BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini, baik industri produk maupun jasa sangat dituntut ketangguhannya dalam memenuhi permintaaan pelanggan apapun, kapanpun, dan dimanapun. Untuk itu perusahaan harus mampu mengatur proses produksinya sehingga mampu memenuhi semua permintaan tersebut. Mendesain proses produksi yang "*Smooth flow*" merupakan jawaban atas tantangan ini. *Smooth flow* merupakan salah satu sasaran *lean manufacturing* yaitu sistem produksi yang didesain lebih ramping dan gesit menggunakan fokus pendekatan istilah Jepang 1M *"muda"* dari sebagian besar upaya *lean manufacturing*. Artinya aktifitas produksi harus memanfaatkan sumber daya secara optimal dengan menghilangkan segala jenis kegiatan yang tidak menambah nilai pada produk seperti produk berlebih, waktu menunggu, transportasi yang berlebih, memproses secara berlebih, persediaan berlebih, gerakan yang tidak perlu, produk cacat dan kreatifitas karyawan yang tidak dimanfaatkan (Liker J. K., 2006).

Namun ada 2M yang sama pentingnya harus diperhatikan untuk membuat "*lean operation"* bisa berjalan karena jika hanya fokus kedalam pemborosan atau *muda* saja akan mengganggu produktivitas kerja dan sistem produksi. 2M lainnya adalah *Muri* dan *Mura. Muri* yaitu memberikan beban berlebih kepada orang atau peralatan yang pada akhirnya akan menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja dan kualitas sedangkan *Mura* merupakan Ketidakseimbangan, *Mura* bisa menjadi kesimpulan dari kedua M lainnya ketika terjadi *muda* (pemborosan) dan *muri* (beban berlebih) maka akan terjadi *mura* (ketidakseimbangan). "*Muda Muri Mura*" saling mengisi satu dengan yang lain sebagai sebuah sistem.

Menurut survei *National Institute of Standards and Technology* dengan 40 client yang mengimplementasikan *Lean* dalam proses produksinnya, berhasil melakukan *improvement* dengan hasil sebagai berikut:

- Menurunkan *lead time* sampai 90%
- Meningkatkan *productivity* sebesar 50%
- *Inventory Work In Process* berkurang hingga 80%
- Kualitas meningkat hingga 80%, dan
- Utilisasi area produksi menurun hingga 75%

  (Sumber: Lean Principle by J. Kilpatric, CPIM BSCM Reprints, 10/2006)

Dalam *lean thinking,* setelah memusatkan fokus pada "menghilangkan *muda*" pada akhirnya cara untuk meminimalisir pemborosan tersebut adalah dengan merancang tata letak produksi dengan *"One Piece Flow*". Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facility layout)* didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas fisik pabrik guna menunjang kelangsungan proses produksi (Wignjosoebroto, 1991). Perancangan fasilitas didefinisikan sebagai suatu perencanaan untuk mendapatkan keadaan bahwa seluruh fasilitas fisik beroperasi secara sinergi untuk mendapatkan tujuan yang direncanakan. (Sinulingga, 2008).

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Manfaat perancangan tata letak adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan *ouput* produksi
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)
3. Mengurangi proses pemindahan barang (*material handling*)
4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan servis
5. Pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja dan fasilitas produk lain
6. Mengurangi *inventory in-process*
7. Proses manufaktur yang lebih singkat
8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator
9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
10. Mempermudah aktifitas superfisi

11. Megurangi kemacetan dan kesimpangsiuran

Dengan melakukan penataan ulang tata letak produksi yang *"lean"* pada akhirnya istilah "sekali mendayung dua tiga pulau terlampaui" menjadi riil. Perusahaan akan mampu memenuhi kepuasan customer artinya perusahaan mendapat keuntungan yang maksimal dengan biaya produksi yang dikeluarkan minimal karena proses produksi didesain agar sumber daya digunakan secara optimal.

PT Bakie Autoaparts (BAP) merupakan perusahaan yang memproduksi *spare part*, OEM dan *general casting* yang berbentuk *blank casting* maupun *machining casting*. BAP memiliki sejumlah *customer*, *customer* terbesar mereka adalah HINO dan IAMI. Dengan visi BAP yaitu harus selalu memenuhi segala permintaan *customer* apapun, kapanpun dan dimanapun, BAP harus mampu mengontrol produksinya agar setiap *customer* menjadi puas dan tidak mengganggu tahap pemenuhan satu *customer* dengan *customer* lainnya. Namun akibat dari konsistensi BAP dalam visinya, salah satu *customer*-nya yaitu HINO, melakukan tarikan produk dengan *schedule* yang tidak stabil. Artinya permintaan *customer* untuk periode yang telah dijadwalkan bisa berubah-ubah bergantung kepada produksi dari perusahaan *customer*. Dan akibat dari tarikan yang tidak sesuai dengan *schedule* sebelumnya, akibatnya produksi untuk permintaan customer lainnya yaitu IAMI menjadi dampak dari HINO.

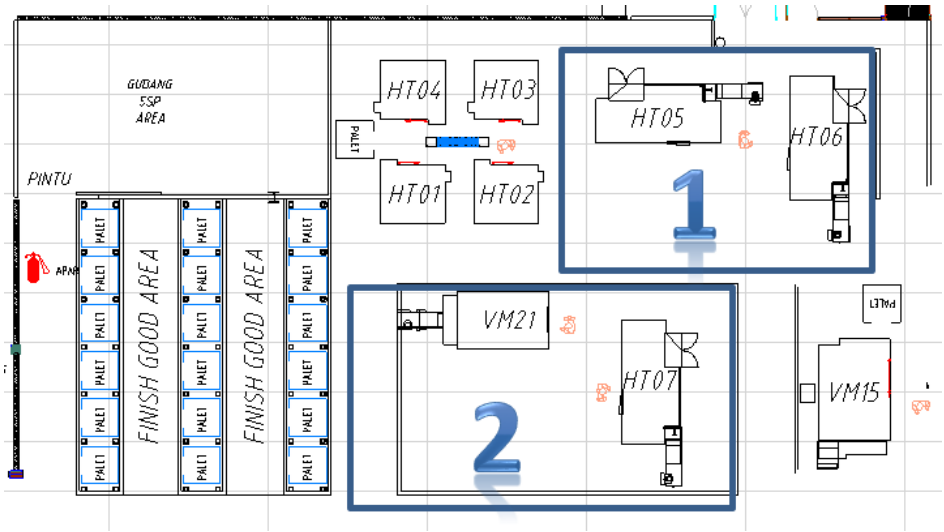
Akibatnya pengiriman produk ke IAMI menjadi sering terlambat dan tidak sesuai *schedule* yang sudah diatur. BAP mulai mendapat peringatan dari pihak IAMI untuk memperbaiki kinerja dengan memberhentikan beberapa produk mereka dari BAP. Hal ini tentu berdampak buruk bagi perusahaan dan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. IAMI memberikan pilihan terakhir bagi BAP, jika ingin melakukan kerjasama sebagai *customer* dan produsen, BAP harus segera melakukan *improvement* sebagai bukti adanya perbaikan kinerja BAP dalam memenuhi permintaan dari IAMI.

Perusahaan mulai membuat strategi bagaimana visi perusahaan tetap berjalan namun *customer* satu tidak menjadi dampak dari *customer* lain. *Store* merupakan jalan tengah terbaik dalam menjawab permasalahan untuk IAMI, *store* merupakan area penyimpanan produk jadi maupun setengah jadi yang dibangun untuk meredam tarikan

dari customer. Ada 3 syarat *store* yaitu persediaan *min-max*, FIFO dan *addressing*. Dari *forecast* IAMI nantinya bisa digunakan untuk menentukan *min-max* produk yang harus siap didalam store agar pengiriman bisa sesuai dengan schedule yang telah ditetapkan.

Namun pada kenyataannya, BAP tidak memiliki *store*. BAP biasanya menyimpan *store* mereka di *dispatch* yaitu bagian pengiriman atau pada area *finish good* pada masing-masing operasi dan pastinya akan mengganggu proses operasi dari masing-masing proses yang ditumpangi. Bisa dibayangkan sangat besarnya masalah yang terjadi dalam produksi di BAP selama ini.

Team *improvement* dari perusahaan berusaha berpikir keras bagaimana cara menyelesaikan permasalahan ini. Setelah dilakukan analisis langsung ke lapangan, melihat kondisi bahwa tidak mungkin membangun store pada area khusus karena area perusahaan yang terbatas, team memilih machining shop sebagai penempatan area store dan store akan diletakkan pada *finish line* masing-masing proses produksi produk.



Gambar 1.1 Tata Letak Awal Mesin dan Fasilitas

Sumber: Dokumenatasi Perusahaan

Pemilihan area ini bukan tanpa alasan, *machining shop* merupakan area permesinan untuk *finishing* produk BAP dan area *machining* masih memiliki space-space kosong yang belum digunakan dengan optimal. Gambar 4.1 membuktikan bahwa

proses machining yang belum smooth menyebabkan alur material tidak beraturan dan membutukan bantuan f*orklip* dalam handling nya. *Machining shop* merupakan peluang yang besar untuk dijadikan area pembangunan store namun layout machining juga harus dilakukan *improve* terlebih dalulu agar penggunaan space menjadi optimal dan store bisa dibangun pada *line finish good machining*. Tata letak *machining shop* digambarkan pada Lampiran 1.

Pada akhir penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi penataan ulang tata letak pabrik yang lebih efektif dan membuka peluang terlaksananya *continuous improvement*. Oleh karena itu, hal-hal di atas menjadi dasar pemikiran dalam penentuan permasalahan yang akan diangkat sebagai judul tugas akhir ini yaitu:

***"RELAYOUT LINE CAGE, TANDEM DIFF DRIVE PINION TAPER BEARING* BERBASIS *LEAN OPERATION* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* DAN *LINE BALANCING* PADA PT BAKRIE AUTOPARTS"**

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar betar belakang masalah diatas maka permasalahan yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat proses produksi *line* produksi pinion menjadi *lean*?
2. Apa dampak dari aliran material yang tidak teratur dan penempatan tata letak yang tidak optimal?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan dengan tujuan agar pokok permasalahan yang diteliti spesifik dan fokus serta tidak melebar dari topik yang akan dibahas. Oleh karena itu, batasan masalah untuk penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada line produksi produk *Cage, Tandem diff drive pinion Taper Bearing*.

2. Analisis perancangan tata letak mengkombinasikan metode *Systematic Planning Layout* dan *Line Balancing*.
3. Pada tahap verifikasi dan validasi, penelitian dilakukan dengan simulasi secara langsung, tidak menggunakan *software* simulasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Membuat proses produksi menjadi *lean* dengan mengurangi 7 jenis pemborosan (*waste)*
2. Merancang ulang tata letak pabrik yang efisien dan nyaman pada system produksi Line produk *Cage, Tandem diff drive pinion Taper Bearing*.
3. Meningkatkan produktifitas
4. Menurunkan utilisasi penggunaa area

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis diharapkan dapat memberika manfaat bagi semua pihak yang terkait, Adapun manfaat yang diharapkan adalah

1. Bagi Perusahaan
    - Membantu perusahaan dalam melakukan perancangan proses produksi yang lean pada line produksi pinion dengan menerapkan metode line balancing sekaligus merancang tata letak yang optimal guna meningkatkan produktifitas kerja.
    - Hasil penelitian dapat dijadikan bahan masukan bagi peningkatan kapasitas produksi maupun produktifitas kerja.
    - Sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan perusahaan dalam melakukan penataan ulang pabrik secara berkelanjutan dan menambah informasi mengenai metode-metode yang dapat digunaka dalam melakukan perancangan tata letak.

2. Bagi Mahasiswa
   - Penelitian ini dapat menambah pengetahuan
   - Menigkatkan kemampuan atau *skill* analsis sebagai profesional dalam memecahkan suatu masalah khususnya dalam merancang tata letak yang lean dengan meminimlisir pemborosan,
   - Mempu memahami aliran proses produksi manufaktur pembuatan *sparepart*, OEM dan *General Casting*,
   - Dapat lebih mengerti konsep *Lean* dan penerapannya dalam merancang tata letak produksi.
   - Dapat mengetahui tindakan perbaikan yang tepat untuk mengurangi *lead time* yang panjang akibat proses yang tidak *lean*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan penulisan yang baik dan terarah serta tidak menyimpan dari permasalahan yang akan dianalsis, penulis memaparkan sistematika penulisan tugas akhir yang diuraikan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan maslaah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang diharapkan mampu membebrikan gambaran pelaksanaan dan pembahasan tugas akhir ini.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti yaitu mengenai *lean manufacturing* dan metode SLP yang digunkan dalam merancang tata letak pabrik serta pembahasan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang dapat menjadi acuan dalam penelitian ini.

BAB III: METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, jenis dan sumber data, diagram alir penelitian, metode pengumpulan data, serta langkah-langkah pemecahan masalah melalui analisis data menggunakan tahap QCC (*Quality Control Cycle*).

BAB VI: ANALISIS MASALAH DAN ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Bab ini berisi aktifitas pengumpulan data berupa indikator-indikator kinerja perusahaan berikut dengan definisi, ukuran kerja, dan periodesasi pengukuran masing-masing indikator kinerja. Analisis dilakukan oleh penelti bersama-sama dengan menajemen perusahaan berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari penglahan data kemudian dianalisis analisis penyebab permasalahan serta memberikan alternatif usulan perbaikan yang diperluakan dan dipilh usulan perbaikan yang terbaik.

BAB V: USULAN *IMPROVEMNT*

Pada bab ini, detail rekomendasi *improvement* dijelaskan untuk selanjutnya dievaluasi guna mengetahui apakah tujuan penelitian sudah mampu dicapai melalui perbaikan yang dilakukan dan berisi perhitungan resiko-resiko perbaikan yang akan ditimbulkan.

BAB VII: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesinpulan yang diperoleh dari penelitan yang akan dilakukan dan saran-saran sebagai masukan untuk pelaksanaan perbaikan tata letak bagi perusahaan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean merupakan suatu metodologi yang menekankan pada meminimalisir segala aktifitas yang tidak menambah nilai bagi *customer* (APICS, 2014) . Istilah *Lean* sekarang ini sudah banyak digunakan menggambarkan konsep ysng sebelumnya sering dikenal sebagai *Just-in-Time* (JIT). Istilah JIT yang digunakan terbatas dalam lingkup aspek produksi pada lean.Salah satu filosofi dari *Lean* adalah *continuous improvement*. *Continuous improvement is a never-ending effort to expose and eliminate root causes of problem: small-step improvement as opposed big-step improvement* –APICS *Dictionary*

Tujuan dari dilakukannua *continuous improvement* adalah:

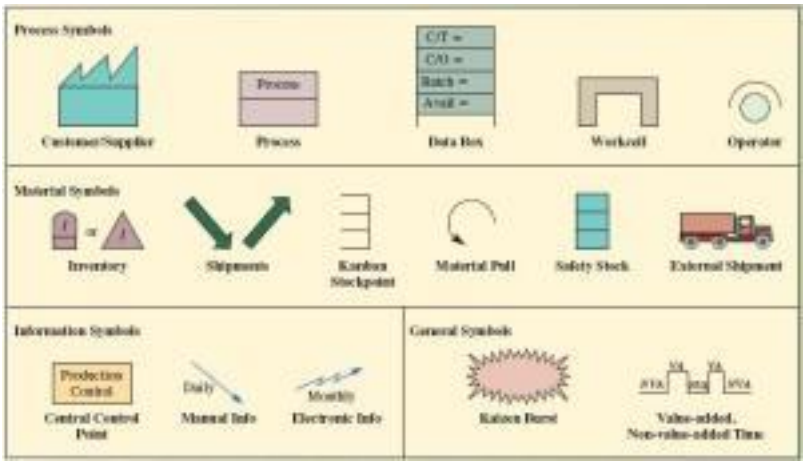
1. *Increase Productivity*, yaitu membuat biaya yang rendah dengan menggunakan sumber daya yang tersedia secara efisien, bukan dengan memanfaatkan modal.
2. *Eliminate waste*, secara berkelanjutan mencari cara untuk mengeliminasi kegiatan yang tidak perlu.
3. *Involves team*, berbagi pengalaman antara karyawan dan manajer yang sudah pernah melakukan kegiatan *improvement* seperti *kaizen*. *Kaizen* merupakan istilah jepang untuk improvement yaitu kegiatan yang dilakukan dalam menemukan dan mengeliminasi *waste* pada mesin, tenaga kerja atau metode produksi.

2.1.1 *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping (VSM) merupakan sebuah lembar dari proses mapping yang secara grafis menggambarkan arah perjalanan bahan baku menjadi produk jadi. VMS memeriksa nilai tambah dari setiap langkah dalam proses rantai pasok (*supply chain*). Perbedaan antara VMS, diagram alir (*flowchart)* dan pemetaan biru (*blueprinting*) adalah bahwa VSM mencoba untuk menonjolkan kegiatan bernilai tambah dan yang tidak bernilai tambah, hanya itu, sisi ekonomi dari diagram alir.

Secara langsung VSM menyumbang keuntungan bagi perusahaan dengan mengurangi *non-value added work.*

VSM digambarkan dengan mengguanakan simbol spesifik yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. VMS juga merupakan *tools* yang sangat berguna untuk melakukan visualisasi dan sebagai proses analisis untuk mengidentifikasi *waste* dan peluang untuk melakukan *improvement*.



Gambar 2.1 Simbol-Simbol *Value Stream Mapping*

Sumber: (Russell & Taylor, 2011)

2.2 *Motion Study* dan *Time Study*

Motion study dan *Time study* merupakan sebuah pembelajaran sistematis dari sistem kerja tentang gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, yaitu gerakan yang efektif dan efisien. *Motion study* dan *time study* bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem dan metode yang lebih baik
2. Menstandarisasikan metode dan sistem yang lebih baik
3. Menentukan waktu standar (waktu yang dibutuhkan sesuai dengan kualifikasi pekerjaan untuk keadaan normal dalam mengerjakan pekerjakan spesifik yang telah ditentukan)
4. Melatih operator menggunakan sistem dan metode yang lebih baik

Motion study dan mendesain metode kerja dilakukan untuk menemukan metode pekerjaan yang lebih baik, baik metode ideal ataupun metode yang mendekati keadaan ideal. (Barnes, 1980). Tahap melakukan *time study* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

1. Jelaskan informasi mengenai proses operasi dan tujuan operasi yang akan dilakukan *study*.
2. Jabarkan proses operasi secara detail kedalam elemen-elemen dan catat deskripsi metode dengan lengkap
3. Lakukan observasi dan catat waktu yang dihabiskan operator untuk setiap elemen kerja
4. Tentukan jumlah sample yang dibutuhkan dalam *time study*
5. Hitung *rate performance* operator
6. Melakukan testing apakah jumlah *sample* yang diambil memenuhi syarat kecukupan data atau tidak
7. Tentukan *time allowance*
8. Tentukan waktu standar untuk operator

2.2.1 *Cycle Time*

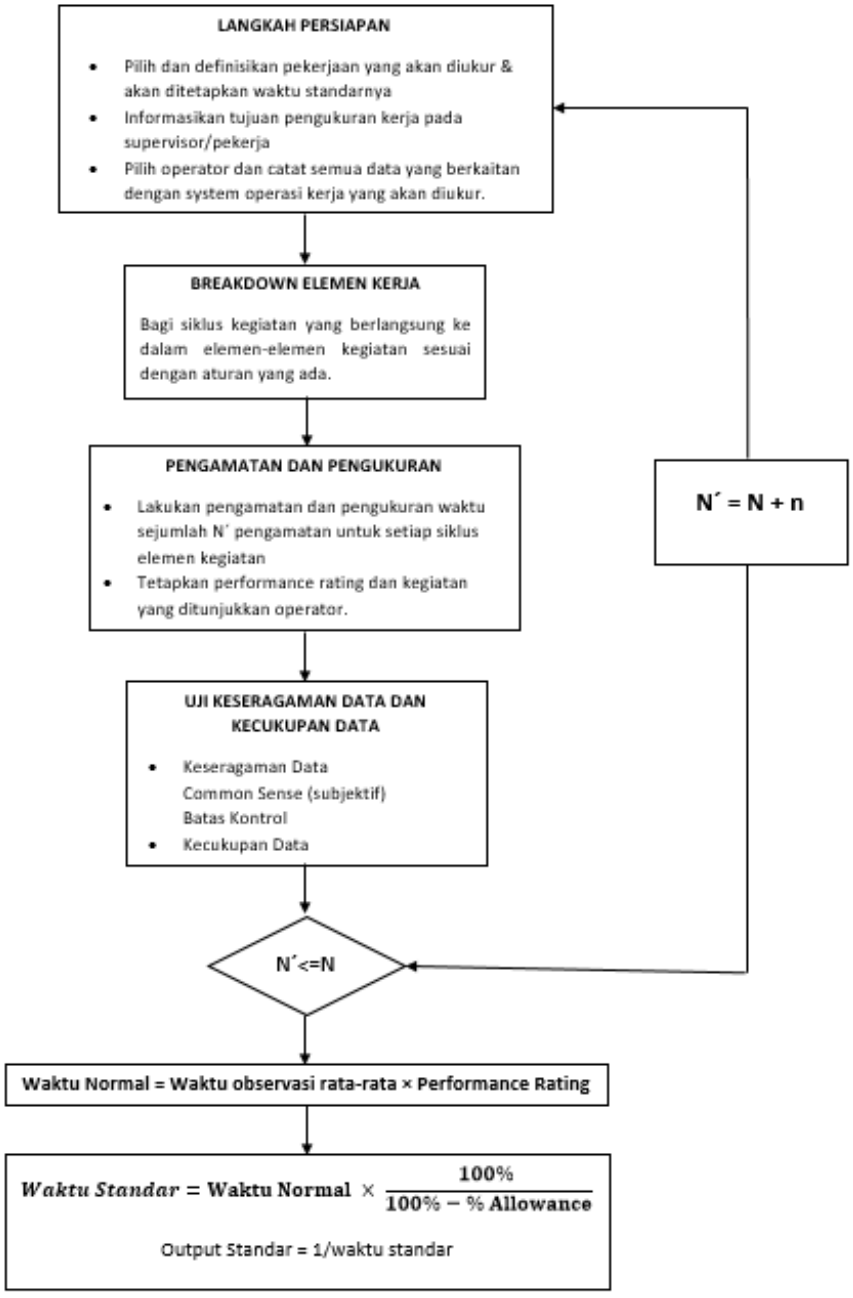
Waktu siklus/ *cycle time* merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan serangkaian pekerjaan untuk satu orang operator. *Cycle time* dirumuskan dengan rumus:

$$\boldsymbol{Waktu\ Siklus}\ (\boldsymbol{X}) = \frac{\Sigma x}{N}$$

Dimana: X = Waktu Siklus (*Cycle Time*)
x = Waktu pengamatan
N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

2.2.2 *Performance Rate*

Performance rate merupakan Aktifitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator. Terdapat 2 cara untuk menentukan *performance rating* yaitu:



Gambar 2.2 Tahap Analisis *Time Study*

Sumber: (Barnes, 1980)

1. Pengamatan Langsung: adalah faktor penyesuaian ditentukan oleh pengukur melalui pengamatan selama pengukuran yaitu perbandingan dari target produksi dan akual produksi (waktu dan jumlah produksi).

$$Performance\ Rate = \frac{(\text{waktu siklus aktual} \times \text{jumlah produk aktual (per hari)}}{(\text{waktu siklus target} \times \text{jumlah produk target (per hari)}}$$

2. Menggunakan metode *Westinghouse* : aktifitas kerja dinilai dengan memberikan penilaian *performance* berdasarkan pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Keempat faktor tersebut masing-masing memiliki 5-6 tingkatan kelas dengan nilai -1 s.d +1 berdasarkan tabel. Dengan begitu dirumuskan

$$\boldsymbol{Performance\ Rate} = \text{f1} + \text{f2} + \text{f3} + \text{f4}$$

Penilaian *performance rating* dapat lebih obyektif dengan menggunakan tabel *Westinghouse system rating* dibagi menjadi 4 macam faktor yang mempengaruhi manusia dalam bekerja yaitu:

1) Keahlian (*Skill*) adalah kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan.
2) Usaha (*Effort*) adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator .
3) Kondisi kerja (*Condition*) adalah kondisi fisik lingkungan kerja seperti pencahayaan, temperature dan kebisingan.
4) Konsisten (*Consistency*) adalah kemampuan bekerja dalam waktu relatif tetap.

Sebagai dasar untuk menentukan berapa besar performance rating operator, dapat dilihat pada Gambar 2.3.

2.2.3 *Normal Time*

Waktu normal merupakan waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata. *Rating factor* pada umumnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah.Untuk maksud ini , maka waktu. Waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$\boldsymbol{Normal\ Time} = cycle\ time\ \times \frac{\%\ Rating\ Factor}{100\%}$$

SKILL			EFFORT		
Super skill	A1	+ 0,15	Super skill	A1	+0,13
	A2	+ 0,13		A2	+0,12
Excelent	B1	+ 0,11	Excelent	B1	+0,10
	B2	+ 0,08		B2	+0,08
Good	C1	+ 0,06	Good	C1	+0,05
	C2	+ 0,03		C2	+0,02
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E1	- 0,05	Fair	E1	-0,04
	E2	- 0,10		E2	-0,08
Poor	F1	- 0,16	Poor	F1	-0,12
	F2	- 0,22		F2	-0,17
CONDITION			CONSISTENCY		
Ideal	A	+ 0,06	Ideal	A	+0,04
Excelent	B	+ 0,04	Excelent	B	+0,03
Good	C	+ 0,02	Good	C	+0,01
Average	D	0,00	Average	D	0,00
Fair	E	- 0,03	Fair	E	-0,02
Poor	F	- 0,07	Poor	F	-0,04

Gambar 2.3 *Performance Rating* dengan Sistem Westinghouse

Sumber: (Barnes, 1980)

Penilaian:

- PR > 1 atau PR > 100% (tempo kerja diatas normal)
- PR < 1 atau PR < 100% (tempo kerja dibawah normal)
- PR = 1 atau PR = 100% (tempo kerja normal)

2.2.4 *Allowance Time*

Berdasarkan prakteknya kelonggaran waktu perlu ditambahkan atas waktu normal untuk mendapatkan waktu standart. (Barnes, 1980) Seorang operator membutuhkan kelonggaran waktu yang diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu:

1. Kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*)
   Setiap pekerjaan diberi waktu untuk keperluan yang bersifat kebutuhan waktu pribadi. Dimana besar kelonggaran yang diberikan bervariasi tergantung pada individu pekerjaan yang dilaksanakan. Misalnya minum sekedarnya, kamar kecil, ngobrol sekedar menghilangkan kejenuhan dll.
2. Kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah (*fatique allowance*)

Kelelahan fisik manusia bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah kerja yang membutuhkan pikiran banyak (lelah mental) dan kerja fisik. Waktu yang dibutuhkan untuk keperluan istirahat tergantung pada individu yang bersangkutan, interval waktu dari siklus kerja dimana pekerja memikul beban kerja secara penuh, kondisi lingkungan fisik dan faktor-faktor lainnya.

3. Kelonggaran waktu karena keterlambatan (*delay allowance*)

   Keterlambatan atau delay bisa disebabkan oleh beberapa faktor yang sulit untuk dihindarkan yang umumnya disebabkan oleh mesin, operator, ataupun hal-hal lainnya yang diluar kontrol. Misalnya kerusakan mesin, peralatan, menerima atau meminta petunjuk dari supervisor. Keterlambatan yang terlalu besar atau lama tidak akan dipertimbangkan sebagai dasar untuk menetapkan waktu baku.

2.2.5 *Standard Time*

Motion study digunakan unuk mengukur standar waktu normal yang dibutuhkan operator yang terlatih dan pengalaman pada kecepatan normal. Waktu standar juga merupakan standar untuk menentukan perencanaan produksi dan penjadwalan kerja hingga perikiraan biaya produksi dan biaya pekerja. Rumus waktu Standar:

$$\boldsymbol{Standard\ Time} = Normal\ Time + (Normal\ Time\ \times \%\ Allowance)$$

$$\boldsymbol{Standard\ Time} = \text{Normal time}\ \times \frac{100\%}{100\% - \%\ \text{Allowance}}$$

2.3 *Motion Economic*

Prinsip ekonomi gerakan (*the principles of motiom economy*) digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi metode kerja yang lebih efektif dan efisien (Barnes, 1980). Analisis bisa dilakukan untuk gerakan-gerakan kerja pada sebuah stasiun kerja maupun keseluruhan kegiatan kerja yang berlangsung antar stasiun kerja Beberapa prinsip ekonomi gerakan yaitu:

2.3.1 Eliminasi Kegiatan

1. Eliminasi semua kegiatan/aktifitas yang memungkinkan seperti langkah-langkah atau gerakan-gerakan (dalam hal ini banyak berkaitan dengan aplikasi anggota badan, kaki, lengan, tangan, dll).
2. Eliminasi kondisi yang tak beraturan dalam setiap kegiatan. Letakan segala fasilitas kerja dan material/komponen pada lokasi yang tetap (hal ini akan bisa menyebabkan gerakan-gerakan kerja yang otomatis).
3. Eliminasi penggunaan tangan (baik satu atau keduanya) sebagai "*holding device*", karena hal ini merupakan aktifitas tidak produktif yang menyebabkan kerja dua tangan tidak seimbang.
4. Eliminasi gerakan-gerakan yang tidak semestinya, abnormal, dll. Hindari pula gerakan-gerakan yang membahayakan dan melanggar prinsip-prinsip keselamatan atau kesehatan kerja.
5. Eliminasi penggunaan tenaga otot untuk melaksanakan kegiatan statis atau fixed position. Demikian pula sebisa mungkin untuk menggunakan tenaga mesin (mekanisasi) seperti *power tools*, *power feeds*, *material handling*, *equipment*, dll, untuk menggantikan tenaga otot.
6. Eliminasi waktu kosong (*idle time*) atau waktu menunggu (*delay time*) dengan membuat perencanaan/penjadwalan kerja yang sebaik-baiknya. Idle/delay time bisa ditolerir bilamana hal tersebut diperuntukan secara terencana guna melepaskan lelah.

2.3.2 Kombinasi Gerakan atau Aktifitas

1. Gantikan/kombinasikan gerakan-gerakan kerja yang berlangsung pendek atau terputus-putus dan cenderung berubah-ubah arahnya dengan sebuah gerakan yang kontinyu, tidak patah-patah serta cenderung membentuk sebuah kurva.
2. Kombinasikan beberapa aktifitas fungsi yang mampu ditangani oleh sebuah peralatan kerja dengan membuat desain yang bersifat "*multipurpose*".
3. Distribusikan kegiatan dengan membuat keseimbangan kerja antara kedua tangan. Pola gerakan kerja yang simultan dan simetris akan memberikan

gerakan yang paling efektif. Bilamana kegiatan dilaksanakan secara kelompok diupayakan supaya terjadi beban kerja yang merata diantara anggota kelompok.

2.3.3 Penelitian Kerja

Penelitian kerja adalah suatu aktivitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik guna mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang terbaik. (Wigjoseobroto,2008).

2.3.3.1 Peta Kerja

Peta kerja merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis untuk menganalisa proses kerja mulai awal sampai akhir. Melalui peta kerja akan diperoleh informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metode kerja, informasi tersebut antara lain adalah benda kerja berupa gambar kerja, jumlah, spesifikasi material, dimensi ukuran pekerjaan, dan lain-lain. Informasi yang lain yaitu macam proses yang dilakukan, jenis dan spesifikasi mesin, peralatan produksi, dan lain-lain. Juga diperoleh informasi tentang waktu operasi untuk setiap proses atau elemen kegiatan dan total waktu penyelesaiannya serta kapasitas mesin (Wignjosoebroto, 2000).

Peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Informasi-informasi yang didapatkan melalui peta kerja antara lain:

1. Benda kerja berupa gambar kerja, jumlah dan spesifikasi material, dimensi/ukuran pekerjaan, dan lain-lain.
2. Macam proses yang dilakukan, jenis dan spesifikasi mesin, peralatan produksi, tooling, dan lain-lain.
3. Waktu operasi (waktu standar untuk setiap proses atau elemen kegiatan disamping total waktu penyelesaiannya.
4. Kapasitas mesin atau kapasitas kerja lainnya yang dipergunakan.

Melalui peta kerja kita bisa mengetahui secara jelas proses atau kejadian apa saja yang dialami oleh benda kerja mulai dari bahan masuk pabrik hingga proses operasi, pemeriksaan, transportasi, hingga proses penyimpanan bahan jadi baik itu

berupa produk lengkap ataupun bagian dari produk lengkap. Apabila dilakukan studi yang seksama tentang peta kerja, maka perbaikan sistem kerja dapat dengan mudah dilakukan. Perbaikan tersebut antara lain :

- Menghilangkan proses yang tidak perlu.
- Menggabungkan proses yang bisa dilakukan secara bersamaan.
- Mengurangi waktu menunggu.

Pada dasarnya semua perbaikan tersebut bertujuan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan, sehingga peta kerja merupakan alat yang baik untuk menganalisis suatu pekerjaan sehingga mempermudah dalam perencanaan perbaikan kerja.

2.3.3.2 Diagram aliran proses

Diagram proses ini digunakan untuk menggambarkan aliran proses. Penggambarannya dilakukan diatas gambar layout fasilitas kerja. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang lebih jelas, selain itu juga bisa dimanfaatkan perbaikan-perbaikan didalam desain leyout fasilitas produk yang ada. (Wignjoseobroto, 2008;139)

Tanda atau simbol yang digunakan dalam diagram aliran proses itu adalah sebagai berikut:

◯ : OPERASI

Menandakan langkah-langkah utama dalam suatu proses, metode atau tata cara, Biasanya bagan bahan dan produk bersangkutan diubah atau diganti sewaktu operasi berlangsung.

□ : PEMERIKSAAN

Menandakan suatu pemeriksaan terhadap mutu dan pengecekan terhadap kuantitas.

: TRANSPORTASI

Menandakan gerak pekerja, bahan atau perlengkapan dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Suatu transport terjadi apabila suatu obyek bergerak dari tempat yang satu ke tempat yang lain terkecuali apabila pergerakan itu merupakan bagian dari operasi atau disebabkan oleh petugas pada tempat bekerja sewaktu suatu operasi atau pemeriksaan sedang berlangsung.

: DELAY/PENUNDAAN

Menandakan terhentinya urutan perisiwa misalnya, pekerjaan menunggu antara dua operasi yang berturutan, atau tiap obyek yang dikesampingkan untuk sementara tanpa pencatatan sampai obyek itu sendiri diperlukan kembali.

: PENYIMPANAN

Menandakan suatu penyimpanan yang diawasi, bahan diterima ke dalam atau dikeluarkan dari penyimpanan berdasarakan suatu kuasa atau suatu barang ditahan untuk maksud pengecekan.

2.3.3.3 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (*Left and Right Hand Chart*).

Tidak seperti peta operasi atau peta aliran proses, maka peta tangan kiri dan tangan kanan diarahkan untuk menganalisa aktifitas kerja yang dilaksanakan seorang operator dalam sebuah stasiun kerja. Peta akan menggambarkan gerakan-gerakan kerja yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan dengan tujuan utamanya adalah memperoleh keseimbangan gerakan kerja. Peta ini dutamakan untuk menganalisa kegiatan manual dan berlangsung berulang-ulang seperti pada proses perakitan (*assembling*).

2.4 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik (*plant layout)* atau tata letak fasilitas (*fasilities layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut mencoba memanfaatkan luas area

(*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya.Dalam tata letak fasilitas ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen yang ada dari pabrik (*departemen layout*).

Suatu tata letak fasilitas yang baik, akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu sebagai berikut:Tujuan perancanan dan pengaturan tata letak pabrik:

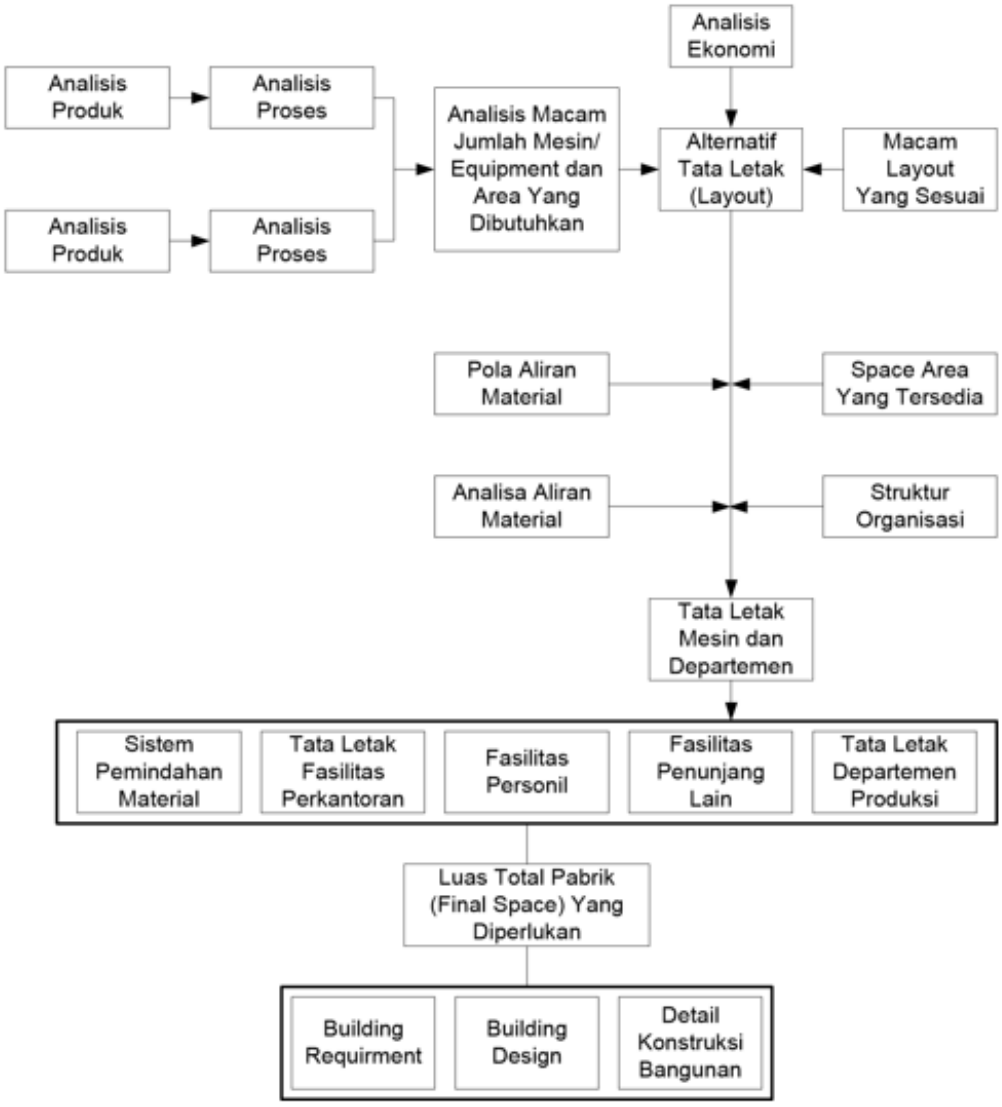
1. Meningkatkan *ouput* produksi
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)
3. Mengurangi proses pemindahan barang (*material handling*)
4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan servis
5. Pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja dan fasilitas produk lain
6. Mengurangi *inventory in-process*
7. Proses manufaktur yang lebih singkat
8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator
9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
10. Mempermudah aktifitas superfisi
11. Megurangi kemacetan dan kesimpangsiuran
12. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan memperngaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi

2.4.1 Langkah-Langkah Perancangan Tata Letak Fasilitas

Secara garis besar, langkah-langkah perancangan tata letak fasilitas memiliki prosedur seperti dalam Gambar 2.4 dan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Analisa Produk Adalah aktivitas untuk menganalisa macam dari jumlah produk yang harus dibuat dan didasarkan pada pertimbangan kelayakan teknis dan ekonomis.

2. Analisa Proses Adalah langkah untuk menganalisis macam dan urutan proses pengerjaan produksi/komponen yang telah ditetapkan untuk dibuat.
3. Analisa Pasar Merupakan langkah penting untuk mengidentifikasikan macam dan jumlah produk yang dibutuhkan. Informasi volum produk digunakan untuk menetapkan kapasitas produksi, yang pada gilirannya akan memberi keputusan tentang banyaknya mesin dan fasilitas produksi lainnya yang dibutuhkan.



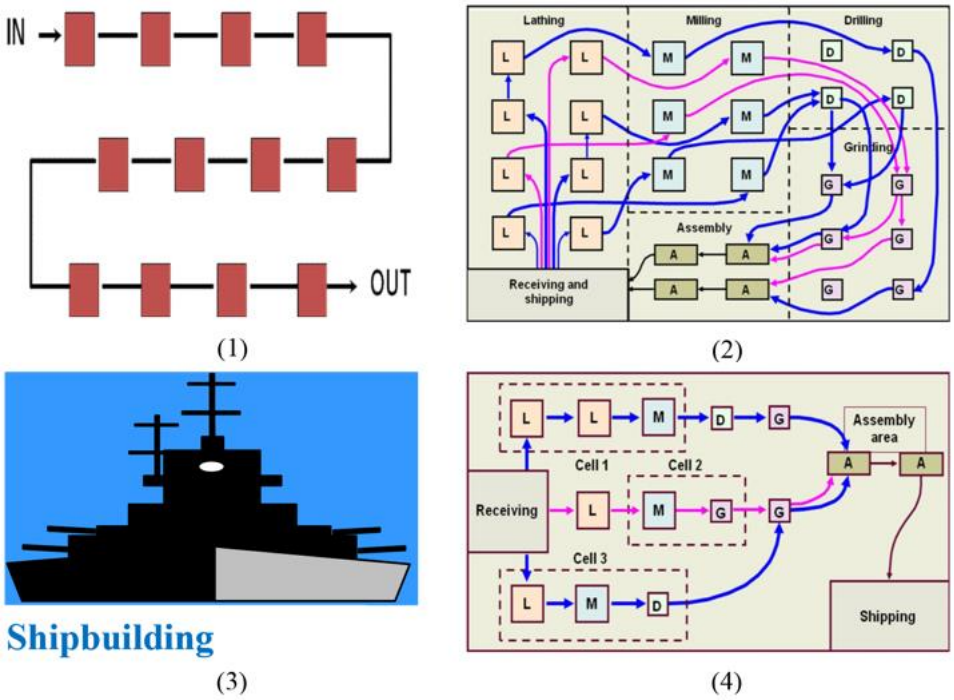
Gambar 2.4 Diagram Skematis Langkah Dasar Parancangan Tata Letak Pabrik

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

4. Analisa Macam & Jumlah Mesin/*Equipment* dan Luas Area Yang Dibutuhkan dengan memperhatikan volum produk yang harus dibuat, waktu standard untuk menghasilkan satu unit produk, jam kerja dan efisiensi mesin, maka jumlah mesin, termasuk juga jumlah operator yang diperlukan dapat ditentukan.
5. Pengembangan Alternatif Tata Letak (*Layout*) Dari mesin-mesin atau fasilitas produksi yang telah dipilih macam/jenis dan dihitung jumlah yang diperlukan maka persoalan yang dihadapi adalah bagaimana harus diatur tata letaknya di dalam pabrik.
6. Perancangan Tata Letak Mesin dan Departemen-Departemen Dalam Pabrik Hasil dari analisis terhadap alternatif *layout*, selanjutnya dipakai sebagai dasar pengaturan fasilitas fisik dari pabrik. Penetapan departemen-departemen penunjang (*office*, *storage*, *personel facilities*, *parking area*, dan lain-lain) serta pengaturan tata letak departemen masing-masing akan dilaksanakan pada kebutuhan, struktur organisasi yang ada dan derajat hubungannya.

2.4.2 Jenis-jenis Layout

1. *Product layout,* Tata letak jenis ini membentuk suatu garis mengikuti jenjang proses pengerjaan produksi suatu produk dari awal hingga akhir.
2. *Process layout*, Layout pada jenis tata letak berdasarkan proses memiliki bagian yang saling terpisah satu sama lain di mana aliran bahan baku terputus-putus dengan mesin disusun sesuai fungsi dalam suatu grup departemen.
3. *Fixed-position layout,* digunakan untuk proyek yang produknya tidak dapat dipindah
4. *Group Technology*, merupakan pengelompokan menjadi keluarga komponen dari barangbarang yang memiliki kesamaan desain atau karakteristik pabrikasi.



Gambar 2.5 Jenis-jenis *Layout*: (1) *product layout*; (2) *process layout*; (3) *fixed position layout*; (4) *Group Technology* (GT)

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

2.4.3 Sumber Informasi Perancangan Fasilitas Pabrik

1. Desain Produk:
    - *Gambar kerja*
    - *Assembly Charts*
    - *Parts list*
    - *Bills of Materials*
    - *Prototype*
2. Desain Proses
    - *Route Sheet*, atau *Operation Process Chart* (OPC)
3. Penjadwalan (*schedule design*)
    - Banyak produk yang harus dibuat
    - Kapan produk akan dibuat.

2.4.4 Penentuan Jumlah Mesin dan Luas Lantai Produksi

2.4.4.1 Menghitung Kebutuhan Mesin dan Operator

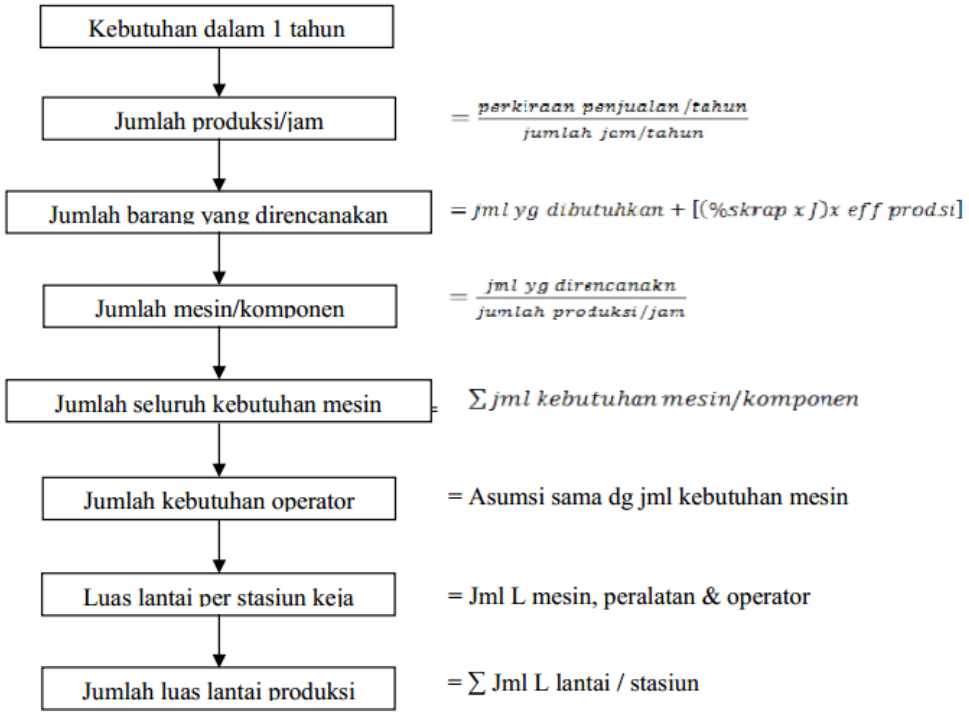
Dengan dasar *Multi Product Process Chart* (MPPC), dapat dihitung kebutuhan jumlah mesin yang diperlukan untuk melaksankan masing-masing operasi. Dimulai dari proses paling awal, dihitung waktu set up dan waktu proses, sehingga diketahui jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh mesin tersebut dalam 1 jam. Ada dua faktor yang dapat mempengaruhi laju produksi yang telah ditentukan.

Yang pertama adalah adanya *skrap* yang dihasilkan dari proses produksi dan yang kedua adalah efisiensi produksi. Faktor pertama, *skrap,* perlu diperhatikan dalam perhitungan jumlah bahan baku yang disiapkan. Dan faktor kedua efisiensi, perlu diperhatikan dalam perhitungan jumlah mesin yang diperlukan untuk memenuhi seluruh pesanan. Pertama perlu diberi kelonggaran untuk *skrap* yang akan terjadi pada setiap operasi pada setiap komponen, sehingga jika mencapai rakitan, akan tersedia jumlah produk yang diinginkan.

Untuk menentukannya, dimulai dari operasi paling akhir pada setiap komponen yang akan menghasilkan *skrap*, dan bekerja mundur ke operasi pertama. Dengan memasukkan *skrap* pada pada tiap operasi, jumlah produk yang dibutuhkan untuk komponen ini dapat dihitung. Mengingat bahwa setiap mesin tidak pernah bekerja dengan efisiensi 100% maka jumlah barang yang diproses, dihitung dengan memperhatikan efisiensi tiap-tiap mesin. Jumlah mesin yang dibutuhkan untuk memproduksi satu komponen dapat dihitung dari perbandingan jumlah produk yang direncanakan dibagi dengan jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh mesin tersebut dalam satu jam. Apabila jumlah mesin ditemukan dalam angka pecahan, angka tersebut tidak perlu dibulatkan.

Pembulatan jumlah mesin dilakukan untuk total kebutuhan mesin yang diperlukan untuk memporoses semua komponen. Jumlah mesin yang dibutuhkan menjadi dasar untuk menentukan jumlah operator yang diperlukan. Penentuan jumlah operator dapat dilakukan dengan melihat kondisi penanganan mesin. Dalam kondisi

mesin sudah terotomasi (*computerized*), seorang operator dapat menangani beberapa mesin sekaligus. Untuk kondisi mesin manual, seorang operator biasanya menangani satu mesin. Untuk kasus tertentu, diamana mesin yang digunakan berukuran besar, atau benda kerja yang diproses mempunyai ukuran besar atau diperlukan penanganan yang harus dilakukan oleh beberapa orang, maka dalam kasus ini, satu mesin ditangani oleh beberapa operator.



Gambar 2.6 Alur Penentuan Jumlah Mesin dan Luas Lantai Produksi

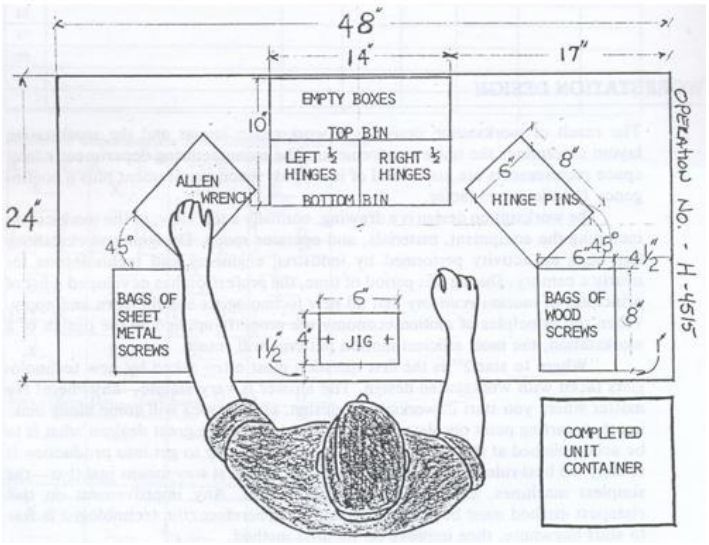
Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

2.4.4.2 Menghitung Kebutuhan Luas Lantai Produksi

Jumlah kebutuhan luas lantai produksi, dapat dihitung dengan menjumlahkan kebutuhan luas yang digunakan untuk meletakkan mesin, fasilitas penunjang maupun operator. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah tempat yang diperlukan untuk meletakkan benda kerja (komponen) baik sebelum diproses ataupun setelah diproses, cukup diletakkan di lantai, di rak atau meja kerja. Hal ini diperlukan mengingat seberapa luas tempat yang harus disediakan untuk menyimpan benda kerja tersebut.

Setelah luas lantai yang dibutuhkan untuk masing-masing stasuiun diketahui maka dapat dijumlahkan untuk mendapatkan total luas produksi. Kelongaran akan diberikan pada masing-masing stasiun, sehingga fasilitas-fasilitas yang diperlukan dalam satu stasiun kerja, dapat diletakkan dengan baik dan masih cukup ruangan untuk operator bergerak dari mesin, fasilitas maupun dalam aktivitas bekerja.

Kelonggaran masih akan diberikan untuk memberikan ruang gerak bagi *material handling* dan pergerakan operator. Untuk itu perlu dipikirkan jenis *material handling* yang akan digunakan, kereta dorong, *fork lift* atau manual. Hal ini akan berpengaruh dalam perencanaan penempatan stasiun kerja. Contoh penempatan stasiun kerja dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Skersa Penempatan Fasilitas Stasiun Kerja

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

2.4.4.3 Analisa Aliran Material

Analisa aliran material (*flow of materials*) berkaitan dengan usaha-usaha pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan perpindahan material diantara departemen-departemen atau aktifitas-aktifitas. Peta yang umum digunakan untuk melakukan analisis ini yaitu *String diagram, Multi-column process charts*, *From-to chart* dan *Process chart*

From-to chart merupakan teknik yang paling sering digunakan untuk perancangan tata letak fasilitas dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 kemudian dipetakan seperti pada Gambar 2.8 . Angka-angka yang ada dalam *from-to chart* menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, volum atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini.

Tabel 2.1 Aliran proses 5 buah komponen

Part	Routing (Operation Sequence)
1	R A B D C F S
2	R B D C A S
3	R E F B A C D S
4	R F A C D S
5	R C A D S

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

Tabel 2.2 Data Jumlah dan Berat Komponen

Part	Jumlah/hari	Berat (pound)	Total Berat (pound)	Derajat kepentingan
1	2	0.5	1	1
2	2	9	18	18
3	2	0.5	1	1
4	2	15	30	30
5	2	3.75	7.5	7.5

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

FROM \ TO	R	A	B	C	D	E	F	S	T	P.P
R		1 (1)	18 (36)	7.5 (22.5)		1 (5)	30 (180)		57.5	244.5
A			1 (1)	31 (62)	7.5 (22.5)			18 (108)	57.5	193.5
B		1 (2)			19 (38)				20	40
C		25.5 (102)			31 (31)			1 (3)	57.5	136
D				19 (38)				38.5 (115.5)	57.5	153.5
E							1 (1)		1	1
F		30 (300)	1 (8)					1 (1)	32	309
S									-	-
T		57.5	20	57.5	57.5	1	32	57.5	283	1077.5
P.P										

P.P : Penalty Points

Gambar 2.8 Skema From to Chart

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

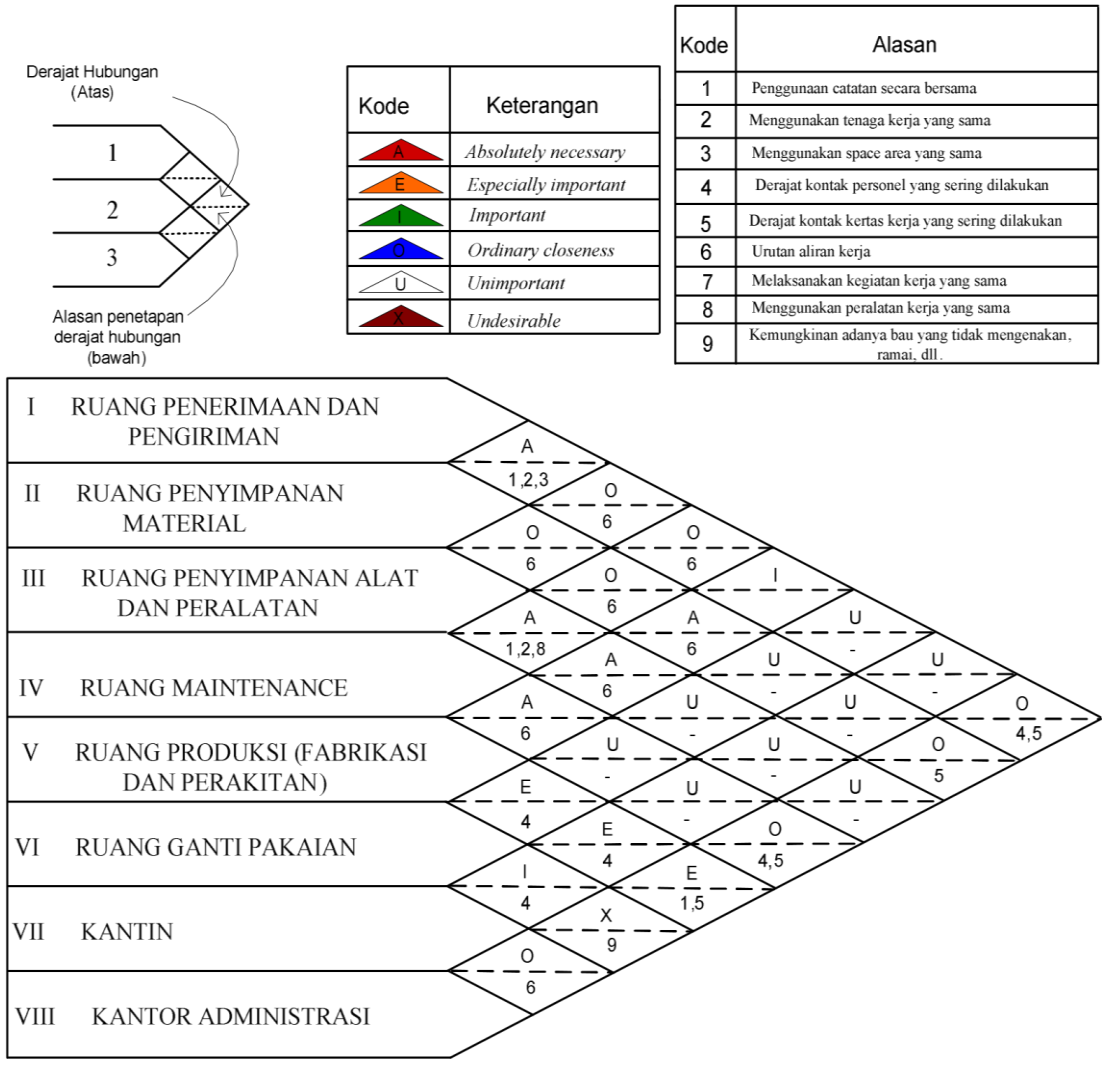
2.4.4.4 *Activity Relationship Analysis*

Activity Relationship Chart (ARC) dipakai untuk analisa layout berdasarkan pertimbanganpertimbangan yang bersifat kualitatif. ARC menggantikan angka-angka kuantitatif seperti dalam from to chart dengan suatu penilaian mengenai derajat keterdekatan (*closeness*) antara departemen satu dengan departemen lain dapat dilihat pada Gambar 2.9.

2.4.4.5 Perancangan *Layout*

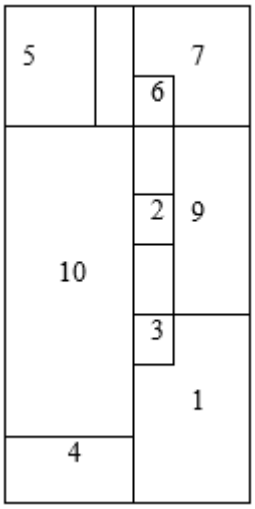
Space Relationship Diagram (SRD) merupakan kombinasi antara kebutuhan luasan dan *Activity Relationship Diagram.* Untuk mendesain alternatif *layout* dengan cara memperhatikan *Space Relationship Diagram* dan melakukan modifikasi seperlunya berdasarkan batasan-batasan dan pertimbangan-pertimbangan khusus lainnya. Desain *layout* secara umum dapat ditunjukkan dalam bentuk *Block Plan*. *Block*

Plan merupakan diagram blok dengan skala tertentu yang mempresentasikan bangunan dan normalnya juga menunjukkan lokasi dari dinding-dinding penyekat yang memisahkan blok satu dengan blok lainnya dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.9 ***Activity Relationship Chart***

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas



Gambar 2.10 Bentuk *Block Plan*

Sumber: Modul Perancangan Tata Letak Fasilitas

2.4.4.6 Pembuatan Detail Rancangan *Layout*

Layout yang secara fungsional efektif adalah *layout* yang didalam aplikasinya juga menyebabkan aktivitas material handlingnya bisa berlangsung secara efisien. Untuk mempresentasikan rancangan *layout*, dapat dibuat dengan memakai salah satu metode berikut ini: 1. Gambar atau sketsa 2. *Two dimensional iconic models* (*template*) 3. *Three-dimensional iconic models*.

2.5 Standarisasi Kerja

Merupakan prosedur kerja pembuatan suatu produk pada *workstation*, mencantumkan cara melakukan proses produksi yang paing efektif sesuai urutan tanpa *muda* (pemborosan), mengumpulkan pekerjaan, dan memfokuskan gerakan manusia. (Toyota Production System, 1995)

Standarisasi kerja merupakan pilihan terbaik dalam tujuan meningkatkan kualitas secara total, *cost reduction*, *safety*, produktifitas, dll dengan cara menggabungkan faktor manusia, barang dan peralatan secara paling efektif berdasarkan kondisi saat ini. Selain itu juga merupakan suatu cara untuk menekan produksi yang berlebih dengan melakukan produksi secara *just in time*. Standarisasi

kerja juga merupakan tools paling efektif untuk dalam *kaizen*. Kondisi awal pada standarisasi:

1. Pekerjaan (kondisi pada saat *set up*)
    a) Fokus pada gerakan manusia
    b) Pekerjaan yang berulang-ulang

2. Peralatan (kondisi pada saat handling/pengangkutan)
    a) Trouble mesin/peralatan yang sedikit
    b) Feksibilitas gerakan line yang terbatas

3. Kualitas (kondisi pada saat handling/pengangkutan)
    a) *Trouble* kualitas proses yang terbatas
    b) *Baratsuki* (ketidakteraturan) keakuratan yang terbatas

Standarisasi pada dasarnya merupakan aktualisasi dari sistem produksi untuk melaksanakan prinsip dasar TPS (Toyota Production System), serta menjadi standar untuk mengukur *quality*, *cost reduction* dan *safety*. Terdapat 3 unsur penting yang saling mendukung, dimana semuanya tidak akan berjalan dengan baik ketika satu saja unsur tidak terpenuhi. Unsur tersebut adalah:

- Penghitungan *Takt time*

  Takt time merupakan waktu yang dituntut untuk membuat 1 unit produk

$$Takt\ Time = \frac{\text{Waktu kerja per } shift \text{ / gilir}}{\text{Jumlah produksi per } shift}$$

Takt time aktual adalah *takt time* yang dihitung dengan produksi waktu kerja murni, tetapi jika dibutuhkan waktu untuk *handling*/pengangkutan ataupun *set up time*, *takt time* ditetapkan dengan waktu yang tidak fix. *Cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan menurut urutan kerja yang telah ditentukan untuk proses yang ditangani oleh satu operator.

- Urutan Kerja

  Pada pemrosesan dan *assembly* barang, operator melakukan pekerjaan dengan urutan yang efektif seperti mengangkut barang, memasang ke mesin, dan melakukan proses.

- *Standart in process stock*

  Standart in process stock merupakan *supply* minimum material in yang ditetapkan di dalam proses agar pekerjaan dapat dilakukan sesuai prosedur kerja sehingga pekerjaan teratur secara berulang sesuai prosedur kerja. Standarisasi kerja terbagi menjadi 3 tipe dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Type Standarisasi Kerja

	Type I	**Type II**	**Type III**
PROCESS	Digunakan pada proses kerja yang menggabungkan pekerjaan standar berulang-ulang dengan 3 elemen penting (Takt time, urutan kerja, dan standar in process stock)	Digunakan untuk jumlah pekerjaan yang sulit dituliskan jumlah kombinasi kerja yang dilakukan 1 orang dalam 1 menit pada satu pekerjaan yang takt time-nya dapat dihitung	Digunakan pada pekerjaan yang tidak berulang
POINT	Takt time di-setting dengan jelas. Idealnya: *takt time = cycle time*	Takt time di-setting dengan jelas. Idealnya: *takt time = cycle time*	Idealnya: Jumlah *Loading total = Schedule time*
NOW	• *Line Capacity Sheet* • *TSKK* • *TSK*	• *Step Sheet* • *TSKK* • *Yamazumi Chart* • *Work Elemen Sheet*	• *Step Sheet* • *Yamazumi Chart* • Tabel Analisa Operasi

Sumber: *Kaizen* Standarisasi Kerja. Hal.46

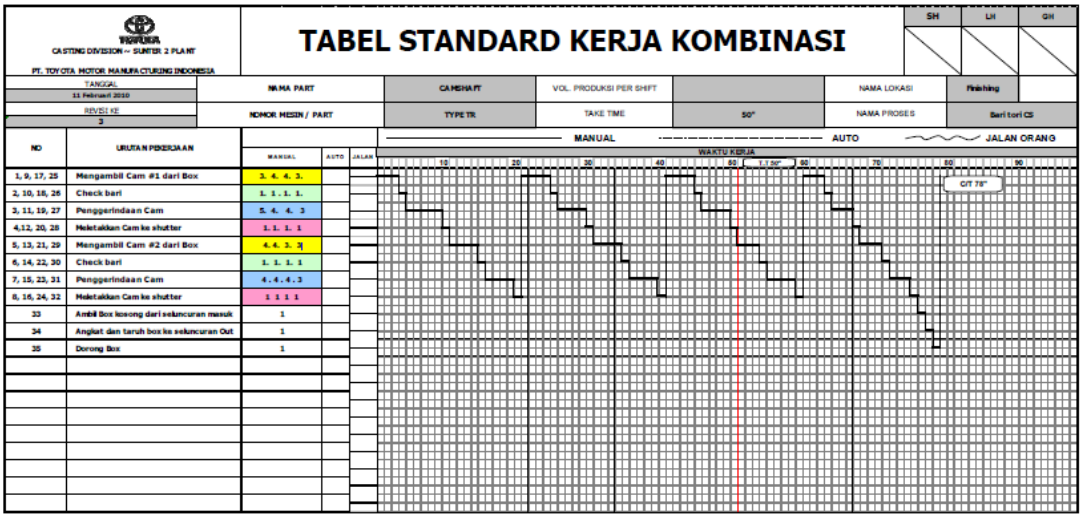
- Standarisasi Kerja *Type* I

  Proses yang menggabungkan standarisasi kerja yang berulang dengan memperhitungkan 3 elemen penting (*takt time*, urutan kerja, dan *standard in*

process stock), sehingga menghasilkan Tabel standarisasi Kapasitas Produksi (*Line Capacity Sheet*) dan Tabel Standar kombinasi Kerja (TSKK).

Line Capacity Sheet merupakan tabel yang berisi kemampuan proses dan produksi dalam memproses *Part*/komponen pada tiap-tiap proses (OP). Tabel ini berisi tentang wakutu pengiriman otomatis oleh mesin atau peralatan, pekerjaan manual, dll serta dapat mengetahui kemampuan proses untuk setiap mesin atau alat.

Tabel standarisasi kapasitas produksi diatas akan menjadi dasar pada saat pembuatan TSKK. TSKK merupakan instruksi kerja yang menggambarkan gabungan antara gerakan manusia dengan mesin didalam *cycle time* (kurun waktu), yang menggambarkans seberapa arah kerja, dan bagaimana urutan kerja dilakukan. Urutan dan waktu kerja yang ditampilkan dalam Table Standar Kerja Kombinasi (TSKK) dapat dilihat pada Gambar 2.11 iini akan mudah dimengerti, serta berfungsi untuk menemukan *bottle neck* (proses bermasalah) pada lini produksi. Untuk itu tabel ini sangat membantu untuk melihat point-point yang diperlukan untuk melakukan *kaizen*.



Gambar 2.11 Lembar Tabel Standar Kerja Kombinasi

Sumber: (Taiichi, 1995)

2.6 *Line Balancing*

Tujuan *line balancing* adalah untuk memperoleh suatu arus produksi yang lancar dalam rangka memperoleh utilisasi yang tinggi atas fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antar *work station*, dimana setiap elemen tugas dalam suatu kegiatan produk dikelompokkan sedemikian rupa dalam beberapa stasiun kerja yang telah ditentukan sehingga diperoleh keseimbangan waktu kerja yang baik. Permulaan munculnya persoalan line balancing berasal dari ketidak seimbangan lintasan produksi yang berupa adanya *work in process* pada beberapa workstation.

Persyaratan umum yang harus digunakan dalam suatu keseimbangan lintasan produksi adalah dengan meminimumkan waktu menganggur (*idle time*) dan meminimumkan pula keseimbangan waktu senggang (*balance delay*). Sedangkan tujuan dari lintasan produksi yang seimbang adalah sebagai berikut:

1. Menyeimbangkan beban kerja yang dialokasikan pada setiap *workstation* sehingga setiap *workstation* selesai pada waktu yang seimbang dan mencegah terjadinya *bottleneck*. *Bottleneck* adalah suatu operasi yang membatasi output dan frekuensi produksi.
2. Menjaga agar pelintasan perakitan tetap lancar.
3. Meningkatkan efisiensi atau produktifitas. Penyeimbangan lintasan memerlukan metode tertentu yang sistematis. Metode penyeimbngan lini rakit yang biasa digunakan antara lain:
    1) Metode formulasi dengan program sistematis
    2) Metode *Kilbridge-Wester Heruistic*
    3) Metode *Helgeson-Birnie*
    4) Metode *Moodie Young*
    5) Metode *Immediate Update First-Fit Heruistic*
    6) Metode *Rank And Assign Heruistic*

Syarat dalam pengelompokan stasiun kerja adalah memiliki hubungan dengan proses terdahulu, jumlah stasiun kerja tidak boleh melebihi jumlah elemen kerja dan

waktu siklus lebih dari atau sama dengan waktu maksimum dari tiap waktu di stasiun kerja dari tiap elemn pengerjaan.

2.7 *Machining Center*

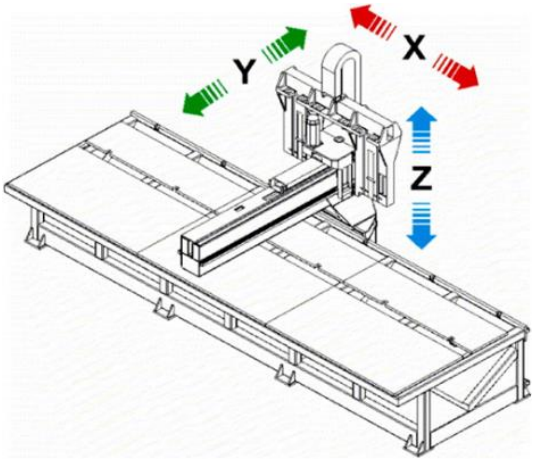
Disebut *Machining Center* karena mesin tersebut mampu mengerjakan berbagai macam proses dalam (Sethi & Sethi, 1990) diantaranya proses *bor,milling,tap* dll. Berdasarkan arah gerakan tool terhadap benda kerjanya ,terdapat 2 tipe *machining center*, yaitu *vertical & horizontal machining center*.

- *Vertical process machining center* adalah proses *machining* dimana gerakan *machining* dari atas ke bawah (*vertical)*
- Horizontal process *machining center* adalah proses *machining* dimana gerakan *machining* mendatar (*horizontal),* maju-mundur, kanan-kiri.

Beberapa unsur penting pada *machining center* adalah:

2.7.1 Linear Axis

Gambar 2.12 menggambarkan sumbu yang bergerak secara linear. Umumnya mesin machining center mempunyai 3 sumbu linear, yaitu X,Y dan Z axis. Pergerakan dari 3 sumbu tersebut adalah *orthogonal* dilihat dari Gambar 2.12.

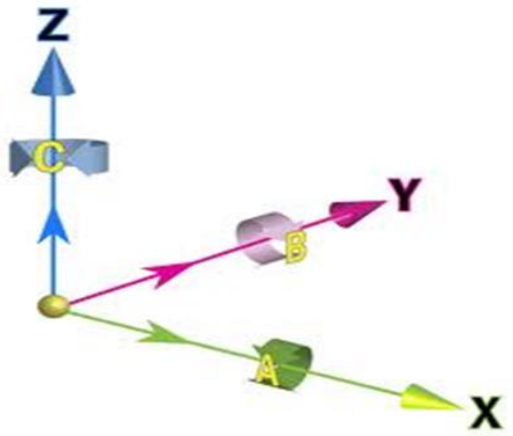


Gambar 2.12 Linear Axis

Sumber: (H.K. Shivanand, 2008)

2.7.2 Rotation Axis

Rotation Axis Adalah sumbu yang bergerak secara *rotary* (berputar). Pergerakan putar bisa di lakukan 1^0 , untuk mesin *Machining center* tipe terbaru bisa di gerakkan 0.1^0. Sedangkan kepresisian gerakan rotasi *axis* umumnya 0.001^0 digambarkan pada Gambar 2.13.

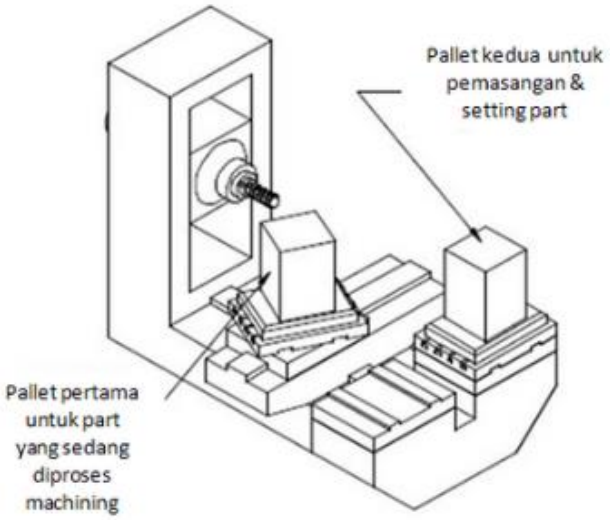


Gambar 2.13 Rotasi Axis

Sumber: (H.K. Shivanand, 2008)

2.7.3 *Automatic Pallet Change* (APC)

APC merupakan singkatan dari *Automatic Pallet change*. Artinya penggantian *pallet* di lakukan secara otomatis. Untuk proses APC, harus ada 2 pallet, 1 pallet berada di dalam mesin dan yang lain ada di luar mesin. Untuk *pallet* yang berada di luar mesin di gunakan untuk memasang dan setting benda kerja yang belum di proses, sedangkan *pallet* yang ada di dalam mesin di gunakan untuk memproses benda kerja. Jika benda kerja selesai di setting di *pallet* yang ada di luar dan benda kerja yang ada di dalam mesin sudah di proses, maka APC dapat di lakukan. Artinya *pallet* yang ada di luar mesin masuk ke dalam mesin dan *pallet* yang ada di dalam mesin keluar secara otomatis ditunjukkan oleh Gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Automatic Pallet Change*

Sumber: (H.K. Shivanand, 2008)

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang menjadi bahan referensi dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

NO	PENELITIAN	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN
1	Joko Yulianto, Tanti Octavia (2013)	*Value Stream Mapping* sebagai Alat Identifikasi *Waste* pada PT.X untuk Departemen A	Mengetahui Letak Waste pada PT.X dan memberikan usulan perbaikan yang dapat mengurangi *waste.*	*Lean Manufacturing, Value Stream Mapping*
2	Sutrimo Wigjosoebroto, Arief Rahma, Yuri Andriana (2015)	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode *Systematic Planning Layout*.	Memininalkan jarak perpindahan material (*material handling*) dan *cycle time*	*Systematic Layout Planning, Line Balancing,* Corelap, Flap dan Simulasi-arena

NO	PENELITIAN	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN
3	David Setyawan, Stefanus Soegiharto, Jerry Agus (2012)	Perbaikan Sistem Produksi dengan Metode Line Balancing pada Perusahaan Pembuatan Mesin Pertanian PT Agrindo di Gresik	Memperbaiki proses-proses produksi yang mengalami bottleneck dengan menyeimbangkan setiap lintasan produksi.	*Line Balancing*
4	Waurzyniak, Patrick (2008)	*Lean Manufacturing Wins FOR METALWORKS*	*To know how the metal furniture builder cut waste, improved manufacturing proccesses, and won the Singo Prize.*	*Lean manufacturing*
5	Dudlicek,James (2005)	*QCDSM-azing*	*Teamwork makes things tick at* Perry's Akon,N.Y *plant*	*Bussiness Lean Expert* (QCDSM)
6	Ardini Irma Dewi, Mochamad Choiri, Remba Yanuar Efranto (2013)	Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Hasil Simulasi Proses Produksi Rokok (*Case Study* PT. Bayi Kembar Malang)	Memberikan rekomendasi tata letak yang paling optimal	*Systematic Layout Planning*, Simulasi
7	Willem Sidharno, Toriq A. Ghuzdewan (2010)	Analisa Tata Letak dan Aliran Bahan Pada Proyek Kontruksi	Memberikan rekomendasi tata letak yang paling optimal	Tata Letak, Simulasi CRAFT, WinQSB

NO	PENELITIAN	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN
8	Yayan Indrawan, Ni Luh Putu Hariastuti (2013)	Minimalisasi *Bottleneck* Proses Produksi dengan Menggunakan Metode Line Balancing	Meminimalisasi *Bottleneck* pada Proses Produksi	*Line Balancing*

Sumber: Studi Pustaka

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk melakukan kegiatan ilmiah berupa penelitian secara hati-hati, kritis, terencana, sistematis, dan terarah. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang sesuai atau relavan untuk memecahkan permasalahan.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif, subuah studi unutk mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaaan terdahulu. Penelitian yang dilakukan terhadap suatu permasalahan yang ada dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Penelitian dilakukan untuk mencari fakta-fakta yang jelas tentang proses produksi yang optimal dan kondisi perusahaan.

3.2 Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian yaitu data primer yang merupakan data yang diperoleh dari divisi *Machine Shop* pada PT. Bakrie Autoparts yang menjadi tempat penelitian. Data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif.

- Data Kuantitatif
  a) *Lead time* produksi produk pada Line 4
  b) Waktu permesinan untuk masing-masing mesin produksi
  c) *Cycle time* untuk setiap proses operasi
  d) Ukuran mesin yang digunakan dalam proses operasi
  e) Luas daerah yang dibutuhkan dalam melakukan *relayout*
- Data Kualitatif
  a) Dokumen umum perusahaan berupa profil perusahaan dan alur proses produksi produk pinion.

b) *Proses supply chain management* PT. Bakrie Autoparts
c) Tata letak *Maching Shop* PT. Bakrie Autoparts

3.2.2 Sumber Data

Sumber data sebagai pendukung dalam penulisan Tugas Akhir ini diperoleh dari institusi dimana penelitian dilakukan. Data kuantitatif diperoleh dari dokumen/arsip perusahaan bagian produksi tepatnya pada divisi *Machining Shop* dan bagian personalia. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari wawancara dan pengamatan langsung diperusahaan.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian adalah dimulai dengan melakukan penelitiaan dari penelitian terdahulu hingga pengambilan kesimpulan. Langkah-langkah tersebut diuraikan pada Gambar 3.1.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam rangka melakukan penelitian guna memecahkan masalah yang ada didalam perusahaan, penulis memerlukan data-data yang akurat serta terpercaya yang dapat mendukung pemecahan masalah yang ada. Untuk itulah penelitian ini sangat membutuhkan data yang relavan, akurat dan terpercaya. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.4.1 Studi Pustaka

Studi pustaka merupaka pengumpulan informasi serta data-data teoritis dengan mempelajari buku-buku, jurnal serta sumber lain yang berhubungan dengan metode penellitian yang digunakan

3.4.2 Observasi Langsung

Metode observasi merupakan teknik pengumpulan data, dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan (Riduwan, 2004). Penulis melakukan obsrevasi langsung pada *Line* produksi pinion dengan mengamati aktifitas operator dalam melakukan

analisis *time study* sebagai bahan analisis awal dalam melakukan perancangan tata letak.

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4.3 Wawancara Terstruktur

Wawancara menutut Nazir (1988) adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatapan muka antara si

penanya atau pewawancara dengan si penjawab atau responden dengan mengguankan alat yan dinamakan *interview guide* (paduan wawancara).

3.5 Metode Analisis dan Pengolahan Data

Metode yang digunakan dalam melakuakan peneltian ini adalah metode *Quality Control Circle* (QCC) dengan 8 tahap yang dilalui:

3.5.1 Menentukan Tema

Tahap awal dalam rangka memulai sebuah penelitian adalah menentukan tema. Tema *improvement* ditetapkan oleh sekelmpok orang dalam sebuah organisasi dari kejadian atau masalah yang perlu ditanggulangi oleh QCC yang diambil dari masalah yang berkembang di lingkungan kerja QCC. Cara penentuan tema bisa dilakukan 2 cara yaitu cara pertama mengambil salah 1 masalah tema yang menjadi prioritas dari beberapa masalah yang ada di lokasi kerja circle. Atau cara kedua yaitu mengambil 1 masalah (tema) yang ada di lokasi kerja circle yang menjadi kesepakatan dari semua anggota circle

3 5.2 Menentukan Target

Dalam sebuah penelitian tentunya dibuat tujuan yang akan dicapai untuk dijadikan sebagai parameter keberhasilan. Tujuan tesebut harus SMART (*spesific*, *measurable,achieveable, relevant,* dan *time based*). Tujuan harus spesifik yang artinya penyelesaian permasalahan harus spesifik dan tidak melebar sehingga penyelesaian akan tepat dan tidak menyimpang. *Measurement* yang artinya parameter tujuan bisa diperhitungkan, *Achievable* artinya tujuan mungkin untuk tercapai, *Relevant* artinya masuk di akal dan *Time-based* artinya dapat tercapai dengan batas waktu tertentu.

3.5.3 Menganalisis Kondisi Awal

Analisis kondisi awal dilakukan dengan cara melakukan genba atau terjun langsung ke lapangan menganalisis keadaan aktual yang dihadapi oleh operator dalam line produksi pinion. Dalam pembahasan topik penelitian, analisis dilakukan dengan melakukan *time study* yaitu mengamati elemen-elemen aktifitas kerja operator line

pinion dan menghitung waktu dari setiap elemen kerja yang dikerjakan dengan persyaratan jumlah sample yang ditetapkan. Tahap melakukan *time study* adalah:

1. Menjelaskan informasi mengenai proses operasi dan tujuan operasi yang akan dilakukan study
2. Menjabarkan proses operasi secara detail kedalam elemen-elemen dan catat deskripsi metode dengan lengkap
3. Melakukan observasi dan catat waktu yang dihabiskan operator untuk setiap elemen kerja
4. Menentukan jumlah *sample* yang dibutuhkan dalam time study
5. Menghitung *rate performance* operator
6. Meelakukan *testing* apakah jumlah sample yang diambil memenuhi syarat Kecukupan data atau tidak
7. Menentukan *time allowance*
8. Menentukan waktu standar untuk operator

Pada akhir analisis, diketahui *lead time* produksi dan dianalisis *kegiatan value added* dan *non value added* menggunakan salah satu tools dari *Lean Manufacturing* yaitu *Value Stream Mapping* (VMS).

3.5.4 Analisis Sebab Akibat

Setelah mengetahui kondisi awal permasalahan, jabarkan penyebab-penyebab dari permasalahan untuk mengetahui penyebab terbesar dari permasalahan. Dalam menentukan penyebab permasalahan adalah dengan dengan teknik sumbang saran yang melibatkan semua anggota circle. Alat yang biasa digunakan adalah *fishbone*/diagram Tulang Ikan (Ishikawa) yaitu diagram yang menggambarkan kepala ikan sebagai permasalahan dan tulang ikan sebagai penyebab permasalahan. Selanjutnya dilakukan pemilihan penyebab yang paling mungkin (dominan) di antara semua penyebab yang ada. Jika penyebab-penyebab tersebut pengaruhnya bisa dikuantitatifkan, maka bisa menggunakan diagram *pareto* dan diagram tebar sehingga dapat ditentukan penyebab yang berpengaruh paling besar terhadap masalah. Jika penyebab-penyebab tersebut

pengaruhnya tidak bisa dikuantitatifkan (kualitatif), pemilihan penyebab yang dominan bisa dilakukan melalui kesepakatan yang melibatkan semua anggota *circle*.

3.5.5 Rencana Penanggulangan

Langkah ini bertujuan mencari pemecahan untuk menghilangkan semua penyebab (penyebab yang dominan) yang sudah ditentukan sebelumnya. Merencanakan langkah perbaikan di dalam QCC dapat ditentukan dengan teknik sumbang saran (penyampaian ide) dari semua anggota *circle* melalui pengalaman prakatis dan akademis yaitu melakukan studi literarur teori-teori yang berkembang dalam dunia akademik dengan tetap mengacu pada pemilihan langkah perbaikan yang paling efektif dan efisien. Untuk tambahan materi perbaikan bisa dilakukan. Untuk memudahkan penjabarannya, merencanakan langkah perbaikan bisa mengguknakan prinsip 1H-5W yaitu *How*, *What*, *Why*, *Where*, *Who*, dan *When*. Dalam tahap ini diharapkan akan memberikan alternatif pemecahan masalah berupa alternatif tata letak. Untuk itu dalam menganalisis alternatif tata letak, metode yang digunakan adalah *Systematic Layout Planning* dan *Line balancing*.

3.5.6 Penganggulangan

Tahap penanggulangan dilakukan dengan menentukan alternatif terbaik dari alternatif-alternatif yang diremendasikan dengan menganalisis waktu *value added*, waktu menunggu, waktu transportasi, jumlah raw material, jumlah finish good dan jumlah WIP dalam menentukan tata letak yang palng optimal serta melakukan implementasi *relayout*. Dalam pelaksanaan perbaikan ini sangat dibuthkan tanggungjawab dari semua pihak yang terkait untuk bertanggungjawab dengan tugas masing-masing anggota circle agar bisa diselesaikan sesuai dengan waktu yang disepakati.

3.5.7 Evaluasi Hasil

Setelah melakukan implementasi *relayout*,hasil dari improvement yang dilakukan evaluasi hasil. Cara mengevaluasi hasil perbaikan ini bisa dilakukan dengan membandingkan kondisi masalah sebelum perbaikan dan kondisi masalah setelah

perbaikan atau dengan membandingkan data yang menggambarkan masalah sebelum perbaikan dan data yang menggambarkan setelah perbaikan dengan menggunakan metode *lean bussines expert* yaitu *Quality, Safety, Cost, Delivery, Morale, Productivity* dan *Environment*.

3.5.8 Standarisasi dan Tindak Lanjut

Setelah permasalahan diselesaikan menggunakan implementasi perbaikan-perbaiakan yang diusulkan, langkah berikutnya perlu dibuatkan standarisasi yang bisa dijadikan acuan kerja di lokasi kerja *circle* dan ditujukan pula untuk mencegah masalah yang muncul sebelumnya akan terulang lagi. Standarisasi yang dibuat bisa meliputi standar untuk cara kerja (metode), manusia (operator/mekanik), material, mesin dan lingkungan kerja. Setelah melakukan proses *improvement*, tentunya akan muncul peluang improvement baru yang terkait ataupun tidak dalam sistem untuk dilanjutkan sebagai proyek improvement selanjutnya sehingga tujuan perusahaan yaitu melaksanakan *continuous improvement* tetep berjalan sebagai prinsip perusahaan.