

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioethanol

Bioethanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Dalam buku ini akan dibahas tentang karakterisasi bioethanol, prospek bioethanol, manfaat dan kebutuhan nasional serta peluang pasarnya. Pembahasan lebih fokus pada proses pembuatan bioethanol dari mulai penyediaan bahan baku, proses, aspek fermentasi sampai pada pengawasan mutunya. Bahan baku meliputi bahan baku sumber gula diantaranya adalah molases dan nira, bahan baku sumber pati yaitu ubikayu, jagung serta ubi-ubian lain, serta bahan baku sumber serat (lignoselulosa) diantaranya tongkol jagung, sekam dan sebagainya.

2.2 Bioethanol PT.Enero

PT. Energi Agro Nusantara merupakan anak perusahaan PTPN X yang menghasilkan ethanol fuel grade dengan konsentrasi 99,95% untuk campuran BBM (Bahan Bakar Minyak) yang ramah lingkungan atau *green technology*.

2.2.1 Keunggulan Bioethanol

Adapun 3 keunggulan dari produk Bioethanol ini yaitu:

1. Nilai oktan yang tinggi menyebabkan campuran bahan bakar terbakar tepat pada waktunya sehingga tidak menyebabkan fenomena knockin.
2. Emisi gas buang tidak begitu berbahaya bagi lingkungan salah satunya gas

CO₂ yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan untuk proses fotosintesa serta emisi NO yang rendah.

3. Efisiensi tinggi dibanding bensin.

2.2.2 Kekurangan Bioetanol

Adapun 2 kekurangan dari produk Bioetanol ini yaitu:

1. Memerlukan modifikasi mesin jika ingin menggunakan bioethanol murni pada kendaraan.
2. Bisa terjadi kemungkinan ethanol mengeluarkan emisi polutan beracun.

2.3 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Dengan demikian yang dimaksud dengan sistem produksi adalah merupakan suatu gabungan dari beberapa unit atau elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan tertentu. Beberapa elemen tersebut antara lain adalah produk perusahaan, lokasi pabrik, letak dari fasilitas produksi, lingkungan kerja dari para karyawan serta standart produksi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut. Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah input menjadi output yang dapat dijual dengan harga kompetitif dipasar. (Ahyani,2012:8)



Gambar 2.1 Bagan Sistem Produksi

Secara bagan skematis sederhana, sistem produksi dapat digambarkan seperti dalam Gambar 2.1 tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah *input*, *proses* dan *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*).

Sistem produksi merupakan kesimpulan dari subsistem subsistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan. Berikut hasil sampingannya seperti limbah, informasi, dan sebagainya (Nasution, 2012).

Sistem produksi bertujuan untuk merencanakan dan mengendalikan produksi agar lebih efektif, produktif dan optimal. *Production Planning and Control* merupakan aktivitas dalam *system* produksi.

2.3.1 Ruang Lingkup Sistem Produksi

Ruang lingkup Sistem Produksi Dalam dunia industri manufaktur apapun akan memiliki fungsi yang sama. Fungsi atau aktifitas-aktifitas yang ditangani oleh departement produksi secara umum adalah sebagai berikut :

1. Mengelolah pesanan (*order*) dari pelanggan. Para pelanggan memasukkan pesanan-pesanan untuk berbagai produk. Pesanan-pesanan ini dimasukkan dalam jadwal produksi utama, ini bila jenis produksinya *made to order*.
2. Meramalkan permintaan. Perusahaan biasanya berusaha memproduksi secara lebih independent terhadap fluktuasi permintaan. Permintaan ini perlu diramalkan agar skenario produksi dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan tersebut. Permintaan ini harus dilakukan bila tipe produksinya adalah *made to stock*.
3. Mengelolah persediaan. Tindakan pengelolaan persediaan berupa melakukan transaksi persediaan, membuat kebijakan persediaan pengamatan, kebijakan kuantitas pesanan/ produksi, kebijakan frekuensi dan periode pemesanan, dan mengukur performansi keuangan kebijakan yang dibuat.
4. Menyusun rencana agregat (penyesuaian permintaan dengan kapasitas). Pesanan pelanggan dan atau ramalan permintaan harus dikompromikan dengan sumber daya perusahaan (fasilitas, mesin, tenaga kerja, keuangan dan lain- lain). Rencana agregat bertujuan untuk membuat skenario pembebanan kerja untuk mesin dan tenaga kerja (reguler, lembur, dan subkontrak) secara optimal untuk keseluruhan produk dan sumber daya secara terpadu (tidak per produk).
5. Membuat jadwal induk produksi (JIP). JIP adalah suatu rencana terperinci mengenai apa dan berapa unit yang harus diproduksi pada suatu periode tertentu untuk setiap item produksi. JIP dibuat dengan cara (salah satunya) memecah (*disagregat*) ke dalam rencana produksi (apa, kapan, dan berapa) yang akan

direalisasikan. JIP ini akan diperiksa tiap periodik atau bila ada kasus. JIP ini dapat berubah bila ada hal yang harus diakomodasikan.

6. Merencanakan Kebutuhan. JIP yang telah berisi apa dan berapa yang harus dibuat selanjutnya harus diterjemahkan ke dalam kebutuhan komponen, sub assembly, dan bahan penunjang untuk menyelesaikan produk. Perencanaan kebutuhan material bertujuan untuk menentukan apa, berapa, dan kapan komponen, subassembly dan bahan penunjang harus dipersiapkan. Untuk membuat perencanaan kebutuhan diperlukan informasi lain berupa struktur produk (*bill of material*) dan catatan persediaan. Bila hal ini belum ada, maka tugas departement PPC untuk membuatnya.

7. Evaluasi skenario pembebanan dan kapasitas. Bila realisasi tidak sesuai rencana agregat, JIP, dan Penjadwalan maka dapat diubah/ disesuaikan kebutuhan

Untuk jangka panjang, evaluasi ini dapat digunakan untuk mengubah (menambah) kapasitas produksi.

8. Fungsi tersebut dalam praktik tidak semua perusahaan akan melaksanakannya. Ada tidaknya suatu fungsi ini diperusahaan, juga ditentukan oleh teknik/ metode perencanaan dan pengendalian produksi (sistem produksi) yang digunakan perusahaan (Purnomo; 2011).

9. Melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi. Penjadwalan ini meliputi urutan pengerjaan, waktu penyelesaian pesanan, kebutuhan waktu penyelesaian, prioritas pengerjaan dan lain-lainnya.

10. Monitoring dan pelaporan pembebanan kerja dibanding kapasitas produksi. Kemajuan tahap demi tahap simonitor untuk dianalisis. Apakah pelaksanaan sesuai dengan rencanan yang dibuat.

Perencanaan sistem	Sistem pengendalian	Sistem informasi
• Perencanaan	• Pengendalian proses	• Struktur
• Perencanaan lokasi	• Pengendalian bahan	• Produksi atas
• Perencanaan letak	• Pengendalian tenaga	• Produksi untuk
• Perencanaan	• Pengendalian biaya	
• Perencanaan standar	• Pengendalian kualitas	

Gambar 2. 2 Ruang Lingkup Proses Produksi

2.3.2 Macam-macam Proses Produksi

Macam-macam proses produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses *assembling*, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi (Ahyari, 2012).

Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*Continuous processes*) dan proses produksi terputus-putus (*Intermettent processes*). Perusahaan menggunakan proses produksi terus-menerus apabila di dalam perusahaan terdapat urutan-urutan yang pasti sejak dari bahan mentah sampai proses produksi akhir. Proses produksi terputus-putus apabila tidak terdapat urutan atau pola yang pasti dari bahan baku sampai dengan menjadi produk akhir atau urutan selalu berubah (Ahyari, 2012).

Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti:

- 1) Volume atau jumlah produk yang akan dihasilkan.
- 2) Kualitas produk yang diisyaratkan.
- 3) Peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses.

Berdasarkan pertimbangan cermat mengenai faktor-faktor tersebut ditetapkan tipe proses produksi yang paling cocok untuk setiap situasi produksi. Macam tipe proses produksi dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut (Yamit, 2013).

2.3.2.1 Proses Produksi Terus-Menerus (*Continuous Processes*)

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu output direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standart. Ciri-ciri proses produksi terus menerus adalah:

1. Produksi dalam jumlah besar (produksi massal), variasi produk sangat kecil dan sudah distandarisasi.
2. Menggunakan *product layout* atau *departementation by product*.
3. Mesin bersifat khusus (*special purpose machines*).
4. Operator tidak mempunyai keahlian/skill yang tinggi.
5. Salah satu mesin /peralatan rusak atau terhenti, seluruh proses produksi terhenti.

6. Tenaga kerja sedikit.
7. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses kecil.
8. Dibutuhkan *maintenance specialist* yang berpengetahuan dan pengalaman yang banyak.
9. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *fixed (fixed path equipment)* menggunakan ban berjalan.

Kelebihan proses produksi terus-menerus adalah :

- a. Biaya per unit rendah bila produk dalam volume yang besar dan distandarisasi.
- b. Pemborosan dapat diperkecil, karena menggunakan tenaga mesin.
- c. Biaya tenaga kerja rendah.
- d. Biaya pemindahan bahan di pabrik rendah karena jaraknya lebih pendek.

Sedangkan kekurangan proses produksi terus-menerus adalah :

- a. Terdapat kesulitan dalam perubahan produk.
- b. Proses produksi mudah terhenti, yang menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi
- c. Terdapat kesulitan menghadapi perubahan tingkat permintaan.

2.3.2.2 Proses Produksi Terputus-Putus (Intermittent Processes)

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses. Ciri-ciri proses produksi yang terputus-putus adalah:

1. Produk yang dihasilkan dalam jumlah kecil, variasi sangat besar dan berdasarkan pesanan.
2. Menggunakan *process layout (departmentation by equipment)*.
3. Menggunakan mesin-mesin bersifat umum (*general purpose machines*) dan kurang otomatis.
4. Operator mempunyai keahlian yang tinggi.
5. Proses produksi tidak mudah berhenti walaupun terjadi kerusakan di salah satu mesin.
6. Menimbulkan pengawasan yang lebih sukar.
7. Persediaan bahan mentah tinggi
8. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling* yang *flexible (varied path equipment)* menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong (*forklift*).
9. Membutuhkan tempat yang besar .

Kelebihan proses produksi terputus-putus adalah :

- a. Fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk yang berhubungan dengan proses layout.
- b. Diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin yang bersifat umum.
- c. Proses produksi tidak mudah terhenti, walaupun ada kerusakan di salah satu mesin.
- d. Sistem pemindahan menggunakan tenaga manusia.

Sedangkan kekurangan proses produksi terputus-putus adalah :

- a. Dibutuhkan *scheduling*, *routing* yang banyak karena produk berbeda tergantung pemesan.
- b. Pengawasan produksi sangat sukar dilakukan.
- c. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses cukup besar.
- d. Biaya tenaga kerja dan pemindahan bahan sangat tinggi, karena menggunakan tenaga kerja yang banyak dan mempunyai tenaga ahli .

2.3.2.3 Proses Produksi Campuran (*Repetitive Process*)

Dalam proses produksi campuran atau berulang, produk dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan proses biasanya berlangsung secara berulang-ulang dan serupa. Untuk industri semacam ini, proses produksi dapat dihentikan sewaktu-waktu tanpa menimbulkan banyak kerugian seperti halnya yang terjadi pada *continuous process*. Industri yang menggunakan proses ini biasanya mengatur tata letak fasilitas produksinya berdasarkan aliran produk.(Sritomo Wignjosoebroto, 2011 : 5). Ciri-ciri proses produksi yang berulang-ulang adalah :

1. Biasanya produk yang dihasilkan berupa produk standar dengan pilahan – pilahan yang berasal dari modul-modul, dimana modul-modul tersebut akan menjadi modul bagi produk lainnya.
2. Memerlukan sedikit tempat penyimpanan dengan ukuran *medium* atau lebar untuk lintasan perpindahan materialnya dibandingkan dengan proses terputus, tetapi masih lebih banyak bila dibandingkan dengan proses *continuous*.
3. Mesin dan peralatan yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin dan peralatan tetap bersifat khusus untuk masing-masing lintasan perakitan yang tertentu.

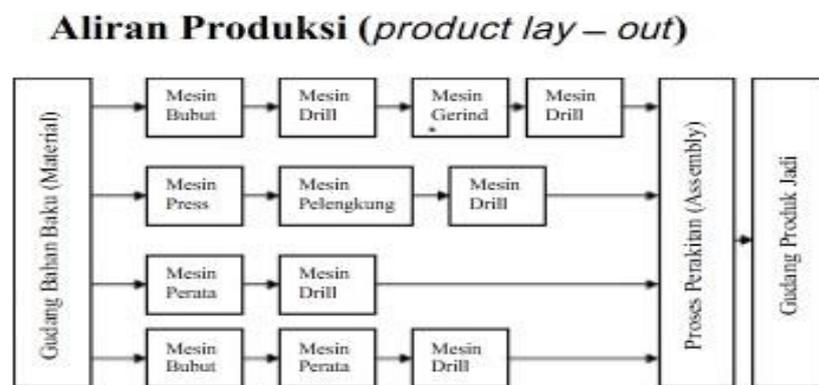
4. Oleh karena mesin–mesinnya bersifat tetap dan khusus, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan cukup besar, - sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang baik dalam pengerjaan produk tersebut.
5. Proses produksi agak sedikit terganggu (terhenti) bila terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
6. Operasi – operasi yang berulang akan mengurangi kebutuhan pelatihan dan perubahan instruksi–instruksi kerja.
7. Sistem persediaan ataupun pembeliannya bersifat tepat waktu (*just in time*).
8. Biasanya bahan–bahan dipindahkan dengan peralatan handling yang bersifat tetap dan otomatis seperti *conveyor*, mesin – mesin transfer dan sebagainya.

2.4 Tata Letak Fasilitas Produksi

Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Terdapat berbagai macam pengertian atau definisi mengenai tata letak pabrik. Wignjosoebroto (2009) mengatakan bahwa: “tata letak pabrik dapat di definisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi”. Adapun kegunaan dari pengaturan tata letak pabrik menurut Wignjosoebroto (2009) adalah: “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, personal pekerja dan sebagainya”. Wignjosoebroto (2009) menambahkan: “dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen (*department layout*) yang ada dari pabrik”.

Pemilihan dan penempatan alternatif *layout* merupakan langkah dalam proses pembuatan fasilitas produksi di dalam perusahaan, karena *layout* yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas–aktivitas produksi yang berlangsung. Disini ada empat macam atau tipe tata letak yang secara klasik umum diaplikasikan dalam *desain layout* yaitu :

1. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses produksi (*production line product* atau *product layout*)



Gambar 2.3 *Product Layout*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Dari diagram yang ada diatas dapatlah tata letak berdasarkan produk yang dibuat (*product lay-out*) atau di sebut pula dengan (*flow line*) didefinisikan sebagai metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan kedalam satu *departement* secara khusus. Fasilitas produksi yaitu mesin-mesin produksi dan perangkat penunjang disusun secara berantai mengikuti urutan proses operasi pembuatan produk. *Layout* ini pada umumnya digunakan pada proses *assembly (assembly-line production)*. Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi adalah:

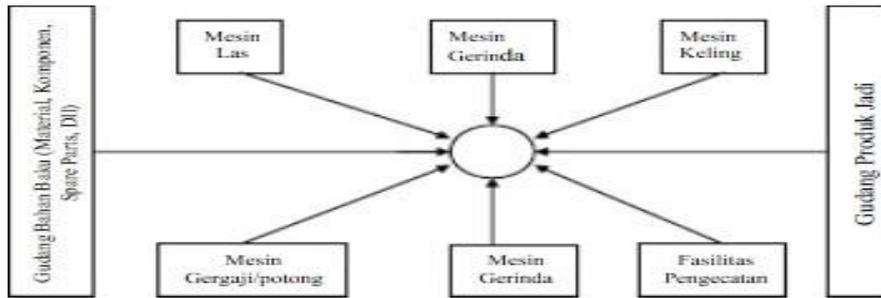
- a Aliran pemindahan *material* berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya *material handling* rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak

terpendek.

- b. Proses operasi produksi dilantai pabrik relatif mudah dilakukan oleh *supervisor*.
- c. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- d. *Work in proses* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- e. Adanya *insentif* bagi kelompok karyawan akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivitas kerjanya.
- f. Tiap *unit* produksi atau stasiun kerja memerlukan luas areal yang *minimal*.
- g. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.
- h. *Layout* ini memiliki aliran bahan dengan pola lurus (*straight line flow*) ataupun pola U (*Uturn flow*) sehingga sistem pemindahan bahan *relative* efisien.

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Adanya kerusakan salah satu mesin (*machine break down*) akan dapat menghentikan aliran proses produksi secara total.
 - b. Tidak adanya *fleksibilitas* untuk membuat produk yang berbeda.
 - c. Stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.
 - d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang harus dimilikinya.
2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*fixed material location layout* atau *position layout*)



Gambar 2.4 Lokasi Material

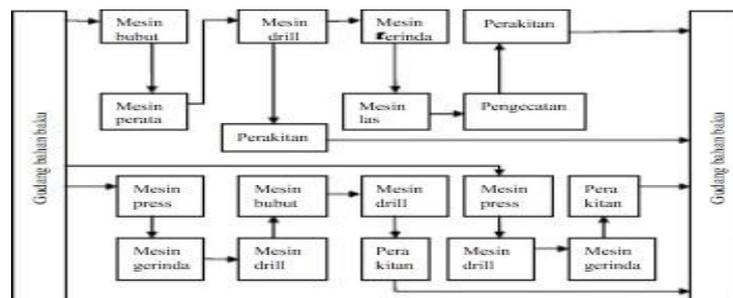
Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi atau lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti *tools*, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi *material* atau komponen produk utama tersebut. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi *material* tetap ini adalah:

- a. Karena yang bergerak pindah adalah fasilitas–fasilitas produksi, maka perpindahan *material* bisa dikurangi.
- b. Bilamana pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka *continuitas* operasi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai tercapai dengan sebaik–baiknya.
- c. Kesempatan untuk melakukan pengkayaan kerja (*job enrichment*) dengan mudah bisa diberikan.
- d. *Fleksibilitas* kerja sangat tinggi, karena fasilitas–fasilitas produksi dapat diakomodasikan untuk mengantisipasi perubahan–perubahan dalam rancangan produk, berbagai macam *variasi* produk yang harus dibuat (*product mix*) atau *volume* produksi.

Kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Adanya peningkatan *frekuensi* pemindahan fasilitas produksi atau *operator* pada saat operasi kerja berlangsung.
 - b. Memerlukan *operator* dengan *skill* yang tinggi disamping aktivitas *supervisi* yang lebih umum dan *intensif*.
 - c. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.
3. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*product famili, product layout* atau *group technology layout*)



Gambar 2.5 *Group Technology Layout*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

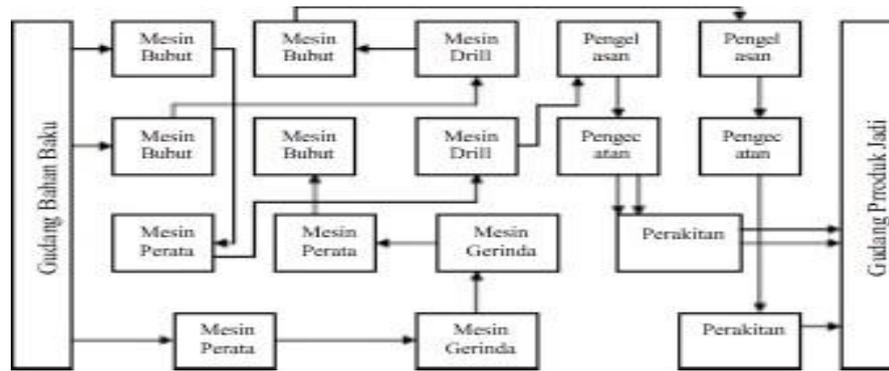
Tata letak tipe ini didasarkan pada pengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk–produk yang tidak identik dikelompok–kelompok berdasarkan langkah–langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai dan sebagainya. Disini pengelompokkan tidak didasarkan pada kesamaan jenis produk akhir seperti halnya pada tipe produk *layout*. Keuntungan yang diperoleh dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Dengan adanya pengelompokkan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang *maximal*.

- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan *material* diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*).
- c. Berdasarkan pengaturan tata letak fasilitas produksi selama ini, maka suasana kerja kelompok akan bisa dibuat sehingga keuntungan-keuntungan dari aplikasi *job enlargement* juga akan diperoleh.
- d. Memiliki keuntungan yang bisa diperoleh dari *product layout*.
- e. Umumnya cenderung menggunakan mesin-mesin *general purpose* sehingga mestinya juga akan lebih rendah.

Kerugian dari tipe ini adalah :

- a. Diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada.
 - b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui *individu-individusel* yang ada.
 - c. Bilamana keseimbangan aliran setiap sel yang ada sulit dicapai, maka diperlukan adanya *buffers dan work in process storage*.
 - d. Beberapa kerugian dari *product* dan *process layout* juga akan dijumpai disini.
 - e. Kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.
4. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional* atau *process layout*)



Gambar 2.6 Process Layout

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Tata letak berdasarkan macam proses ini sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* yang merupakan *metode* pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama kedalam satu *departement*. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini adalah :

- Total *investasi* yang rendah untuk pembelian mesin atau peralatan produksi lainnya.
- Fleksibilitas* tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- Kemungkinan adanya aktivitas *supervisi* yang lebih baik dan efisien melalui *spesialisasi* pekerjaan.
- Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- Mudah untuk mengatasi *breakdown* daripada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan-hambatan signifikan.

Sedangkan kerugian dari tipe ini adalah :

- a. Karena pengaturan tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi, maka hal ini menyebabkan aktivitas pemindahan *material*.
- b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada akan memerlukan penambahan *space area* untuk *work in process storage*.
- c. Pemakaian mesin atau fasilitas produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi kompleks.
- d. *Tipe process layout* biasanya diaplikasikan untuk kegiatan *job order* yang mana banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi lebih kompleks.

Diperlukan *skill operator* yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

2.5 Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi

Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua *type* yaitu pola aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan, untuk jelasnya dibedakan menjadi 5, antara lain :

1. Straight Line

Pola aliran berdasarkan garis lurus dipakai bilamana proses berlangsung singkat , *relative* sederhana dan umumnya terdiri dari beberapa komponen atau

beberapa macam *production equipment*. Beberapa keuntungan memakai pola aliran berdasarkan garis lurus antara lain :

- a. Jarak terpendek antara 2 titik
- b. Proses berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai dengan nomor terakhir
- c. Jarak perpindahan bahan secara total kecil

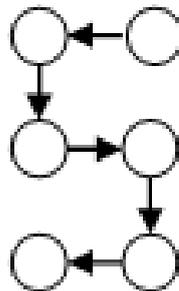


Gambar 2.7 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

2. *Zig-Zag (S-Shape)*

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik ditetapkan bilamana aliran proses produksi menjadi lebih panjang disbanding dengan luas area yang ada. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada secara ekonomis, hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, bentuk serta ukuran pabrik yang ada.

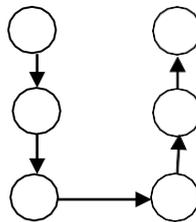


Gambar 2.8 Pola Aliran Bahan *Zig-Zag (S-Shape)*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

3. *U-Shaped*

Pola aliran ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga akan mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Apabila garis aliran *relative* panjang maka pola *U-Shape* ini tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran bahan *Zig-Zag*.

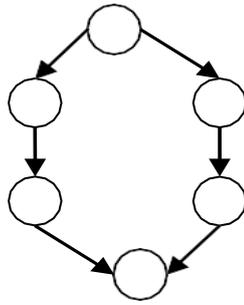


Gambar 2.9 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran ini sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi. Aliran ini juga sangat baik apabila *department* penerimaan dan pengiriman *material* atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.



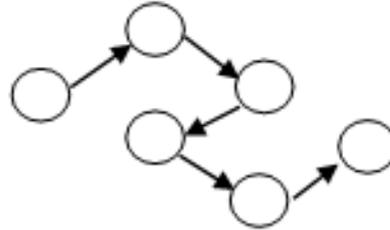
Gambar 2.10 Pola Aliran Bahan *Circular*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

5. *Odd-Angle* Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan pola aliran yang ada. Adapun beberapa keuntungan yang ada bila memakai pola antara lain :

- a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang pendek diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- b. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- c. Bilamana ada keterbatasan ruangan yang menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak diterapkan.
- d. Bila dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas – fasilitas yang ada.
- e. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama untuk area yang kecil (Wignjosoebroto,1996).
- f. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang pendek diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- g. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- h. Bilamana ada keterbatasan ruangan yang menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak diterapkan.

- i. Bila dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas – fasilitas yang ada.



Gambar 2.11 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

2.6 Manajemen

Manajemen adalah suatu proses kegiatan yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengukuran, dan tindak lanjut yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan manusia dan sumber daya yang ada.

2.7 Definisi Sistem Manajemen

Sistem manajemen adalah rangkaian proses kegiatan manajemen yang teratur dan terintegrasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

2.8 Fungsi Gudang

Gudang ini berisi material, suku cadang, dan barang jadi. Fungsi

– fungsi yang dilaksanakan gudang dapat dikelompokkan di dalam kategori pergerakan dan penerimaan :

1. Fungsi Pergerakan

Fungsi pergerakan ini adalah sebagai pengiriman kuantitas dikurangi sampai pada jenis – jenis yang dipesan saja. Keempat fungsi pergerakan ini adalah penerimaan, pemindahan atau transfer , seleksi pesanan, dan pengiriman.

2. Penerimaan

Barang dagang dan material biasanya tiba dari gudang dalam dengan jumlah muatan kereta dan *truck*. Langkah I pemungghahan (*Uncloding*). Gudang pembongkaran ini dilakukan dengan tangan, kecuali untuk bahan mentah. Pada umumnya 1 atau 2 orang yang membongkar muatan pada produk yang kecil untuk ditumpuk dengan tangan. Pallet baru dipakai untuk membebaskan kendaraan dengan cepat. Barang dagang yang benar dapat dibongkar langsung dari kereta atau *truck* untuk diangkut ke gudang.

3. Pemindahan (*Transfer*)

Pemindahan sekurang – kurangnya ada 2 dan kadang – kadang 3 gerakan dalam suatu gudang biasa. Pertama – tama barang dagang itu diangkut ke dalam gudang dan di taruh di suatu tempat yang telah ditentukan. Gerakan kedua mungkin dibutuhkan sebelum pengumpulan pesanan, bergantung pada prosedur operasi gudang.

4. Seleksi

Seleksi adalah fungsi primer gudang. Gerakan yang ditunjukkan untuk pengelompokkan kembali material, suku cadang, dan produk – produk ke dalam pesanan – pesanan tertentu. Untuk sejumlah besar produk – produk kecil, atau seksi dari gudang itu mungkin ditetapkan untuk daerah seleksi. Pengolahan data otomatis mungkin dipakai untuk membuahakan pembuatan rekening yang teliti. Para pemungut pesanan kemudian menempatkan semua item yang dibuat rekeningnya itu keatas kereta seleksi untuk ditransfer ke daerah pengiriman.

5. Pengiriman

Pengiriman ini terdiri dari pengecekan dan pemuatan pesanan untuk tujuan keluar. Penerimaan sebagaimana halnya pada bagian ini banyak system dikerjakan dengan tangan. Operasi pengecekan dibutuhkan apabila barang dagang berpindah kepemilikan terdiri dari perhitungan item, tetapi kadang – kadang diperlukan pengecekan potong demi potong untuk merk, ukuran, dan sebagainya untuk menjamin benarnya penerimaan seluruh item tersebut.

6. Fungsi Penyimpanan

Gudang disamping mengolah pesanan – pesanan yang lazim dan yang khusus, gudang juga melaksanakan 2 bentuk penyimpanan yaitu penyimpanan sementara dan penyimpanan permanen.

a. Penyimpanan Sementara

Suatu penyimpanan persediaan pada semua barang yang diterima haruslah disimpan untuk beberapa waktu. Penyimpanan untuk pengisian persediaan dasar dinamakan sementara. Penyimpanan sementara ini berbeda – beda lamanya, karena didasarkan atas pengisian kembali persediaan. Penyimpanan sementara ini haruslah memberikan cukup kualitas barang untuk memenuhi permintaan dan menjamin cukupnya cadangan pengamanan.

b. Penyimpanan Permanen

Penyimpanan permanen hanyalah penyimpanan yang dibutuhkan diatas persediaan pengisian yang normal. Manajer gudang hendaklah di dorong untuk meminimumkan penyimpanan permanen dan memusatkan perhatiannya pada arus yang maksimum. Gudang yang modern menyimpan barang - barang di atas pengisian yang normal dan sesuai dengan standart.

2.8.1 Lokasi Gudang

Lokasi gudang di perusahaan sering tergantung pada tujuan pelayanan. Gudang diperuntukkan bagi bahan yang akan diproses atau di pabrikasi, pada umumnya lokasi gudang ditempatkan dekat dengan pabrik, karena nilai tambah dengan transportasi dari gudang ke pabrik akan semakin berkurang. Sedangkan bila gudang diperuntukkan untuk menyimpan produk jadi yang cukup dan mudah diperoleh pelanggan, maka gudang tersebut harus ditempatkan dekat dengan pasar konsumen. Gudang

semacam ini sering disebut sebagai gudang pengerahan distribusi. Lokasi geografik jenis gudang pelayanan konsumen memerlukan analisis yang teliti mengenai pasar.

2.9 Perencanaan Gudang Pabrik

Perusahaan di dalam penyusunan perencanaan letak tata letak fasilitas produksi, perencanaan gudang pabrik seharusnya dipersiapkan dengan baik pula. Karena gudang perusahaan ini akan tersebar dalam perusahaan tersebut, baik di dalam pabrik yang akan didirikan maupun di luar pabrik. Manajemen perusahaan sebaliknya dapat mengumpulkan berbagai macam informasi yang berhubungan dengan perencanaan gudang, sehingga pada akhirnya akan dapat dicapai :

- Pemakaian daripada waktu, tenaga kerja dan peralatan yang akan digunakan secara efektif dan efisien.
- Pemakaian ruang secara maksimal.
- Material yang tersedia setiap saat untuk proses produksi.
- Proses pengambilan material mudah dari tempatnya ditinjau dari letak material handling, dll.
- Material harus dilindungi secara maksimum terhadap bahaya perusahaan seperti jamur, dll.
- Gudang yang direncanakan dapat tersimpan rapi, teratur, dan tertib.

2.9.1 Beberapa Pertimbangan Dalam Perencanaan Gudang Pabrik

Di dalam penyusunan perencanaan gudang pabrik perlu dipertimbangkan beberapa hal dalam penyimpanan bahan – bahan atau barang – barang di perusahaan yang dikenal 2 macam cara penyimpanan yaitu :

1. Penyimpanan Terpusat

Kelebihan dari penyimpanan terpusat antara lain :

- Mudahnya menyusun perencanaan produksi.
- Mudahnya mengendalikan persediaan yang ada.
- Mudahnya mengendalikan kualitas bahan dan barang yang akan disimpan.

2. Penyimpanan terpisah

Kelebihan dari penyimpanan terpisah antara lain :

- Mudahnya pengecekan terhadap bahan yang akan disimpan .
- Memudahkan pengaturan penyimpanan.
- Dapat mengusahakan efisiensi penggunaan gudang yang baik, rapi, dan mudah diatur.

Masing – masing perusahaan akan dapat memanfaatkan masing – masing kelebihan, cara penyimpanan ini dalam ukuran yang berbeda – beda, sehingga sebaiknya manajemen perusahaan tersebut memilih salah satu cara yang paling cocok dengan kondisi perusahaan yang bersangkutan.

Ventilasi dan pertukaran udara perusahaan di dalam perencanaan gudang pabrik, manajemen perusahaan seharusnya mempersiapkan gudang pabrik dengan ventilasi dan pertukaran udara yang cukup, hal ini akan sangat berpengaruh baik terhadap para karyawan perusahaan yang bertugas di dalam perusahaan.

Perusahaan di dalam pengaturan bahan baku atau barang yang disimpan, diusahakan agar karyawan dapat dengan mudah memindahkan bahan atau barang tersebut. Bahan atau barang dipindahkan dalam gudang yang dapat dilaksanakan dengan mudah akan dapat meningkatkan produktivitas dari perusahaan yang bersangkutan (Warman, 2004).

2.9.2 Layout Gudang

Layout gudang perlu diatur dan ditata sedemikian rupa agar :

- Jarak angkut minimal
- Aliran barang optimal.
- Penggunaan barang efektif dan efisien.
- Fleksibel.
- Keamanan barang.
- Kemungkinan perluasan.
- Biaya minimal.

2.10 Sistem Manajemen Pergudangan

Gudang pada umumnya akan memiliki fungsi yang cukup penting dalam menjaga kelancaran operasi suatu pabrik. Ada tiga tujuan dari department ini yang berkaitan dengan pengadaan barang yaitu sebagai berikut :

- 1) Pengawasan yaitu dengan system administrasi yang terjaga dengan baik untuk mengontrol keluar masuknya material. Tugas ini juga menyangkut keamanan daripada material agar jangan sampai hilang.
- 2) Pemeliharaan yaitu aktifitas pemeliharaan atau perawatan agar material yang disimpan di dalam gudang tidak cepat rusak dalam penyimpanan.
- 3) Penyimpanan atau penimbunan yaitu agar sewaktu – waktu diperlukan maka material yang dibutuhkan akan tetap tersedia sebelum dan selama proses produksi berlangsung di system FIFO (*First In First Out*).

Ada beberapa macam - macam gudang, yaitu :

- 1) Gudang bahan baku (bahan mentah)
- 2) Gudang barang setengah jadi
- 3) Gudang barang jadi
- 4) Gudang barang perlengkapan produksi
- 5) Gudang peralatan khusus
- 6) Gudang kantor pabrik
- 7) Gudang packing

8) Gudang Sparepart

2.11 Fasilitas dan Handling Sistem

Perencanaan fasilitas atau peralatan diperhatikan oleh manajer perusahaan agar bekerjanya efektif dan efisien :

a) Pagar Keliling

Perusahaan untuk keamanan gudang dibuat pagar keliling dari batu bata atau kawat yang tingginya kurang lebih 3 meter.

b) Ventilasi

Barang yang terbuat dari kaca diberikan ventilasi sesuai dengan kebutuhan. Barang – barang yang peka terhadap sinar matahari, kaca yang digunakan berwarna biru. Barang – barang yang tidak tahan panas, perusahaan menggunakan pendingin dan dinding serta atapnya dari bahan isolator.

c) Alat Pemadam Kebakaran

Alat pemadam kebakaran antara lain pasir, skop, bak air, pompa pemadam atau sprayer. Digunakan pada saat terjadi kesalahan dalam berbagai aktifitas yang menimbulkan kebakaran.

d) Alat Transportasi

Alat transportasi sangat erat hubungannya dengan space gudang, lantai gudang, kap angkut, system packaging, system stapelnya (menyusun), sehingga diambil dengan menggunakan :

- *Foklift.*
 - Kereta Dorong.
 - *Conveyor.*
 - *Crane, dsb.*
- e) Timbangan
- f) Lampu Penerangan Pagar

2.12 Metode Penyimpanan

Di dalam pembicaraan gudang pabrik ini, pada umumnya akan dibicarakan gudang yang tertutup namun demikian tidak tertutup kemungkinan adanya gudang terbuka yaitu gudang yang terletak diluar bangunan, mungkin cukup dengan diberi atap saja sekedar sebagai pelindung dari panas dan hujan atau bahkan hanya disediakan suatu tempat tertentu guna penyimpanan barang yang diperkirakan tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca atau tempat penampungan yang jangka waktu simpannya sangat pendek. Adapun metode penyimpanan yang dapat dipergunakan dalam ruangan tertutup antara lain :

1. Kotak
2. Papan Rak
3. Rak
4. Susunan atas rak
5. Pallet

2.12.1 Analisa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA adalah suatu cara di mana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan cacat atau ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi (Crow, 2002). FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisa dan menemukan (1) semua kegagalan potensial yang terjadi dalam suatu system dan (2) efek-efek dari kegagalan ini yang terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalis kegagalan- kegagalan atau efek-efeknya pada sistem.

Beberapa terminologi dalam analisa FMEA diantaranya *occurance*, *severity*, dan *detention*. *Occurance* (O) adalah suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab akan terjadi dan menghasilkan modus kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu. *Severity* (S) adalah suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang tingkat keburukan yang akan dirasakan oleh pengguna akhir dari kegagalan tersebut. *Detection* (D) adalah perkiraan subyektif tentang bagaimana efektifitas dan metode pencegahan atau pendeteksian. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian dari *occurance*, *severity* dan *detection* yang menggambarkan sebuah daftar angka resiko kegagalan.

2.11.2 *Risk Priority Number* di FMEA

Metodologi *risk priority number* (RPN) merupakan sebuah teknik untuk menganalisa resiko yang berkaitan dengan masalah-

masalah yang potensial yang telah diidentifikasi selama pembuatan FMEA (Stamatis, 1995). Sebuah FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi cara-cara kegagalan yang potensial untuk sebuah produk atau proses. Metode RPN kemudian diperlukan untuk memberikan peringkat pada setiap masalah potensial menurut *rating* skala berikut:

1. *Severity* merupakan skala yang memeringkatkan *severity* dari efek-efek yang potensial dari kegagalan
2. *Occurance* merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari kegagalan akan muncul
3. *Detection* merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari masalah akan di deteksi sebelum sampai ke tangan pengguna akhir atau konsumen

Setelah pemberian rating dilakukan, nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan dihitung dengan rumus:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

Tabel 2.1 *Rating Occurance*

<i>Ranking</i>	Kriteria Verbal	Probabilitas Kegagalan
1	Tidak mungkin penyebab ini mengakibatkan Kegagalan	1 dalam 1000000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 200000
3		1 dalam 4000
4	Kegagalan akan mungkin terjadi	1 dalam 1000000
5		1 dalam 4000
6		1 dalam 80
7	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan mungkin terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Catatan: Probabilitas kegagalan berbeda-beda tiap produk, oleh karena itu pembuatan rating proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa

Sumber: Gasperz (2002)

Tabel 2.2 *Rating Severity*

<i>Ranking</i>	Kriteria Verbal
1	<i>Neglible severity</i> , kita tidak perlu memikirkan akibat akan berdampak pada kinerja produk atau proses Pengguna akhir tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini
2	<i>Mid severity</i> , akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan, pengguna akhir tidak merasakan perubahan kinerja
3	
4	<i>Moderate severity</i> , pengguna akhir akan merasakan akibat penurunan kinerja atau penampilan namun masih berada dalam batas toleransi
5	
6	
7	<i>High severity</i> , akibat akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima berada di luar batas toleransi
8	
9	<i>Potential safety problem</i> , akibat yang ditimbulkan adalah sangat berbahaya dan bertentangan dengan hukum
10	

Catatan: Tingkat *severity* berbeda-beda tiap produk atau proses, oleh karena itu pembuatan rating disesuaikan dengan proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa

Sumber: Gasperz (2002)

Table 2.3 Rating *Detectability*

<i>Ranking</i>	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab akan muncul lagi	1 dalam 1000000
2 3	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah sangat rendah	1 dalam 20000 1 dalam 4000
4 5 6	Kemungkinan penyebab bersifat <i>moderate</i> . Metode deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 1000000 1 dalam 4000 1 dalam 80
7 8	Kemungkinan bahwa penyebab itu masih tinggi. Metode deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang lagi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode deteksi tidak efektif, penyebab akan selalu terjadi	1 dalam 8 1 dalam 2
Catatan: Tingkat kejadian berbeda-beda tiap produk atau proses, oleh karena itu pembuatan rating disesuaikan dengan proses dan berdasarkan pengalaman dan pertimbangan rekayasa		

Sumber: Gasperz (2002)

Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial dapat kemudian digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisa. Pada umumnya RPN jatuh diantara batas yang ditentukan dan tindakan perbaikan dapat diusulkan atau dilakukan untuk mengurangi resiko. Ketika menggunakan teknik *risk assessment*, sangat penting untuk mengingat bahwa tingkat RPN adalah relatif terhadap analisa tertentu (dilakukan dengan sebuah set skala peringkat yang umum dan analisa tim yang berusaha untuk membuat peringkat yang konsisten untuk semua penyebab masalah yang teridentifikasi selama melakukan analisa). Untuk itu, sebuah RPN didalam sebuah analisa dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya didalam analisa yang sama, tetapi dapat menjadi tidak dapat dibandingkan terhadap RPN dalam analisa yang lain.