

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

2.1.1 Pengertian Sistem Produksi

Secara umum produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang menstranformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Dalam pengertian yang bersifat umum ini penggunaannya cukup luas, sehingga mencakup keluaran (*output*) yang berupa barang atau jasa. Dalam arti sempit, pengertian produksi hanya dimaksud sebagai kegiatan yang menghasilkan barang, baik barang jadi maupun barang setengah jadi, bahan industri dan suku cadang atau *spare parts* dan komponen. Hasil produksinya dapat berupa barang-barang konsumsi maupun barang-barang industri. Sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan. (Nasution & Yudha, 2008).

Pada masa lalu pengertian produksi hanya dikaitkan dengan unit usaha fabrikasi yaitu yang menghasilkan barang – barang nyata seperti mobil, perabot, semen dsb, namun pengertian produksi pada saat ini menjadi semakin meluas. Produksi sering diartikan sebagai aktivitas yang ditujukan untuk meningkatkan nilai masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*). Dengan demikian maka kegiatan usaha jasa seperti dijumpai pada perusahaan angkutan, asuransi, bank, pos, telekomunikasi, dsb menjalankan juga kegiatan produksi. Secara skematis sistem produksi dapat digambarkan sebagai berikut, ada beberapa perbedaan antara usaha jasa dan pabrikan antara lain, yaitu :

1. Pada unit usaha pabrikan *output* yang dihasilkan berupa barang jadi/nyata sehingga produktivitasnya akan lebih mudah diukur bila dibandingkan dengan unit usaha jasa yang keluarannya berupa pelayanan.
2. Kualitas produk dari usaha pabrikan lebih mudah ditentukan standarnya.
3. Tidak Sering terjadi kontak langsung dengan konsumen pada usaha pabrikan, namun pada usaha jasa sering terjadi kontak langsung dengan konsumen.

4. Tidak akan pernah dijumpai adanya persediaan akhir di dalam usaha jasa sedang pada usaha pabrikasi terdapat persediaan sesuatu yang sulit dihindarkan.

Ginting (2007) mendefinisikan sistem produksi merupakan kumpulan dari sub-sistem 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 sampingannya seperti limbah, informasi dan sebagainya. Sub-sistem tersebut akan membentuk konfigurasi sistem produksi. Keandalan dari konfigurasi sistem produksi ini akan tergantung dari produk yang dihasilkan serta bagaimana cara menghasilkannya (proses produksinya). Cara menghasilkan produk tersebut dapat berupa jenis proses produksi menurut cara menghasilkan produk, operasi dari pembuatan produk dan variasi dari produk yang dihasilkan. Disamping itu produksi juga diartikan sebagai penciptaan nilai guna (*utility*) suatu barang dan jasa di mana nilai guna diartikan sebagai kemampuan barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pengertian lain dengan lebih sederhana mengatakan bahwa produksi adalah suatu kegiatan mengubah *input* (faktor produksi menjadi *output* barang dan jasa). Adanya perbedaan produksi dalam arti teknis dan ekonomi adalah secara teknis merupakan suatu pendayagunaan dari sumber-sumber yang tersedia.

2.1.2 Jenis Sistem Produksi

Menurut Nasution & Prasetyawan (2018), terdapat empat jenis sistem produksi, yaitu:

- *Assembly To Order (ATO)*. Pada jenis yang satu ini biasanya produsen hanya membuat desain yang standar, dengan modul operasional yang juga standar. Nantinya biasanya produk yang dihasilkan itu merupakan hasil rakitan berdasarkan permintaan konsumen dan juga modul. Salah satu industri yang seperti ini adalah perusahaan pabrik mobil.
- *Engineering To Order (ETO)*. Kalau yang satu ini bisa dibilang perusahaan memproduksi barang custom, atau sesuai dengan pesanan pelanggan. Sehingga bisa dibilang bahwa perusahaan memproduksi suatu barang dari mulai desain sampai hasilnya sesuai dengan permintaan dari

pihak konsumen. Jadi sistem yang diterapkan juga biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dari proses ini.

- *Make To Order (MTO)*. Sesuai dengan namanya dimana produsen baru akan mengerjakan produk tersebut setelah sebelumnya pesanan item tersebut sudah diterima. Jadi sistem produksi yang digunakan pastinya akan jauh lebih berbeda jika dibandingkan dengan yang lain. Karena pengerjaan baru akan dilakukan setelah produk yang dipesan sudah diputuskan oleh konsumen.
- *Make To Stock (MTS)*. Kalau sistem yang sebelumnya dibuat setelah produk dipesan oleh pembeli, maka kali ini berbeda. Karena untuk sistem ini dibuat untuk menyelesaikan produksinya hanya sebagai barang untuk berjaga-jaga atau untuk stock. Sehingga tidak harus menunggu pesanan dari konsumen terlebih dahulu dan proses pengerjaan sudah bisa dilakukan.

2.1.3 Tujuan Sistem Produksi

Setelah mengetahui jenisnya, maka sekarang saatnya untuk mengetahui tujuan dari sistem produksi ini. Karena pastinya setiap hal yang diciptakan memiliki sebuah tujuan tertentu yang berguna untuk membantu proses dalam produksi di suatu perusahaan. Adapun beberapa tujuan dari sistem yang satu ini diantaranya :

1. Memenuhi Kebutuhan Perusahaan

Pertama untuk memenuhi kebutuhan dari perusahaan tersebut, dimana kebutuhan tersebut bisa berupa barang hasil produksi. Dengan adanya sistem produksi seperti ini kegiatan produksi bisa berjalan dengan lancar, dan semua barang produksi yang dibutuhkan bisa dibuat sesuai dengan pesanan. Bahkan untuk barang yang sifatnya custom sekalipun, akan tetap bisa diproses sesuai keinginan dengan proses yang baik.

2. Memperhitungkan Modal

Lalu dengan adanya sistem seperti ini untuk melakukan proses sebuah produksi, tanpa sadar juga membantu pengusaha untuk memperhitungkan modal yang digunakan. Karena sistem ini membantu untuk mengurutkan komponen yang

digunakan dan apa saja yang perlu untuk dilakukan dalam membuat sebuah produk. Sehingga modal yang digunakan dapat diperhitungkan dengan jelas.

3. Membuat Proses Produksi Berjalan Dengan Teratur

Terakhir yaitu proses produksinya bisa berjalan dengan teratur karena seperti yang sebelumnya sudah dibahas bahwa semuanya diatur dengan baik. Bahkan jika memperhatikan jenis yang sebelumnya dibahas, bisa dipastikan bahwa apapun proses produksinya bisa dilangsungkan dengan baik apabila memiliki sistem produksi yang jelas.

2.1.4 Proses Produksi

Proses produksi merupakan suatu kegiatan yang menggabungkan berbagai faktor produksi yang ada dalam upaya menciptakan suatu produk, baik itu barang atau jasa yang memiliki manfaat bagi konsumen. Proses produksi juga disebut sebagai kegiatan mengolah bahan baku dengan memanfaatkan peralatan sehingga menghasilkan suatu produk yang lebih bernilai dari bahan awalnya. Hasil dari kegiatan produksi adalah barang dan jasa. Barang merupakan sesuatu yang memiliki sifat fisik dan kimia, serta mempunyai masa waktu. Sedangkan jasa merupakan sesuatu yang tidak memiliki sifat-sifat fisik dan kimia, serta tidak memiliki jangka waktu antara produksi dengan konsumsi. Kegiatan produksi tidak lepas dari proses produksi, karena proses produksi merupakan langkah atau tahapan dalam menghasilkan sebuah produk. Proses produksi merupakan salah satu aktifitas dalam kegiatan produksi yang di dalamnya terdapat beberapa tahapan yaitu seperti mengolah bahan mentah menjadi bahan baku setengah jadi sampai pembuatan hasil akhir suatu produk.

Menurut Baroto (dikutip dalam Yuniarti, 2016), Baroto menyatakan bahwa proses produksi adalah aktivitas bagaimana membuat produk jadi dari bahan baku yang melibatkan mesin, energi, pengetahuan teknis dan lain-lain. Proses produksi merupakan tindakan nyata. Proses produksi ini terdiri atas beberapa sub proses produksi, misalkan proses pengolahan bahan baku menjadi komponen, proses perakitan komponen menjadi *sub-assembly* dan proses perakitan *sub-assembly* menjadi produk jadi. Sedangkan menurut Ahyari (dikutip dalam Yuniarti, 2016), Ahyari mengatakan bahwa proses produksi adalah suatu cara, metode ataupun teknik menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor

produksi yang ada. Melihat kedua definisi diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa proses produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, energi, dan pengetahuan teknis dalam suatu lingkungan agar lebih bermanfaat bagi kehidupan manusia. (Yunianti, 2016).

Tujuan dari proses produksi antara lain adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan suatu produk atau jasa
2. Untuk menjaga keberlangsungan hidup suatu perusahaan
3. Untuk memberikan nilai tambah terhadap suatu produk
4. Untuk mendapatkan keuntungan sehingga tercapai tingkat kemakmuran yang diinginkan
5. Untuk memenuhi permintaan pasar , baik pasar domestik ataupun pasar mancanegara
6. Untuk mengganti produk yang rusak dengan produk baru yang layak untuk dikonsumsi

2.1.5 Macam-Macam Proses Produksi

Sebelum membahas mengenai proses produksi, terlebih dahulu akan dibahas arti dari proses yaitu : “Proses adalah suatu cara, metode maupun teknik untuk penyelenggaraan atau pelaksanaan dari suatu hal tertentu”. (Agus Ahyari, 2002). Untuk menghasilkan suatu produk dapat dilakukan melalui beberapa cara, metode dan teknik yang berbeda-beda. Secara garis besar macam-macam proses produksi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Proses produksi terus menerus (*Contiunuous process*)

Adalah suatu proses produksi dimana terdapat pola urutan yang pasti dan tidak berubah-ubah dalam pelaksanaan produksi yang dilakukan dari perusahaan yang bersangkutan sejak dari bahan baku sampai menjadi bahan jadi (Pangestu Subagyo, 2000).

- a. Sifat-Sifat atau Ciri-Ciri

1. Produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar atau massal
2. Menggunakan sistem berdasarkan urutan dari pengerjaan produk
3. Mesin yang digunakan pada pada proses produksi merupakan mesin yang bersifat khusus

4. Tidak memerlukan banyak tenaga kerja atau SDM
 5. Bahan-bahan produksi dipindahkan dengan tenaga mesin
 6. Operator tidak perlu memiliki keahlian/skill yang tinggi
 7. Ketika salah satu mesin rusak atau tidak berfungsi maka dapat mempengaruhi proses produksi selanjutnya mengakibatkan seluruh proses produksi dapat terhenti
 8. Persediaan bahan baku lebih sedikit
- b. Kelebihan Proses Produksi Terus-Menerus
1. Didapatkan biaya produksi rendah
 2. Dapat menghasilkan produk atau volume yang cukup besar
 3. Pemborosan dapat diperkecil, dikarenakan sebagian besar pemindahan bahan-bahan menggunakan mesin dan jarak mesin satu dengan yang lain pendek
 4. Biaya tenaga kerja rendah, karena tidak memerlukan tenaga ahli
- c. Kekurangan dari Proses Produksi Terus-Menerus ini antara lain:
1. Kesulitan dalam menghadapi perubahan produk yang diminta oleh konsumen atau pelanggan
 2. Proses produksi mudah terhenti apabila terjadi kemacetan di suatu tempat atau tingkat proses.
 3. Kesulitan dalam menghadapi peningkatan permintaan
2. Proses Produksi Terputus-Putus (*Intermittent Process*)
- Proses produksi dimana terdapat beberapa pola atau urutan pelaksanaan produksi dalam perusahaan yang bersangkutan sejak bahan baku sampai menjadi produk akhir (Pangestu Subagyo, 2000).
- a. Sifat atau ciri-ciri
1. Produk yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil didasar atas pesanan.
 2. Mesinnya bersifat umum dan dapat digunakan mengolah bermacam-macam produk. 14
 3. Biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi atau peralatan yang sama, dikelompokkan pada tempat yang sama.

4. Karyawan mempunyai keahlian khusus.
 5. Proses produksi tidak mudah terhenti walaupun terjadi kerusakan salah satu mesin atau peralatan.
 6. Persediaan bahan mentah banyak.
 7. Bahan-bahan yang dipindahkan dengan tenaga manusia.
- b. Kelebihan proses produksi terputus-putus adalah:
1. Mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk dengan variasi yang cukup besar. Fleksibilitas ini diperoleh dari
 - Sistem penyusunan peralatan.
 - Jenis atau tipe mesin yang digunakan bersifat umum (*general purpose machine*).
 - Sistem pemindahan yang tidak menggunakan tenaga mesin tetapi tenaga manusia.
 2. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses bersifat umum, maka biasanya dapat diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin-mesinnya, karena harga mesin-mesinnya lebih murah.
 3. Proses produksi tidak mudah terhenti akibat terjadinya kerusakan atau kemacetan di suatu tempat atau tingkat proses.
- c. Kekurangan atau kelemahan proses produksi terputus-putus adalah:
1. Scheduling dan routing untuk pengerjaan produk yang akan dihasilkan sangat sukar karena kombinasi urutan pekerjaan yang banyak dalam memproduksi satu macam produk dan dibutuhkan scheduling dan routing yang banyak karena produksinya berbeda, tergantung pada pemesanannya.
 2. Karena pekerjaan *scheduling* dan *routing* banyak dan sukar dilakukan, maka pengawasan produksi dalam proses sangat sukar dilakukan.
 3. Dibutuhkan investasi yang sangat besar dalam persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses, karena prosesnya terputusputus dan produk yang dihasilkan tergantung pesanan.

4. Biaya tenaga kerja dan biaya pemindahan sangat tinggi, karena banyak menggunakan tenaga manusia dan tenaga yang dibutuhkan adalah tenaga ahli dalam pengerjaan produk tersebut.

Untuk dapat menentukan jenis proses produksi dari suatu perusahaan, maka perlu mengetahui sifat-sifat atau ciri-ciri proses produk. Baik itu proses produksi terus-menerus atau proses produksi terputusputus. (Sukanto Reksohadiprojo dan Indriyo Gitosudarmo, 2000)

Atas dasar keutamaan proses ini, proses produksi terbagi 2 kelompok yakni sebagai berikut:

- a) Proses produksi utama
Proses produksi sesuai dengan tujuan proses produksi dari pertama didirikan perusahaan yang bersangkutan.
- b) Proses produksi bukan utama
Proses produksi sehubungan dengan adanya berbagai kepentingan khusus dalam perusahaan yang bersangkutan.

2.2 Produktivitas

Produktivitas secara konsep menunjukkan adanya kaitan antara hasil kerja (bentuk nyata) dengan satuan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk dari seorang tenaga kerja (Ravianto, 1985). Pengertian lain dari yang dikemukakan oleh Waryanto (2001) menyebutkan bahwa produktivitas merupakan efisiensi dari masukan (sumber daya) yang diungkapkan dalam bentuk rasio antara keluran dan masukan. Terdapat dua aspek penting dalam produktivitas, yaitu efisiensi dan efektivitas

1) Efisiensi

Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan masukan (*input*) yang direncanakan pada awal proyek dengan masukan yang sebenarnya terlaksana. Kalau masukan sebenarnya yang digunakan lebih kecil, berarti semakin besar penghematan, maka tingkat efisiensi semakin tinggi. Dalam penertian yang lebih sederhana, efisiensi diartikan sebagai kehematan dalam penggunaan sumber daya (penghematan pemakaian bahan, uang, tenaga kerja, material, dan sebagainya). Namun bukan berarti hasil yang akan dicapai buruk

atau berkualitas rendah. Efisiensi dimaksudkan sebagai penghematan penggunaan sumber daya untuk mencapai hasil yang sama (tanpa efisiensi).

2) Efektivitas

Efektivitas adalah suatu ukuran yang memberikan petunjuk atau gambaran seberapa jauh target yang tercapai baik dari segi kualitas maupun waktu yang diperlukan. Kalau persentase target yang dicapai semakin besar, maka tingkat efektivitas tinggi atau semakin kecil persentase target yang tercapai, maka semakin rendah pula tingkat efektivitasnya. Konsep efektivitas berorientasi pada keluaran (*output*). Terkadang pada beberapa kasus, efektivitas yang tinggi belum tentu efisien

3) Kualitas

Produktivitas merupakan ukuran kualitas, walaupun kualitas sulit diukur dari rasio *output* atau *input*. Namun jelas kualitas *input* dan kualitas proses menentukan kualitas *output*. *Output* dengan kualitas tinggi secara tidak langsung menaikkan rasio *output* atau *input*, karena disana ada penambahan nilai (*added value*) bagi konsumen yang berarti menaikkan daya saing dan produktivitas.

Dua aspek vital dari produktivitas adalah efisiensi dan efektivitas. Efisiensi berkaitan dengan seberapa baik berbagai masukan itu dikombinasikan atau bagaimana pekerjaan tersebut dilaksanakan. Ini merupakan suatu kemampuan untuk bagaimana mendapatkan hasil yang lebih banyak dari jumlah masukan yang paling minimum. Hal ini berarti bagaimana mencapai suatu tingkat volume produksi tertentu yang berkualitas tinggi, dalam waktu yang singkat, dengan tingkat pemborosan yang lebih kecil dan sebagainya, Sedangkan efektivitas, berkaitan dengan apakah hasil-hasil yang diharapkan atau tingkat keluaran itu dicapai atau tidak.

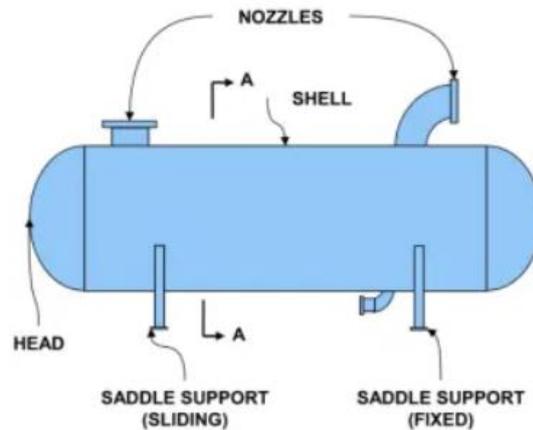
Efisiensi juga berarti "*doing things right*" sehingga sumber daya yang digunakan seminimal mungkin atau meminimasi pemborosan sumber daya yang ekonomis. Sedangkan efektivitas, persoalan utamanya adalah "*doing the right thing*", yang berorientasi pada *output* yang diinginkan.

2.3 *Pressure Vessel*

Pressure Vessel atau disebut bejana tekan (dalam bahasa Indonesia) merupakan wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas

pada temperatur yang berbeda dari temperatur lingkungan. Bejana tekan digunakan untuk bermacam-macam aplikasi di berbagai sektor industri seperti industri kimia (*petrochemical plant*), energi (*power plant*), minyak dan gas (*oil & gas*), nuklir, makanan, bahkan sampai pada peralatan rumah tangga seperti *boiler* pemanas air atau *pressure cooker* (Syaefrudin, 2010).

2.3.1 Komponen Utama *Pressure Vessel*



Gambar 2.1 Bagian-Bagian *Pressure Vessel*

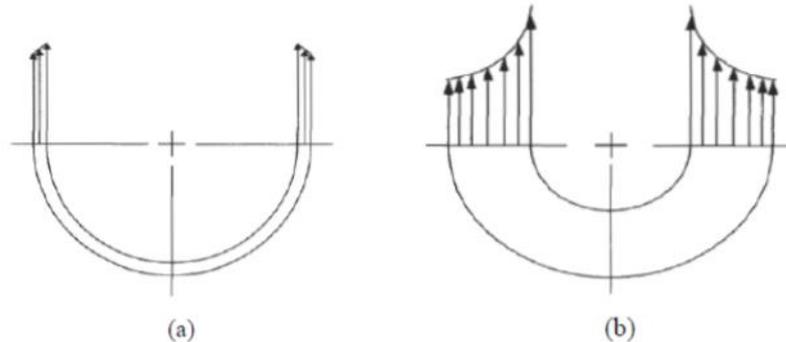
(Sumber: atrinsanat.com)

- *Shell*: Komponen utama *pressure vessel* untuk menampung tekanan. *Shell* biasanya berbentuk silinder, kerucut, atau bulat.
- *Head*: *Head* berguna untuk menutup *shell*. *Heads* umumnya berbentuk melengkung. Alasan berbentuk melengkung adalah lebih kuat menahan tekanan dan memungkinkan head menjadi ringan dan murah.
- *Nozzle*: Komponen silinder yang menembus ke dalam *shell* atau *head*. *Nozzle* digunakan untuk memasang pipa *inlet* dan *outlet*, memasang alat ukur (ketinggian, temperatur, tekanan).
- *Support*: *Support* digunakan untuk menopang semua beban *pressure vessel* supaya berdiri kokoh.

2.3.2 Pembagian *Pressure Vessel*

Berdasarkan dimensi dinding, bejana tekan dapat dibagi menjadi dua :

1. Bejana tekan dinding tebal, memiliki ketebalan dinding (*sheel*) lebih dari $1/20$ diameter *sheel*.
2. Bejana tekan dinding tipis, memiliki ketebalan dinding (*sheel*) kurang dari $1/20$ diameter *sheel*.



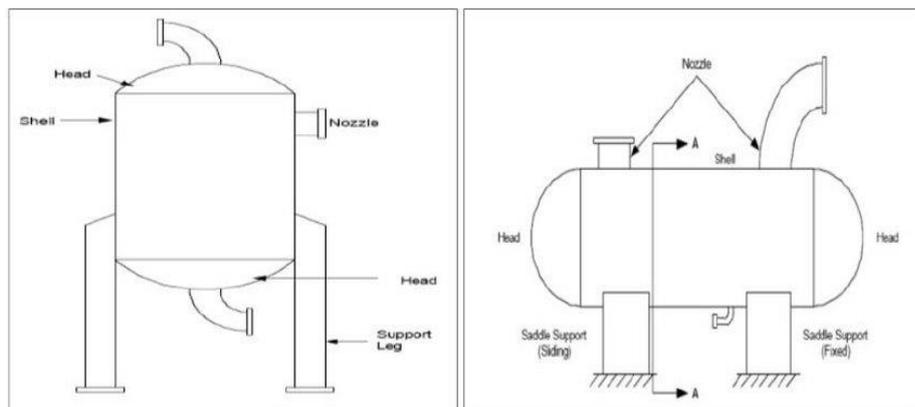
Gambar 2.2 (a) Dinding Tipis (b) Dinding Tebal

(Sumber: Dennis R. Moss, edisi ke-3, 2004)

Perbedaan bejana tekan dinding tipis dengan dinding tebal berada pada distribusi tegangan yang terjadi pada dinding bejana tekan tersebut, pada bejana tekan dinding tipis, distribusi tegangan dapat diabaikan karena perbedaan diameter luar dengan diameter dalam sangat tipis sehingga distribusi tegangan yang terjadi sangat kecil, sedangkan pada bejana tekan dinding tebal distribusi tegangan harus diperhitungkan, dapat dilihat pada gambar 2.1 (Dennis R. Moss, 2004).

Berdasarkan posisinya, bejana tekan dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu posisi vertikal dan posisi horizontal.

1. Posisi vertikal yaitu posisi tegak lurus terhadap sumbu netral axis, dimana bejana tekan reaktor tipe PWR 1000 MWe juga merupakan bejana tekan vertikal.
2. Posisi horizontal adalah tipe *pressure vessel* yang posisinya datar, horizontal seperti halnya jembatan yang posisinya datar (tertidur)



Gambar 2.3 Posisi Vertikal (Kiri) Posisi Horizontal (Kanan)

(Sumber : <https://www.researchgate.net/>)

2.4 Proyek

2.4.1 Pengertian Proyek

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatankegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer) (Maharesi, 2002). Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, dimana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu (Tampubolon, 2004). Menurut Soeharto (1999) Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia.

Menurut Subagya (2000) proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu,

1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.
2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama.

Menurut Akbar (2002) kegiatan proyek – dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi – dibedakan dari kegiatan operasional, hal tersebut karena sifatnya yang dinamis, non-rutin, multikegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek.

Dalam Meredith dan Mantel (2006) dikatakan bahwa *”The project is complex enough that the subtasks require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance.”*

Menurut Yamit (2000), setiap pekerjaan yang memiliki kegiatan awaldan memiliki kegiatan akhir, dengan kata lain setiap pekerjaan yang dimulai pada waktu tertentu dan direncanakan selesai atau berakhir pada waktu yang telah ditetapkan disebut proyek.

2.4.2 Ciri-ciri Proyek

Berdasarkan pengertian proyek di atas, ciri-ciri proyek antara lain :

- a. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
- b. Sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek.
- c. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
- d. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
- e. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volumenya.

2.4.3 Jenis-jenis Proyek

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Proyek *Engineering*-Konstruksi
Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain *engineering*, pengadaan, dan konstruksi.
- b. Proyek *Engineering*-Manufaktur
Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.
- c. Proyek Penelitian dan Pengembangan
Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.

- d. **Proyek Pelayanan Manajemen**
Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang sistem informasi manajemen.
- e. **Proyek Kapital**
Proyek kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.
- f. **Proyek Radio-Telekomunikasi**
Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.
- g. **Proyek Konservasi Bio-Diversity**
Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan

2.5 Penjadwalan Proyek

Pengertian penjadwalan menurut Baker (1974), penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Pengertian penjadwalan menurut Vollman (1998), penjadwalan adalah rencana pengaturan urutan kerja serta pengalokasian sumber, baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan. Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas.

2.6 Critical Path Method

2.6.1 Pengertian Critical Path Method

Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis (*Critical Path Method - CPM*), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang

digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Critical Path Method (CPM) adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan/aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total dan deretan aktivitas yang menentukan waktu tercepat yang mungkin agar proyek dapat diselesaikan. Ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek yakni kegiatan pada titik (*activity on node* – AON) dan kegiatan pada panah (*activity on arrow* – AOA). Pada konvensi AON, titik menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA panah menunjukkan kegiatan.

2.6.2 Jaringan Kerja

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam *network diagram*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resources* (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan

dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.

c. -----► (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau *dummy activity*. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. *Dummy* di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

d. ► (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis. Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

2.6.3 Lintasan Kritis

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses two-pass, terdiri atas forward pass dan backward pass. ES dan EF ditentukan selama forward pass, LS dan LF ditentukan selama backward pass. ES (*earliest start*) adalah waktu terdahulu suatu kegiatan

dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai. EF (*earliest finish*) merupakan waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai. LS (*latest start*) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (*latest finish*) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ semua pendahulu langsung}\} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$EF = ES + \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya}\} \dots (2.3)$$

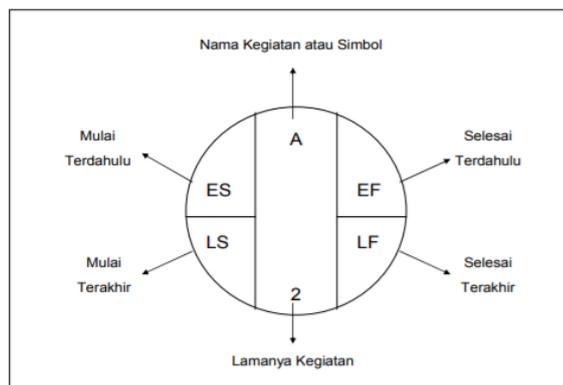
$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.4)$$

Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu slack (*slack time*) dapat ditentukan. Slack adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer dan Render, 2005).

$$\text{Slack} = LS - ES \dots\dots\dots (2.5)$$

atau

$$\text{Slack} = LF - EF \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.4 Notasi *Node* Kegiatan

(Sumber : *Operations Management : Manajemen Operasi*, 2005)

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-

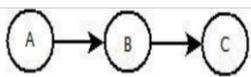
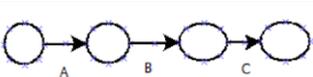
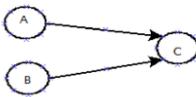
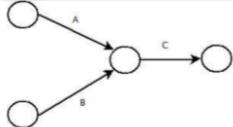
aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri,1997).

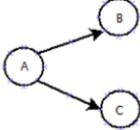
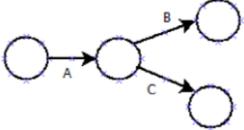
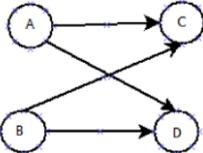
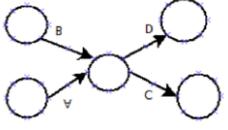
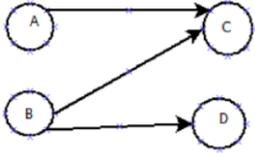
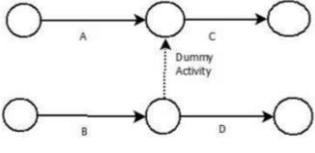
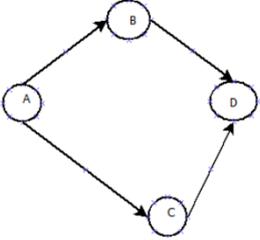
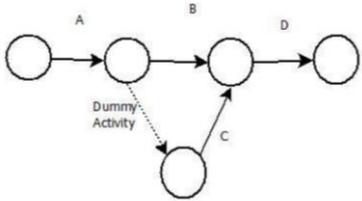
Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di trade off (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- d. Time slack atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Menurut Yamit (2000), Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Apabila kegiatan keterlambatan proyek maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

Tabel 2.1 Perbandingan Konvensi Jaringan AON dan AOA

Kegiatan pada titik (AON)	Arti dari kegiatan	Kegiatan pada panah (AOA)
	A datang sebelum B, yang datang sebelum C.	
	A dan B keduanya harus diselesaikan sebelum C dapat dimulai.	

	<p>B dan C tidak dapat dimulai sebelum A selesai.</p>	
	<p>C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai.</p>	
	<p>C tidak dapat dimulai setelah A dan B selesai, D tidak dapat dimulai sebelum B selesai. Kegiatan <i>dummy</i> ditunjukkan pada AOA</p>	
	<p>B dan C tidak dapat dimulai hingga A selesai. D tidak dapat di mulai sebelum B dan C selesai. Kegiatan dummy ditunjukkan pada AOA</p>	

Dari tabel 2.1 diatas kita bisa melihat perbandingan konvensi jaringan AOA dan AON yang akan membantu jalannya dari kegiatan satu menuju ke kegiatan selanjutnya. Kegiatan pada titik AON akan memberi petunjuk prosedur pengerjaan proyek menggunakan titik seperti titik a ke titik b, sedangkan AOA petunjuk prosedur pengerjaan proyek akan ditunjuk menggunakan anak panah dari tiap titik pengerjaan. Arti dari konvensi jaringan AON dan AOA dari tabel diatas tetap sama sekaligus akan memberi kita referensi untuk bisa memilih mana yang baik untuk bisa lebih mudah dalam membuat prosedur kegiatan proyek.