

UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN ULANG *LAYOUT* PRODUKSI TABUNG 3
KG DENGAN PENERAPAN KONSEP *LEAN*
*MANUFACTURING***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**RIDHA DARMAWAN
0806422725**



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ridha Darmawan
NPM : 0806422725
Tanda tangan :
Tanggal : 24 Juni 2010

KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. T. Yuri Zagloel, M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan tesis ini.
2. Ir. Djoko Sihono Gabriel, MT selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan intensif dalam penyusunan tesis ini.
3. Segenap karyawan PT. Wijaya Karya Intrade yang telah membantu saya dalam mengumpulkan data untuk penyusunan tesis ini.
4. Kedua orang tua dan Istri saya yang telah memberikan dukungan secara moral maupun material.
5. Rekan-rekan kuliah satu kelas program S2 Teknik Industri untuk kelas Salemba yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi kita semua.

Jakarta, 21 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridha Darmawan
NPM : 0806422725
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas **Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perancangan ulang layout produksi tabung 3kg dengan penerapan konsep lean manufacturing.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 21 Juni 2010
Yang menyatakan

Ridha Darmawan

ABSTRAK

Nama : Ridha Darmawan
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Perancangan ulang layout produksi tabung 3kg dengan penerapan konsep lean manufacturing

Tesis ini mengkaji permasalahan layout produksi tabung 3 kg dengan mengambil studi kasus di PT. Wijaya Karya Intrade. Pendekatan yang digunakan dalam studi kasus ini adalah konsep *lean manufacturing* dimana fokus utamanya adalah pada minimalisasi pemborosan dalam kegiatan produksi dan sistem produksi *One piece flow*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan lean manufacturing, telah mampu menghasilkan layout produksi yang lebih baik dan peningkatan efisiensi pada beberapa aspek.

Kata kunci:

Lean manufacture, line balancing, Value Stream Mapping, 7 wastes.

ABSTRACT

Name : Ridha Darmawan
Study Program : Industrial Engineering
Title : Redesigning production layout of gas cylinder tank 3kg by applying lean manufacturing concept

The focus of this case study is on production layout of gas cylinder tank 3kg at PT. Wijaya Karya Intrade. The approach applied in this study is lean manufacturing concept which primarily emphasize on minimizing waste in a production activity and one piece flow production system. The study shows that lean manufacturing approach has produced better production layout and improving efficiency on several aspects.

Keywords:

Lean manufacture, line balancing, Value Stream Mapping, 7 wastes.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6. Metodologi.....	4
2. LANDASAN TEORI.....	7
2.1. Perancangan Fasilitas.....	7
2.2. Prosedur Tata Letak Pabrik.....	9
2.3. Tipe-tipe Tata Letak.....	10
2.4. Aliran Bahan.....	12
2.5. Waktu Standard.....	13
2.6. Uji Kecukupan Data.....	14
2.7. Lean Manufacturing.....	15
2.8. Takt Time.....	16
2.9. Peta Aliran Proses.....	16
2.10. Value Stream Mapping.....	17
2.11. Ulasan Referensi Journal.....	18
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	21
3.1. Process Flow Chart.....	21
3.2. Cycle Time Proses dan Uji Kecukupan Data.....	23
3.3. Waktu Transport Antar Proses dan Uji Kecukupan Data.....	46
3.4. Penentuan Waktu Standard.....	67
4. ANALISA DATA DAN PERANCANGAN LAYOUT.....	73
4.1. Analisa Takt Time vs Cycle Time Proses.....	73
4.2. Analisa Layout Saat Ini.....	76
4.3. Perancangan Layout.....	80
4.4. Analisa Layout Baru.....	84
4.5. Analisa Biaya.....	100

4.6. Rangkuman Analisis.....103

5. KESIMPULAN.....107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kondisi Layout Produksi.....	1
Gambar 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
Gambar 1.6. Flow Proses Metodologi Penelitian.....	6
Gambar 3.1. a. Process Flow Chart kondisi saat ini.....	21
Gambar 3.1.b. Process Flow Chart kondisi saat ini (lanjutan).....	22
Gambar 3.1.c. Process Flow Chart kondisi saat ini (lanjutan).....	23
Gambar 3.5.a. Layout Sebelum Perbaikan.....	71
Gambar 3.5.b. Layout Aliran Produk Sebelum Perbaikan.....	72
Gambar 4.2.1.a. VSM Sebelum Perbaikan.....	78
Gambar 4.2.1.a. VSM Sebelum Perbaikan (lanjutan).....	79
Gambar 4.3.1.a. Layout Sesudah Perbaikan.....	82
Gambar 4.3.1.b. Layout Sesudah Perbaikan (lanjutan).....	83
Gambar 4.4.2.a. VSM Sesudah Perbaikan.....	104
Gambar 4.4.2.b. VSM Sesudah Perbaikan (lanjutan).....	105
Gambar 4.4.2.c. VSM Sesudah Perbaikan (lanjutan).....	106



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Flow proses pembuatan tabung gas 3 kg.....109



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Produktivitas adalah salah satu faktor yang penting dalam mempengaruhi proses kemajuan dan kemunduran dalam perusahaan. Tingkat produktivitas yang dicapai perusahaan merupakan indikator seberapa efisien perusahaan dalam mengkombinasikan sumber dayanya pada titik yang paling optimum.

PT. Wijaya Karya Intrade (PT. WIKA Intrade) adalah salah satu anak perusahaan yang dimiliki PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. yang bergerak dibidang perdagangan dan industri. SBU GSCT (Gas Stove and Cylinder Tank) adalah salah satu bisnis unit yang dimiliki oleh PT. WIKA Intrade yang memproduksi tabung gas elpiji 3 Kg dan kompor gas 1 tungku. SBU GSCT memiliki dua jalur produksi, yaitu jalur 1 dan 2 yang memproduksi tabung gas 3 Kg dengan kapasitas produksi terpasang 26.000 tabung/hari.

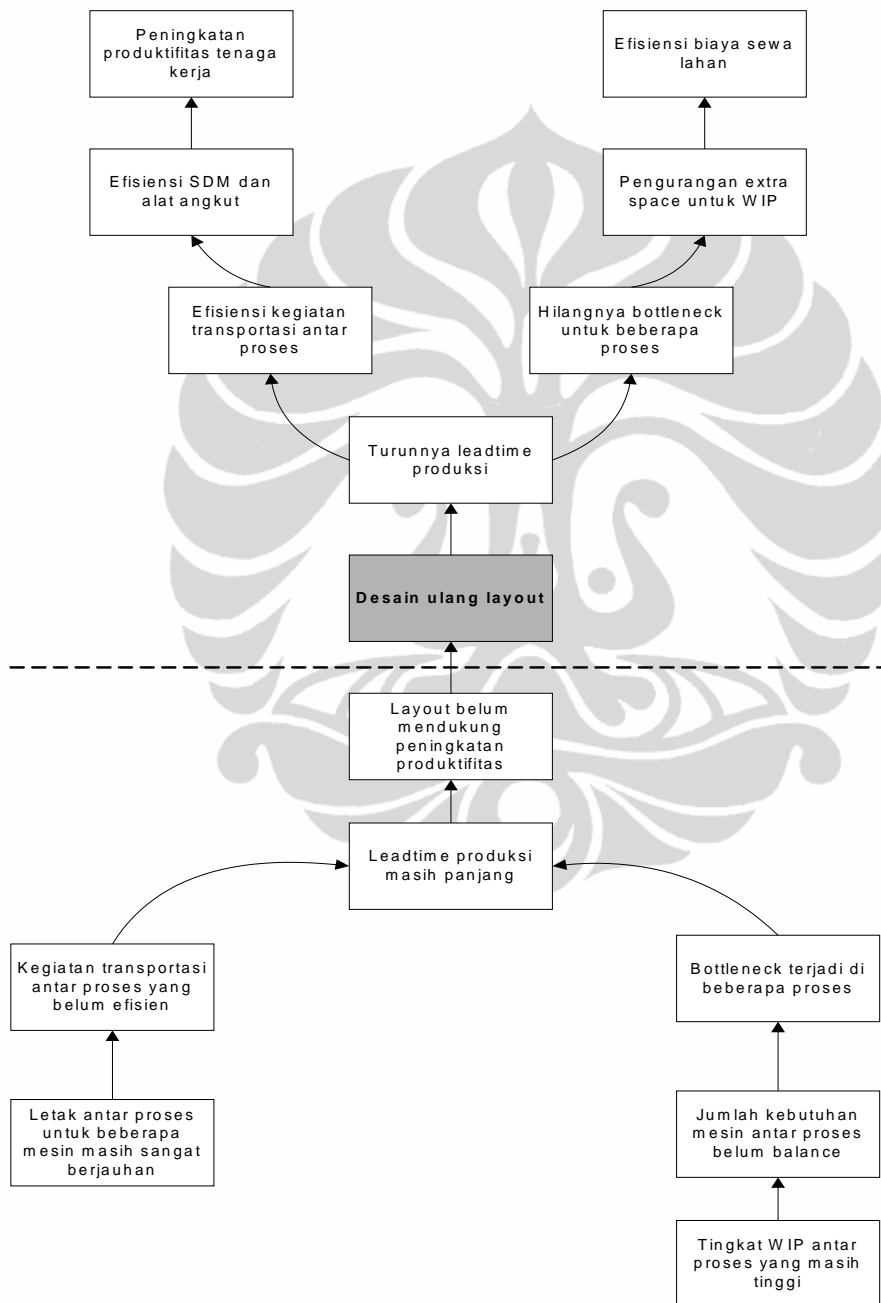
Mengingat produktivitas merupakan salah satu aspek yang menentukan keberhasilan suatu perusahaan, maka usaha peningkatan produktivitas harus direncanakan secara baik dan sistematis. Salah satunya adalah perencanaan tata letak mesin-mesin produksi yang memberikan dampak langsung terhadap pr



Gambar 1.1. Kondisi layout produksi

Diagram Keterkaitan Masalah

Pada penelitian ini dijumpai beberapa permasalahan yang saling terkait. Keterkaitan permasalahan itu dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

1.2. Perumusan Masalah

Proses pembuatan tabung 3kg ini terdiri dari 18 proses yang masing-masing proses membentuk suatu rantai proses yang saling terkait. *Lead time* produksi (dimulai dari material masuk ke produksi sampai penyerahan barang ke gudang barang jadi) saat ini cukup panjang yaitu ± 2 hari untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan satu hari, sesudah itu baru stabil. Dalam proses produksinya ada beberapa masalah yang dijumpai seperti aktivitas handling (transportasi) dalam proses produksi yang terlalu boros sumber daya baik manusia maupun alat, penumpukan WIP masing-masing stasiun proses yang belum standar dan waktu tunggu antar proses yang terlalu lama. Beberapa contoh dari masalah tersebut sangat mengganggu kegiatan operasional lapangan maupun administrasi produksi.

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh rancangan *layout* produksi yang lebih efisien dan efektif untuk produksi tabung elpiji 3 kg. Untuk mengetahui seberapa jauh efektifitas layout maka rancangan layout yang lama dan baru tersebut dibandingkan melalui *Value Stream Mapping*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian.

Pada penelitian ini obyek observasi adalah proses manufaktur tabung 3 kilogram di Pabrik Tabung PT. Wijaya Karya Intrade yang dimulai dari proses Blanking (pemotongan material) hingga proses sablon (*cosmetic process*) pada line 1 dengan kapasitas produksi 10.000 pcs/hari. Seluruh aktivitas manufaktur (operasional lapangan) dan sumber daya yang terlibat di dalamnya termasuk dalam objek penelitian.

Untuk menjamin validitas penelitian ini maka data-data diperoleh melalui observasi lapangan langsung. Rancangan ulang layout baru ini dievaluasi dengan *Value Stream Mapping* untuk diuji seberapa efektifkah rancangan ulang yang dihasilkan dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

1.5. Metodologi

Pada penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap, yaitu

1.6.1. Tahap Awal

Terdiri dari beberapa kegiatan yang dimulai dari :

1. Menentukan Obyek penelitian
2. Menentukan topik
3. Identifikasi keterkaitan masalah
4. Merumuskan masalah
5. Menentukan tujuan dilakukan penelitian

1.6.2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diambil meliputi

1. Data Historis yang meliputi data reject satu bulan,
2. Data observasi lapangan yang meliputi *cycle time*/proses, *change overtimes*, *transport time* antar proses, tingkat *WIP*, luas area, dimensi tiap mesin.

1.6.3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini terdiri dari bagian

1. Pengolahan data pendahuluan
 - 1.1. Uji kecukupan data
 - 1.2. Perhitungan standar deviasi dari data yang dikumpulkan
 - 1.3. Perhitungan waktu standard proses dan transportasi
2. Pengolahan data lanjutan
 - 2.1. Value Stream Mapping kondisi saat ini

2.2. Analisa line balancing

2.3. Perancangan Layout baru dan fasilitas penunjangnya berdasarkan lean concept

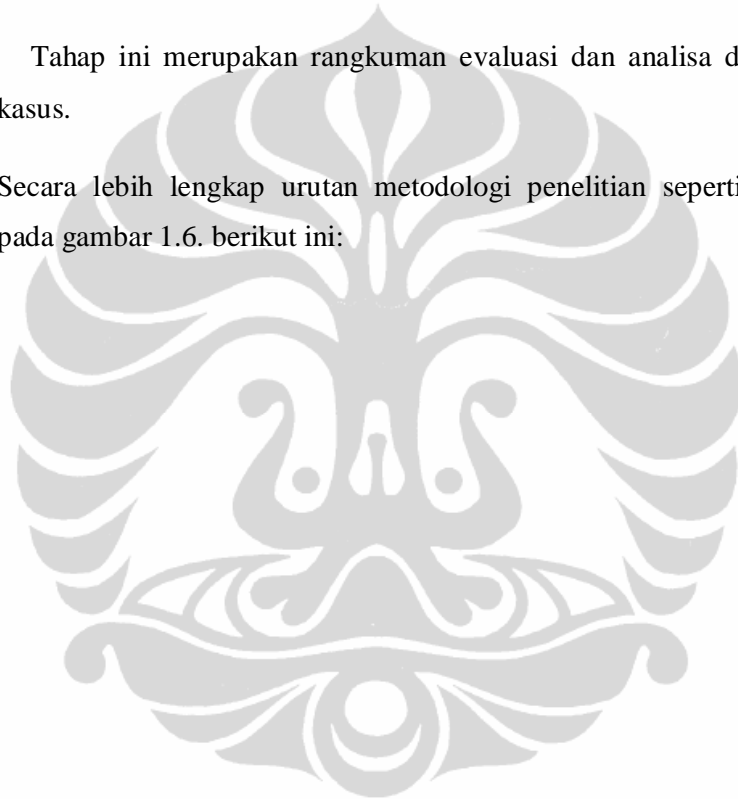
2.4. Evaluasi layout baru dibandingkan dengan kondisi saat ini

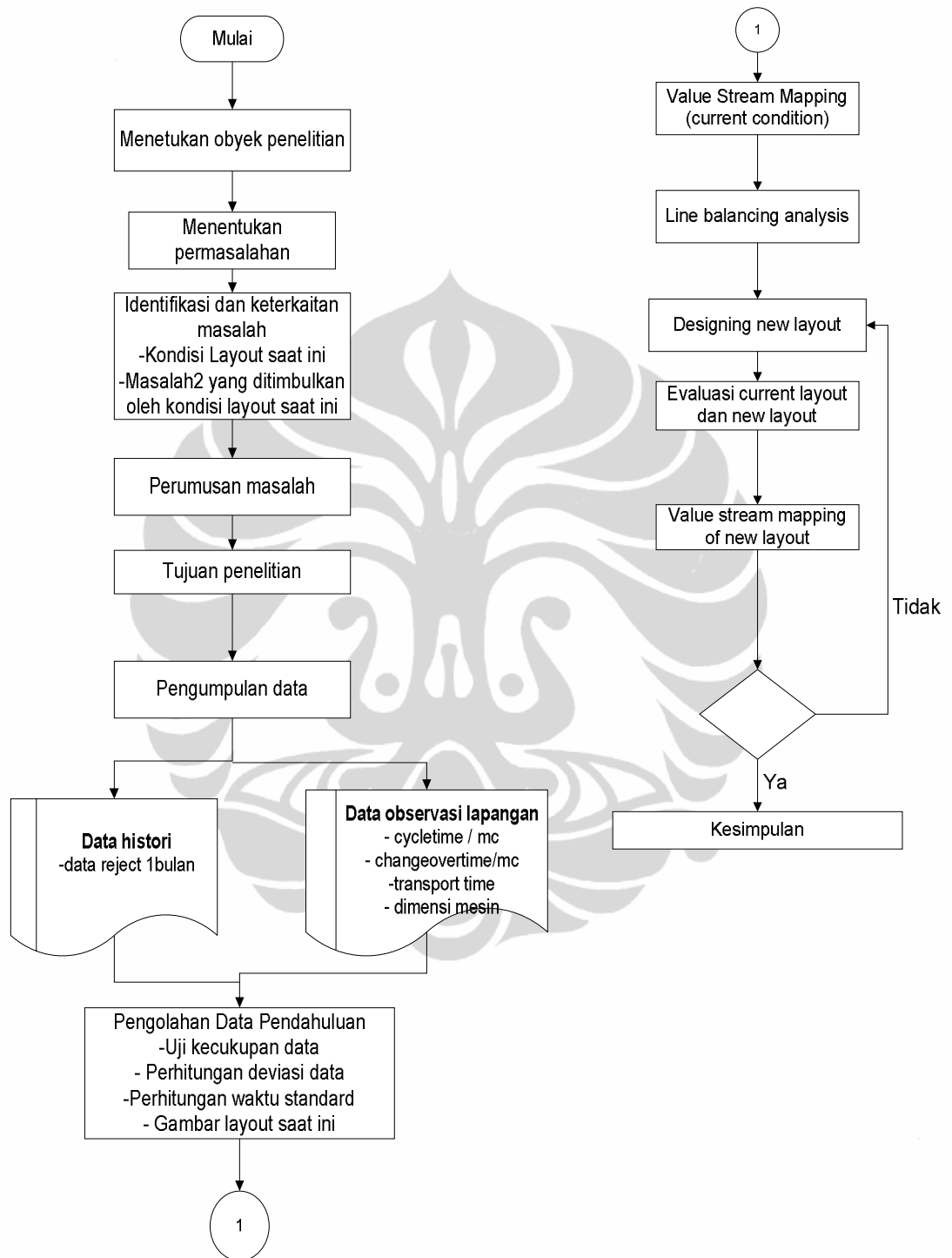
2.5. Diagnosis layout baru dengan value stream mapping

1.6.4. Kesimpulan

Tahap ini merupakan rangkuman evaluasi dan analisa dari studi kasus.

Secara lebih lengkap urutan metodologi penelitian seperti terlihat pada gambar 1.6. berikut ini:





Gambar 1.6. Flow Proses metodologi penelitian

BAB II

LANDASAN TEORI

Perencanaan fasilitas merupakan subjek kajian yang luas dan kompleks serta lintas disiplin ilmu.

Perencanaan fasilitas begitu kompleks. Arahnya adalah pencapaian tujuan sebagai berikut:

1. Mendukung visi organisasi melalui perbaikan pemindahan barang, pengendalian barang dan pengelolaan barang.
2. Utilisasi yang efektif para pekerja, peralatan, ruang dan energy
3. Minimalisasi modal investasi.
4. Mudah diadaptasi dan mendorong kemudahan perawatan
5. Melindungi pekerja agar aman dan mendukung kepuasan kerja.

Perencanaan fasilitas dapat diklasifikasikan ke dalam dua kegiatan yaitu perencanaan lokasi dan perancangan fasilitas. Perencanaan lokasi adalah proses menentukan daerah atau tempat untuk sebuah aktivitas atau fasilitas. Sementara itu, perancangan fasilitas merupakan proses membangun fasilitas sesuai dengan tujuan aktivitas.

2.1. Perancangan Fasilitas

Perancangan Fasilitas adalah kegiatan menghasilkan fasilitas yang terdiri atas penataan unsur fisiknya, pengaturan aliran bahan, dan penjaminan keamanan para pekerja (Apple, 1977). Bila dilihat secara kasat mata, output yang dihasilkan dari perancangan fasilitas ini adalah kebutuhan luas ruangan. Luas ruangan dihasilkan dari pengaturan berbagai komponen-komponen yang terlibat dalam suatu aktivitas. Kegiatan perancangan fasilitas dimulai dari aktivitas analisa, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan system bagi pembuatan barang atau jasa. Dasar pengaturan komponen-komponen fasilitas adalah aliran barang, aliran fasilitas, tata cara kerja, dan pekerjaan

yang akan dioptimumkan baik dari sisi ekonomis ataupun teknis. Prinsip dasar perancangan fasilitas yang baik harus memenuhi criteria-kriteria sebagai berikut (Apple, 1977):

1. Memudahkan proses manufaktur. Cara mencapainya dengan menyusun mesin-mesin, peralatan dan tempat kerja sedemikian rupa sehingga barang dapat bergerak dengan lancar sepanjang lintasan. Penyusunan mesin atau peralatan dapat dilakukan melalui perencanaan aliran bahan berdasarkan pola umum aliran bahan yang ada.
2. Meminimumkan pemindahan bahan. Pemindahan bahan tidak memberikan nilai tambah tapi tidak dapat dihindari karena pertimbangan teknis dan investasi.
3. Menjaga fleksibilitas. Hal ini terkait dengan kondisi lingkungan bisnis yang banyak menuntut dan harus dipenuhi agar perusahaan mampu bertahan. Misalnya perlunya penambahan produk atau perubahan produk yang mengakibatkan perubahan proses produksi. Fasilitas diharapkan masih mampu mengakomodasinya. Hal ini dapat dilakukan dengan pemilihan teknologi yang sesuai. Fleksibilitas bisa berkait dengan varian produk maupun volume produksi.
4. Memelihara perputaran persediaan *Work In-Process* (WIP). Persediaan adalah biaya, sehingga perlu diminimumkan. Untuk mewujudkannya, fasilitas perlu dirancang berdasarkan prinsip keseimbangan (*line balancing*).
5. Menurunkan biaya modal investasi. Hal ini terkait dengan pengadaan mesin dan peralatan untuk mendukung kegiatan proses. Optimasi jumlah mesin atau peralatan yang dibutuhkan telah banyak dikembangkan metodenya. Tujuannya adalah untuk mengurangi komponen biaya, sehingga barang atau jasa yang dihasilkan memiliki harga yang bersaing.
6. Menghemat pemakaian ruang. Hal ini terkait dengan ketersediaan luas lahan. Upaya untuk mencapainya dilakukan dengan cara meminimumkan jarak antar mesin atau peralatan. Luas lantai atau ruang untuk tempat kerja perlu diminimumkan pula tanpa melanggar kaidah ergonomis.

7. Meningkatkan utilisasi pekerja. Pada tipe proses semi otomatis atau manual keseluruhan, tata cara kerja dengan ekonomi gerakan perlu dirancang. Tujuan akhirnya adalah meningkatkan kapasitas para kerja melalui peningkatan produktivitas kerja.
8. Memberikan jaminan kesehatan dan keselamatan kerja. Tata cara kerja yang dirancang harus memberikan jaminan pekerja terhindar dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Hal ini berguna untuk menjaga pencapaian target-target produksi.

2.2. Prosedur Tata Letak Pabrik

Dalam membuat sebuah rancangan tata letak pabrik, ada langkah-langkah yang berurutan sebagai prosedur tata letak pabrik. Berikut adalah uraian beberapa prosedur yang telah dikembangkan oleh Apple.

1. Mengumpulkan data dasar
2. Menganalisis data dasar
3. Merancang proses yang produktif
4. Merencanakan bentuk aliran bahan
5. Mempertimbangkan rencana pemindahan bahan secara umum.
6. Menghitung kebutuhan mesin dan peralatan
7. Merencanakan stasiun kerja mandiri
8. Memilih peralatan pemindahan bahan yang spesifik
9. Mengoordinasikan kelompok-kelompok operasi yang terkait
10. Merancang aktivitas yang saling berhubungan
11. Menentukan kebutuhan penyimpanan
12. Merencanakan aktivitas pelayanan dan tambahan
13. Menentukan kebutuhan ruang
14. Mengalokasikan aktivitas-aktivitas pada ruang yang telah direncanakan
15. Mempertimbangkan tipe-tipe bangunan
16. Mengonstruksi tata letak induk
17. Mengevaluasi, menyesuaikan dan memeriksa tata letak dengan pihak-pihak terkait

18. Mengajukan persetujuan
19. Menginstal tata letak
20. Menindaklanjuti implementasi tata letak

Menurut Reed, peta-peta rencana tata letak sangat penting agar proses membuat tata letak sepenuhnya berhasil dengan baik. Adapun, peta-peta yang diperlukan adalah :

1. Peta aliran proses termasuk operasi, transportasi, penyimpanan dan inspeksi
2. Waktu standard untuk setiap operasi
3. Pemilihan dan penyeimbangan mesin yang dibutuhkan
4. Pemilihan dan penyeimbangan operator yang dibutuhkan
5. Kebutuhan pemindahan bahan

2.3. Tipe-Tipe Tata Letak

1. Tata Letak Produk

Tata letak produk umumnya digunakan untuk pabrik yang memproduksi satu macam produk atau kelompok produk dalam jumlah yang besar dan waktu produksi yang lama. Dengan tata letak berdasarkan aliran produksi, mesin dan fasilitas produksi lainnya akan diatur menurut prinsip machine after machine. Setiap komponen berjalan dari satu mesin ke mesin berikutnya melewati seluruh daur operasi yang dibutuhkan. Keuntungan tata letak berdasarkan aliran produk adalah (Apple, 1977):

1. Karena berdasarkan urutan proses, maka dapat memperlancar aliran material
2. Inventory dapat di desain sekecil mungkin
3. Waktu total produksi per unit kecil
4. Pemindahan bahan dapat dikurangi karena jarak antar mesin yang begitu dekat
5. Pekerja yang memiliki skill tinggi tidak diperlukan
6. Perencanaan produksi yang sederhana dan kemudahan system control

7. Ruang penyimpanan sementara yang dibutuhkan cukup sedikit

Meskipun demikian, tata letak berdasarkan produk mempunyai potensi resiko yang harus diperhatikan dengan seksama yaitu:

1. Gangguan pada satu mesin dapat mengakibatkan terganggunya keseluruhan proses.
2. Perubahan desain produk menyebabkan perubahan tata letak
3. Waktu produksi ditentukan oleh mesin yang paling lambat
4. Proses memerlukan mesin khusus dan umumnya memerlukan dana investasi yang cukupn besar.
5. Penambahan produk baru hanya dapat dilakukan untuk urutan yang sama atau membutuhkan jenis mesin yang telah ada.

2. Tata Letak Proses

Tata letak berdasakan proses merupakan metode pengaturan dan penempatan fasilitas dimana fasilitas yang memiliki tipe dan spesifikasi sama ditempatkan ke dalam satun departemen. Tata letak berdasakan proses umumnya digunakan pada perusahaan yang beroperasi dengan menerima order dari pelanggan. Selanjutnya, tata letak demikian digunakan pula untuk perusahaan yang mempunyai produk bervariasi dan diproduksi dalam jumlah kecil.

3. Tata Letak Lokasi Tetap

Tata letak ini mengkondisikan bahwa yang tetap pada posisinya adalah material, sedangkan fasilitas produksi seperti mesin, peralatan serta komponen-komponen pembantu lainnya bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama.

4. Tata letak *Group Technology*

Tata letak tipe demikian mengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat berdasarkan kesamaan dalam proses. Pengelompokan produk mengakibatkan mesin dan fasilitas produksi lainnya ditempatkan dalam

sebuah sel manufaktur karena setiap kelompok memiliki urutan proses yang sama.

2.4. Aliran Bahan

Pertimbangan ergonomis dan ekonomi gerakan merupakan hal utama yang menjadi perhatian dalam perencanaan aliran bahan pada tiap stasiun kerja. Pola umum aliran bahan tergantung pada tipe departemennya atau tipe tata letak mesin yang diterapkan. Untuk proses produksi secara umum dibedakan atas lima pola (Apple, 1977)

1. Garis lurus

Umumnya pola sangat jelas terlihat pada system pemindahan bahan yang menggunakan *conveyor*. Pola aliran garis lurus dapat dipakai jika proses produksi berlangsung singkat, relative sederhana, jarak perpindahan pendek, hanya terdiri dari beberapa komponen dan peralatan produksi sedikit. Keuntungan yang dapat diperoleh dengan menerapkan pola aliran garis lurus adalah jarak antara dua mesin dapat diatur sependek mungkin.

2. Bentuk U

Keterbatasan luas lantai yang tersedia dapat diantisipasi dengan menerapkan pola aliran bentuk U. Pola aliran bentuk U akan diterapkan jika akhir proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinyakarena keadaan fasilitas transportasi. Maupun pemakaian mesin bersama. Pola material demikian akan mempermudah pengawasan keluar masuknya material dan produkjadi serta mempermudah fasilitas transportasi. Pola aliran U tidak efisien jika aliran proses produksi relatif panjang.

3. Pola Zig-Zag

Pola ini disebut pula pola aliran berbentuk ular dan sangat baik diterapkan bila aliran proses produksi lebih panjang daripada panjang area yang tersedia. Panjangnya proses produksi diatasi dengan memebelokkan aliran

produksi, sehingga garis aliran produksi bertambah panjang tanpa harus memperluas areal produksi. Pola aliran demikian dapat mengatasi keterbatasan area.

4. Bentuk Mellingkar

Pola aliran bentuk melingkar dapat diterapkan bila bertujuan mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Kondisi aliran demikian terjadi bila ada penggunaan mesin dengan rangkaian yang sama untuk kedua kalinya.

5. Pola Tak Tentu

Pola ini sering ditemui pada pabrik-pabrik yang ada dengan tujuan memperoleh lintasan produksi yang pendek antarkelompok dari wilayah berdekatan, proses material handling dilakukan secara mekanis. Keterbatasan ruangan yang tidak memungkinkan pola lain atau karena lokasi permanen fasilitas yang menuntut pola seperti ini.

2.5. Waktu Standard

Definisi Waktu standard adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu product pada sebuah stasiun kerja. Syarat penetapan waktu standard adalah (Meyers dan Stephens, 2005):

1. Menggunakan operator yang berkualifikasi terlatih.
2. Bekerja dalam kondisi dan kecepatan normal
3. Jenis pekerjaan yang spesifik.

Untuk mendapatkan waktu standard, maka harus dilakukan time study. Ada beberapa teknik dalam melakukan time study yaitu (Barnes, RM, 1980) :

1. *Predetermined Time Standard System* (PTSS).

Frank dan Lilian Gilbreth telah mengembangkan filosofi dasar dari (PTSS). Menurut mereka ada 17 elemen dasar manusia saat bekerja:

1. Transport tanpa membawa beban
2. Mencari (*search*)
3. Memilah (*select*)

4. Menggenggam (*grasp*)
5. Transport dengan beban
6. *Preposition*
7. Meletakkan sesuai posisi (*position*)
8. Merangkai (*Assemble*)
9. Membongkar (*disassemble*)
10. Melepas beban (*Release load*)
11. *Use* (Memakai)
12. *Hold* (Memegang)
13. Inspeksi (*inspect*)
14. Penundaan yang dapat dihindarkan (*Avoidable delay*)
15. Penundaan yang tidak dapat dihindarkan (*Unavoidable delay*)
16. Merencanakan (*plan*)
17. Istirahat untuk mengurangi kelelahan (*Rest to overcome fatigue*).

17 elemen dasar ini kemudian dikenal dengan nama therbligh. Setiap elemen tersebut kemudian dimasukkan dalam table dan masing-masing diberi waktu. Bila dalam suatu pekerjaan ada 6 elemen gerakan, maka total waktu satu siklus untuk menyelesaikan pekerjaan itu adalah jumlah waktu dari 6 elemen gerakan tersebut.

2. *Stopwatch time study*

Metode ini paling banyak digunakan di perusahaan-perusahaan untuk menganalisa waktu kerja. Alat yang digunakan berupa stopwatch ataupun video camera yang telah dilengkapi dengan stopwatch.

Sedangkan untuk mendapatkan waktu standard sendiri adalah sebagai berikut:

$$\text{waktu normal} = \text{rata - rata waktu observasi} \times \frac{\text{rating dalam persen}}{100}$$

$$\text{waktu standard} = \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \text{kelonggaran})$$

2.6. Uji Kecukupan Data

Untuk mengetahui apakah data hasil observasi telah mencukupi, maka perlu diuji. Umumnya tingkat kepercayaan yang dipakai adalah 95% dan tingkat keakuratan $\pm 5\%$. Untuk tingkat kepercayaan 95% dan tingkat keakuratan $\pm 5\%$, formula uji kecukupan data adalah sebagai berikut (Barnes, RM, 1980)

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

N' = Jumlah pengamatan yang ditentukan

Xi = Nilai pengamatan ke i

2.7. Lean Manufacturing

Adalah suatu usaha terus menerus untuk meminimalkan pemborosan. Pemborosan adalah segala sesuatu yang menambah biaya pada suatu produk. Secara umum dalam manufaktur, pemborosan terdiri dari 7 hal (Allen dan Robinson, 2001):

1. *Defects*

Memproduksi barang yang tidak memenuhi spesifikasi

2. Menunggu

Terjadi karena kekurangan material, mesin atau informasi

3. Gerakan

Pergerakan material, alat atau manusia yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa

4. *Over processing*

Melakukan proses yang berlebihan (proses tidak sesuai standard)

5. *Over production*

Membuat produk melebihi dari ekspektasi pelanggan

6. *Inventory*

Kelebihan bahan baku, WIP, dan barang jadi

7. Ineffisiensi

Menggunakan sumber daya yang berlebihan untuk kegiatan produksi. Menurut H.M. Wee dan Simon Wu, pemborosan adalah segala sesuatu yang mengganggu kelancaran aliran produksi. Sedangkan jenis pemborosan ditambahkan satu lagi yaitu tidak termanfaatkannya potensi kreativitas macam karyawan.

Prinsip-prinsip dalam *Lean Manufacture* adalah sebagai berikut (Singh, B, Sharma S.K., 2001)

1. Penetapan nilai dari perspektif pelanggan
2. Identifikasi *Value Stream Mapping*
3. Minimalisasi 7 macam pemborosan
4. Lakukan perubahan agar pekerjaan dapat mengalir
5. Pilihlah Pull System dibanding Push System
6. Lanjutkan ke tahap penyempurnaan

Beberapa perusahaan telah menerapkan Lean Manufacture, diantaranya:

1. Ford Motor Company, Taiwan (H.M. Wee dan Simon Wu, 2009)
2. General Motor (H.M. Wee dan Simon Wu, 2009)
3. Chrysler (H.M. Wee dan Simon Wu, 2009)
4. Toyota Motor Corporation (H.M. Wee dan Simon Wu, 2009)
5. ABC Ltd , Punjab – India (Singh, B, Sharma S.K., 2001).

2.8. Takt Time

Kecepatan permintaan customer yang diterjemahkan dalam waktu dan kapasitas produksi (Singh, B, Sharma S.K., 2001). Jika kecepatan produksi lebih cepat dibanding Takt time, maka WIP maupun product akhir akan menumpuk.

Jika kecepatan produksi lebih lambat dibanding *takt time*, maka konsekuensinya adalah tidak terpenuhinya kebutuhan customer yang pada akhirnya kebijakan untuk menambah lembur harus dilakukan. Secara garis besar formula dari takt time adalah

Takt time

$$= \frac{\text{Total waktu kerja yang tersedia}}{\text{Jumlah product yang dibutuhkan selama waktu kerja yang tersedia}}$$

2.9. Peta Aliran Proses

Merupakan suatu alat untuk menggambarkan langkah demi langkah suatu proses dalam bentuk diagram alir. Peta aliran proses diawali dengan masuknya material yang kemudian material tersebut mengalami serangkaian proses secara berurutan seperti transportasi, penyimpanan, inspeksi, operasi mesin dan assembling (Barnes, RM, 1980). Berikut ini adalah simbol simbol umum yang digunakan dalam peta aliran process:

- = Operasi
- ⇒ = Transportasi
- = Inspeksi
- ▽ = Penyimpanan
- ⊖ = Keterlambatan (Delay)

2.10. Value Stream Mapping (VSM)

VSM merupakan peta dimana seluruh fakta mengenai aktivitas transformasi dari barang mentah sampai ke barang jadi. Pada VSM terkandung seluruh data dari awal hingga berakhir di *customer* (Hall, High, McNaughton, Sharma, 2001). Data yang ada dalam VSM tersebut adalah data-data mengenai aktivitas yang mempunyai nilai tambah maupun yang tidak memberikan nilai tambah (Simon Wu, H.M. Wee, 2009). VSM merupakan metode yang cukup

efektif untuk menggambarkan situasi real saat ini (*current state*) dan berguna pula untuk merencanakan gambaran kondisi yang akan datang (*Future state*).

Adapun data-data yang terdapat dalam *VSM* antara lain:

1. *Run ratios* : waktu yang tersedia dibagi dengan jumlah barang yang baik (tidak reject)
2. *Scrape rates*
3. Jumlah tenaga kerja
4. Jam kerja dan jadwal kerja
5. *Changeover times*
6. Waktu pergantian *tool*
7. *Cycle time machine*
8. Tingkat *inventory* (baik *WIP* maupun *product jadi*)

Langkah-langkah utama dalam penyusunan *VSM* adalah sebagai berikut (Singh, B, Sharma S.K., 2001).

1. Penggambaran simbol-simbol *VSM* dimana simbol tersebut mewakili pelanggan, *supplier* dan kendali produksi dengan mempertimbangkan kecukupan ruangan antar simbol simbol tadi.
2. Seluruh data-data yang terkait dengan kondisi saat ini misalnya *cycle time*, *change over time*, jumlah shift dan lain-lain ditunjukkan dengan kotak data dan diletakkan di bawah simbol-simbol yang telah tergambar.
3. Kebutuhan produk beserta kapasitas *container* juga dicantumkan
4. Pergerakan produk ditunjukkan dengan arah panah
5. Antar stasiun bila ada *WIP* digambarkan dengan simbol *inventory* yang sesuai
6. Gap terbesar ditentukan pada kondisi saat ini.
7. Berbagai macam gap harus dijembatani dalam upaya untuk persiapan rencana perbaikan.
8. Kondisi masa depan (*Future State Map*) dan berbagai macam perbaikan yang akan dicapai harus ditonjolkan.

2.11. Ulasan Referensi Journal

Pada penelitian ini referensi journal yang menjadi acuan adalah:

1. *Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an indian case study of a manufacturing firm.* (Bhim Singh and S.K, Sharma, 2009).

Journal ini mengambil studi kasus pada ABC Ltd, sebuah perusahaan manufaktur komponen otomotif di Punjab, India. Obyek penelitian yang diambil adalah produk crank shaft gear. Produk tersebut mengalami serangkaian proses yang dimulai dari proses grinding sampai dengan shot pinning dan diakhiri dengan final inspection. Permasalahan yang dihadapi adalah lead time produksi yang cukup lama. Implementasi lean manufacturing merupakan pilihan untuk memperbaiki kondisi saat ini. *Value Stream Mapping* yang merupakan tulang punggung dari lean manufacturing, digunakan untuk menganalisis kondisi saat ini dan merencanakan perbaikan. Dalam pelaksanaan lean manufacturing prinsip-prinsip yang selalu menjadi fokus perhatian adalah

1. Penetapan nilai dari perspektif pelanggan
2. Identifikasi *Value Stream Mapping*
3. Minimalisasi 7 macam pemborosan
4. Lakukan perubahan agar pekerjaan dapat mengalir
5. Pilihlah Pull System dibanding Push System
6. Lanjutkan ke tahap penyempurnaan

Setelah dianalisis lebih detail dengan VSM, total lead time proses adalah 53.31 hari dan total value added time adalah 1,702 menit. Terlihat adanya gap yang cukup besar antara total *lead time* dan total *value added time*. Berdasarkan kondisi tersebut maka direncanakan suatu perbaikan. Rencana perbaikan diajukan melalui rancangan *VSM* dengan prinsip-prinsip lean manufacturing. Hasil rancangan tersebut menunjukkan perbaikan perbaikan di beberapa aspek misalnya penurunan *WIP*, penurunan total lead time dan penurunan total *value*

added time. *WIP* telah turun dari 345 menjadi 10, Total lead time turun menjadi 4.11 hari dan total *value added time* turun menjadi 1,665 menit

2. *Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company*. (H.M. Wee, Simon Wu, 2009)

Journal ini mengambil studi kasus pada Ford Motor Company di Taiwan. Pada penelitian ini, untuk membangun dari CSM (*Current State Map*) hingga menuju FSM (*Future State Map*) diperlukan langkah-langkah sebagai berikut

1. Menemukan permasalahan

Agar identifikasi akar permasalahan dapat berjalan efektif, prioritas utama adalah mengumpulkan data-data yang terukur seperti OEE, *Cycle time*, *Working time*, *Takt time*, *Non value added time* dan lain-lain.

2. Pemunculan Ide.

Berdasarkan akar masalah yang ada maka dimunculkanlah alternatif ide untuk pemecahan masalah

3. Penulusuran hambatan-hambatan yang mungkin terjadi.

Dalam merealisasikan ide-ide yang telah dimunculkan, kemungkinan akan terjadi hambatan-hambatan. Untuk membuka hambatan-hambatan tersebut diperlukan analisis *5 Why*.

4. Perumusan pemecahan masalah

Pada tahap ini ide-ide pemecahan masalah yang telah diidentifikasi dengan analisis *5 why*, melangkah ke tahap selanjutnya yaitu perencanaan pemecahan masalah untuk mendapatkan FSM yang lebih mendekati kenyataan, misalnya:

- a. Pengukuran dan identifikasi ruang kerja
- b. Design ulang rak untuk berbagai macam komponen
- c. Penyeimbangan beban kerja untuk mengidentifikasi jumlah SDM yang berlebih.
- d. Penetapan Kanban untuk penerapan JIT

- e. Pembuatan alat untuk mencegah kesalahan produksi (error proofing)
- f. Pelaksanaan TPM dan aplikasi *quick change over* untuk memperbaiki kinerja produksi dan OEE.

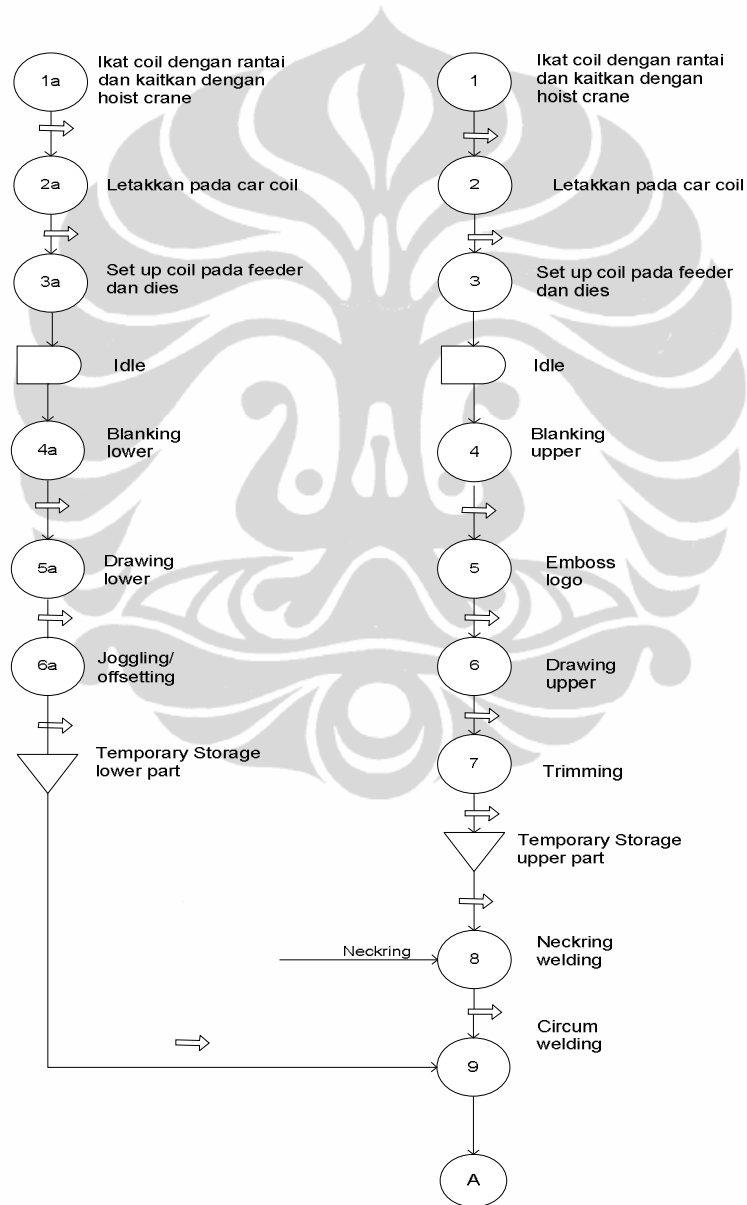


BAB III

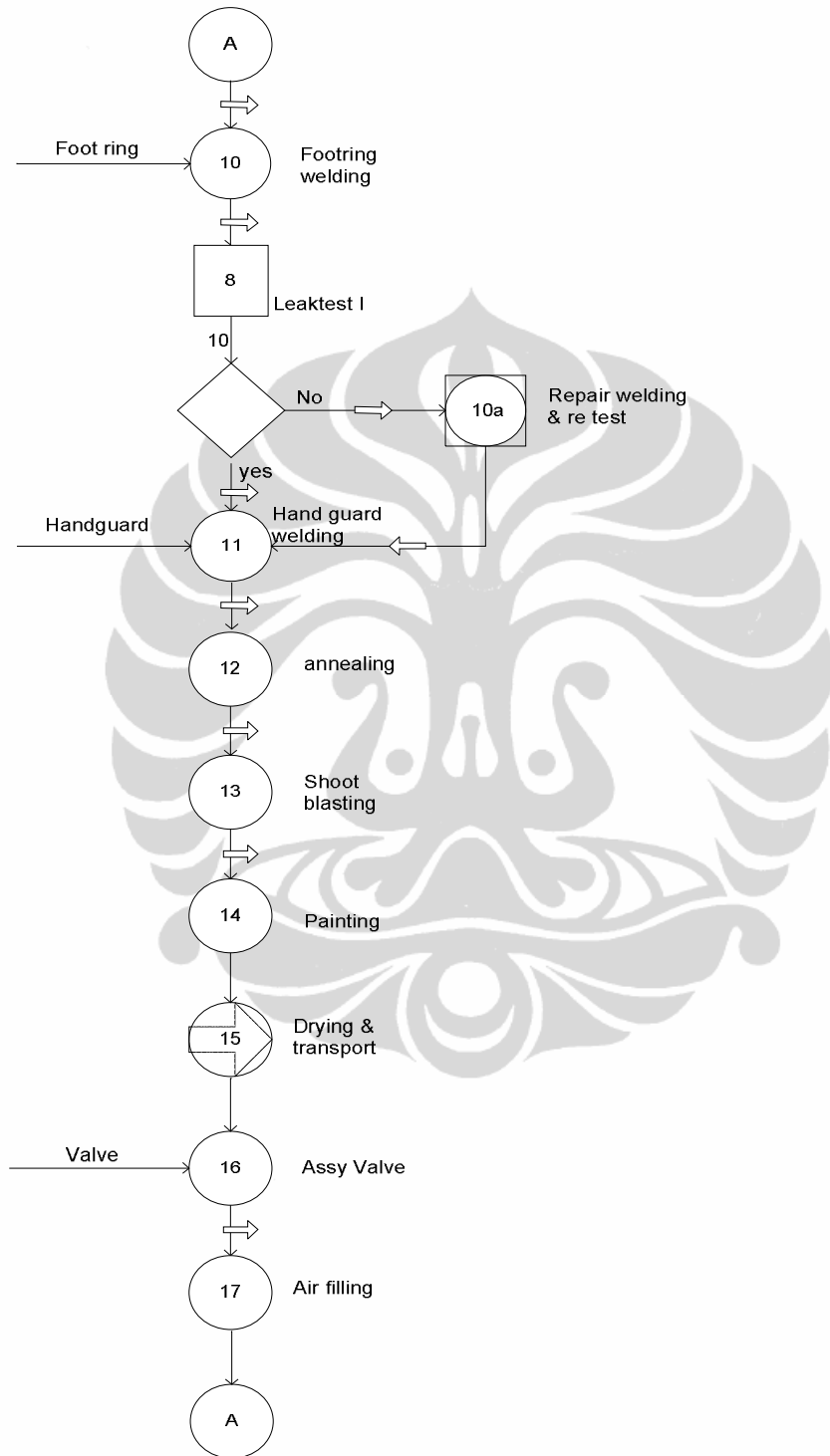
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Process Flow Chart

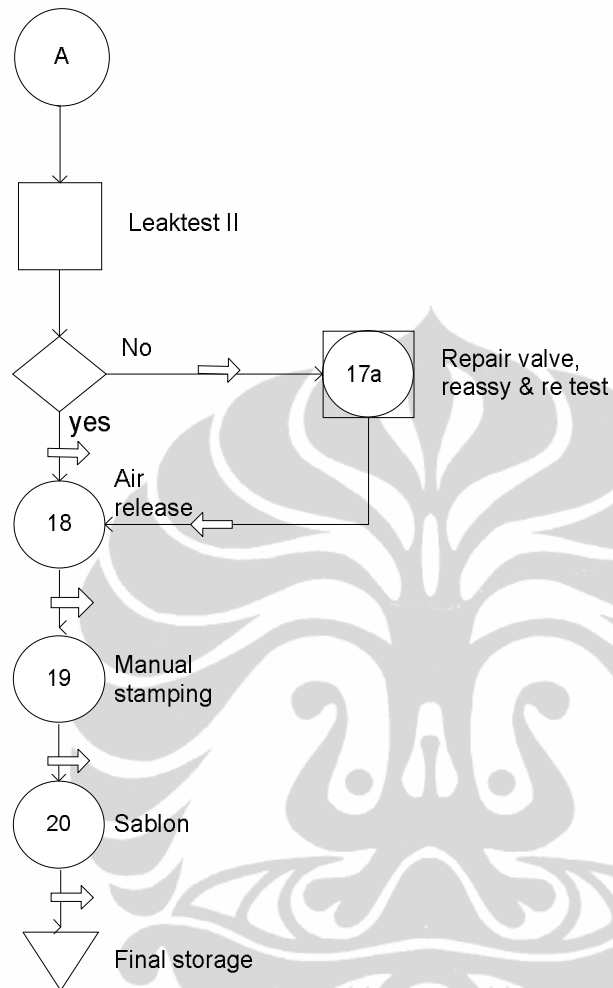
Berikut ini adalah rangkaian proses pembuatan tabung gas elpiji 3 kg dimulai dari proses awal (blanking) sampai dengan proses akhir (sablon).



Gambar 3.1. a. Process Flow Chart kondisi saat ini



Gambar 3.1.b. Process Flow Chart kondisi saat ini (lanjutan)



Gambar 3.1.c. Process Flow Chart kondisi saat ini (lanjutan)

3.2. Cycle time proses dan uji kecukupan data

Berikut ini adalah data cycle time tiap-tiap proses yang dimulai dari proses paling awal.

1. Blanking

Untuk proses blanking menggunakan mesin otomatis sehingga kecepatan potongnya bisa disesuaikan dengan kebutuhan produksi. Walaupun telah menggunakan mesin otomatis pada saat prosesnya, variasi waktu maupun jumlah produksi untuk tiap coil material masih dijumpai. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Berikut ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi waktu proses blanking:

a. Waktu proses mesin (automatic)

Pada saat pengambilan data, kecepatan pemotongan material ditetapkan pada 20 SPM (Set Per Minute). Meskipun demikian volume material /coil bervariasi sehingga hasil produksi/coil pun berbeda baik secara waktu maupun jumlah produk nya. Berikut ini adalah data yang diambil dari lapangan untuk hasil produksi proses blanking.

Table. 3.2.1. Waktu proses mesin dan rata-rata hasil blanking per coil

No	SPM(Set Per Minute)	Cycle time (detik)	Product yield (set)	χ^2 (Product yield)	\bar{x}	Std dev (Product yield)
1	20	3	1388	1926544	1316.8	64.5
2			1450	2102500		
3			1250	1562500		
4			1275	1625625		
5			1320	1742400		
6			1266	1602756		
7			1204	1449616		
8			1280	1638400		
9			1311	1718721		
10			1330	1768900		
11			1244	1547536		
12			1329	1766241		
13			1411	1990921		
14			1236	1527696		
15			1286	1653796		
16			1293	1671849		
17			1310	1716100		
18			1287	1656369		
19			1333	1776889		
20			1420	2016400		
21			1421	2019241		
22			1367	1868689		
23			1278	1633284		
24			1348	1817104		
25			1223	1495729		
26			1252	1567504		
27			1282	1643524		
28			1405	1974025		
29			1344	1806336		
30			1361	1852321		
Total			39504	52139516		

Uji Kecukupan Data

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 3.71$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

b. Waktu Pergantian Material Coil (proses manual)

Material coil diletakkan pada car coil menggunakan hoist crane. Kemudian car coil ini memasukkan material coil kedalam coil feeder. Berikut ini adalah data waktu yang diambil dari lapangan untuk proses pergantian material coil. Proses dimulai dari pengambilan material dengan menggunakan hoist crane sampai dengan material coil siap untuk dilakukan proses blanking (proses potong).

Table. 3.2.2. Waktu pergantian coil

No	Change overtimes (minutes)	Xi^2 (changover times)	\bar{x}	Std dev (change overtimes)
1	15	225	15	1.438
2	13	169		
3	16	256		
4	14	196		
5	14	196		
6	15	225		
7	15	225		
8	15	225		
9	17	289		
10	18	324		
11	16	256		
12	16	256		
13	17	289		
14	12	144		
15	13	169		
16	13	169		
17	14	196		
18	15	225		
19	14	196		
20	14	196		
21	13	169		
22	15	225		
23	15	225		
24	15	225		
25	17	289		
26	15	225		
27	16	256		
28	16	256		
29	17	289		
30	15	225		
Total	450	6810		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 14,22$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

c. Waktu proses untuk sisa material terakhir (± 2 meter).

Untuk proses ini dilakukan dengan cara semi manual karena sisa material sudah lepas dari feeder. Karena prosesnya adalah semi manual maka waktu proses nya bervariasi. Berikut ini adalah data yang diambil dari lapangan.

Table. 3.2.3. Waktu proses blanking untuk ± 2 m terakhir

No	Waktu proses sisa material (± 2 meter)---- menit	χ_i^2 (sisa material akhir)	\bar{x}	Std dev (sisa material akhir)
1	8.4	70.56	8.98	0.959
2	7.9	62.41		
3	9.25	85.5625		
4	9.6	92.16		
5	8.25	68.0625		
6	7.9	62.41		
7	9.8	96.04		
8	10.2	104.04		
9	10.15	103.0225		
10	8.66	74.9956		
11	8.9	79.21		
12	9.14	83.5396		
13	9.75	95.0625		
14	11.2	125.44		
15	10.8	116.64		
16	9.73	94.6729		
17	8.2	67.24		
18	8.17	66.7489		
19	8.35	69.7225		
20	7.75	60.0625		
21	7.84	61.4656		
22	8.4	70.56		
23	10.1	102.01		
24	8.65	74.8225		
25	9.42	88.7364		
26	9.15	83.7225		
27	9.48	89.8704		
28	8.56	73.2736		
29	8.3	68.89		
30	7.35	54.0225		
Total	269.35	2444.976		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 17,63$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

d. Waktu untuk melepas lelah (fatigue).

Sesaat setelah pemasangan coil ke dalam coil feeder selesai, seluruh operator istirahat Dan melakukan pengecekan ulang kepresisian coil yang telah terpasang sebelum kegiatan proses blanking dimulai. Berikut adalah data waktu melepas lelah Dan pengecheck an ulang.

Table. 3.2.4. Waktu idle setelah pemasangan coil

No	Waktu melepas lelah/coil (menit)	χ_i^2 (melepas lelah)	\bar{x}	Std dev (sisa material akhir)
1	3.9	15.21	4.65	0.594
2	4.8	23.04		
3	4.5	20.25		
4	2.9	8.41		
5	3.8	14.44		
6	4.6	21.16		
7	5.2	27.04		
8	5.7	32.49		
9	4.58	20.9764		
10	4.3	18.49		
11	4.7	22.09		
12	3.8	14.44		
13	5.7	32.49		
14	4.9	24.01		
15	4.5	20.25		
16	4.65	21.6225		
17	4.98	24.8004		
18	3.9	15.21		
19	5.4	29.16		
20	4.75	22.5625		
21	4.85	23.5225		
22	4.95	24.5025		
23	4.35	18.9225		
24	4.41	19.4481		
25	4.88	23.8144		
26	4.77	22.7529		
27	5.3	28.09		
28	4.33	18.7489		
29	4.9	24.01		
30	5.1	26.01		
Total	139.4	657.9636		

Uji kecukupan data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 25,24$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

2. Emboss Logo Pertamina

Pada proses ini dibentuk logo Pertamina untuk bagian upper. Proses emboss in menggunakan mesin press mekanik 15 ton. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses emboss logo.

Table. 3.2.5. Waktu proses emboss logo Pertamina

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	4.57	20.8849	5.723	0.834
2	5.7	32.49		
3	3.88	15.0544		
4	4.9	24.01		
5	5.66	32.0356		
6	5.34	28.5156		
7	6.28	39.4384		
8	5.89	34.6921		
9	4.77	22.7529		
10	5.32	28.3024		
11	6.89	47.4721		
12	7.9	62.41		
13	6.45	41.6025		
14	6.25	39.0625		
15	4.88	23.8144		
16	5.77	33.2929		
17	6.33	40.0689		
18	5.44	29.5936		
19	5.66	32.0356		
20	4.75	22.5625		
21	5.49	30.1401		
22	6.78	45.9684		
23	6.11	37.3321		
24	6.35	40.3225		
25	6.69	44.7561		
26	5.48	30.0304		
27	5.99	35.8801		
28	4.83	23.3289		
29	5.12	26.2144		
30	6.22	38.6884		
31	5.67	32.1489		
32	6.12	37.4544		
33	4.93	24.3049		
34	5.38	28.9444		
35	5.92	35.0464		
Total	199.71	1160.652		

Uji Kecukupan Data

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$N' = 29,634$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada ($N=35$) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

3. Drawing Upper

Sesudah proses emboss dilakukan maka dilanjutkan proses drawing untuk bagian upper. Pada proses ini lembaran material hasil blanking yang telah diemboss dibentuk seperti mangkuk dengan menggunakan mesin press hidrolik 200 ton. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses drawing upper.

Table. 3.2.6. Waktu proses drawing upper

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	10.06	101.2036	10.10533	0.213117
2	10.22	104.4484		
3	9.94	98.8036		
4	10.62	112.7844		
5	10.24	104.8576		
6	9.86	97.2196		
7	10.14	102.8196		
8	10.05	101.0025		
9	9.93	98.6049		
10	10.04	100.8016		
11	10.57	111.7249		
12	9.89	97.8121		
13	10.24	104.8576		
14	9.86	97.2196		
15	10.14	102.8196		
16	10.05	101.0025		
17	9.93	98.6049		
18	10.05	101.0025		
19	9.93	98.6049		
20	10.04	100.8016		
21	10.57	111.7249		
22	9.89	97.8121		
23	10.24	104.8576		
24	9.98	99.6004		
25	10.21	104.2441		
26	10.38	107.7444		
27	9.98	99.6004		
28	9.89	97.8121		
29	10.24	104.8576		
30	9.98	99.6004		
Total	303.16	3064.85		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{\pm 0, \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 0,687$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

4. Trimming

Proses trimming ini bertujuan untuk meratakan hasil drawing upper pada bagian bawahnya. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses trimming.

Table. 3.2.7. Waktu proses trimming

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	9.86	97.2196	7.437714	1.053169
2	7.51	56.4001		
3	8.04	64.6416		
4	7.01	49.1401		
5	8.98	80.6404		
6	6.99	48.8601		
7	8.17	66.7489		
8	7.45	55.5025		
9	6.87	47.1969		
10	6.84	46.7856		
11	6.65	44.2225		
12	7.13	50.8369		
13	6.85	46.9225		
14	7.01	49.1401		
15	7.09	50.2681		
16	6.47	41.8609		
17	6.66	44.3556		
18	10.71	114.7041		
19	6.56	43.0336		
20	6.48	41.9904		
21	6.48	41.9904		
22	6.71	45.0241		
23	7.12	50.6944		
24	6.41	41.0881		
25	6.49	42.1201		
26	6.64	44.0896		
27	8.32	69.2224		
28	9.2	84.64		
29	6.99	48.8601		
30	8.17	66.7489		
31	8.98	80.6404		
32	6.99	48.8601		
33	8.17	66.7489		
34	7.45	55.5025		
35	6.87	47.1969		
Total	260.32	1973.897		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 31,163$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

5. Neckring Welding

Adalah proses pemasangan neckring pada bagian upper dengan cara pengelasan. Berikut adalah data cycle time proses neckring welding

Table. 3.2.8. Waktu proses neckring welding

No	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std dev
1	18.93	358.3449	18.28233	0.795421
2	17.02	289.6804		
3	18.06	326.1636		
4	17.39	302.4121		
5	17.94	321.8436		
6	18.03	325.0809		
7	17.60	309.76		
8	17.84	318.2656		
9	18.11	327.9721		
10	19.98	399.2004		
11	19.32	373.2624		
12	18.78	352.6884		
13	18.43	339.6649		
14	17.39	302.4121		
15	18.66	348.1956		
16	17.84	318.2656		
17	18.11	327.9721		
18	19.98	399.2004		
19	19.32	373.2624		
20	18.06	326.1636		
21	17.39	302.4121		
22	17.94	321.8436		
23	18.03	325.0809		
24	17.39	302.4121		
25	18.66	348.1956		
26	17.84	318.2656		
27	18.11	327.9721		
28	19.98	399.2004		
29	18.46	340.7716		
30	17.88	319.6944		
Total	548.47	10045.66		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 2,927$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

6. Drawing Lower

Adalah proses pembentukan komponen lower dengan menggunakan mesin press hidrolik 200 ton. Hasil proses drawing ini adalah cup lower yang bentuknya menyerupai mangkuk pada cup upper. Bedanya cup lower ini tidak melalui proses emboss dan tidak dilubangi pada permukaannya. Berikut adalah data cycle time untuk proses drawing lower.

Table. 3.2.9. Waktu proses drawing lower

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	10.09	101.8081	10.12267	0.226532
2	10.25	105.0625		
3	9.84	96.8256		
4	10.62	112.7844		
5	10.24	104.8576		
6	9.86	97.2196		
7	10.14	102.8196		
8	10.05	101.0025		
9	9.93	98.6049		
10	10.11	102.2121		
11	10.59	112.1481		
12	9.89	97.8121		
13	10.24	104.8576		
14	9.96	99.2016		
15	10.14	102.8196		
16	10.05	101.0025		
17	9.93	98.6049		
18	10.07	101.4049		
19	9.93	98.6049		
20	10.04	100.8016		
21	10.57	111.7249		
22	9.89	97.8121		
23	10.34	106.9156		
24	9.98	99.6004		
25	10.31	106.2961		
26	10.38	107.7444		
27	9.95	99.0025		
28	9.89	97.8121		
29	10.42	108.5764		
30	9.98	99.6004		
Total	303.68	3075.54		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 0,763$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

7. Juggling (Offsetting)

Adalah proses melipat bagian bawah cup lower agar bisa ditangkupkan dengan bagian upper. Berikut ini adalah data cycle time untuk juggling.

Table. 3.2.10. Waktu proses juggling

No	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	9.27	85.9329	10.62033	2.013791
2	13.87	192.3769		
3	11.56	133.6336		
4	13.44	180.6336		
5	10.85	117.7225		
6	14.4	207.36		
7	11.05	122.1025		
8	12.69	161.0361		
9	11.88	141.1344		
10	12.53	157.0009		
11	8.97	80.4609		
12	8.08	65.2864		
13	8.41	70.7281		
14	8.64	74.6496		
15	12.81	164.0961		
16	8.54	72.9316		
17	10.89	118.5921		
18	8.59	73.7881		
19	10.47	109.6209		
20	10.56	111.5136		
21	8.2	67.24		
22	8.77	76.9129		
23	12.69	161.0361		
24	11.88	141.1344		
25	12.53	157.0009		
26	8.97	80.4609		
27	8.08	65.2864		
28	8.64	74.6496		
29	12.81	164.0961		
30	8.54	72.9316		
31	11.45	131.1025		
32	12.01	144.2401		
33	10.78	116.2084		
34	10.53	110.8809		
35	8.25	68.0625		
36	9.75	95.0625		
37	9.74	94.8676		
38	8.88	78.8544		
39	10.23	104.6529		
40	12.75	162.5625		
41	12.05	145.2025		
42	11.88	141.1344		
43	13.87	192.3769		
44	11.56	133.6336		
45	13.44	180.6336		
46	11.88	141.1344		
47	12.53	157.0009		
48	8.97	80.4609		
49	8.08	65.2864		
50	8.64	74.6496		
51	8.55	73.1025		
52	11.22	125.8884		
53	10.52	110.6704		
54	8.67	75.1689		
55	13.34	177.9556		
Total	588.18	6482.143		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 48.84$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=55) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

8. Circum Welding

Adalah proses menggabungkan cap upper yang telah dipasang neckring dengan cap lower. Penggabungannya menggunakan proses pengelasan (submerged arch welding). Berikut ini adalah cycle time untuk proses circum welding.

Table. 3.2.11. Waktu proses circum welding

No	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std dev
1	88	7744	84.2	6.353929
2	78	6084		
3	90	8100		
4	80	6400		
5	78	6084		
6	99	9801		
7	82	6724		
8	71	5041		
9	78	6084		
10	76	5776		
11	77	5929		
12	81	6561		
13	84	7056		
14	77	5929		
15	88	7744		
16	88	7744		
17	90	8100		
18	91	8281		
19	82	6724		
20	79	6241		
21	78	6084		
22	87	7569		
23	84	7056		
24	83	6889		
25	90	8100		
26	93	8649		
27	91	8281		
28	86	7396		
29	92	8464		
30	85	7225		
Total	2526	213860		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 8,8$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

9. Footring Welding

Pada proses ini, hasil circum welding dipasang footring dengan cara mengelas (electrode welding). Berikut adalah cycle time proses footring welding.

Table. 3.2.12. Waktu proses footring welding

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	70.1	4914.01	71.00633	2.077181
2	68.78	4730.688		
3	73.22	5361.168		
4	74.57	5560.685		
5	71.11	5056.632		
6	70.89	5025.392		
7	69.45	4823.303		
8	67.93	4614.485		
9	70.88	5023.974		
10	70.33	4946.309		
11	68.28	4662.158		
12	71.22	5072.288		
13	73.25	5365.563		
14	71.66	5135.156		
15	72.88	5311.494		
16	69.32	4805.262		
17	66.89	4474.272		
18	69.66	4852.516		
19	72.07	5194.085		
20	70.35	4949.123		
21	73.55	5409.603		
22	74.88	5607.014		
23	72.27	5222.953		
24	70.77	5008.393		
25	73.46	5396.372		
26	67.88	4607.694		
27	69.29	4801.104		
28	70.29	4940.684		
29	73.71	5433.164		
30	71.25	5076.563		
Total	2130.19	151382.1		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 1,323$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

10. Leaktest 1 (Uji Kebocoran fase 1)

Pada tahap ini dilakukan uji kebocoran 100% dengan menggunakan angin bertekanan 18 bar. Berikut adalah data cycle time untuk leaktest 1.

Table. 3.2.13. Waktu proses leaktest 1 (uji kebocoran)

no	cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	28.53	813.9609	28.84422	4.766766
2	23.71	562.1641		
3	24.51	600.7401		
4	27.35	748.0225		
5	40.59	1647.548		
6	28.4	806.56		
7	26.76	716.0976		
8	28.26	798.6276		
9	37.39	1398.012		
10	29.37	862.5969		
11	34.22	1171.008		
12	25.87	669.2569		
13	27.88	777.2944		
14	28.4	806.56		
15	26.76	716.0976		
16	28.26	798.6276		
17	38.75	1501.563		
18	26.45	699.6025		
19	24.89	619.5121		
20	24.09	580.3281		
21	22.9	524.41		
22	23.55	554.6025		
23	23.76	564.5376		
24	36.79	1353.504		
25	28.76	827.1376		
26	27.77	771.1729		
27	27.97	782.3209		
28	24.57	603.6849		
29	25.77	664.0929		
30	33.78	1141.088		
31	25.89	670.2921		
32	36.76	1351.298		
33	35.9	1288.81		
34	28.9	835.21		
35	24.12	581.7744		
36	22.74	517.1076		
37	29.87	892.2169		
38	34.75	1207.563		
39	27.67	765.6289		
40	26.76	716.0976		
41	28.26	798.6276		
42	38.75	1501.563		
43	26.45	699.6025		
44	24.89	619.5121		
45	30.22	913.2484		
Total	1297.99	38439.28		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 42,725$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=45) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

11. Handguard welding

Pada proses ini dipasang handguard pada bagian cup upper. Proses ini dilakukan pada tabung yang sudah lolos melewati uji kebocoran (Leaktest 1). Berikut adalah data cycle time untuk proses handguard welding.

Table. 3.2.14. Waktu proses Handguard welding

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	60	3600	58.01533	2.13159
2	57.88	3350.094		
3	58.9	3469.21		
4	58.22	3389.568		
5	56.77	3222.833		
6	54.99	3023.9		
7	57.11	3261.552		
8	57	3249		
9	60.22	3626.448		
10	53.41	2852.628		
11	56.88	3235.334		
12	61.33	3761.369		
13	55.62	3093.584		
14	62.21	3870.084		
15	58.92	3471.566		
16	62.77	3940.073		
17	60.55	3666.303		
18	58.45	3416.403		
19	57.71	3330.444		
20	59.35	3522.423		
21	58.92	3471.566		
22	57.77	3337.373		
23	56.51	3193.38		
24	56.22	3160.688		
25	58.17	3383.749		
26	57.18	3269.552		
27	55.21	3048.144		
28	57.9	3352.41		
29	55.67	3099.149		
30	58.62	3436.304		
Total	1740.46	101105.1		

Uji kecukupan data:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 2,807$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

12. Annealing

Pada proses ini, tabung dimasukkan dalam ruang pembakaran dengan suhu ruang bakar $630 \pm 25^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih ± 20 menit. Tujuan dari proses ini adalah mengembalikan formasi struktur material logam setelah mengalami serangkaian proses metal forming. Berikut adalah data cycle time untuk proses annealing.

Table. 3.2.15. Waktu proses annealing

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	123.44	15237.43	121.586	4.206022
2	121.08	14660.37		
3	127.97	16376.32		
4	117.90	13900.41		
5	116.87	13658.6		
6	119.58	14299.38		
7	120.89	14614.39		
8	124.28	15445.52		
9	122.34	14967.08		
10	130.22	16957.25		
11	122.91	15106.87		
12	118.26	13985.43		
13	128.34	16471.16		
14	120.9	14616.81		
15	117.45	13794.5		
16	112.39	12631.51		
17	114.26	13055.35		
18	122.9	15104.41		
19	125.29	15697.58		
20	120.66	14558.84		
21	119.87	14368.82		
22	126.24	15936.54		
23	115.29	13291.78		
24	123.87	15343.78		
25	121.67	14803.59		
26	124.33	15457.95		
27	122.5	15006.25		
28	117.11	13714.75		
29	123.44	15237.43		
30	125.33	15707.61		
Total	3647.58	444007.7		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 1,85$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

13. Shoot Blasting

Pada proses ini tabung dimasukkan dalam ruang blasting dan di dalam ruang blasting tersebut tabung mengalami proses pembersihan agar karat maupun kotoran lainnya tidak menempel pada permukaan tabung. Dengan permukaan tabung yang bersih maka akan mempermudah proses pengecatan dan daya rekat cat akan lebih kuat. Pada proses ini cycle time dapat di adjust sesuai kebutuhan. Shooting time minimal yang dipersyaratkan adalah 30 detik dengan jumlah tabung sekali masuk 9 pcs dalam satu hanger.

14. Painting

Proses painting tabung terdiri dari dua tahap yaitu :

a. Tahap primary coat

Pada tahap ini tabung diberikan cat dasar. Cat dasar ini melingkupi seluruh permukaan tabung dengan merata. Metode yang digunakan adalah metode spray.

b. Tahap top coat

Setelah permukaan tabung dicat dengan cat dasar secara merata, kemudian proses selanjutnya adalah memberikan cat finishing.

Tabung yang telah dicat dikeringkan dengan oven pada suhu 180 – 200⁰C. Kecepatan conveyor (hanger to hanger) ditetapkan maksimal 18 detik dengan 2 operator primary coat dan 2 operator top coat.

15. Valve assy

Adalah proses pemasangan valve gas dengan menggunakan bantuan mesin yang dioperasikan secara manual. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses assy valve.

Table. 3.2.16. Waktu proses annealing valve assy

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	16.39	268.6321	15.45167	1.439959
2	16.2	262.44		
3	12.43	154.5049		
4	14.78	218.4484		
5	15.85	251.2225		
6	13.35	178.2225		
7	15.59	243.0481		
8	13.21	174.5041		
9	14.84	220.2256		
10	15.12	228.6144		
11	17.22	296.5284		
12	17.08	291.7264		
13	16.55	273.9025		
14	15.78	249.0084		
15	15.66	245.2356		
16	15.9	252.81		
17	16.78	281.5684		
18	14.88	221.4144		
19	14.21	201.9241		
20	13.77	189.6129		
21	12.92	166.9264		
22	15.51	240.5601		
23	16.31	266.0161		
24	17.66	311.8756		
25	18.41	338.9281		
26	16.33	266.6689		
27	13.85	191.8225		
28	14.88	221.4144		
29	15.87	251.8569		
30	16.22	263.0884		
Total	463.55	7222.751		

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 13,43$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

16. Air filling

Merupakan proses mengisi angin dengan tekanan ± 18 bar ke dalam tabung untuk di uji kebocoran (Leaktest 2). Berikut ini adalah data cycle time untuk proses air filling.

Table. 3.2.17. Waktu proses Air filling

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	4.88	23.8144	5.313667	0.759294
2	5.21	27.1441		
3	3.88	15.0544		
4	5.77	33.2929		
5	5.65	31.9225		
6	4.32	18.6624		
7	4.55	20.7025		
8	5.22	27.2484		
9	6.72	45.1584		
10	7.11	50.5521		
11	6.22	38.6884		
12	6.11	37.3321		
13	5.34	28.5156		
14	5.56	30.9136		
15	5.81	33.7561		
16	4.78	22.8484		
17	4.9	24.01		
18	5.16	26.6256		
19	5.39	29.0521		
20	4.92	24.2064		
21	5.44	29.5936		
22	6.33	40.0689		
23	3.9	15.21		
24	4.76	22.6576		
25	4.55	20.7025		
26	5.64	31.8096		
27	5.24	27.4576		
28	5.29	27.9841		
29	4.71	22.1841		
30	6.05	36.6025		
31	5.66	32.0356		
32	6.67	44.4889		
33	4.49	20.1601		
Total	176.23	960.4555		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 32,86$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=33) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

17. Leaktest 2

Adalah proses pengecheckan kebocoran pada area valve. Tabung yang dicek adalah tabung yang telah diisi dengan angin bertekanan ± 18 bar. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses leaktest 2.

Table. 3.2.18. Waktu proses Leaktest 2

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	10.32	106.5024	10.92667	1.637071
2	9.5	90.25		
3	11.22	125.8884		
4	13.75	189.0625		
5	14.75	217.5625		
6	13.22	174.7684		
7	12.12	146.8944		
8	10.88	118.3744		
9	10.26	105.2676		
10	9.78	95.6484		
11	9.55	91.2025		
12	8.87	78.6769		
13	8.55	73.1025		
14	9.32	86.8624		
15	9.32	86.8624		
16	10.6	112.36		
17	14.28	203.9184		
18	13.43	180.3649		
19	12.55	157.5025		
20	11.35	128.8225		
21	11.48	131.7904		
22	10.87	118.1569		
23	10.75	115.5625		
24	9.57	91.5849		
25	10.11	102.2121		
26	9.96	99.2016		
27	9.74	94.8676		
28	9.88	97.6144		
29	10.39	107.9521		
30	11.43	130.6449		
31	9.25	85.5625		
32	9.85	97.0225		
33	8.89	79.0321		
34	10.22	104.4484		
35	10.11	102.2121		
Total	376.12	4127.759		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 33,99$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

18. Air Release (Pembuangan angin)

Setelah dilaksanakan proses leaktest 2, tabung yang lolos uji dan tidak lolos uji harus dikosongkan anginnya. Berikut ini adalah data cycle time untuk air release.

Table. 3.2.19. Waktu proses air release

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	10.32	106.5024	10.84933	1.213876
2	11.5	132.25		
3	11.22	125.8884		
4	13.75	189.0625		
5	14.25	203.0625		
6	10.21	104.2441		
7	12.12	146.8944		
8	10.75	115.5625		
9	10.26	105.2676		
10	9.78	95.6484		
11	9.55	91.2025		
12	9.87	97.4169		
13	10.55	111.3025		
14	9.32	86.8624		
15	9.32	86.8624		
16	10.6	112.36		
17	12.28	150.7984		
18	11.43	130.6449		
19	12.55	157.5025		
20	11.35	128.8225		
21	11.48	131.7904		
22	10.87	118.1569		
23	10.75	115.5625		
24	9.89	97.8121		
25	10.11	102.2121		
26	9.96	99.2016		
27	9.74	94.8676		
28	9.88	97.6144		
29	10.39	107.9521		
30	11.43	130.6449		
31	9.66	93.3156		
32	9.85	97.0225		
33	11.89	141.3721		
34	10.22	104.4484		
35	10.55	111.3025		
Total	377.65	4121.434		

Uji Kecukupan Data

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 18,29$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

19. Manual Stamping

Pada proses ini dilakukan stamping digit angka bulan. Alat bantu yang dipakai adalah mata stamping, palu dan meja. Berikut ini adalah data cyle time untuk proses manual stamping.

Table. 3.2.19. Waktu proses Manual Stamping

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	6.39	40.8321	7.0375	0.811094
2	7.18	51.5524		
3	7.75	60.0625		
4	6.21	38.5641		
5	6.81	46.3761		
6	6.71	45.0241		
7	6.67	44.4889		
8	7.43	55.2049		
9	6.65	44.2225		
10	8.22	67.5684		
11	8.58	73.6164		
12	7.66	58.6756		
13	6.32	39.9424		
14	7.545	56.92703		
15	7.78	60.5284		
16	7.23	52.2729		
17	5.44	29.5936		
18	6.65	44.2225		
19	8.22	67.5684		
20	6.58	43.2964		
21	8.66	74.9956		
22	7.32	53.5824		
23	7.24	52.4176		
24	7.88	62.0944		
25	6.43	41.3449		
26	7.59	57.6081		
27	6.39	40.8321		
28	6.98	48.7204		
29	6.94	48.1636		
30	7.38	54.4644		
31	6.81	46.3761		
32	8.71	75.8641		
33	5.67	32.1489		
34	6.43	41.3449		
35	6.65	44.2225		
36	6.39	40.8321		
37	7.18	51.5524		
38	7.75	60.0625		
39	6.21	38.5641		
40	5.81	33.7561		
41	7.71	59.4441		
42	8.67	75.1689		
43	7.23	52.2729		
44	6.44	41.4736		
45	6.65	44.2225		
46	5.82	33.8724		
47	6.58	43.2964		
48	7.66	58.6756		
49	6.77	45.8329		
50	5.9	34.81		
Total	351.875	2508.556		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 20,828$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=50) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

20. Sablon

Tabung yang telah di stamping dilanjutkan dengan proses sablon. Proses ini dilakukan secara manual. Berikut ini adalah data cycle time untuk proses sablon.

Table. 3.2.19. Waktu proses Sablon

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	11.56	133.6336	10.64167	0.790299
2	11.4	129.96		
3	10.32	106.5024		
4	9.75	95.0625		
5	9.95	99.0025		
6	11.46	131.3316		
7	10.43	108.7849		
8	10.34	106.9156		
9	10.15	103.0225		
10	11.56	133.6336		
11	9.8	96.04		
12	10.22	104.4484		
13	11.25	126.5625		
14	11.5	132.25		
15	9.73	94.6729		
16	9.88	97.6144		
17	10.27	105.4729		
18	10.66	113.6356		
19	10.78	116.2084		
20	10.51	110.4601		
21	11.28	127.2384		
22	12.22	149.3284		
23	9.65	93.1225		
24	12.33	152.0289		
25	11.59	134.3281		
26	10.85	117.7225		
27	10.37	107.5369		
28	9.65	93.1225		
29	9.89	97.8121		
30	9.9	98.01		
Total	319.25	3415.465		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 8,5$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

3.3. Waktu Transport Antar Proses dan Uji Kecukupan Data

Yang dimaksud waktu transport disini adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu produk untuk berpindah ke proses berikutnya. Pada study kasus ini waktu transport dimulai dari :

1. Waktu transport dari blanking menuju proses emboss

Untuk memindahkan hasil blanking menuju proses berikutnya, alat transport yang digunakan adalah hoist crane dan media untuk meletakkan hasil blanking adalah pallet. Berikut ini adalah data pengambilan waktu transport dari blanking menuju emboss

Tabel 3.3.1. Waktu transport Blanking ke Emboss

no	Cycle time	xi ²	\bar{x}	Std Dev
1	49.55	2455.203	50.919	1.467
2	50.66	2566.436		
3	49.11	2411.792		
4	49.8	2480.04		
5	51.57	2659.465		
6	50.59	2559.348		
7	50.45	2545.203		
8	48.93	2394.145		
9	50.22	2522.048		
10	51.59	2661.528		
11	51.91	2694.648		
12	52.72	2779.398		
13	51.61	2663.592		
14	50.91	2591.828		
15	49.21	2421.624		
16	49.39	2439.372		
17	52.26	2731.108		
18	53.79	2893.364		
19	52.79	2786.784		
20	50.88	2588.774		
21	49.54	2454.212		
22	50.79	2579.624		
23	52.77	2784.673		
24	51.26	2627.588		
25	52.94	2802.644		
26	49.12	2412.774		
27	48.86	2387.3		
28	49.77	2477.053		
29	53.82	2896.592		
30	50.77	2577.593		
31	51.61	2663.592		
32	49.81	2481.036		
33	49.22	2422.608		
34	49.55	2455.203		
35	51.98	2701.92		
Total	1779.75	90570.11		

Uji kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 1,234$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

- Waktu Transport dari Proses Blanking Menuju Proses Drawing Lower
Alat yang digunakan untuk memindahkan produk hasil proses blanking menuju drawing lower masih tetap sama, yaitu hoist crane dengan media peletakannya adalah palet. Berikut ini adalah hasil pengukuran waktu transportnya.

Tabel 3.3.2. Waktu transport Blanking ke drawing lower

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	S
1	61.66	3801.9556	62.88	1.451372
2	61.84	3824.1856		
3	61.91	3832.8481		
4	62.28	3878.7984		
5	62.9	3956.41		
6	65.77	4325.6929		
7	64.28	4131.9184		
8	64.32	4137.0624		
9	63.33	4010.6889		
10	60.51	3661.4601		
11	62.31	3882.5361		
12	61.44	3774.8736		
13	62.90	3956.41		
14	63.31	4008.1561		
15	65.32	4266.7024		
16	60.64	3677.2096		
17	61.73	3810.5929		
18	61.81	3820.4761		
19	59.22	3507.0084		
20	62.9	3956.41		
21	63.39	4018.2921		
22	64.88	4209.4144		
23	63.20	3994.24		
24	62.36	3888.7696		
25	62.75	3937.5625		
26	62.21	3870.0841		
27	61.44	3774.8736		
28	63.91	4084.4881		
29	64.33	4138.3489		
30	62.62	3921.2644		
Total	1881.47	118058.7333		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 0,828$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

3. Waktu Transport dari Proses Drawing lower ke Proses Jogging.

Alat transport yang digunakan adalah trolley dengan isi trolley rata-rata adalah 137 pcs. Berikut adalah data waktu transport antara dua proses tersebut.

Tabel 3.3.3. Waktu transport drawing lower ke jogging

No	cycle time	Xi^2	\bar{x}	S
1	5.81	33.7561	6.263	0.85068
2	6.77	45.8329		
3	7.24	52.4176		
4	4.9	24.01		
5	5.66	32.0356		
6	7.46	55.6516		
7	6.88	47.3344		
8	7.55	57.0025		
9	7.11	50.5521		
10	4.98	24.8004		
11	5.12	26.2144		
12	5.36	28.7296		
13	5.81	33.7561		
14	6.11	37.3321		
15	7.47	55.8009		
16	6.23	38.8129		
17	5.8	33.64		
18	5.91	34.9281		
19	5.6	31.36		
20	6.33	40.0689		
21	5.47	29.9209		
22	5.69	32.3761		
23	7.11	50.5521		
24	7.17	51.4089		
25	6.39	40.8321		
26	5.35	28.6225		
27	5.35	28.6225		
28	7.61	57.9121		
29	7.21	51.9841		
30	6.44	41.4736		
Total	187.89	1197.741		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 28,534$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

4. Waktu Transport dari Proses Drawing upper ke Proses Trimming
Alat yang digunakan untuk proses transport dari drawing ke trimming menggunakan trolley dengan rata-rata volume trolley adalah 137 pcs

Tabel 3.3.4. Waktu transport drawing upper ke trimming

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	5.83	33.9889	7.720667	1.198283
2	7.78	60.5284		
3	5.99	35.8801		
4	5.89	34.6921		
5	9.36	87.6096		
6	9.14	83.5396		
7	8.66	74.9956		
8	6.98	48.7204		
9	7.89	62.2521		
10	8.94	79.9236		
11	8.41	70.7281		
12	6.9	47.61		
13	6.48	41.9904		
14	8.38	70.2244		
15	9.54	91.0116		
16	7.66	58.6756		
17	7.51	56.4001		
18	8.28	68.5584		
19	9.13	83.3569		
20	6.95	48.3025		
21	7.71	59.4441		
22	8.36	69.8896		
23	5.89	34.6921		
24	8.81	77.6161		
25	8.9	79.21		
26	5.68	32.2624		
27	6.71	45.0241		
28	9.29	86.3041		
29	7.69	59.1361		
30	6.88	47.3344		
31	6.33	40.0689		
32	6.78	45.9684		
33	7.9	62.41		
34	8.52	72.5904		
35	7.81	60.9961		
Total	268.96	2111.935		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 34,9$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

5. Waktu Transport antara Proses Trimming Menuju Storage
Setelah mengalami proses trimming, produk dibawa menuju ke storage . Berikut adalah catatan waktu yang dibutuhkan:

Tabel 3.3.5. Waktu transport trimming ke storage upper

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	10.78	116.2084	14.71167	2.268162
2	11.79	139.0041		
3	14.56	211.9936		
4	17.88	319.6944		
5	15.26	232.8676		
6	11.98	143.5204		
7	11.71	137.1241		
8	12.26	150.3076		
9	12.76	162.8176		
10	14.89	221.7121		
11	16.9	285.61		
12	15.71	246.8041		
13	18.1	327.61		
14	16.81	282.5761		
15	13.28	176.3584		
16	13.89	192.9321		
17	15.86	251.5396		
18	17.46	304.8516		
19	17.12	293.0944		
20	14.89	221.7121		
21	16.78	281.5684		
22	12.36	152.7696		
23	11.67	136.1889		
24	12.46	155.2516		
25	12.88	165.8944		
26	16.78	281.5684		
27	17.89	320.0521		
28	15.64	244.6096		
29	17.15	294.1225		
30	13.85	191.8225		
31	13.47	181.4409		
32	15.37	236.2369		
33	14.72	216.6784		
34	12.89	166.1521		
35	16.76	280.8976		
Total	514.56	7723.592		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 33,56$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

6. Waktu Transport antara Proses Joggling menuju Storage Area
Setelah mengalami proses joggling, produk dibawa menuju ke storage
. Berikut adalah catatan waktu yang dibutuhkan:

Tabel 3.3.6. Waktu transport joggling ke storage lower

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	22.35	499.5225	25.50867	2.88697
2	20.88	435.9744		
3	24.88	619.0144		
4	26.78	717.1684		
5	25.98	674.9604		
6	25.78	664.6084		
7	27.51	756.8001		
8	26.81	718.7761		
9	21.87	478.2969		
10	22.67	513.9289		
11	24.97	623.5009		
12	29.66	879.7156		
13	29.22	853.8084		
14	28.76	827.1376		
15	24.76	613.0576		
16	28.15	792.4225		
17	25.38	644.1444		
18	26.88	722.5344		
19	23.39	547.0921		
20	23.21	538.7041		
21	20.89	436.3921		
22	20.75	430.5625		
23	22.71	515.7441		
24	29.89	893.4121		
25	28.91	835.7881		
26	29.26	856.1476		
27	29.11	847.3921		
28	25.28	639.0784		
29	26.19	685.9161		
30	22.38	500.8644		
Total	765.26	19762.47		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 19,81$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

7. Waktu Transport antara Storage Area untuk Produk Hasil Trimming ke Neckring

Alat yang digunakan untuk proses pemindahannya adalah trolley. Berikut ini adalah data catatan waktunya.

Tabel 3.3.7. Waktu transport store upper area ke neckring welding

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	25.16	633.0256	28.04967	2.075837
2	26.77	716.6329		
3	26.18	685.3924		
4	28.9	835.21		
5	27.9	778.41		
6	30.29	917.4841		
7	29.27	856.7329		
8	27.66	765.0756		
9	26.89	723.0721		
10	26.71	713.4241		
11	27.2	739.84		
12	27.81	773.3961		
13	28.88	834.0544		
14	28.7	823.69		
15	26.81	718.7761		
16	31.78	1009.968		
17	31.18	972.1924		
18	25.22	636.0484		
19	24.11	581.2921		
20	27.9	778.41		
21	32.9	1082.41		
22	26.5	702.25		
23	29.34	860.8356		
24	28.91	835.7881		
25	30.78	947.4084		
26	25.66	658.4356		
27	27.11	734.9521		
28	27.58	760.6564		
29	26.85	720.9225		
30	30.54	932.6916		
Total	841.49	23728.48		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 8.47$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

8. Waktu Transport dari Neckring Menuju Circum Welding
Media transport yang digunakan adalah trolley dengan rata-rata kapasitas angkut 137 pcs. Berikut adalah data catatan waktunya.

Tabel 3.3.8. Waktu transport neckring welding ke circum welding

No	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std dev
1	4.89	23.9121	6.463333	0.850462
2	6.77	45.8329		
3	7.87	61.9369		
4	5.81	33.7561		
5	7.36	54.1696		
6	7.48	55.9504		
7	8.11	65.7721		
8	7.12	50.6944		
9	7.57	57.3049		
10	5.29	27.9841		
11	5.77	33.2929		
12	5.91	34.9281		
13	6.67	44.4889		
14	5.79	33.5241		
15	6.15	37.8225		
16	5.55	30.8025		
17	7.84	61.4656		
18	6.71	45.0241		
19	6.38	40.7044		
20	6.67	44.4889		
21	6.12	37.4544		
22	7.15	51.1225		
23	5.77	33.2929		
24	5.89	34.6921		
25	5.79	33.5241		
26	5.45	29.7025		
27	6.17	38.0689		
28	7.41	54.9081		
29	5.89	34.6921		
30	6.55	42.9025		
Total	193.9	1274.216		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 26.77$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

9. Waktu Transport dari Storage Hasil Produksi Jogling ke Proses Circum Welding

Media transport yang digunakan adalah trolley dengan rata-rata kapasitas angkut 137 pcs. Berikut adalah data catatan waktunya.

Tabel 3.3.9. Waktu transport storage lower ke circum welding

no	cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	49.88	2488.014	57.11644	3.612758
2	52.78	2785.728		
3	50.76	2576.578		
4	60.87	3705.157		
5	61.38	3767.504		
6	57.89	3351.252		
7	56.98	3246.72		
8	57.89	3351.252		
9	53.29	2839.824		
10	53.11	2820.672		
11	52.99	2807.94		
12	52.81	2788.896		
13	59.77	3572.453		
14	59.76	3571.258		
15	55.74	3106.948		
16	58.92	3471.566		
17	62.55	3912.503		
18	55.76	3109.178		
19	58.76	3452.738		
20	53.09	2818.548		
21	51.52	2654.31		
22	56.38	3178.704		
23	62.33	3885.029		
24	60.22	3626.448		
25	54.77	2999.753		
26	59.66	3559.316		
27	57.26	3278.708		
28	57.36	3290.17		
29	60.22	3626.448		
30	58.71	3446.864		
31	54.11	2927.892		
32	52.91	2799.468		
33	60.22	3626.448		
34	61.34	3762.596		
35	50.77	2577.593		
36	57.66	3324.676		
37	57.9	3352.41		
38	59.31	3517.676		
39	59.81	3577.236		
40	54.7	2992.09		
41	60.31	3637.296		
42	62.44	3898.754		
43	63.73	4061.513		
44	56.71	3216.024		
45	54.91	3015.108		
Total	2570.24	147377.3		

Uji Kecukupan Data

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$N' = 6.259$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

10. Waktu Transport dari Circum Welding ke Footring Welding
 Alat yang dipakai untuk proses transportasi ini adalah trolley dengan kapasitas 40 pcs botol. Berikut adalah data catatan waktunya.

Tabel 3.3.10. Waktu transport circum welding ke footring welding

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	3.95	15.6025	4.328333	0.59564
2	4.2	17.64		
3	5.53	30.5809		
4	3.48	12.1104		
5	3.56	12.6736		
6	4.87	23.7169		
7	4.77	22.7529		
8	3.88	15.0544		
9	4.66	21.7156		
10	4.78	22.8484		
11	3.96	15.6816		
12	4.98	24.8004		
13	3.62	13.1044		
14	4.83	23.3289		
15	3.71	13.7641		
16	4.95	24.5025		
17	4.2	17.64		
18	3.53	12.4609		
19	3.42	11.6964		
20	4.74	22.4676		
21	4.98	24.8004		
22	3.78	14.2884		
23	3.89	15.1321		
24	4.88	23.8144		
25	3.89	15.1321		
26	3.88	15.0544		
27	4.55	20.7025		
28	4.33	18.7489		
29	4.97	24.7009		
30	5.08	25.8064		
Total	129.85	572.3229		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 29.29$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

11. Waktu Transport dari Footring Welding ke Leak test 1

Tidak ada alat spesifik yang digunakan untuk memindahkan produk dari footring ke leaktest 1. Hanya menggunakan manusia dengan cara menggelandingkannya.

Tabel 3.3.11. Waktu transport footring welding ke leaktest 1

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	3.88	15.0544	4.218333	0.571689
2	3.46	11.9716		
3	4.78	22.8484		
4	4.99	24.9001		
5	3.21	10.3041		
6	4.55	20.7025		
7	3.99	15.9201		
8	4.63	21.4369		
9	4.44	19.7136		
10	4.35	18.9225		
11	3.11	9.6721		
12	3.75	14.0625		
13	4.28	18.3184		
14	5.26	27.6676		
15	4.94	24.4036		
16	4.36	19.0096		
17	4.86	23.6196		
18	3.86	14.8996		
19	4.17	17.3889		
20	3.49	12.1801		
21	4.32	18.6624		
22	3.59	12.8881		
23	4.88	23.8144		
24	5.15	26.5225		
25	4.42	19.5364		
26	3.92	15.3664		
27	3.59	12.8881		
28	3.96	15.6816		
29	4.12	16.9744		
30	4.24	17.9776		
Total	126.55	543.3081		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 28,4$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

12. Waktu Transport dari Leaktest 1 ke Handguard Welding

Media transport yang digunakan adalah trolley dengan kapasitas volume 40 pcs botol tabung. Berikut ini adalah data catatan waktunya

Tabel 3.3.12. Waktu transport leaktest 1 ke handguard welding

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	50.64	2564.41	52.54333	1.844721
2	51.37	2638.877		
3	50.78	2578.608		
4	53.22	2832.368		
5	53.44	2855.834		
6	52.45	2751.003		
7	52.28	2733.198		
8	51.66	2668.756		
9	49.89	2489.012		
10	50.36	2536.13		
11	55.78	3111.408		
12	55.89	3123.692		
13	54.96	3020.602		
14	49.78	2478.048		
15	50.12	2512.014		
16	51.79	2682.204		
17	50.79	2579.624		
18	50.72	2572.518		
19	55.12	3038.214		
20	53.15	2824.923		
21	52.16	2720.666		
22	54.78	3000.848		
23	54.37	2956.097		
24	51.43	2645.045		
25	51.58	2660.496		
26	52.36	2741.57		
27	53.79	2893.364		
28	52.97	2805.821		
29	55.52	3082.47		
30	53.15	2824.923		
Total	1576.3	82922.74		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 1,9$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=30) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

13. Waktu Transport antara Hand guard dan Annealing

Tidak ada alat spesifik yang digunakan untuk memindahkan produk dari hand guard welding ke annealing. Diangkat secara manual dan disusun diatas trolley annealing dengan jumlah tabung / trolley 24 pcs. Berikut adalah data catatan waktu nya.

Tabel 3.3.13. Waktu transport handguard welding ke annealing

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	3.88	15.0544	4.347	0.652281
2	4.21	17.7241		
3	3.88	15.0544		
4	3.77	14.2129		
5	5.65	31.9225		
6	4.32	18.6624		
7	4.55	20.7025		
8	5.22	27.2484		
9	4.72	22.2784		
10	4.11	16.8921		
11	3.22	10.3684		
12	4.11	16.8921		
13	3.34	11.1556		
14	4.56	20.7936		
15	3.81	14.5161		
16	4.78	22.8484		
17	4.9	24.01		
18	5.16	26.6256		
19	3.39	11.4921		
20	3.92	15.3664		
21	3.44	11.8336		
22	4.33	18.7489		
23	3.9	15.21		
24	4.76	22.6576		
25	4.55	20.7025		
26	5.64	31.8096		
27	5.24	27.4576		
28	4.29	18.4041		
29	4.71	22.1841		
30	4.05	16.4025		
31	4.66	21.7156		
32	3.67	13.4689		
33	4.49	20.1601		
34	3.81	14.5161		
35	4.12	16.9744		
Total	151.16	666.066		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 32,418$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

14. Waktu transport dari Annealing ke shoot blasting

Alat transport yang digunakan adalah trolley dengan kapasitas angkut 40 pcs botol tabung. Berikut ini adalah data catatan waktu nya.

Tabel 3.3.14. Waktu transport annealing ke shootblasting

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	5.91	34.9281	6.499667	0.95198
2	6.22	38.6884		
3	7.18	51.5524		
4	6.83	46.6489		
5	5.12	26.2144		
6	5.3	28.09		
7	7.88	62.0944		
8	8.02	64.3204		
9	5.79	33.5241		
10	5.08	25.8064		
11	6.31	39.8161		
12	6.83	46.6489		
13	5.12	26.2144		
14	5.3	28.09		
15	6.22	38.6884		
16	7.18	51.5524		
17	6.83	46.6489		
18	7.66	58.6756		
19	7.07	49.9849		
20	7.58	57.4564		
21	6.93	48.0249		
22	5.92	35.0464		
23	5.82	33.8724		
24	7.77	60.3729		
25	6.45	41.6025		
26	5.13	26.3169		
27	7.99	63.8401		
28	7.51	56.4001		
29	6.18	38.1924		
30	5.86	34.3396		
31	8.13	66.0969		
32	7.03	49.4209		
33	6.69	44.7561		
34	7.35	54.0225		
35	6.82	46.5124		
Total	231.01	1554.461		

Uji Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 31.19$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

15. Waktu transport dari shoot blasting ke painting

Tidak ada alat spesifik yang digunakan untuk memindahkan produk dari shoot blasting ke painting. Handling produk secara manual dengan menggantungkan botol tabung pada hanger painting. Berikut ini adalah data catatan waktu nya.

Tabel 3.3.15. Waktu transport shootblasting ke painting

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	2.45	6.0025	2.854667	0.329375
2	2.88	8.2944		
3	3.21	10.3041		
4	2.44	5.9536		
5	2.79	7.7841		
6	3.11	9.6721		
7	2.83	8.0089		
8	2.55	6.5025		
9	2.14	4.5796		
10	2.99	8.9401		
11	3.12	9.7344		
12	3.14	9.8596		
13	2.55	6.5025		
14	2.64	6.9696		
15	2.89	8.3521		
16	3.41	11.6281		
17	2.67	7.1289		
18	2.76	7.6176		
19	2.55	6.5025		
20	2.38	5.6644		
21	3.26	10.6276		
22	3.57	12.7449		
23	2.71	7.3441		
24	2.86	8.1796		
25	2.97	8.8209		
26	3.18	10.1124		
27	3.27	10.6929		
28	2.74	7.5076		
29	2.69	7.2361		
30	2.89	8.3521		
31	3.46	11.9716		
32	2.74	7.5076		
33	2.22	4.9284		
34	2.96	8.7616		
35	2.16	4.6656		
Total	99.18	285.4546		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 25,08$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

16. Waktu Transport dari Painting ke Valve Assy

Tidak ada alat spesifik yang digunakan untuk memindahkan produk dari painting ke valve assy. Handling produk secara manual dengan melepaskan botol tabung pada hanger painting dan diletakkan pada keranjang dengan kapasitas volume 40 pcs. Berikut ini adalah data catatan waktu nya.

Tabel 3.3.15. Waktu transport dari painting ke valve assy

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	2.45	6.0025	2.854667	0.329375
2	2.88	8.2944		
3	3.21	10.3041		
4	2.44	5.9536		
5	2.79	7.7841		
6	3.11	9.6721		
7	2.83	8.0089		
8	2.55	6.5025		
9	2.14	4.5796		
10	2.99	8.9401		
11	3.12	9.7344		
12	3.14	9.8596		
13	2.55	6.5025		
14	2.64	6.9696		
15	2.89	8.3521		
16	3.41	11.6281		
17	2.67	7.1289		
18	2.76	7.6176		
19	2.55	6.5025		
20	2.38	5.6644		
21	3.26	10.6276		
22	3.57	12.7449		
23	2.71	7.3441		
24	2.86	8.1796		
25	2.97	8.8209		
26	3.18	10.1124		
27	3.27	10.6929		
28	2.74	7.5076		
29	2.69	7.2361		
30	2.89	8.3521		
31	3.46	11.9716		
32	2.74	7.5076		
33	2.22	4.9284		
34	2.96	8.7616		
35	2.16	4.6656		
Total	99.18	285.4546		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 25.08$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=35) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

17. Waktu transport dari valve assy ke air filling

Media Transport tidak menggunakan alat yang spesifik. Tabung hasil valve assy langsung diletakkan ke meja untuk diisi angin. Berikut adalah data catatan waktu nya

Tabel 3.3.17. Waktu transport valve assy ke air filling

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	1.82	3.3124	1.758571	0.320231
2	1.35	1.8225		
3	2.11	4.4521		
4	1.73	2.9929		
5	1.55	2.4025		
6	1.47	2.1609		
7	1.24	1.5376		
8	1.79	3.2041		
9	1.92	3.6864		
10	1.37	1.8769		
11	1.61	2.5921		
12	2.18	4.7524		
13	1.96	3.8416		
14	1.23	1.5129		
15	1.41	1.9881		
16	1.48	2.1904		
17	1.73	2.9929		
18	1.83	3.3489		
19	2.35	5.5225		
20	2.27	5.1529		
21	2.15	4.6225		
22	1.36	1.8496		
23	1.59	2.5281		
24	2.25	5.0625		
25	1.86	3.4596		
26	1.74	3.0276		
27	1.49	2.2201		
28	2.19	4.7961		
29	1.59	2.5281		
30	1.85	3.4225		
31	1.84	3.3856		
32	1.54	2.3716		
33	2.33	5.4289		
34	1.72	2.9584		
35	1.65	2.7225		
36	2.16	4.6656		
37	2.65	7.0225		
38	1.82	3.3124		
39	1.77	3.1329		
40	1.74	3.0276		
41	2.31	5.3361		
42	2.61	6.8121		
43	1.69	2.8561		
44	1.28	1.6384		
45	2.19	4.7961		
46	2.44	5.9536		
47	1.75	3.0625		
48	1.83	3.3489		
49	2.17	4.7089		
50	2.02	4.0804		
51	1.78	3.1684		
52	1.46	2.1316		
53	1.26	1.5876		
54	2.02	4.0804		
55	1.57	2.4649		
56	1.79	3.2041		
57	1.92	3.6864		
58	1.37	1.8769		
59	1.57	2.4649		
60	1.62	2.6244		
Total	108.34	202.7704		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 58.43$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=60) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

18. Waktu Transport dari air filling ke leak test 2

Pemindahan dari air filling ke leak test 2 tidak menggunakan alat yang spesifik. Pemindahan produk dilakukan secara manual oleh operator khusus mengingat jarak antar proses yang begitu dekat. Berikut ini adalah data catatan waktu yang diperoleh dari lapangan.

Tabel 3.3.18. Waktu transport air filling ke leakttest 2

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	1.82	3.3124	1.758571	0.320231
2	1.35	1.8225		
3	2.11	4.4521		
4	1.73	2.9929		
5	1.55	2.4025		
6	1.47	2.1609		
7	1.24	1.5376		
8	1.79	3.2041		
9	1.92	3.6864		
10	1.37	1.8769		
11	1.61	2.5921		
12	2.18	4.7524		
13	1.96	3.8416		
14	1.23	1.5129		
15	1.41	1.9881		
16	1.48	2.1904		
17	1.73	2.9929		
18	1.83	3.3489		
19	2.35	5.5225		
20	2.27	5.1529		
21	2.15	4.6225		
22	1.36	1.8496		
23	1.59	2.5281		
24	2.25	5.0625		
25	1.86	3.4596		
26	1.74	3.0276		
27	1.49	2.2201		
28	2.19	4.7961		
29	1.59	2.5281		
30	1.85	3.4225		
31	1.84	3.3856		
32	1.54	2.3716		
33	2.33	5.4289		
34	1.72	2.9584		
35	1.65	2.7225		
36	2.16	4.6656		
37	2.65	7.0225		
38	1.82	3.3124		
39	1.77	3.1329		
40	1.74	3.0276		
41	2.31	5.3361		
42	2.61	6.8121		
43	1.69	2.8561		
44	1.28	1.6384		
45	2.19	4.7961		
46	2.44	5.9536		
47	1.75	3.0625		
48	1.83	3.3489		
49	2.17	4.7089		
50	2.02	4.0804		
51	1.78	3.1684		
52	1.46	2.1316		
53	1.26	1.5876		
54	2.02	4.0804		
55	1.57	2.4649		
56	1.79	3.2041		
57	1.92	3.6864		
58	1.37	1.8769		
59	1.57	2.4649		
60	1.62	2.6244		
Total	108.34	202.7704		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

$$N' = 58,45$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=60) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

19. Waktu transport dari Leaktest 2 ke air release

Pemindahan dilakukan langsung oleh operator leaktest 2 mengingat jarak antar proses yang begitu dekat. Berikut ini adalah data catatan waktunya

Tabel 3.3.19. Waktu transport leaktest 2 ke air release

no	Cycle time	X_i^2	\bar{x}	Std Dev
1	1.82	3.3124	1.728	0.290758
2	1.35	1.8225		
3	2.11	4.4521		
4	1.73	2.9929		
5	1.55	2.4025		
6	1.47	2.1609		
7	1.24	1.5376		
8	1.79	3.2041		
9	1.92	3.6864		
10	1.37	1.8769		
11	1.61	2.5921		
12	2.18	4.7524		
13	1.96	3.8416		
14	1.23	1.5129		
15	1.41	1.9881		
16	1.48	2.1904		
17	1.73	2.9929		
18	1.83	3.3489		
19	1.65	2.7225		
20	1.9	3.61		
21	2.15	4.6225		
22	1.36	1.8496		
23	1.59	2.5281		
24	2.25	5.0625		
25	1.86	3.4596		
26	1.74	3.0276		
27	1.49	2.2201		
28	2.19	4.7961		
29	1.59	2.5281		
30	1.85	3.4225		
31	1.84	3.3856		
32	1.54	2.3716		
33	2.33	5.4289		
34	1.72	2.9584		
35	1.65	2.7225		
36	2.16	4.6656		
37	2.05	4.2025		
38	1.82	3.3124		
39	1.77	3.1329		
40	1.74	3.0276		
41	2.31	5.3361		
42	2.61	6.8121		
43	1.89	3.5721		
44	1.28	1.6384		
45	2.19	4.7961		
46	2.04	4.1616		
47	1.75	3.0625		
48	1.83	3.3489		
49	2.17	4.7089		
50	2.02	4.0804		
51	1.78	3.1684		
52	1.46	2.1316		
53	1.26	1.5876		
54	2.02	4.0804		
55	1.57	2.4649		
56	1.79	3.2041		
57	1.92	3.6864		
58	1.37	1.8769		
59	1.57	2.4649		
60	1.62	2.6244		
Total	106.47	194.5315		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 47,42$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=60) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

20. Waktu transport dari Air release ke stamping manual

Diperlukan operator khusus untuk membantu pemindahan produk tersebut dikarenakan perletakan produk yang kurang ergonomis (operator sering membungkuk). Berikut ini adalah data catatan waktunya

Tabel 3.3.20. Waktu transport air release ke stamping manual

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	1.82	3.3124	2.276571	0.5094
2	2.35	5.5225		
3	3.11	9.6721		
4	1.73	2.9929		
5	2.55	6.5025		
6	2.47	6.1009		
7	2.24	5.0176		
8	1.79	3.2041		
9	1.92	3.6864		
10	2.37	5.6169		
11	2.61	6.8121		
12	2.18	4.7524		
13	1.96	3.8416		
14	2.23	4.9729		
15	3.41	11.6281		
16	2.48	6.1504		
17	1.73	2.9929		
18	1.83	3.3489		
19	1.65	2.7225		
20	2.9	8.41		
21	2.15	4.6225		
22	3.36	11.2896		
23	2.59	6.7081		
24	2.25	5.0625		
25	1.86	3.4596		
26	1.94	3.7636		
27	3.49	12.1801		
28	2.19	4.7961		
29	2.59	6.7081		
30	1.85	3.4225		
31	1.84	3.3856		
32	2.54	6.4516		
33	2.33	5.4289		
34	1.72	2.9584		
35	1.65	2.7225		
36	2.16	4.6656		
37	2.05	4.2025		
38	1.82	3.3124		
39	2.77	7.6729		
40	2.74	7.5076		
41	2.31	5.3361		
42	2.61	6.8121		
43	1.89	3.5721		
44	2.28	5.1984		
45	2.19	4.7961		
46	2.04	4.1616		
47	2.75	7.5625		
48	2.83	8.0089		
49	2.17	4.7089		
50	2.02	4.0804		
51	1.88	3.5344		
52	2.46	6.0516		
53	2.26	5.1076		
54	2.02	4.0804		
55	2.57	6.6049		
56	2.79	7.7841		
57	1.92	3.6864		
58	2.37	5.6169		
59	3.08	9.4864		
60	2.62	6.8644		
Total	138.28	330.635		

Uji Kecukupan Data:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right)^2$$

$$N' = 59.97$$

Berdasarkan uji kecukupan data bahwa data observasi yang ada (N=60) dinyatakan cukup karena $N' < N$.

21. Waktu transport dari stamping manual ke sablon

Pemindahan produk dilakukan secara manual tanpa alat bantu oleh operator stamping manual. Berikut ini adalah data catatan waktu nya

Tabel 3.3.21. Waktu transport stamping manual ke sablon

no	Cycle time	Xi^2	\bar{x}	Std Dev
1	2.82	7.9524	2.413714	0.434309
2	2.35	5.5225		
3	2.11	4.4521		
4	1.73	2.9929		
5	2.55	6.5025		
6	2.47	6.1009		
7	2.24	5.0176		
8	1.79	3.2041		
9	1.92	3.6864		
10	2.37	5.6169		
11	2.61	6.8121		
12	2.18	4.7524		
13	2.96	8.7616		
14	2.23	4.9729		
15	3.41	11.6281		
16	2.48	6.1504		
17	1.73	2.9929		
18	1.83	3.3489		
19	2.65	7.0225		
20	2.9	8.41		
21	2.15	4.6225		
22	3.36	11.2896		
23	2.59	6.7081		
24	2.25	5.0625		
25	2.86	8.1796		
26	2.74	7.5076		
27	2.49	6.2001		
28	2.19	4.7961		
29	2.59	6.7081		
30	1.85	3.4225		
31	2.84	8.0656		
32	2.54	6.4516		
33	2.33	5.4289		
34	1.72	2.9584		
35	2.65	7.0225		
36	2.16	4.6656		
37	2.05	4.2025		
38	1.82	3.3124		
39	2.77	7.6729		
40	2.74	7.5076		
41	2.31	5.3361		
42	2.61	6.8121		
43	1.89	3.5721		
44	2.28	5.1984		
45	2.19	4.7961		
46	2.04	4.1616		
47	2.75	7.5625		
48	2.83	8.0089		
49	2.17	4.7089		
50	2.02	4.0804		
51	1.88	3.5344		
52	2.46	6.0516		
53	2.26	5.1076		
54	2.02	4.0804		
55	2.57	6.6049		
56	2.79	7.7841		
57	2.92	8.5264		
58	2.37	5.6169		
59	2.08	4.3264		
60	2.62	6.8644		
Total	143.08	350.419		

3.4. Penentuan Waktu Standard

3.4.1. Waktu Standard Proses

Setelah pengumpulan data waktu proses dan diuji kecukupan datanya, langkah selanjutnya adalah menentukan waktu standard untuk masing-masing proses. Tabel 3.4.1 menunjukkan waktu standard yang didapat untuk masing masing proses.

Tabel 3.4.1. Tabel waktu standard masing-masing proses

No	Nama Proses	waktu rata-rata (detik)	Std dev	rating factor	Allowances	Standard time
1	Blanking	3.0		1	0	3.0
2	Emboss	5.7	0.8	1.1	5%	6.6
3	Drawing upper	10.1	0.2	1.1	5%	11.7
4	Trimming	7.4	1.1	1.1	5%	8.6
5	Neckring	18.3	0.8	1.1	5%	21.1
6	Drawing lower	10.1	0.2	1.1	5%	11.7
7	Jogging	10.6	2.0	1.1	5%	12.3
8	Sub assy	8.2	1.2	1.1	5%	9.5
9	Circum welding	84.2	6.4	1.1	5%	97.3
10	Footring welding	71.0	2.1	1.1	5%	82.0
11	Leaktest 1	28.8	4.8	1.1	5%	33.3
12	Handguard welding	58.0	2.1	1.1	5%	67.0
13	Annealing	121.6	4.2	1.1	10%	147.1
14	Shoot blasting	54.0		1	0	54.0
15	Painting	18.0		1	0	18.0
16	Valve assy	15.5	1.4	1.1	5%	17.8
17	Air filling	5.3	0.8	1.1	5%	6.1
18	Leaktest 2	10.9	1.6	1.1	5%	12.6
19	Air release	10.8	1.2	1.1	5%	12.5
20	Manual stamping	7.0	0.8	1.1	5%	8.1
21	Sablon	10.6	0.8	1.1	5%	12.3

Nilai untuk Rating Factor yang digunakan adalah 1.1. Nilai tersebut didasarkan pada metode *westinghouse rating system*. Dengan metode tersebut bahwa yang mempengaruhi kinerja operator pada studi kasus ini adalah

1. Skill (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Good* dengan skor 0.08)
2. Effort (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Average* dengan skor 0.00)
3. Condition (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Good* dengan skor 0.02)
4. Consistency (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Average* dengan skor 0.00)

Sehingga nilai rating factor yang didapat adalah :

$$1+(0.08+0.00+0.02+0.00) = 1.1$$

Sedangkan nilai allowances didapatkan dari pengamatan selama bekerja 6,5 jam, Operator melakukan idle (toilet dan melepas fatigue) rata-rata selama 15 – 20 menit.

3.4.2. Waktu Standard Transportasi antar Proses

Langkah yang sama juga dilakukan untuk memperoleh waktu standard transportasi antar proses. Tabel 3.4.2. Menunjukkan waktu standard transportasi.

Tabel 3.4.2. Waktu Standard transportasi antar proses

No	Lokasi	Waktu transport rata-rata (detik)	Rating factor	Allowances	Waktu standard
1	Blanking - emboss	50.92	1.1	10%	61.61
2	Emboss - drawing upper	4.05	1.1	10%	4.90
3	Drawing upper - trimming	7.72	1.1	10%	9.34
4	Trimming - storage upper	14.71	1.1	10%	17.80
5	Storage upper - neckring	28.04	1.1	10%	33.93
6	Neckring - Circum welding	6.46	1.1	10%	7.82
7	Blanking - drawing lower	62.88	1.1	10%	76.08
8	Drawing lower - joggling	6.26	1.1	10%	7.57
9	Joggling - storage lower	25.50	1.1	10%	30.86
10	Storage lower - circum	57.11	1.1	10%	69.10
11	Circum - footing welding	4.32	1.1	10%	5.23
12	Footing welding - leaktest 1	4.21	1.1	10%	5.09
13	Leak test 1 - repair station	7.26	1.1	10%	8.78
14	Leaktest 1 - handguard welding	52.54	1.1	10%	63.57
15	Handguard welding - annealing	4.34	1.1	10%	5.25
16	Annealing -shoot blasting	6.49	1.1	10%	7.85
17	Shoot blasting - painting	3.03	1.1	10%	3.67
18	Painting - assy valve	3.30	1.1	10%	3.99
19	Assy valve -air filling	1.75	1.1	10%	2.12
20	Air filling - Leaktest 2	1.75	1.1	10%	2.12
21	Leaktest 2 - Repair station	21.79	1.1	10%	26.37
22	Leaktest 2 - Air release	1.73	1.1	10%	2.09
23	Air release - manual stamping	2.27	1.1	10%	2.75
24	Manual stamping - sablon	2.41	1.1	10%	2.92

Nilai untuk Rating Factor yang digunakan adalah 1.1. Nilai tersebut didasarkan pada metode *westinghouse rating system*. Dengan metode tersebut bahwa yang mempengaruhi kinerja operator pada studi kasus ini adalah :

1. Skill (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Good* dengan skor 0.08)
2. Effort (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Average* dengan skor 0.00)
3. Condition (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Good* dengan skor 0.02)
4. Consistency (untuk studi kasus ini masuk dalam kategori *Average* dengan skor 0.00)

Sedangkan nilai allowances didapatkan dari pengamatan selama bekerja 6,5 jam, Operator melakukan idle (toilet dan melepas fatigue) rata-rata selama 35 - 40 menit.

3.5. Kondisi Layout Saat Ini

3.5.1. Jumlah Mesin Produksi

Berdasarkan data lapangan, Jumlah mesin produksi yang terpakai ini diperlihatkan seperti pada tabel 3.5.1. dibawah ini

Tabel 3.5.1 Jumlah mesin produksi aktif pada line 1

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	jumlah mesin
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	1
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	1
3	drawingupper	Hidrolic press mc (250 ton)	2
4	trimming	trimming mc	6
5	neckring welding	CO2 welding mc	7
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	2
7	jogging	offsetting mc	5
8	circum welding	submerged arch welding mc	18
9	footring welding	weld mc	12
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	6
11	handguard welding	weld mc	10
12	annealing	annealing mc	1
13	shootblasting	shootblast mc	1
14	painting	painting unit	1
15	assy valve	assy valve mc	5
16	air filling	compact	1
17	leak test 2	bak air	3
18	air release	air exhaust	3
19	sablon	screen+meja sablon	2

3.5.2. Dimensi Mesin

Berdasarkan pengukuran di lapangan, dimensi mesin produksi yang terpakai diperlihatkan seperti pada tabel 3.5.2. dibawah ini

Tabel 3.5.2. Dimensi mesin masing-masing proses

No	Nama proses	Nama Mesin/Alat	Dimensi (cm)
1	Blanking	mechanic press 300 ton	900 x 460
2	Emboss	mechanic press 300 ton	150 x 115
3	Drawing	hidrolic press 250 ton	300 x 320
4	trimming	trimming mc	185 x 85
5	joggling	joggling mc	185 x 85
6	Neckring welding	mig welding mc	180 x 160
7	Circum welding	SAW welding machine	350 x 115
8	Leak test 1	Bak air	130 x 90
9	Annealing	heat chamber mc unit	1200 x 440
10	Shoot blasting	Shoot blasting mc unit	1000 x 530
11	Painting	Painting mc unit	1730 x 1050
12	Valve assy	Valve mc unit	110 x 80
13	Manual stamping	Meja stamping + jig	60 x 46
14	Sablon	Meja sablon + jig	125 x 100

Secara keseluruhan layout yang ada saat ini terlihat pada Gambar 3.5.a dan 3.5.b

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PERANCANGAN LAYOUT

4.1. Analisa Takt Time vs Cycle Time Proses

Untuk memproduksi 10.000 tabung gas Elpiji 3 Kg / hari, maka takt time yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{70.200 \text{ detik}}{10.000 \text{ pcs}} = 7,02 \text{ detik/pcs}$$

70.200 detik = waktu kerja yang tersedia selama 1 hari kerja (dalam detik)

10.000 = Target jumlah tabung yang harus diproduksi selama 1 hari kerja

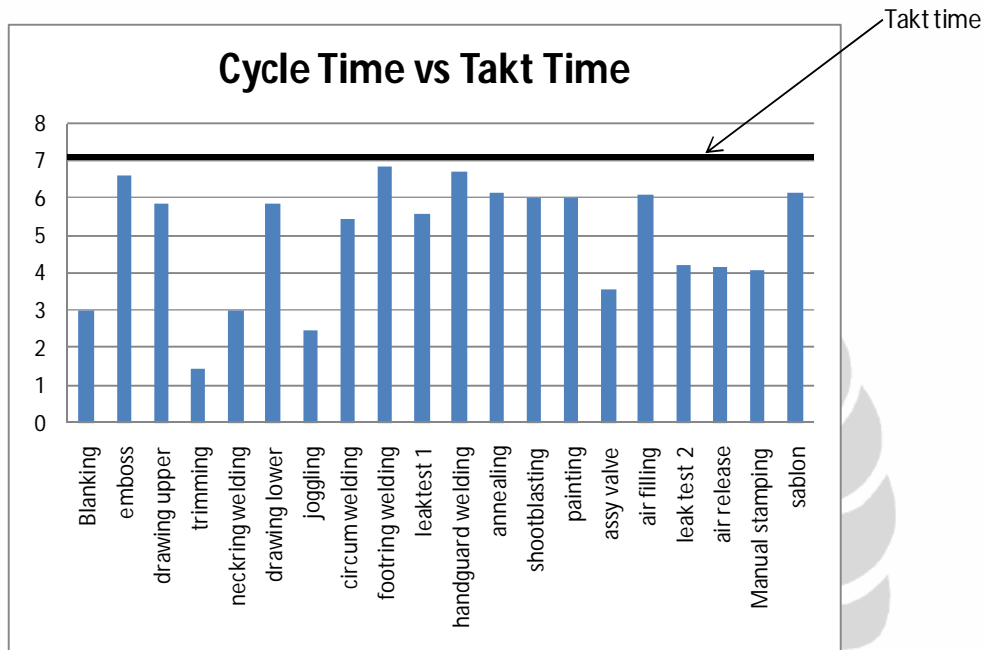
Kemudian untuk cycle time proses dengan jumlah mesin saat ini dapat dilihat pada tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1 Cycle time tiap proses dan jumlah mesin saat ini

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	Cycle time (detik)/mesin	Kapasitas terpasang/shift	Kapasitas terpasang/Mesin/hari	Jumlah mesin saat ini	Cycle time total mesin tersedia
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	3	5843	17528	1	3.00
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	6.6	3545	10636	1	6.60
3	drawing upper	Hidrolic press mc (250 ton)	11.7	2000	6000	2	5.85
4	trimming	trimming mc	8.6	2721	8163	6	1.43
5	neckring welding	CO2 welding mc	21.1	1109	3327	7	3.01
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	11.7	2000	6000	2	5.85
7	jogging	offsetting mc	12.3	1902	5707	5	2.46
8	circum welding	submerged arch welding mc	97.3	240	721	18	5.41
9	footring welding	weld mc	82	285	856	12	6.83
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	33.3	703	2108	6	5.55
11	handguard welding	weld mc	67	349	1048	10	6.70
12	annealing	annealing mc	6.13	3818	11453	1	6.13
13	shootblasting	shootblast mc	6.00	3900	11700	1	6.00
14	painting	painting unit	6	3461	10384	1	6.00
15	assy valve	assy valve mc	17.8	1315	3944	5	3.56
16	air filling	compact	6.1	3836	11508	1	6.10
17	leak test 2	bak air	12.6	1857	5571	3	4.20
18	air release	air exhaust	12.5	1872	5616	3	4.17
19	Manual stamping	meja stamping	8.1	2889	8667	2	4.05
20	sablon	screen+meja sablon	12.3	1902	5707	2	6.15

Pada table 4.1.1. terlihat bahwa cycle time untuk total mesin yang tersedia lebih kecil dibanding takt time. Bila cycle time < takt time maka proses tersebut

dikategorikan dalam wilayah “aman”. Secara grafis antara hubungan cycle time proses dan takt time dapat dilihat pada Gambar 4.1.1.



Gambar 4.1.1. Cycle Time vs Takt Time

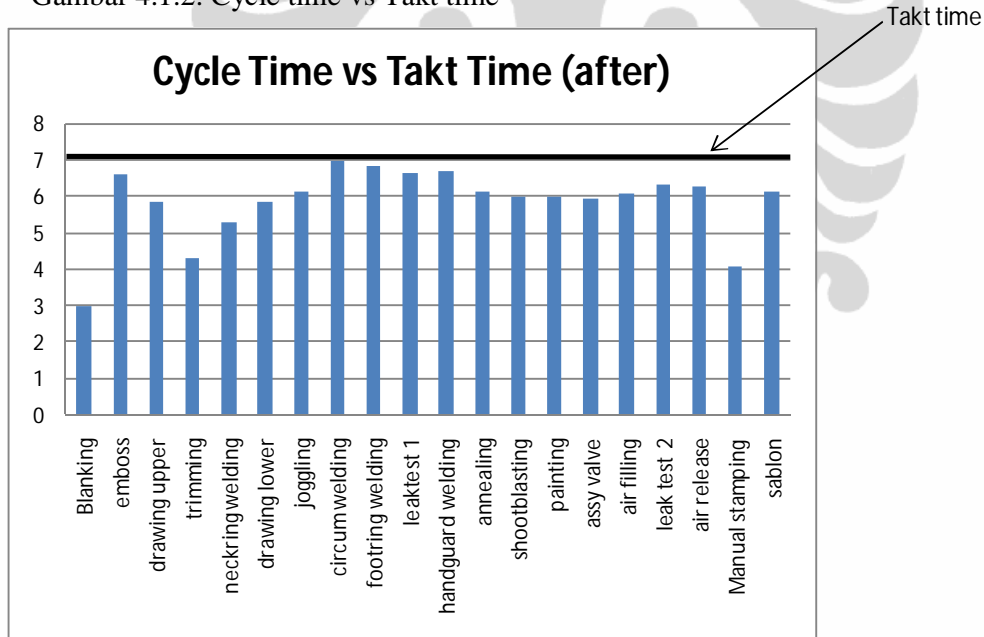
Pada gambar 4.1.1 terlihat bahwa beberapa proses posisinya sangat jauh dari takt time. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa proses-proses tersebut sering mengalami idle karena mesin yang terpakai berlebihan.

Untuk memperbaiki tingkat idle yang cukup tinggi tersebut yang perlu dilakukan adalah menentukan jumlah ideal kebutuhan mesin melalui metode line balancing. Dengan line balancing tersebut maka beberapa proses akan mengalami pengurangan jumlah dimana jumlah tersebut telah disesuaikan dengan kebutuhan produksi (mendekati takt time). Secara lebih jelas, line balancing dapat dilihat pada tabel 4.1.2. Dari tabel 4.1.2 terlihat bahwa beberapa proses mengalami pengurangan jumlah mesin karena telah disesuaikan dengan kebutuhan produksi dan cycle time mesin secara keseluruhan untuk beberapa proses telah mendekati Takt time. Secara grafis dapat dilihat pada gambar 4.1.2

Tabel 4.1.2. Line balancing setiap proses.

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	Cycle time (detik)/mesin	Kapasitas terpasang/shift	Kapasitas terpasang/Mesin/hari	Kebutuhan mesin	Cycle time total mesin tersedia
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	3	5843	17528	1	3.00
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	6.6	3545	10636	1	6.60
3	drawing upper	Hidrolic press mc (250 ton)	11.7	2000	6000	2	5.85
4	trimming	trimming mc	8.6	2721	8163	2	4.30
5	neckring welding	CO2 welding mc	21.1	1109	3327	4	5.28
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	11.7	2000	6000	2	5.85
7	jogging	offsetting mc	12.3	1902	5707	2	6.15
8	circum welding	submerged arch welding mc	97.3	240	721	14	6.95
9	footring welding	weld mc	82	285	856	12	6.83
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	33.3	703	2108	5	6.66
11	handguard welding	weld mc	67	349	1048	10	6.70
12	annealing	annealing mc	6.13	3818	11453	1	6.13
13	shootblasting	shootblast mc	6.00	3900	11700	1	6.00
14	painting	painting unit	6	3461	10384	1	6.00
15	assy valve	assy valve mc	17.8	1315	3944	3	5.93
16	air filling	compact	6.1	3836	11508	1	6.10
17	leak test 2	bak air	12.6	1857	5571	2	6.30
18	air release	air exhaust	12.5	1872	5616	2	6.25
19	Manual stamping	meja stamping	8.1	2889	8667	2	4.05
20	sablon	screen+meja sablon	12.3	1902	5707	2	6.15

Gambar 4.1.2. Cycle time vs Takt time



Terlihat bahwa mesin-mesin yang mengalami perubahan jumlah setelah dilakukan line balancing, cycle time nya bertambah dan mendekati angka takt time.

Berikut ini adalah beberapa proses yang mengalami perubahan jumlah mesin (lihat tabel 4.1.3.)

Tabel 4.1.3. Perbandingan jumlah mesin “before” dan “after”

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	Jumlah mesin saat ini	Jumlah mesin ideal	Balance
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	1	1	0
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	1	1	0
3	drawingupper	Hidrolic press mc (250 ton)	2	2	0
4	trimming	trimming mc	6	2	4
5	neckring welding	CO2 welding mc	7	4	3
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	2	2	0
7	jogging	offsetting mc	5	2	3
8	circum welding	submerged arch welding mc	18	14	4
9	footring welding	weld mc	12	12	0
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	6	5	1
11	handguard welding	weld mc	10	10	0
12	annealing	annealing mc	1	1	0
13	shootblasting	shootblast mc	1	1	0
14	painting	painting unit	1	1	0
15	assy valve	assy valve mc	5	3	2
16	air filling	compact	1	1	0
17	leak test 2	bak air	3	2	1
18	air release	air exhaust	3	2	1
19	Manual Stamping	meja + jig stamping	2	2	0
20	sablon	screen+meja sablon	2	2	0

4.2. Analisa Layout Saat Ini

Untuk melihat seberapa jauh efektifitas layout yang ada saat ini (current layout), maka perlu dilakukan analisa. Analisa yang dipakai dalam kasus ini menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM). Gambar 4.2.1.a. dan 4.2.1.b. merupakan Value stream mapping untuk kondisi saat ini. Terlihat bahwa kegiatan yang dikategorikan *value added* hanyalah 10 menit 18 detik atau 632,32 detik. Sedangkan kegiatan yang dikategorikan non value added sebesar 5 jam 46 menit 36 detik atau 20796,11 detik. Jadi kegiatan value added dibandingkan dengan non value added hanyalah 3.04%. Besarnya aktivitas untuk non value added disebabkan oleh :

1. Jarak antar proses yang masih relatif jauh sehingga waktu transport semakin lama
2. Waktu tunggu antar proses yang cukup lama dikarenakan kapasitas keranjang (trolley) yang cukup besar







Gambar 4.2.1. Value Stream Mapping Current condition

4.3. Perancangan Layout

Melihat VSM *current condition*, perlu dilakukan perancangan ulang layout. Konsep yang digunakan dalam perancangan ulang layout produksi ini adalah konsep lean manufacturing. Sehubungan dengan konsep lean manufacture yang akan diterapkan, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan layout ini adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan jumlah mesin yang disesuaikan dengan target produksi menggunakan prinsip *line balancing*. (lihat tabel 4.1.3)
2. Produk diusahakan mengalir satu persatu (*one piece flow*). Namun bila ada beberapa kendala di lapangan dan mengharuskan untuk menggunakan batch size, ukuran kapasitas container diperkecil agar waktu tunggu untuk proses selanjutnya bisa dipersingkat.
3. Dekatkan jarak antar proses untuk mengurangi waktu transportasi tanpa mengabaikan masalah ergonomi operator
4. Rute aliran produk mengalir ke satu arah (tidak overlapping dengan arah aliran produk dari proses lain) baik dengan pola U, S ataupun I yang disesuaikan dengan luas area yang akan digunakan.

Diharapkan dari perancangan ulang layout ini akan mampu menurunkan kegiatan yang dikategorikan non value added. Perlu diingat bahwa perancangan layout ini menggunakan prinsip product layout. Untuk lebih detail nya bisa dilihat hasil rancangan layout yang baru pada gambar 4.3.1.

4.4. Analisa Layout Baru

Dari gambar 4.3.1.a. dan 4.3.1.b. terlihat ada beberapa perubahan yang terjadi. Perubahan tersebut adalah:

1. Penambahan proses *Sub assy*.
Proses sub assy ini adalah menggabungkan part upper yang telah mengalami proses neckring welding dan part lower yang telah mengalami proses joggling. Proses ini dilakukan secara manual dan

alat bantu yang digunakan operator adalah meja dengan ketinggian 1 meter. Tujuan diadakannya proses sub assy ini adalah :

- a. Mengurangi beban kerja operator circum welding yang sebelumnya melakukan proses sub assy sendiri.
- b. Sebagai sarana inspeksi fungsi produk
- c. Untuk mengatur keseimbangan produksi part upper dan part lower.





Gambar 4.3.1.a. Layout sesudah perbaikan



4.3.1.b. Gambar layout rute produk sesudah perbaikan

Dengan adanya penambahan proses tersebut, maka *Process Flow Chart* (PFC) juga mengalami perubahan. Perubahan PFC antara sebelum dan sesudah tersebut dapat dilihat pada gambar 4.4.1.a.1 sd gambar 4.4.1.a.3 dan 4.4.1.b.1 sd gambar 4.4.1.b.3

2. Jumlah mesin dan layout mesin

Jumlah mesin yang terlibat dalam kegiatan produksi mengalami perubahan. Perubahan tersebut berdasarkan perhitungan line balancing produksi seperti yang terlihat pada tabel 4.1.2. Sedangkan layout mesin diatur dengan prinsip:

- a. Mendekatkan jarak antar proses untuk mengurangi waktu transportasi tanpa mengabaikan masalah ergonomi operator
- b. Rute aliran produk mengalir ke satu arah (tidak overlapping dengan arah aliran produk dari proses lain) baik dengan pola U, S ataupun I yang disesuaikan dengan luas area yang akan digunakan.

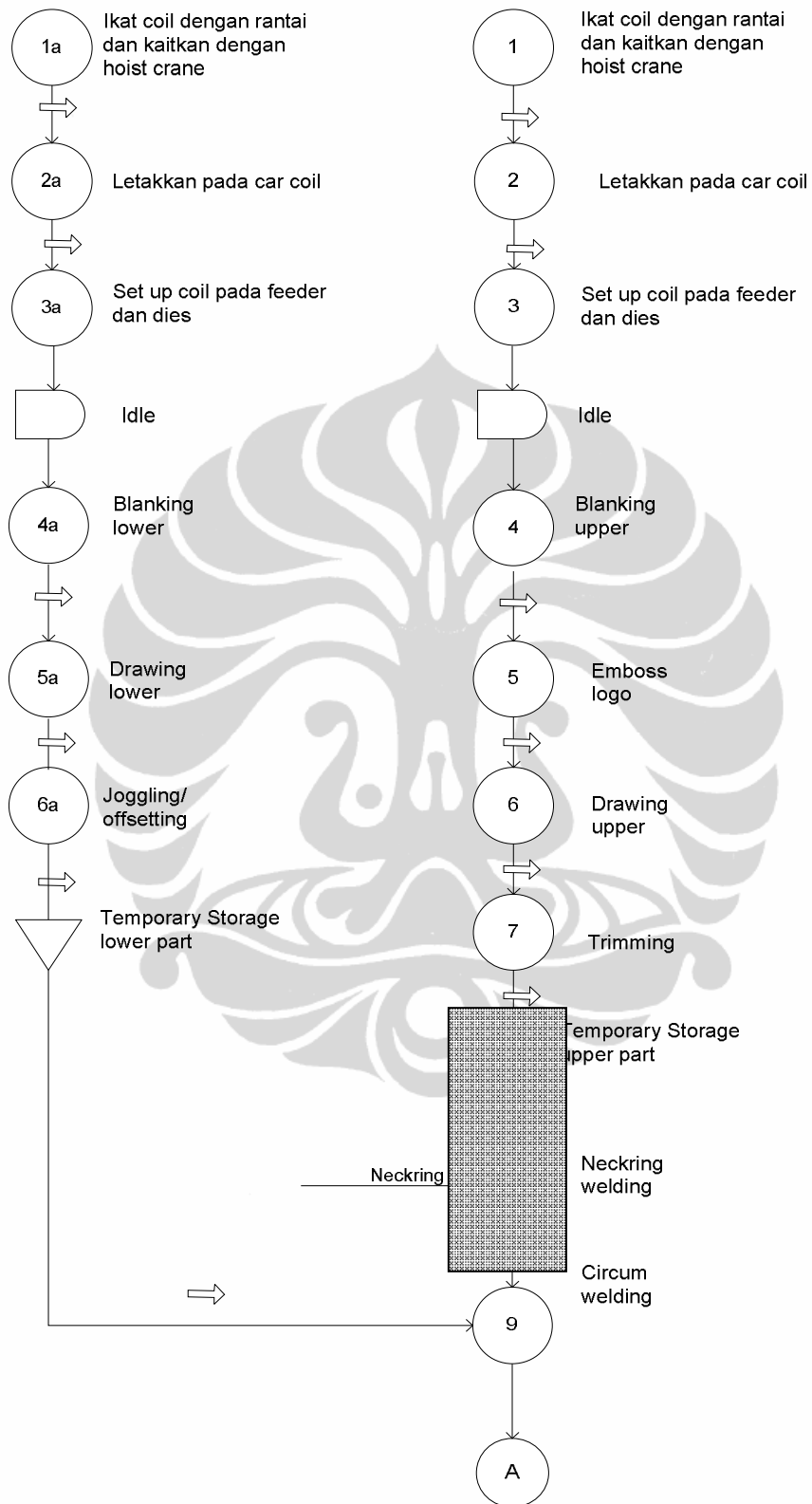
Selain perubahan yang terlihat pada gambar 4.3.1. ada beberapa perubahan dari sisi operasional lapangan. Perubahan tersebut meliputi:

1. Perubahan jenis alat transportasi, waktu transportasi dan kapasitas angkutnya.

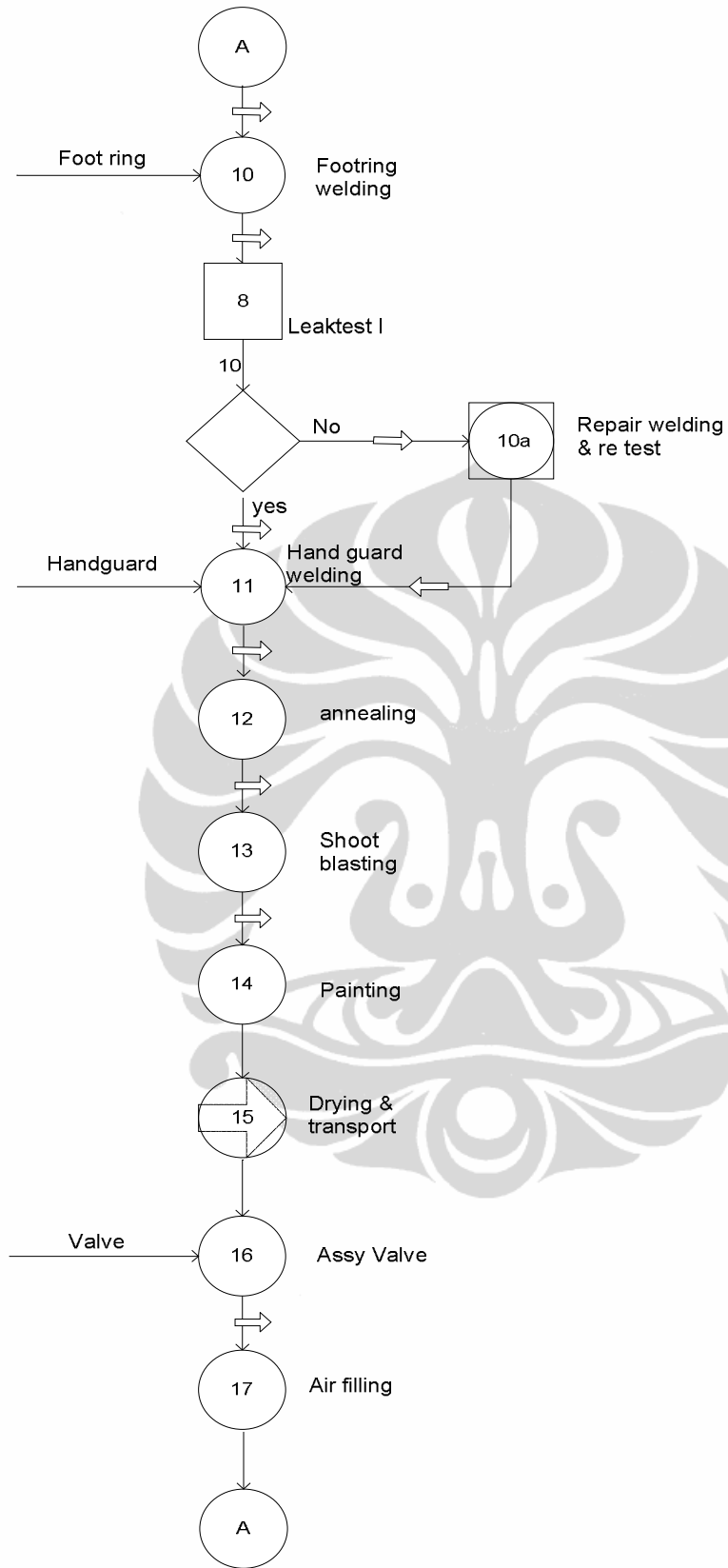
Jenis alat transportasi antar proses dan kapasitas angkutnya mengikuti prinsip “Produk diusahakan mengalir satu persatu (*one piece flow*). Namun bila ada beberapa kendala di lapangan dan mengharuskan untuk menggunakan batch size, ukuran kapasitas container diperkecil agar waktu tunggu untuk proses selanjutnya bisa dipersingkat”. Untuk lebih jelasnya, perubahan alat transportasi beserta kapasitasnya tersaji pada tabel 4.4.1.a. Sedangkan perubahan waktu transport beserta loading time diperlihatkan pada tabel 4.4.1.b. dan 4.4.1.c.

2. Jumlah Sumber Daya Manusia

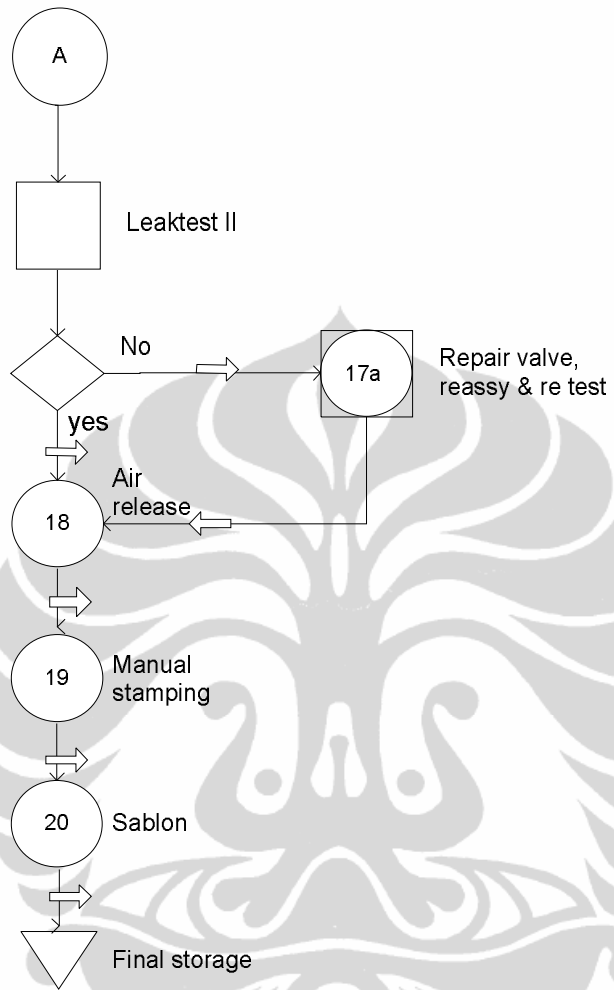
Dikarenakan jumlah mesin mengalami perubahan, maka jumlah operator yang terlibat pun juga mengalami perubahan baik operator yang langsung berhadapan dengan mesin maupun operator tak langsung (*Helper*). Untuk detail perubahannya dapat dilihat pada tabel 4.4.2. Dari tabel 4.4.2. terlihat bahwa dari sisi jumlah, kondisi sebelum membutuhkan lebih banyak SDM yaitu 133 orang. Sedangkan kondisi sesudah membutuhkan lebih sedikit SDM yaitu 99 orang.



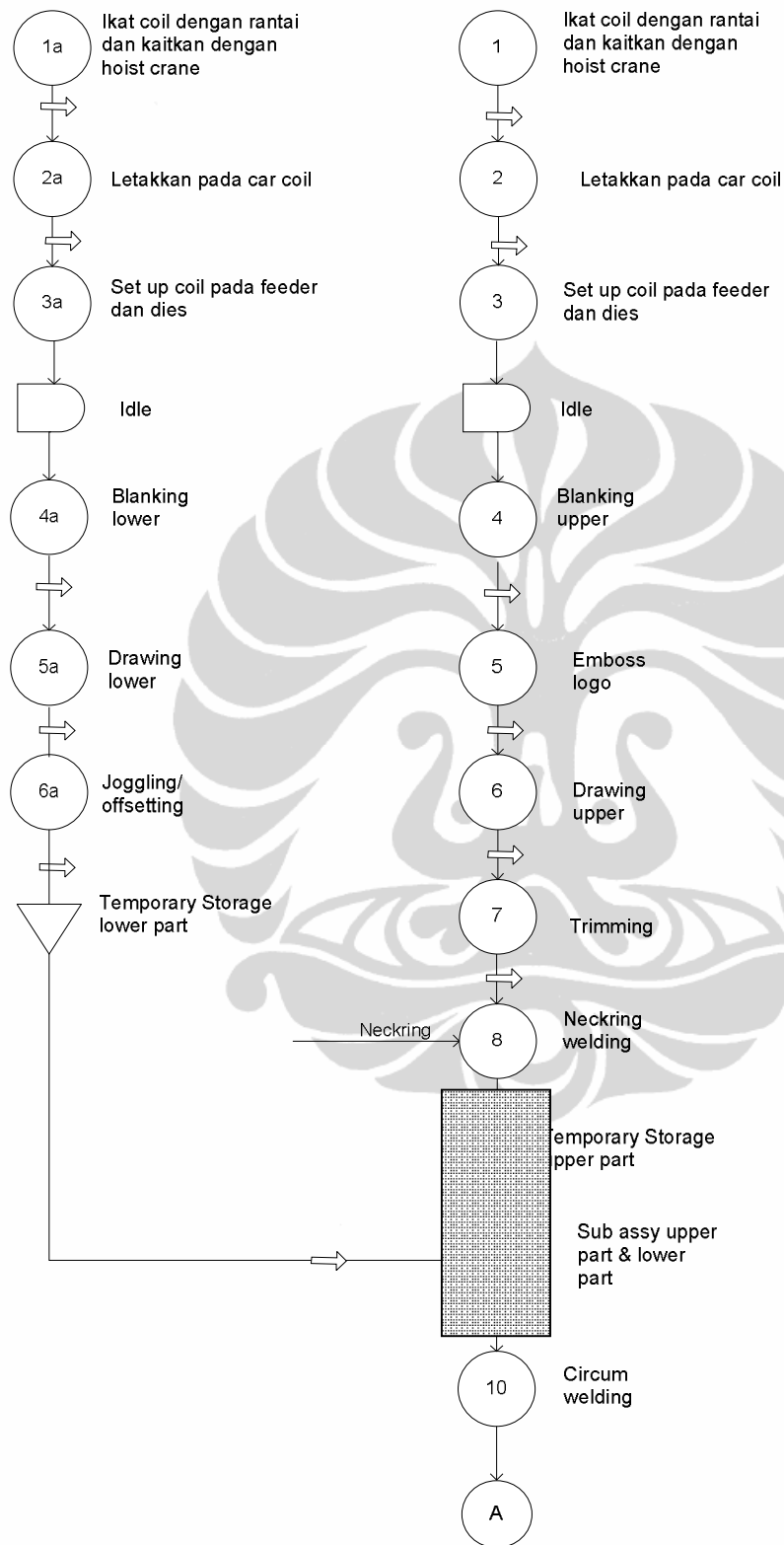
Gambar 4.4.1.a.1. PFC kondisi sebelum



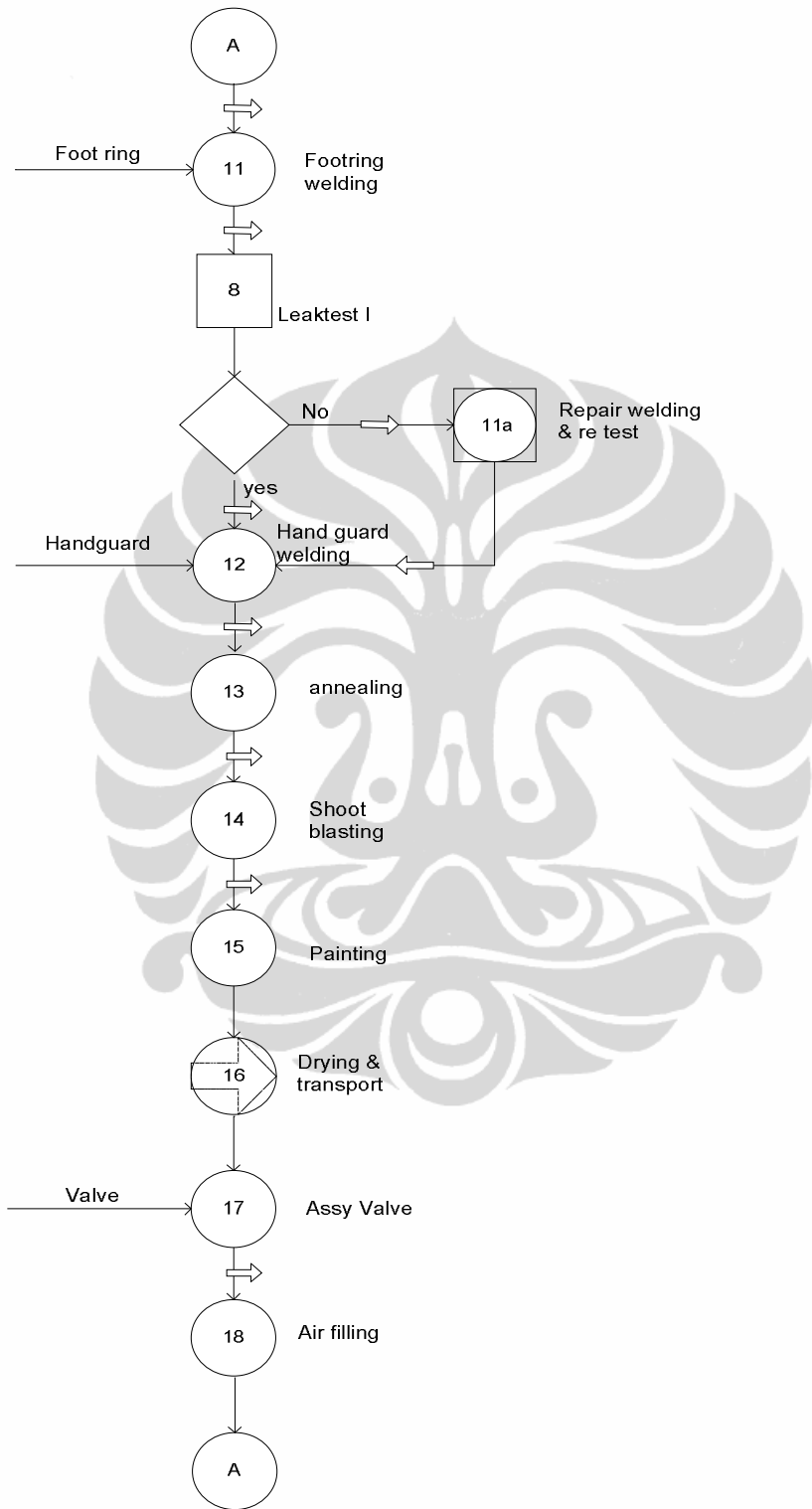
Gambar 4.4.1.a.2. PFC kondisi sebelum



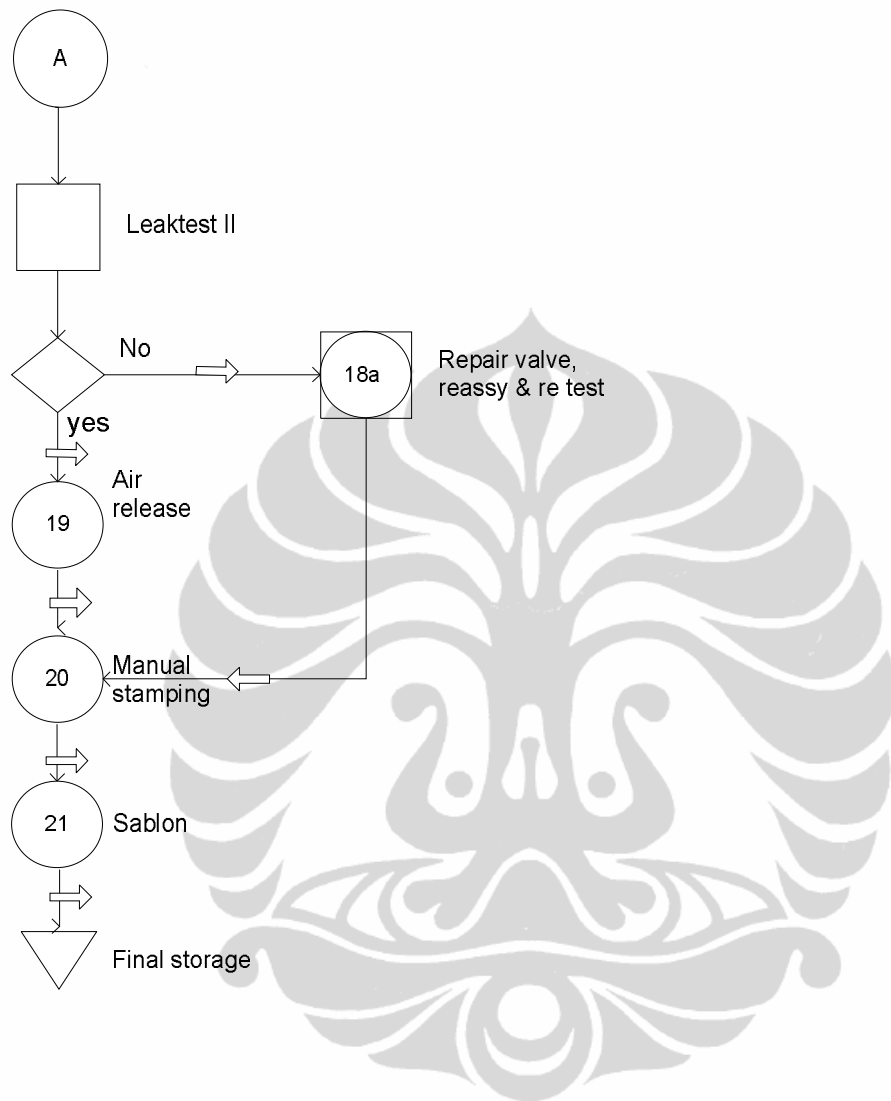
Gambar 4.4.1.a.2. PFC kondisi sebelum



Gambar 4.4.1.b.1. PFC kondisi sesudah



Gambar 4.4.1.b.2. PFC kondisi sesudah (lanjutan)



Gambar 4.4.1.b.3. PFC kondisi sesudah (lanjutan)

Tabel 4.4.1. Kondisi alat transportasi antara sebelum dan sesudah perbaikan.

No	Before			After		
	Lokasi	Jenis alat transport	Kapasitas angkut rata-rata/alat (pcs)	Lokasi	Jenis alat transport	Kapasitas angkut maksimum rata-rata/alat (pcs)
1	Blanking - emboss	hoist crane & pallet	300	Blanking - emboss	Trolley kecil	50
2	Emboss - drawing upper	Trolley kecil	50	Emboss - drawing upper	Trolley kecil	50
3	Drawing upper - trimming	Trolley besar	137	Drawing upper - trimming	shooter	5
4	Trimming - storage upper	Trolley besar	137	Trimming - neckring welding	shooter	5
5	Storage upper - neckring welding	Trolley besar	137	Neckring welding - temporary storage for upper	keranjang	50
6	Neckring - Circum welding	Trolley besar	137	Temporary storage for upper - sub assy	Trolley	25
7	Blanking - drawing lower	hoist crane & pallet	300	Blanking - drawing lower	Trolley kecil	50
8	Drawing lower - joggling	Trolley besar	137	Drawing lower - joggling	shooter	5
9	Joggling - storage lower	Trolley besar	137	Joggling - temporary storage for lower	keranjang	50
10	Storage lower - circum	Trolley besar	137	Temporary storage for lower - sub assy	Trolley	25
11	Circum - footring welding	Trolley besar	40	Sub assy - circum welding	Trolley	25
12	Footring welding - leaktest 1	Manual		Circum welding - footring welding	shooter panjang	100
13	Leak test 1 - repair station	Trolley besar	40	Footring welding - leaktest 1	shooter panjang	100
14	Leaktest 1 - handguard welding	Trolley besar	40	Leaktest 1 - Hand guard welding	shooter	5
15	Handguard welding - annealing	Manual		Hand guard welding - temporary storage for hand guard welding	Keranjang	10
16	Annealing - shoot blasting	Trolley besar	40	Temporary storage for hand guard welding - annealing	Trolley	25
17	Shoot blasting - painting	Manual		Annealing - shootblasting	shooter panjang	25
18	Painting - assy valve	Trolley kecil	5	shoot blasting - painting		
19	Assy valve -air filling	Manual		Painting - assy valve	Trolley	15
20	Air filling - Leaktest 2	Manual		Assy valve -air filling	pool	12
21	Leaktest 2 - Repair station	Trolley besar	40	Air filling - Leaktest 2		
22	Leaktest 2 - Air release	Manual		Leaktest 2 - Air release	shooter	11
23	Air release - manual stamping	Manual		Air release - manual stamping	shooter	5
24	Manual stamping - sablon	Manual		Manual stamping - sablon	meja sablon	2

Tabel 4.4.1.c. Waktu transport dan loading untuk layout lama

No	Lokasi	Waktu transport rata-rata (detik)	Rating factor	Allowances	Waktu standard
1	Blanking - emboss	50.92	1.1	10%	61.61
2	Emboss - drawing upper	4.05	1.1	10%	4.90
3	Drawing upper - trimming	7.72	1.1	10%	9.34
4	Trimming - storage upper	14.71	1.1	10%	17.80
5	Storage upper - neckring	28.04	1.1	10%	33.93
6	Neckring - Circum welding	6.46	1.1	10%	7.82
7	Blanking - drawing lower	62.88	1.1	10%	76.08
8	Drawing lower - joggling	6.26	1.1	10%	7.57
9	Joggling - storage lower	25.50	1.1	10%	30.86
10	Storage lower - circum1	57.11	1.1	10%	69.10
11	Storage lower - circum2	62.20	1.1	10%	75.26
12	Storage lower - circum3	67.28	1.1	10%	81.41
13	Storage lower - circum4	72.37	1.1	10%	87.56
14	Storage lower - circum5	77.45	1.1	10%	93.72
15	Storage lower - circum6	82.54	1.1	10%	99.87
16	Storage lower - circum7	57.11	1.1	10%	69.10
17	Storage lower - circum8	62.20	1.1	10%	75.26
18	Storage lower - circum9	67.28	1.1	10%	81.41
19	Storage lower - circum10	72.37	1.1	10%	87.56
20	Storage lower - circum11	77.45	1.1	10%	93.72
21	Storage lower - circum12	82.54	1.1	10%	99.87
22	Storage lower - circum13	49.85	1.1	10%	60.31
23	Storage lower - circum14	54.93	1.1	10%	66.47
24	Storage lower - circum15	60.02	1.1	10%	72.62
25	Storage lower - circum16	65.10	1.1	10%	78.77
26	Storage lower - circum17	70.19	1.1	10%	84.93
27	Storage lower - circum18	75.27	1.1	10%	91.08
28	Circum - footring welding	4.32	1.1	10%	5.23
29	Footring welding - leaktest 1	4.21	1.1	10%	5.09
30	Leak test 1 - repair station	7.26	1.1	10%	8.78
31	Leaktest 1 - handguard welding	52.54	1.1	10%	63.57
32	Handguard welding - annealing	4.34	1.1	10%	5.25
33	Annealing -shoot blasting	6.49	1.1	10%	7.85
34	Shoot blasting - painting	3.03	1.1	10%	3.67
35	Painting - assy valve	3.30	1.1	10%	3.99
36	Assy valve -air filling	1.75	1.1	10%	2.12
37	Air filling - Leaktest 2	1.75	1.1	10%	2.12
38	Leaktest 2 - Repair station	21.79	1.1	10%	26.37
39	Leaktest 2 - Air release	1.73	1.1	10%	2.09
40	Air release - manual stamping	2.27	1.1	10%	2.75
41	Manual stamping - sablon	2.41	1.1	10%	2.92
Total waktu					1859.73

Tabel 4.4.1.c. Waktu transport dan loading untuk layout baru

No	Lokasi	Waktu rata-rata (detik)	Rating factor	Allowances	Waktu standard (detik)
1	Blanking - emboss	5.81	1.1	10%	7.03
2	Emboss - drawing upper	2.00	1.1	5%	2.31
3	Drawing upper - trimming	1.53	1.1	5%	1.77
4	Trimming - neckring welding	1.53	1.1	5%	1.77
5	Neckring - temporary storage	1.25	1.1	5%	1.44
5.a	Loading Upper part	3.30	1.1	10%	3.99
6	Temporary storage - sub assy	5.00	1.1	10%	6.05
7	Blanking - drawing lower	7.54	1.1	10%	9.12
8	Drawing lower - joggling	1.53	1.1	5%	1.77
9	Joggling - storage lower	1.25	1.1	5%	1.44
9.a	Loading lower part	3.15	1.1	10%	3.81
10	Storage lower - sub assy	10.15	1.1	10%	12.28
11	Sub assy - Circum welding 1	20.30	1.1	10%	24.56
12	Sub assy - Circum welding 2	22.52	1.1	10%	27.25
13	Sub assy - Circum welding 3	26.01	1.1	10%	31.47
14	Sub assy - Circum welding 4	28.19	1.1	10%	34.11
15	Sub assy - Circum welding 5	31.68	1.1	10%	38.33
16	Sub assy - Circum welding 6	33.85	1.1	10%	40.96
17	Sub assy - Circum welding 7	37.34	1.1	10%	45.18
18	Sub assy - Circum welding 8	39.52	1.1	10%	47.82
19	Sub assy - Circum welding 9	43.01	1.1	10%	52.04
20	Sub assy - Circum welding 10	45.19	1.1	10%	54.68
21	Sub assy - Circum welding 11	48.68	1.1	10%	58.90
22	Sub assy - Circum welding 12	50.86	1.1	10%	61.53
23	Sub assy - Circum welding 13	54.34	1.1	10%	65.75
24	Sub assy - Circum welding 14	56.52	1.1	10%	68.39
24.a	Loading sub assy ke shooter	1.70	1.1	10%	2.06
25	Circum welding-footring	1.35	1.1	10%	1.63
25.a	loading footring	9.12	1.1	10%	11.04
25.b	unloading footring	4.13	1.1	10%	5.00
26	Foot ring - leak test 1	1.35	1.1	5%	1.56
27	Leaktest 1 - Repair station	39.23	1.1	10%	47.47
28	Leaktest 1 - handguard welding	1.35	1.1	5%	1.56
28.a	Loading hasil hand guard welding	2.67	1.1	10%	3.23
28.b	loading component handguard	9.12	1.1	10%	11.04
28.c	unloading component handguard	12.40	1.1	10%	15.00
29	Handguard welding - annealing	36.33	1.1	10%	43.95
30	Annealing -shoot blasting	5.60	1.1	5%	6.47
31	Shoot blasting - painting	3.00	1.1	10%	3.63
32	Painting - assy valve	3.30	1.1	10%	3.99
33	Assy valve -air filling	1.35	1.1	5%	1.56
34	Air filling - Leaktest 2	1.35	1.1	10%	1.63
35	Leaktest 2 - Repair station	4.36	1.1	10%	5.27
36	Leaktest 2 - Air release	1.35	1.1	10%	1.63
37	Air release - manual stamping	1.35	1.1	5%	1.56
38	Manual stamping - sablon	1.35	1.1	5%	1.56
Total waktu					874.62

Tabel 4.4.2.a. Perbandingan kondisi SDM antara sebelum dan sesudah

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	SDM/shift					
			Before			After		
			Operator langsung	Jumlah helper	Job Description	Operator langsung	Jumlah helper	Job Description
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	4	1	Membawa hasil blank ke proses emboss/drawing lower	4		2 orang Membawa hasil blank ke proses emboss maupun drawing lower
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	1	1	Membawa hasil emboss ke drawing upper	1		Operator emboss yang sekaligus membawa hasil emboss ke drawing upper
3	drawingupper	Hidrolic press mc (250 ton)	4	1	Membawa hasil drawing upper ke trimming	4		1 operator/mc bertugas mengambil hasil drawing dan menyerahkan ke proses trimming melalui shooter
4	trimming	trimming mc	6	2	Membawa hasil trimming ke proses neckring	2		masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya ke prses neckring welding melalui shooter
5	neckring welding	CO2 welding mc	7	2	Membawa komponen neckring dan hasil neckring ke proses circum welding	4	2	1 operator membawa hasil neckring welding ke proses sub assy dengan jumlah produk / trolley = 25 pcs, dan satu operator membawa komponen neckring serta kebutuhan CO dan kawat las (neckring staion dan cicum welding station)
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	4	1	Membawa hasil drawing lower ke jogging	4		1 operator/mc bertugas mengambil hasil drawing dan menyerahkan ke proses trimming melalui shooter
7	jogging	offsetting mc	5	2	Membawa hasil jogging ke proses circum welding	2	1	masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya ke tempat penyimpanan sementara. Dan 1 operator membawa hasil jogging dari tempat penyimpanan sementara ke sub assy (per trolley = 25 pcs)
7a.	Sub assy	meja sub assy				2	1	2 Operator melakukan subassy dan menyusun capsule (tabung) ke dalam trolley (25 pcs/trolley). 2 operator membawa trolley yang telah terisi penuh dan membagikannya ke operator circum (@circum welding = 5 capsule).

Tabel 4.4.2.b. Perbandingan kondisi SDM antara sebelum dan sesudah perbaikan (lanjutan)

8	circum welding	submerged arch welding mc	18	3	Membawa material bantu dan hasil circum ke footing	14	1	masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya ke tempat penyimpanan sementara (roller conveyer). 1 operator bertugas membawa material bantu (Flux & welding
9	footring welding	weld mc	12	2	Membawa komponen footring dan meneruskan hasil footing ke leaktest 1	12	1	masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya ke tempat penyimpanan sementara (roller conveyer). Dan 1 operator bertugas khusus untuk a. membagikan komponen footring. b.Product reject setelah leak test 1 ke repair station
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	6	2	Membawa komponen handguard dan hasil leaktest ke proses handguard	5		masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya melalui shooter ke proses berikutnya hand guard welding
11	handguard welding	weld mc	10	2	Meneruskan hasil dari proses handguard ke proses annealing	10	1	masing - masing operator bertugas untuk menyerahkan hasil produknya ke tempat penyimpanan sementara (roller conveyer). Dan 1 operator bertugas khusus untuk membagikan komponen hand guard dan welding stick untuk masing-masing operator handguard, repair station
12	annealing	annealing mc	4	2	Meneruskan hasil annealing ke shootblasting	4	2	2 operator khusus bertugas membawa hasil handguard welding (termasuk hasil repair dari repair station) ke stasiun annealing. 2 operator annealing menyusun produk pada trolley annealing. 2 operator lainnya mengeluarkan hasil annealing dan meletakkan pada roller conveyer menuju shootblasting.
13	shootblasting	shootblast mc	6			4		2 operator menyusun tabung pada hanger dan dua operator melepaskan tabung pada hanger kemudian menyusunnya pada hanger painting
14	painting	painting unit	6	1	Meneruskan hasil painting ke valve assy	6	1	4 operator bertugas painting. 1 operator untuk spray cat merah, 1 operator menurunkan dan menyusun tabung pada trolley, 1 orang membawa ke assy valve dan membawa komponen valve
15	assy valve	assy valve mc	5	1	Menyiapkan valve untuk diassy	3		masing-masing operator meletakkan hasil produknya ke roller conveyer
16	air filling	compact	1			1		operator bertugas mengisi angin dan meletakkannya di kolam leak test2
17	leak test 2	bak air	3			2		Operator bertugas mengecek kebocoran tabung pada kolam leaktest dan meletakkannya pada roller conveyer
18	air release	air exhaust	2			1		Operator bertugas mengeluarkan angin dari dalam tabung dan meletakkannya pada roller conveyer
19	Manual Stamping	meja + jig stamping	2	2	Meneruskan tabung yang telah dibuang anginnya ke proses stamping	2		Operator bertugas melakukan manual stamping dan meletakkannya pada meja sablon
20	sablon	screen+meja sablon	2			2		Operator bertugas melakukan proses sablon dan meletakkannya pada keranjang
Total			108	25		89	10	

Untuk memastikan apakah Operator tak langsung yang terlibat dalam kegiatan produksi tersebut sudah sesuai kebutuhan maka perlu dianalisis. Berikut ini adalah analisis kecukupan operator tak langsung dilihat dari siklus perputaran produk.

2.1. Operator transport dari joggling ke sub assy

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari stasiun joggling ke sub assy dan waktu loading operator.

Tabel 4.4.2.1. Siklus perputaran operator transport joggling-subassy

Siklus	Sampai di sub assy Detik ke	Selesai pekerjaan sub assy Detik ke
I	12.3	131.3
II	119.9	

Terlihat pada detik ke 119.9 Operator telah sampai di stasiun sub assy dan stasiun sub assy memerlukan delivery baru pada detik ke 131.3. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

2.2. Operator transport dari neckring welding ke sub assy

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari stasiun neckring welding ke sub assy dan waktu loading operator.

Tabel 4.4.2.2. perputaran operator transport neckring welding-subassy

Siklus	Sampai di sub assy Detik ke	Selesai pekerjaan sub assy Detik ke
I	10.5	129.5
II	120.9	

Terlihat pada detik ke 120.9 Operator telah sampai di stasiun sub assy dan stasiun sub assy memerlukan delivery baru pada detik ke 129.5. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

2.3. Operator transport dari sub assy ke circum welding

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari stasiun sub assy ke circum welding dan waktu loading operator.

Tabel.4.4.2.3. Siklus perputaran operator transport subassy-circum welding

Siklus	Lokasi mesin	Sampai di circum welding Detik ke	Refill shooter (min) Detik ke	Refill shooter (max) Detik ke
I	Circum welding 1	21.9	413.1	510.4
	Circum welding 2	34.6	425.8	523.1
	Circum welding 3	48.8	440.0	537.3
	Circum welding 4	61.5	452.7	550.0
	Circum welding 5	75.7	466.9	564.2
	Circum welding 6	152.3	543.5	640.8
	Circum welding 7	166.6	557.8	655.1
	Circum welding 8	179.2	570.4	667.7
	Circum welding 9	193.4	584.6	681.9
	Circum welding 10	206.1	597.3	694.6
	Circum welding 11	318.6	709.8	807.1
	Circum welding 12	331.2	722.4	819.7
	Circum welding 13	345.4	736.6	833.9
	Circum welding 14	358.1	749.3	846.6
II	Circum welding 1	455.8		
	Circum welding 2	468.4		
	Circum welding 3	482.7		
	Circum welding 4	495.3		
	Circum welding 5	509.5		
	Circum welding 6	522.2		
	Circum welding 7	613.0		
	Circum welding 8	625.7		
	Circum welding 9	639.9		
	Circum welding 10	652.5		
	Circum welding 11	666.7		
	Circum welding 12	791.9		
	Circum welding 13	806.1		
	Circum welding 14	818.8		

Terlihat pada detik ke 666.7 Operator telah sampai di stasiun circum welding 11 dan stasiun circum welding 11 memerlukan delivery baru pada detik ke 709.8. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

2.4. Operator transport komponen footing

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari stasiun area component ke stasiun footing welding dan waktu loading operator.

Tabel.4.4.2.4. Siklus perputaran operator transport 1 komponen Footring welding

Siklus	Lokasi mesin	Sampai di footring welding Detik ke	Refill footring (min) Detik ke	Refill footring (max) Detik ke
I	footring welding 1	18.9	1991.9	2073.9
	footring welding 2	27.9	2000.9	2082.9
	footring welding 3	37.0	2010.0	2092.0
	footring welding 4	46.0	2019.0	2101.0
	footring welding 5	55.1	2028.1	2110.1
	footring welding 6	64.1	2037.1	2119.1
	footring welding 7	73.2	2046.2	2128.2
	footring welding 8	82.2	2055.2	2137.2
	footring welding 9	91.2	2064.2	2146.2
	footring welding 10	100.3	2073.3	2155.3
	footring welding 11	109.3	2082.3	2164.3
	footring welding 12	118.4	2091.4	2173.4
	delivery selesai	123.4		
	kembali ke stasiun komponen	167.9		
	loading komponen	132.4		
kembali ke f.ring welding 1	319.2			

Pada detik ke 319.2 Operator telah sampai di stasiun footring 1 dan stasiun footring welding 1 memerlukan delivery baru pada detik ke 1991.9. Dikarenakan waktu *idle* yang begitu panjang maka operator yang bersangkutan dapat diberikan loading pekerjaan tambahan yaitu membawa hasil leaktest 1 yang kategori reject ke stasiun repair, serta membawa komponen neckring ke stasiun neckring welding. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

2.5. Operator transport komponen Handguard

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari area komponen ke stasiun hand guard welding dan waktu loading operator.

Tabel 4.4.2.5. Siklus perputaran operator transport komponen Handguard

Siklus	Lokasi mesin	Sampai di handguard welding Detik ke	Refill Handguard (min) Detik ke	Refill handguard (max) Detik ke
I	Handguard welding 1	10.2	1298.2	1365.2
	Handguard welding 2	28.0	1316.0	1383.0
	Handguard welding 3	48.6	1336.6	1403.6
	Handguard welding 4	66.4	1354.4	1421.4
	Handguard welding 5	87.1	1375.1	1442.1
	Handguard welding 6	104.9	1392.9	1459.9
	Handguard welding 7	125.5	1413.5	1480.5
	Handguard welding 8	143.3	1431.3	1498.3
	Handguard welding 9	164.0	1452.0	1519.0
	Handguard welding 10	181.8	1469.8	1536.8
	delivery selesai	196.8		
	kembali ke stasiun komponen	233.3		
	loading komponen	441.4		
	kembali ke h.guard welding 1	684.9		

Pada detik ke 684.9 Operator telah sampai di stasiun Handguard 1 dan stasiun Handguard welding 1 memerlukan delivery baru pada detik ke 1298.2. Dikarenakan waktu idle yang cukup panjang maka operator yang bersangkutan dapat diberikan loading pekerjaan tambahan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

2.6. Operator transport hasil handguard welding ke annealing

Dasar data yang digunakan untuk analisa ini adalah waktu transport standard dari keranjang hasil handguard welding ke stasiun annealing dan waktu loading operator.

Tabel 4.4.2.6. Siklus perputaran operator transport Handguard - Annealing

Siklus	Lokasi mesin	Tiba di keranjang hasil h.guard welding Detik ke	Refill trolley annealing (min) Detik ke	Refill trolley annealing (max) Detik ke
I	Keranjang 1	8.1	120.3	120.3
	Keranjang 2	16.5	240.7	267.4
	Keranjang 3	33.0		
	Keranjang 4	49.5		
	Keranjang 5	66.1		
	sampai di annealing	77.0		
II	Keranjang 1	113.5		
	Keranjang 2	130.0		
	Keranjang 3	146.6		
	Keranjang 4	163.1		
	Keranjang 5	179.6		
	sampai di annealing	196.1		

Pada detik ke 196.1 Operator telah sampai di stasiun Annealing dan stasiun annealing memerlukan delivery baru pada detik ke 240.7. Operator yang ditugaskan berjumlah 2 orang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan satu operator transport telah sesuai dengan kebutuhan.

Dengan adanya perubahan-perubahan tadi, maka secara keseluruhan kita analisa dengan menggunakan metode Value Stream Mapping (VSM) untuk layout yang baru. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa jauhkah perbaikan yang terjadi di tinjau dari sisi lead time. Gambar 4.4.2.a. sampai dengan gambar 4.4.2.c menunjukkan VSM untuk kondisi layout baru. Terlihat dari gambar 4.4.2. tersebut terjadi penurunan waktu untuk kegiatan yang dikategorikan non value added yaitu sebesar 1jam 49 menit 51 detik. Bila dibandingkan dengan kondisi layout saat ini maka terjadi penurunan waktu untuk kegiatan yang dikategorikan non value added yang cukup signifikan yaitu sebesar 3 jam 56 menit.

4.5. Analisa Biaya

Sehubungan dengan berubahnya jumlah mesin dan SDM pada layout yang sudah diperbaiki, maka akan membawa dampak pada biaya konsumsi energi dan biaya SDM. Perbandingan biaya konsumsi energi dan biaya SDM ditunjukkan pada tabel 4.5.1.a dan 4.5.1.b. Terlihat bahwa biaya cenderung menurun atau mengalami efisiensi yang cukup signifikan.

Tabel. 4.5.1.a. Perbandingan biaya konsumsi energi (listrik)

No	Nama Proses	Nama mesin/alat	jumlah mesin saat ini	Jumlah mesin sesudah perbaikan	Daya KWH/mc	Cycle time machine	Rata-rata produksi/shift/mc (sebelum perbaikan)	Total biaya sebelum perbaikan/hari	Rata-rata produksi/shift/mc (sesudah perbaikan)	Total biaya sesudah perbaikan/hari	penghematan/hari	Penghematan/bulan
1	Blanking	mechanic press mc (300 ton)	1	1	63	3	5070	1,197,788	3,367	795,454	402,334	8,851,343
2	emboss	mechanic press mc (15 ton)	1	1	8	3	3545	106,350	3,367	101,010	5,340	117,480
3	drawingupper	Hidrolic press mc (250 ton)	2	2	63	9	1773	2,513,228	1,684	2,387,070	126,158	2,775,465
4	trimming	trimming mc	6	2	12	5	591	265,950	1,684	252,600	13,350	293,700
5	neckring welding	CO2 welding mc	7	4	16	15	507	1,064,700	842	1,010,400	54,300	1,194,600
6	drawing lower	Hidrolic press mc (250 ton)	2	2	63	9	1773	2,513,228	1,684	2,387,070	126,158	2,775,465
7	jogging	offsetting mc	5	2	12	6	709	319,050	1,684	303,120	15,930	350,460
8	circum welding	submerged arch welding mc	18	14	38	75	197	12,632,625	241	12,019,875	612,750	13,480,500
9	footring welding	weld mc	12	12	25	65	296	7,215,000	281	6,849,375	365,625	8,043,750
10	leaktest 1	stang leaktest & bak leatest	6	5	15		591	438,750	674	438,750	-	-
11	handguard welding	weld mc	10	10	25	55	355	6,101,563	337	5,792,188	309,375	6,806,250
12	annealing	annealing mc	1	1	10		3545	292,500	3,367	292,500	-	-
13	shootblasting	shootblast mc	1	1	32		3545	936,000	3,367	936,000	-	-
14	painting	painting unit	1	1	25		3545	731,250	3,367	731,250	-	-
15	assy valve	assy valve mc	5	3	5	12	709	265,875	1,123	252,675	13,200	290,400
16	air filling	compact	1	1	15		3545	438,750	3,367	438,750	-	-
17	leak test 2	bak air	3	2	0.24		1182	7,020	1,684	7,020	-	-
18	air release	air exhaust	3	2	0.04		1182	1,170	1,684	1,170	-	-
19	Manual Stamping	meja + jig stamping	2	2	0.04		1773	1,170	1,684	1,170	-	-
20	sablon	screen+meja sablon	2	2	0.04		1773	1,170	1,684	1,170	-	-
Total								37,043,135		34,998,616	2,044,519	44,979,413

Tabel. 4.5.1.b. Perbandingan biaya SDM

Sebelum Perbaikan						Sesudah Perbaikan						Effisiensi
Skill			Unskill			Skill			Unskill			
Jumlah SDM/shift	Biaya/SDM/hari	Total biaya/bulan	Jumlah SDM/shift	Biaya/SDM/hari	Total biaya/bulan	Jumlah SDM/shift	Biaya/SDM/hari	Total biaya/bulan	Jumlah SDM/shift	Biaya/SDM/hari	Total biaya/bulan	
52	84,767	96,973,448	81	70,846	126,247,572	44	84,767	82,054,456	55	70,846	85,723,660	55,442,904

4.6.Rangkuman Analisis

Secara keseluruhan, perancangan ulang layout produksi tabung 3kg dengan penerapan konsep lean manufacturing telah mampu memperbaiki beberapa aspek yang berkaitan dengan kegiatan produksi. Tabel 4.6.1. menunjukkan rangkuman kondisi sebelum dan sesudah perbaikan

Tabel. 4.6.1. Kondisi sebelum dan sesudah perbaikan

No	Item	Sebelum	Sesudah	Satuan
1	Total Jumlah mesin produksi	89	70	Unit
2	Luas area terpakai untuk produksi	2,638	2,394	m ²
3	Total lead time produksi	20,796	6,593	detik
4	Jumlah SDM	133	99	orang



Gambar 4.4.2. VSM untuk layout baru.



BAB V

KESIMPULAN

Hasil dari desain ulang layout menunjukkan bahwa rancangan layout yang baru lebih efisien dan efektif dibanding layout lama. Hal ini terlihat dari beberapa aspek, yaitu:

1. Jumlah mesin terpakai menurun
2. Lalu lintas aliran produk merupakan campuran pola aliran **U** dan **I**
3. Luas area yang terpakai lebih kecil dibandingkan dengan layout lama

Dari ke tiga aspek diatas maka memberikan dampak pada kinerja produksi yaitu:

1. Jumlah SDM yang terpakai lebih sedikit dibanding layout lama.
2. Total waktu lead time yaitu dimulai dari proses blanking sampai dengan proses sablon, untuk layout baru lebih singkat yaitu 1jam 49 menit 51 detik. Untuk layout lama membutuhkan waktu 5 jam 46 menit 36 detik.
3. Efisiensi konsumsi energi

DAFTAR REFERENSI

Apple, J.M. (1977). *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan* (Nurhayati M.T. Mardiono). Bandung: ITB

Meyers, F.E., & Stephens, M.P. (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling* (3rd ed). New Jersey: Pearson Education

Barnes, R.M. (1980). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work* (7th ed). Canada : John Wiley & Sons

Society of Manufacturing Engineers (2001). *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*

Goel, D ., Seth, D., & Seth, N., (2008). Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management* Vol 19, No 4, pp 529 - 550.

Laburu, C.O., Lasa, I.S & Vila, R.C. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, Vol. 14, No 1, pp 39-52.

Singh, B., Sharma, S.K. (2009). Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an indian case study of a manufacturing firm. *Measuring Business Excellence*, Vol. 13, No 3, pp 58 – 68.

H.M. Wee., Simon Wu (2009). Lean Supply Chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. *Supply Chain Management: an International Journal* 14/5, pp 335-441