkan ke dalam luas keseluruhan dari tatanan yang telah ditetapkan. Lokasi dari sebuah kegiatan dapat ditetapkan dalam wilayah keseluruhan ini. *Ccraft* menghitung hasil kali aliran, biaya pemindahan, dan jarak antar pusat kegiatan. Kemudian dia mempertimbangkan pertukaran lokasi dan menguji perubahan dua arah atau tiga arah. Dilakukan pertukaran yang menyebabkan pengurangan ongkos yang paling besar, dan menghitung ongkos total yang baru.

Proses ini diulang sampai tidak ada lagi pengurangan ongkos yang berarti. Program ini berorientasi lintas, sehingga kemungkinan pertukaran tidak diuji semua. Karenanya, dicapai tata letak yang disebut hampir optimum. *craft* mencetak tata letak dalam bentuk dasar persegi. Setiap kegiatan muncul pada hasil cetakan, seluas meter persegi tertentu. Hasil *craft* menunjukkan kegiatan dengan huruf. Sementara gambaran menyeluruh yang dihasilkan adalah persegi, bangun kegiatan mandiri cenderung tak beraturan dan harus disesuaikan ke dalam bentuk praktis. Biaya total dihitung dan perbedaaan antara biaya total setelah penyesuaian dengan sebelumnya menunjukkan penghematan.

Keuntungan penggunaan *craft* :

1. Memungkinkan penetapan lokasi khusus.
2. Bentuk masukan dapat beragam.
3. Waktu komputer pendek.

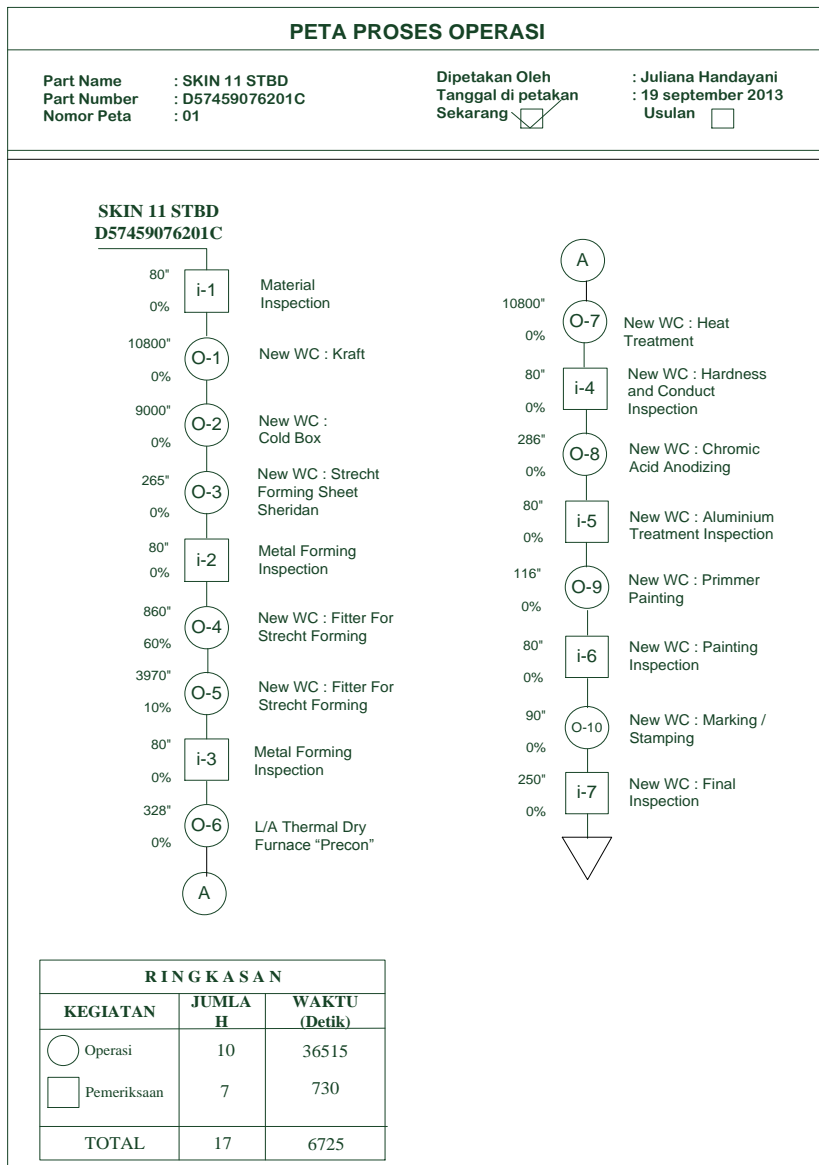
4. matematis.
5. Dapat digunakan untuk tata letak kantor.
6. Dapat memeriksa pekerjaan sebelumnya.
7. Biaya dan penghematan tercetak

### **3. Pengumpulan Dan Pengolahan Data**

#### **3.1. Pengumpulan Data**

Analisis kelayakan investasi pada usulan perancangan tata letak ini, area yang di teliti adalah pada *area sheet metal*, part yang di teliti hanya pada bagian "*Part Name Skin 11 STBD, Part Number D57459076201C pada pembuatan sayap pesawat A380*" berbahan alumunium. Berikut adalah peta aliran proses dan layout eksitin-nya.

##### **3.1.1. Peta Proses Operasi**



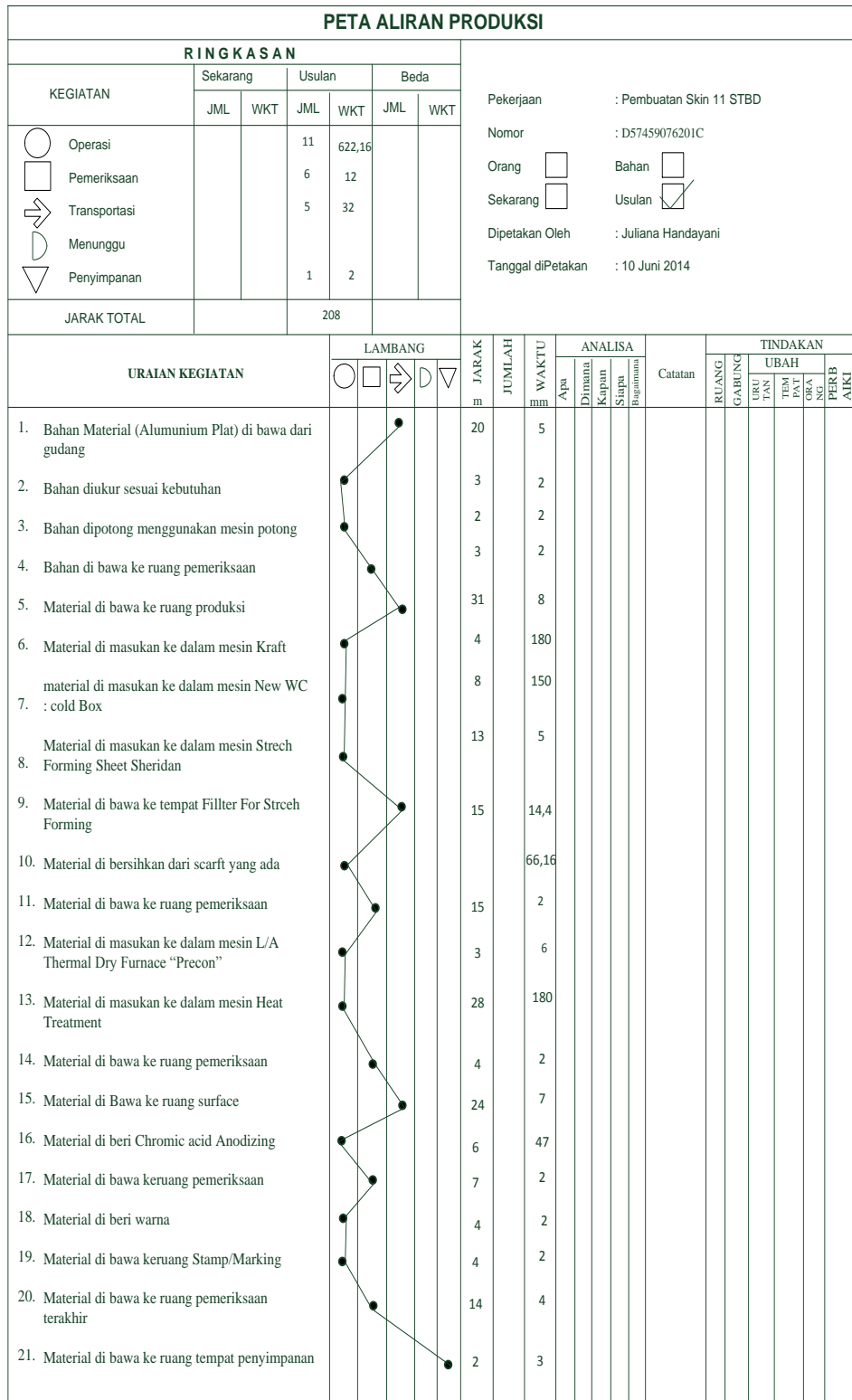
**Gambar 3.1** Peta Proses Operasi Sekarang

**3.1.2. Peta Aliran Proses**



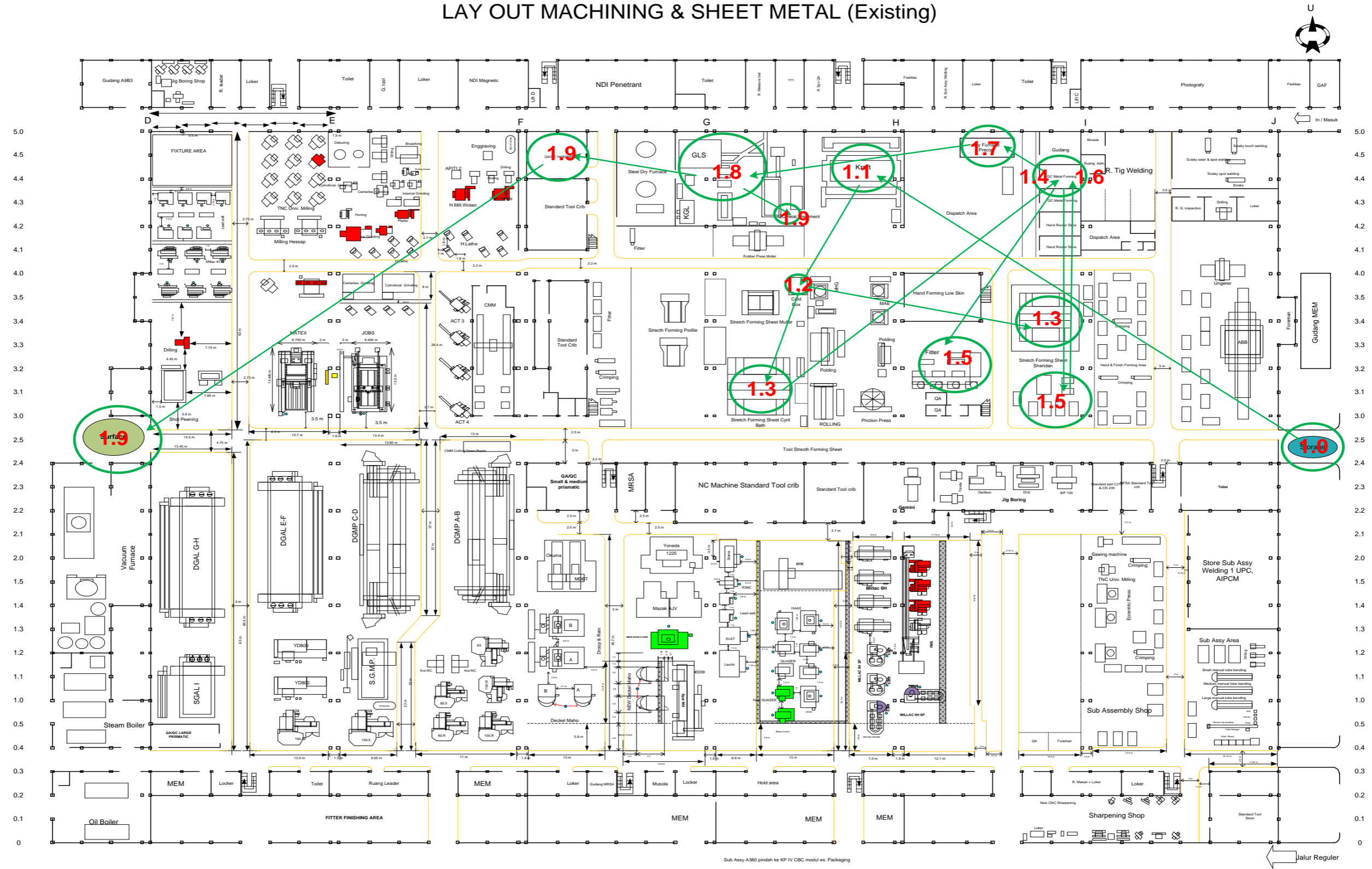
PETA ALIRAN PRODUKSI																				
RINGKASAN																				
KEGIATAN	Sekarang		Usulan		Beda															
	JML	WKT	JML	WKT	JML	WKT														
○ Operasi	11	622,16					Pekerjaan : Pembuatan Skin 11 STBD													
□ Pemeriksaan	6	12					Nomor : D57459076201C													
⇒ Transportasi	5	32					Orang <input type="checkbox"/> Bahan <input type="checkbox"/>													
⌒ Menunggu	1	180					Sekarang <input checked="" type="checkbox"/> Usulan <input type="checkbox"/>													
▽ Penyimpanan	1	2					Dipetakan Oleh : Juliana Handayani													
JARAK TOTAL	222						Tanggal diPetakan : 19 september 2013													
URAIAN KEGIATAN	LAMBANG					JARAK m	JUMLAH	WAKTU mm	ANALISA				Catatan	TINDAKAN						
	○	□	⇒	⌒	▽				Apri	Dimana	Kapan	Siapa		Bagaimana	RUANG	GABUNG	URU	TAN	TEM	PAT
1. Bahan Material (Aluminium Plat) di bawa dari gudang						20	5													
2. Bahan diukur sesuai kebutuhan						3	2													
3. Bahan dipotong menggunakan mesin potong						2	2													
4. Bahan di bawa ke ruang pemeriksaan						3	2													
5. Material di bawa ke ruang produksi						31	8													
6. Material di masukan ke dalam mesin Kraft						4	180													
7. material di masukan ke dalam mesin New WC : cold Box						8	150													
8. Material di masukan ke dalam mesin Strech Forming Sheet Sheridan						13	5													
9. Material di bawa ke ruang pemerikasaan						9	2													
10. Material di bawa ke tempat Filler For Strech Forming						15	14,4													
11. Material di bersihkan dari scarf yang ada							66,16													
12. Material di bawa ke ruang pemerikasaan						15	2													
13. Material disimpan di dispace area						3	180													
14. Material di masukan ke dalam mesin L/A Thermal Dry Furnace "Precon"						3	6													
15. Material di masukan ke dalam mesin Heat Treatment						28	180													
16. Material di bawa ke ruang pemerikasaan						4	2													
17. Material di Bawa ke ruang surface						24	7													
18. Material di beri Chromic acid Anodizing						6	47													
19. Material di bawa keruang pemerikasaan						7	2													
20. Material di beri warna						4	2													
21. Material di bawa keruang Stamp/Marking						4	2													
22. Material di bawa ke ruang pemerikasaan terakhir						14	4													
23. Material di bawa ke ruang tempat penyimpanan						2	3													

Gambar 3.2 Peta Aliran Proses Sekarang



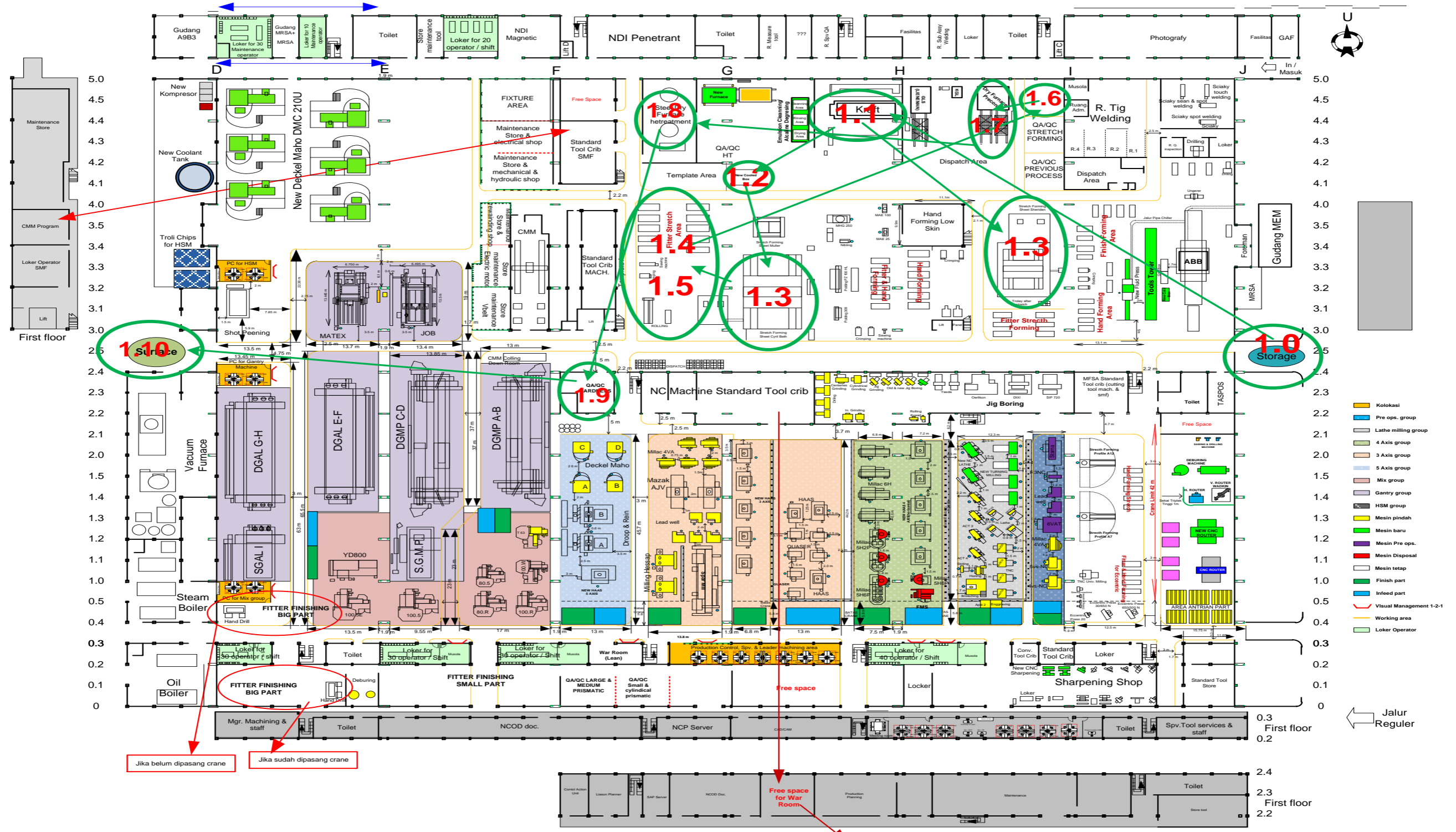
Gambar 3.3 Peta Aliran Proses usulan

# LAY OUT MACHINING & SHEET METAL (Existing)



Gambar 3.4. Tata Letak Fasilitas Sebelum Perbaikan

# LAY OUT MACHINING & SHEET METAL (Future)



Gambar 3.5. Tata Letak Fasilitas Sesudah Perbaikan

### 3.2. Biaya jarak sebelum di perbaharui

**Tabel 3.1** Biaya jarak sebelum di perbaharui

Tabel Biaya Jarak Area Fasilitas Tata Letak Sebelum Di Perbaharui				
Departemen Awal	Departemen Tujuan	Jarak Antar Departemen (Meter)	Biaya Per Meter (Rp)	Total Biaya (Rp)
STORAGE	Mesin Kraft	34	Rp 9.239,13	Rp 314.130,43
Mesin Kraft	Mesin Cold Box	10	Rp 9.239,13	Rp 92.391,30
Mesin Cold Box	Mesin Strecht Forming Sheridan	13	Rp 9.239,13	Rp 120.108,70
Mesin Strecht Forming Sheridan	Metal Forming Inspection	7	Rp 9.239,13	Rp 64.673,91
Metal Forming Inspection	Mesin New WC: Fitter For Strech Forming	15	Rp 9.239,13	Rp 138.586,96
Mesin New WC: Fitter For Strech Forming	Metal Forming Inspection	15	Rp 9.239,13	Rp 138.586,96
Metal Forming Inspection	Mesin L/A Dry Thermal Furnace "Precon"	3	Rp 9.239,13	Rp 27.717,39
Mesin L/A Dry Thermal Furnace "Precon"	Mesin New WC: Heat Treatment	28	Rp 9.239,13	Rp 258.695,65
Mesin New WC: Heat Treatment	Heat Treatment Inspection	4	Rp 9.239,13	Rp 36.956,52
Heat Treatment Inspection	SURFACE	28	Rp 9.239,13	Rp 258.695,65
<b>TOTAL</b>		<b>157</b>	-	<b>Rp 1.450.543,48</b>

### 3.3. Biaya Jarak Area Fasilitas Sesudah Di Perbaharui

**Tabel 3.2** Biaya Jarak Area Fasilitas Sesudah Di Perbaharui

Tabel Jarak Area Fasilitas Tata Letak Sesudah di Perbaharui				
Departemen Awal	Departemen Tujuan	Jarak Antar Departemen	Biaya Per Meter (Rp)	Total Biaya (Rp)
STORAGE	Mesin Kraft	34	Rp 9.239,13	Rp 314.130,43
Mesin Kraft	Mesin Cold Box	7	Rp 9.239,13	Rp 64.673,91
Mesin Cold Box	Mesin Strecht Forming Sheet Cvril Bath	7	Rp 9.239,13	Rp 64.673,91
Mesin Strecht Forming Sheet Cvril Bath	Mesin New WC: Fitter For Strech Forming	20	Rp 9.239,13	Rp 184.782,61
Mesin New WC: Fitter For Strech Forming	Metal Forming Inspection	20	Rp 9.239,13	Rp 184.782,61
Metal Forming Inspection	Mesin L/A Dry Thermal Furnace "Precon"	2,2	Rp 9.239,13	Rp 20.326,09
Mesin L/A Dry Thermal Furnace "Precon"	Mesin New WC: Heat Treatment	18	Rp 9.239,13	Rp 166.304,35
Mesin New WC: Heat Treatment	Heat Treatment Inspection	11	Rp 9.239,13	Rp 101.630,43
Heat Treatment Inspection	SURFACE	21	Rp 9.239,13	Rp 194.021,74
<b>TOTAL</b>		<b>140,2</b>	-	<b>Rp 1.295.326,09</b>

#### 4. Analisis Data

Usulan perancangan tata letak fasilitas ini dilakukan di PT. Dirgantara Indonesia pada proses produksi *Part Name Skin 11 STBD, Part Number D57459076201C* pada pembuatan sayap pesawat Airbus A380 dengan menggunakan bahan baku Aluminium.

Dalam aktifitas produksi pada perusahaan PT. Dirgantara Indonesia Akibat kurang teraturnya *layout* yang digunakan dalam menjalankan kegiatan produksi, diantaranya adalah kurang efisiennya pergerakan dalam melakukan *material handling*, terjadinya penumpukan barang di tempat produksi karena keterbatasan jumlah mesin yang ada, dan masih belum teraturnya tata letak fasilitas yang ada, sehingga mempengaruhi kecepatan dalam melakukan aktifitas pekerjaan akibat adanya aliran bolak-balik (*back tracking*).

Hal tersebut dapat menimbulkan ketidak teraturan dalam penataan fasilitas. Penggunaan area bersamaan juga membuat aliran proses menjadi bolak-balik, sehingga membuat gerakan aktivitas lintasan menjadi kurang efisien. Selain itu juga akibat kurangnya mesin yang ada maka menyebabkan produksi yang tidak stabil karena adanya antrian panjang dalam produksi, sehingga PT. Dirgantara Indonesia akan menambahkan mesin baru agar proses operasi dapat berjalan dengan lancar tanpa adanya delay.

Sebelum melakukan adanya penambahan mesin maka PT. Dirgantara Indonesia harus menghitung data keuangannya terlebih dahulu. Dalam perhitungan biaya dan penanganan jarak per meter, perancangan usulan perbaikan pada tata letak fasilitas PT. Dirgantara Indonesia menggunakan metode *Craft* dengan alat bantu software WinQSB v2.0. Hal ini dilakukan untuk mengurangi biaya penanganan bahan pada industri pesawat terbang tersebut, juga merancang penempatan area fasilitas yang sesuai dengan aliran prosesnya.

Perhitungan biaya dan penanganan jarak per meter biaya sangat menyangkut biaya tenaga kerja. Biaya Penanganan Jarak per meter pada tata letak fasilitas industri ini di PT. Dirgantara Indonesia Bandung adalah Rp. 9239,130/meter. Jarak perpindahan sebelum di perbahui adalah 157 meter dengan ongkos *material handling* Rp. 1.450.543,48/hari, setelah terjadi perbaikan tata letak maka jarak total jarak antar fasilitas menjadi 140,2 meter dengan ongkos *material handling* Rp. 1.295.326,09.

Hasil dari perhitungan total biaya dan jarak perpindahan pada usulan tata letak fasilitas perbaikan mengalami penurunan total jarak perpindahan bahan antar area fasilitas pada departemen area *Mesin Kraft* ke departemen area *Mesin Cold Box* dari 10 meter menjadi 7 meter, dari departemen area *Mesin Cold Box* ke departemen area *Mesin Strech Forming Sheridhan* dari 13 meter menjadi 7 meter karena di pindahkan ke departemen area *Mesin Strecht Forming Sheet Cyril Bath*, kemudian dari departemen area *Mesin Strech Forming Sheridhan* ke departemen area *Metal Forming Inspection* dari 7 meter menjadi 20 meter atau terjadi penambahan jarak karena adanya perpindahan departemen dari departemen area *Mesin Strech Forming Sheridhan* ke departemen area *Mesin Strecht Forming Sheet Cyril Bath* sehingga tidak ada pemeriksaan pada departemen area *Metal Forming Inspection* setelah terjadi usulan tata letak fasilitas. Kemudian Dari departemen area *Mesin L/A Dy thermal Furnace Precon* ke departemen area *Mesin new WC :Heatreatment* dari 28 meter menjadi 18 meter, dari departemen area *Mesin new WC :Heatreatment* ke departemen *Heattreatment inspection* dari 4 meter terjadi penambahan jarak menjadi 11 meter sehingga yang sebelumnya *deaprteman Heattreatment Inspection* di pergunakan dari 10 departemen menjadi lebih sedikit  $\pm 5$  departemen sehingga dapat mempercepat aliran produksi dan tidak terjadi antrian panjang juga dapat mempersingkat waktu, jarak dan tenaga kerja sehingga dari *deaprteman Heattreatment Inspection* ke gedung departemen *surface* dari 28 meter menjadi 21 meter.

Hal ini dikarenakan terjadinya perubahan posisi pada area fasilitas. Total jarak perpindahan bahan mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu sebesar 16,8 meter. Hal tersebut berdasarkan selisih dari total jarak tata letak awal 157 meter dengan total jarak tata letak perbaikan 140,2 meter. Penurunan total jarak perpindahan bahan ini sangat menguntungkan jika usulan tata letak perbaikan dapat diterapkan pada industri pesawat terbang ini. Selain dapat mengurangi jarak perpindahan sebesar

10,70% usulan tata letak perbaikan ini juga dapat mengurangi atau menurunkan biaya penanganan bahan pula nantinya.

Total biaya penanganan bahan yang dikeluarkan PT. Dirgantara Indonesia Bandung pada tata letak fasilitas sebelum perbaikan adalah Rp 1.450.543,48 per hari, sedangkan setelah perbaikan adanya penurunan biaya menjadi Rp 1.295.326,09 per hari sehingga terjadi penurunan biaya pada jarak perpindahan bahan antar area fasilitas pula dengan penurunan biaya sebesar Rp 155.217,39 pada usulan tata letak perbaikan.

Dalam penurunan biaya perpindahan dengan pencapaian produksi biaya material *handling* sangat berpengaruh karena dapat mengurangi biaya penanganan bahan dan juga dapat meningkatkan efisiensi aliran perpindahan bahan pada industri pesawat terbang ini. Selain itu tidak hanya menghemat biaya penanganan bahan saja dalam usulan tata letak perbaikan ini, akan tetapi juga dapat menghemat waktu dalam penanganan bahan. Karena pendeknya jarak antar area fasilitas yang dapat menyingkatkan waktu dalam pemindahan bahan. Oleh sebab itu usulan perbaikan tata letak ini dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan suatu produktivitas Proses produksi pada *Part Name Skin 11 STBD, Part Number D57459076201C*, karena waktu yang terbuang dalam penanganan bahan dapat diminimalkan.

## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan :

1. Terjadinya perubahan posisi pada area fasilitas. Total jarak perpindahan bahan mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu sebesar 16,8 meter. Hal tersebut berdasarkan selisih dari total jarak tata letak awal 157 meter dengan total jarak tata letak perbaikan 140,2 meter. Penurunan total jarak perpindahan bahan ini sangat menguntungkan jika usulan tata letak perbaikan dapat diterapkan pada industri pesawat terbang ini. Selain dapat mengurangi jarak perpindahan sebesar 10,70% usulan tata letak perbaikan ini juga dapat mengurangi atau menurunkan biaya penanganan bahan pula nantinya.
2. Total biaya penanganan bahan yang dikeluarkan PT. Dirgantara Indonesia Bandung pada tata letak fasilitas sebelum perbaikan adalah Rp 1.450.543,48 per hari, sedangkan setelah perbaikan adanya penurunan biaya menjadi Rp 1.295.326,09 per hari sehingga terjadi penurunan biaya pada jarak perpindahan bahan antar area fasilitas pula dengan penurunan biaya sebesar Rp 155.217,39 pada usulan tata letak perbaikan.

## Daftar Pustaka

1. Andriantantri, Emmalia. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Guna Meminimalkan Jarak dan Biaya Material Handling Menggunakan Aplikasi Quantitative System Version 3.0 Pada PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Grati Pasuruan*. Prosiding Seminar Nasional Teknoin. Yogyakarta. 2008, halaman 45-50.
2. Apple, James. M. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga. ITB. Bandung.
3. Satalaksana, Iftikar Z. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. ITB. Bandung. 2006.
4. Wignjosobroto, Sritomo. 2000. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Cetakan Kedua. Prima Printing. Surabaya.
5. Purnomo, Hari., 2004. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Graha Ilmu, Yogyakarta,
6. <http://ainul.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/35559/PETA-PETA+KERJA.pdf>