

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 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).

Aktivitas produksi sebagai suatu bagian dari fungsi organisasi perusahaan bertanggung jawab terhadap pengolahan bahan baku menjadi produk jadi yang dapat dijual. Untuk melaksanakan fungsi produksi tersebut, diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Ada 3 fungsi utama kegiatan-kegiatan produksi yang dapat diidentifikasi, yaitu:

- Proses produksi, yaitu metode dan teknik yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi produk.
- Perencanaan produksi, merupakan tindakan antisipasi di masa mendatang sesuai dengan periode waktu yang direncanakan.
- Pengendalian produksi, yaitu tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan telah dilakukan sesuai dengan target yang telah ditetapkan. (Nasution, 2003)

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 pabrikasi antara lain, yaitu :

1. Pada unit usaha pabrikasi *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 pabrikasi lebih mudah ditentukan standarnya.
3. Tidak Sering terjadi kontak langsung dengan konsumen pada usaha pabrikasi, 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.

### **2.1.1 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.

### **2.1.2 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.

## **2.1.3 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. (Yuniarti, 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 (*Intermitten 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 kombinasiurut-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 presentase 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

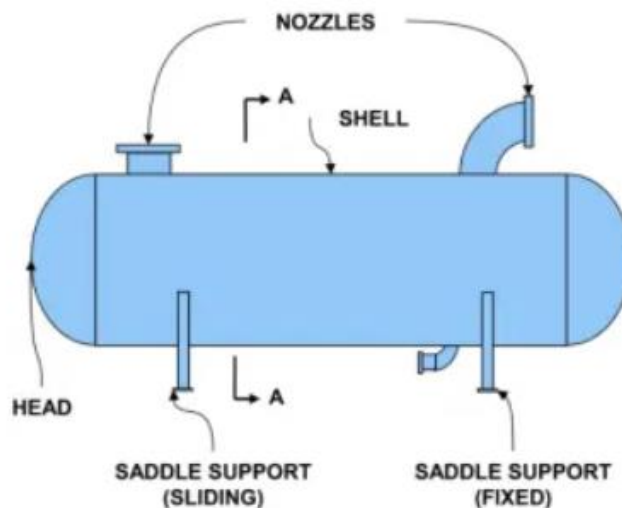
produksi tertentu yang berkualitas tinggi, dalam waktu yang singkat, dengan tingkat pemborosan yang lebih kecil dan sebagainya, Sedangkan efektivitas, berkaitan dengan apakah hasil-hasil yang diharapkan atau tingkat keluaran itu dicapai atau tidak.

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*

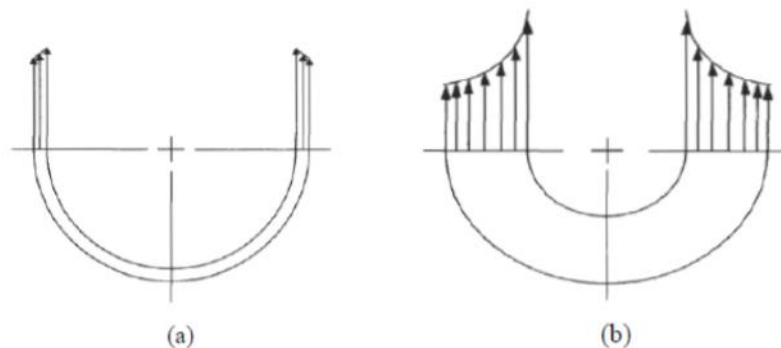
(Sumber: atrinsanat.com)

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



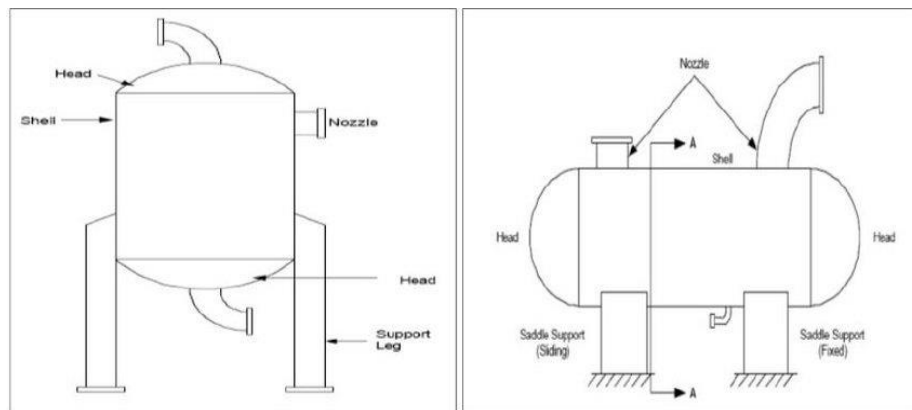
Gambar 2.2 (a) Dinding Tipis (b) Dinding Tebal

(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 Pengertian *Quality Control*

Pengertian secara umum, *Quality Control* (QC) merupakan proses pengecekan dan pengujian yang dilakukan untuk mengukur serta memastikan kualitas produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan dalam bisnis. Posisi ini penting dalam mempengaruhi arah bisnis untuk membantu dalam mencapai tujuan perusahaan dimana, berperan penting dalam meningkatkan dan mengendalikan mutu sebuah produk sebelum tahap perilisan. Dalam fase SDLC (*Software Development Life Cycle*), QC berperan dalam proses *testing* dimana memiliki peran penting untuk melakukan pengujian produk bersama dengan QA (*Quality Assurance*). Perbedaan mendasar dari kedua posisi ini adalah QA bertugas untuk mengecek setiap kebutuhan sistem dan fitur pada perangkat lunak berjalan dengan semestinya. Sedangkan QC lebih mengarah pada pengujian *software* untuk meningkatkan kualitas mutu suatu produk agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. (Adani, 2021)

Pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas tersebut dapat diukur ciri-ciri kualitas dari produk yang ada, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan yang standar, berikut tipe dari kualitas adalah :

1. *Quality of Design* Berfokus pada menentukan karakteristik kualitas produk yang cocok dengan kebutuhan pasar / dengan harga yang diberikan, sehingga kualitas ini berfokus pada orientasi konsumen
2. *Quality of Conformance* Suatu penawaran dimana perusahaan dan *supplier* dapat memproduksi barang dengan derajat keseragaman dan ketergantungan yang dapat diprediksi pada biaya yang sesuai dengan karakteristik kualitas yang ditentukan pada studi kualitas *design*.
3. *Quality of Performance* Berfokus pada menentukan bagaimana karakteristik kualitas ditentukan pada studi kualitas *design* dan diimprove serta diinovasi pada studi kesesuaian kualitas dapat ditunjukkan di pasar. (Islamiyah, 2018)

Pengendalian kualitas memegang peranan yang sangat penting karena menentukan mutu barang atas produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Bila produk barang atau jasa yang dihasilkan tidak memenuhi standar yang berlaku, tentu tidak akan disukai oleh konsumen. Dalam rekayasa dan manufaktur, pengendalian mutu atau pengendalian kualitas melibatkan pengembangan sistem untuk memastikan bahwa produk dan jasa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi atau melampaui persyaratan dari pelanggan maupun produsen sendiri. Pada umumnya pengendalian kualitas terdiri dari empat langkah prosedur kendali mutu, yaitu langkah pertama adalah menentukan standar, standar mutu ditetapkan sebagai pedoman untuk menciptakan suatu produk yang berkualitas sesuai standar mutu. Standar mutu yang biasa ditetapkan ialah standar mutu biaya, standar mutu prestasi kerja, standar mutu keamanan, dan standar mutu keandalan. Langkah kedua menilai kesesuaian, membandingkan kesesuaian dari produk yang dibuat dengan standar yang telah ditentukan. Langkah ketiga bertindak bila perlu, mengoreksi masalah dan penyebab melalui faktor-faktor yang mencakup pemasaran, perancangan, rekayasa produksi, dan pemeliharaan yang mempengaruhi kepuasan pemakai. Langkah yang terakhir adalah

merencanakan perbaikan, merencanakan suatu upaya yang kontinyu untuk memperbaiki standar-standar biaya, prestasi, keamanan, dan keandalan (Ramadhan, 2019).

*Quality control* atau pengendalian mutu memiliki beberapa aspek penting yang mendukung kegiatan proses produksi agar berjalan dengan lancar, yaitu :

1. Unsur Utama

Aspek unsur utama seperti *control*, manajemen kerja, proses yang telah terdefinisi, identifikasi catatan, dan integritas dari kinerja.

2. Kompetensi

Aspek kompetensi yang terdiri dari ilmu pengetahuan (kognitif), pengalaman, keterampilan (psikomotorik), dan kualifikasi kerja yang baik.

3. Elemen lunak

Aspek elemen lunak yang terdiri atas integritas, kepercayaan, motivasi, semanga dalam tim, serta relasi yang berkualitas dalam kepegawaian.

#### **2.4.1 Tujuan Pengendalian Kualitas**

Tujuan pengendalian kualitas pada akhirnya adalah spesifikasi produk yang telah ditetapkan dalam standar dapat tercermin dalam produk akhir atau hasil akhir. Tujuan pengendalian kualitas sebagai berikut :

- a. Agar barang-barang hasil produk mencapai standar kualitas yang ditetapkan
  - b. Mengusahakan supaya biaya inspeksi dapat ditekan menjadi sekecil mungkin
  - c. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi dapat menjadi sekecil mungkin.
  - d. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.
- (Assauri, 1992)

#### **2.4.2 Fungsi dan Tugas *Quality Control***

*Quality control* pada suatu perusahaan memiliki beberapa fungsi, contohnya adalah sebagai berikut :

- Melakukan *monitoring* dan pengecekan pada proses produksi hingga menjadi produk yang siap dipasarkan.

- Mengaudit dan meluluskan produk aplikasi.
- Memastikan setiap produk atau jasa telah dirancang sudah memenuhi syarat dan standarisasi sesuai dengan proses bisnis perusahaan atau organisasi.
- Membuat laporan berupa catatan harian mengenai beberapa hal penting dalam proses validasi beberapa fitur aplikasi.
- Membantu tugas yang diberikan oleh *Supervisor Quality Control* untuk mempercepat proses *deployment* aplikasi.

Sedangkan, seorang *quality controller* memiliki beberapa tugas dan tanggung jawab untuk membantu memvalidasi dan pengecekan produk suatu proses produksi, diantaranya adalah sebagai berikut :

#### 1. Menentukan Standar

Prosedur pertama yang dilakukan adalah dengan menentukan standar produk yang tepat dan sesuai dengan *objectives* perusahaan atau organisasi. Proses ini sangat penting yang dapat mempengaruhi produktivitas, efektivitas, dan persiapan produk yang diberikan.

#### 2. Melakukan *Monitoring* dan Verifikasi Kualitas Produk

Tanggung jawab yang kedua, melakukan pemantauan dan validasi terhadap kualitas produk yang sedang dikembangkan agar sesuai dengan kebutuhan pengguna (*user*). Pada tahap ini, QC akan berkolaborasi dengan QA untuk memastikan setiap elemen dan fungsionalitas dari aplikasi berjalan dengan baik.

#### 3. Menyelaraskan Visi dan Misi Perusahaan

Yang ketiga, seorang QC profesional harus bisa menyelaraskan visi dan misi perusahaan untuk tetap menjaga kualitas produk atau layanan yang ditawarkan. Hal tersebut dapat tercapai dengan baik apabila, manajemen yang dilakukan di setiap personil mempunyai pandangan yang sama agar kualitas produk tetap terjaga dengan standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

#### 4. Memperbaiki Layanan atau Produk Bisnis Perusahaan

Dan yang terakhir, setelah menentukan *benchmark* dan menyelaraskan visi dan misi perusahaan, selanjutnya adalah dengan menjalankan *Quality Control* secara penuh. Biasanya tahap ini dapat melibatkan *stakeholders* yang berkepentingan dalam menjaga kualitas produk sesuai dengan *goals* perusahaan.

### **2.4.3 Langkah Utama Pengendalian Mutu**

Pengendalian mutu (*quality control*) dalam manajemen mutu merupakan suatu sistem kegiatan teknis yang bersifat berkala yang dirancang untuk mengukur dan menilai mutu produk atau jasa yang diberikan kepada pelanggan (penerima manfaat). Pengendalian mutu terdiri atas 3 langkah utama, yaitu :

#### **1. Perencanaan Mutu (*Quality Planning*)**

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi kebutuhan konsumen (penerima manfaat), melakukan perancangan produk sesuai kebutuhan konsumen serta melakukan perancangan proses produksi yang sesuai spesifikasi rancangan produk.

#### **2. Pengendalian Mutu (*Quality Control*)**

Merupakan suatu bentuk pengendalian kualitas pada saat proses produksi. Pada tahapan ini dilakukan identifikasi faktor kritis yang harus diperhatikan, mengembangkan alat dan metode pengukuran serta mengembangkan standar bagi faktor kritis.

#### **3. *Quality Improvement***

Merupakan suatu tindakan yang dilakukan jika terjadi ketidaksesuaian antara kondisi aktual dengan kondisi standar, agar dilakukan perbaikan, penyesuaian, dan tindakan lain yang tepat. (Hartono, 2020)

### **2.4.4 Pengendalian Kualitas Bahan**

Dalam pendekatan bahan baku untuk pengendalian kualitas terdapat beberapa hal yang sebaiknya dikerjakan oleh manajemen perusahaan agar bahan baku yang diterima dapat dijaga kualitasnya. Beberapa hal tersebut antara lain seleksi sumber bahan baku pemeriksaan dokumen pembelian, pemeriksaan bahan baku dan penggudangan.

- a. Seleksi sumber bahan Pelaksanaan sumber bahan ini akan dapat dilaksanakan antara lain dengan cara melihat pada pengalaman perusahaan dimasa lalu atau dengan mengadakan evaluasi pada perusahaan pemasok bahan dengan menggunakan daftar pertanyaan, atau dapat lebih teliti lagi dengan jalan melakukan penelitian kualitas perusahaan pemasok tersebut.
- b. Pemeriksaan dokumen pembelian Dokumen yang dibuat dalam rangka pengadaan bahan baku pada suatu perusahaan akan merupakan dokumen



yang sangat penting didalam hubungannya dalam pengendalian kualitas bahan baku yang dilaksanakan di dalam perusahaan. Penulisan informasi yang lengkap dan benar akan merupakan pelengkap dasar-dasar yang cukup untuk melaksanakan pengendalian kualitas bahan baku yang dipergunakan, disamping merupakan usaha yang nyata untuk menghindarkan diri dari hal-hal yang tidak diinginkan bagi perusahaan.

- c. Pemeriksaan penerimaan bahan baku Apabila dokumen pembelian yang disusun tersebut cukup lengkap, maka dalam pemeriksaan penerimaan bahan baku tersebut akan dapat didasarkan pada dokumen pembelian tersebut. Kegiatan-kegiatan yang akan dilaksanakan didalam perusahaan tersebut hendaknya dapat dilaksanakan secara terpadu sehingga akan diperoleh efisiensi di dalam kegiatan pemeriksaan bahan baku.
- d. Penggudangan Jangka waktu penyimpanan bahan baku di gudang antar satu dengan yang lain tidak sama. Hal ini tergantung dari beberapa factor misal mudah tidaknya bahan baku tersebut diperoleh di pasar, tinggi rendahnya harga bahan baku dan besar kecilnya resiko kerusakan bahan baku dalam penyimpanan. (Ahyari 1986).

#### **2.4.5 Bentuk Pengendalian Mutu**

Terdapat 3 (tiga) macam waktu pengendalian, yaitu:

1. *Preventive-Control*

Adalah pengendalian yang dilakukan sebelum proses produksi dilakukan. Pengendalian ini dimaksudkan agar produksi berjalan dengan lancar sesuai dengan rencana dan mencegah atau menghindari timbulnya produk yang cacat.

2. *Monitoring-Control*

Adalah pengendalian yang dilakukan pada waktu proses produksi berlangsung. Maksud dari pengendalian ini adalah untuk memonitor kegiatan proses produksi dan apabila terjadi suatu penyimpangan, maka dilakukan perbaikan secara langsung dan melakukan pencatatan-pencatatan.

### 3. *Repressive-Control*

*Repressive Control* adalah pengendalian dan pengawasan yang dilakukan setelah semua proses produksi selesai dilaksanakan pengendalian yang dilakukan setelah terjadi kesalahan dalam pelaksanaannya, agar kesalahan yang ada pada kesalahan sebelumnya atau sama dapat diminimalisir sehingga tidak terjadi kesalahan kembali di waktu yang akan datang sehingga dapat mempercepat kinerja dan juga efisiensi waktu (Rivanda, 2019).

#### **2.4.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas**

Ada sembilan faktor yang menentukan kualitas sebagai berikut:

1. Pasar, jumlah produk baru yang ditawarkan dalam pasar selalu bertambah.
2. Banyak produk tersebut yang merupakan hasil perkembangan teknologi baru yang melibatkan tidak hanya produk itu sendiri, tetapi material, dan metode kerja yang digunakan dalam proses pembuatan.
3. Uang, kebutuhan akan otomatis dan mekanisme yang lebih baik dan modern diperlukan untuk menghadapi persaingan yang semakin ketat.
4. Manajemen, tanggung jawab kualitas suatu produk yang telah diserahkan kepada beberapa kelompok khusus. Mandor bertanggung jawab atas kualitas produk.
5. Manusia, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi atau disebut juga dengan ilmu pengetahuan teknologi yang sangat pesat menyebabkan timbulnya kebutuhan atau permintaan yang besar akan tenaga, yang berkualitas, memiliki pengetahuan, dan keterampilan yang khusus.
6. Motivasi, meningkatnya tingkat kesulitan untuk memenuhi kualitas suatu produk yang telah memperbesar makna kontribusi setiap karyawan terhadap kualitas yang dihasilkan.

7. Bahan baku, untuk memenuhi standar yang diinginkan, pemilihan, dan penentuan material yang dipakai tentunya akan sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan
8. Mesin, keinginan perusahaan untuk mengurangi biaya serta mendapatkan volume produksi guna memuaskan keinginan konsumen menyebabkan dipakainya mesin-mesin dan peralatan yang lebih baik dan modern, sehingga dengan adanya perubahan atau pergantian pada mesin ataupun peralatan akan mempengaruhi kualitas produk pada perusahaan tersebut.
9. Metode informasi modern, metode kerja yang digunakan dalam memproduksi suatu produk mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas produk tersebut. Apabila metode kerja yang dijalankan baik, maka produk yang dihasilkan baik pula.
10. Persyaratan proses produksi, kemajuan yang pesat dalam desain teknik membutuhkan pengontrolan yang jauh lebih ketat terhadap proses manufaktur telah menyebabkan hal-hal kecil pun menjadi cukup penting untuk diperhatikan.

Kualitas baik produk maupun jasa secara langsung dipengaruhi sembilan bidang dasar (9 M) dalam setiap bidang industri sekarang ini bergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produksi melalui suatu cara yang tidak pernah dialami dalam periode sebelumnya. Bila dikaji lebih dalam lagi keseluruhan faktor diatas bisa dibagi kedalam 2 faktor besar, yaitu faktor utama yang terdiri bahan baku, peralatan dan teknologi, sarana fisik, manusia yang mengerjakannya. Dan faktor yang kedua faktor pendukung yang terdiri dari persaingan pasar, tujuan organisasi, pengujian produk dan desain produk, proses produksi, kualitas input, perawatan peralatan, standar kualitas, umpan balik dari pelanggan (Angkoso, 2017).

#### **2.4.7 Ruang Lingkup *Quality Control***

Sebagaimana yang telah penulis jelaskan pada hal diatas bahwa kegiatan *Quality Control* dimaksudkan untuk mencapai nilai tertinggi dari segi kualitas dan kuantitas yang meliputi :

##### *1. In coming Quality Control*

Pengecekan kualitas bahan baku merupakan langkah awal dari *Quality Control*. Kualitas dari bahan baku apabila tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dari perusahaan bisa saja dikembalikan. Bahan baku apabila tidak sesuai dengan standar bisa mengalami kerusakan jika dikerjakan pada salah satu mesin tertentu.

##### *2. In process Quality Control*

Pada tahapan ini *Quality Control* melakukan pengecekan dimensi kerja disetiap proses tempat produksi. Setiap akhir proses produksi akan langsung dilakukan *Quality Control*. Hal ini untuk menghindari kesalahan yang berlarut – larut yang dapat membuat hasil akhir tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan.

##### *3. Final Quality Control*

Meskipun sudah diadakan *Quality Control* terhadap bahan baku dan proses produksi, tetapi hal ini tidak dapat menjamin bahwa tidak ada hasil yang rusak atau kurang baik. Untuk menjaga agar barang – barang memiliki hasil yang cukup baik, tidak keluar atau lolos dari sampai kepelanggan (konsumen) dengan kondisi yang tidak baik maka diperlukan adanya pengendalian atas hasil rakitan. Tahap ini *Quality Control* dilakukan terhadap fungsional kesesuaian antara komponen antar satu dengan yang lainnya dan kualitas dimensi tertentu yang harus dicapai dari seluruh perakitan antar komponen (Sunardi, 2018)

## 2.5. Pengertian *Non Destructive Test*

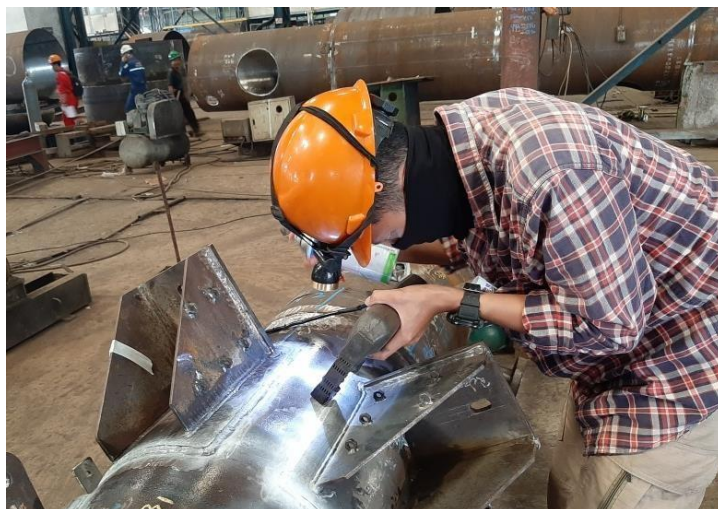
NDT adalah singkatan dari *Non-Destructive Testing* merupakan suatu teknik pengujian material tanpa merusak benda yang diuji. Pengujian ini dilakukan untuk menjaga material yang sedang digunakan masih aman untuk digunakan dan tidak mengalami kerusakan.

Pengujian NDT ini biasanya dilakukan paling sedikit 2 kali. Pertama, pada saat akhir proses fabrikasi untuk menentukan komponen yang dapat diterima setelah melalui proses fabrikasi, hasil dari pengujian ini akan dijadikan bagian kendali mutu komponen atau material. Kedua, NDT dilakukan saat komponen telah digunakan pada jangka waktu tertentu, untuk menemukan kesalahan sistem atau kegagalan pada komponen untuk mendeteksi kerusakan.

Berdasarkan dari kerusakan atau cacat pada material, NDT dapat membedakan menjadi 2 macam, yaitu *surface crack* dan *inside crack*. Sebaiknya, saat pengujian berlangsung harus sudah di tentukan target pengujian kesalahan seperti *inside crack* atau *surface crack*, setelah ditentukan baru dimulai pengujian NDT tersebut.

## 2.6. *Magnetic Particle Test*

Pengujian *Magnetic Particle Test* merupakan salah satu metode pengujian yang tidak merusak benda kerja, karena pengujian ini menggunakan serbuk magnet untuk dapat melihat dan mengidentifikasi jenis cacat las pada bagian *sub surface* benda kerja yang diuji. (Sopiansyah, 2021)



Gambar 2.4 Pengujian *Magnetic Particle Test*

Saat ini teknik pengujian magnetik partikel sangat luas mencakup perangkat pemeriksaan portabel, tetap, dan semi-otomatis. Pengujian magnetik partikel menggunakan magnet permanen, elektromagnet baik menggunakan AC atau DC, atau kombinasi keduanya. Media deteksi yang tersedia sebagai bubuk kering atau sebagai suspensi cair. Tersedia banyak warna sehingga memberikan kontras dengan warna permukaan atau latar belakang benda uji dan juga tersedia partikel *fluorescent* untuk sensitivitas maksimum. Pengujian magnetik partikel (MT) adalah metode uji tak rusak (NDT) untuk mendeteksi diskontinuitas, terutama diskontinuitas linear yang terletak di permukaan atau dekat permukaan pada material feromagnetik.

Berdasarkan sifat magnetnya logam diklasifikasikan menjadi diamagnetik, paramagnetik dan feromagnetik. Logam-logam diamagnetik memiliki kerentanan yang kecil dan negatif terhadap magnetisasi (sedikit menolak), air raksa, bismuth, seng, tembaga, perak, dan emas adalah contoh material diamagnetik. Logam-logam paramagnetik memiliki kerentanan yang kecil dan positif terhadap magnetisasi (sedikit tertarik), aluminium, platina, tembaga sulfat, magnesium, molybdenum, lithium, dan tantalum adalah contohnya. Logam-logam feromagnetik – memiliki kerentanan yang besar dan positif terhadap magnetisasi, memiliki daya tarik yang kuat, dan mampu menahan magnetisasi setelah medan magnet dihilangkan, besi, cobalt, nikel, dan gadolinium adalah contoh logam feromagnetik. Hanya logam-logam feromagnetik yang umumnya diperiksa menggunakan metoda pengujian partikel magnet.

Magnet adalah material yang memiliki kemampuan untuk menarik besi atau baja dan material logam lainnya. Apabila material dimagnetisasi maka akan memiliki medan magnet dan akan menarik logam tertentu dan medan magnet lain. Karena memungkinkan untuk memagnetisasi logam tertentu, maka dimungkinkan juga untuk menampakkan kontinuitas menggunakan media berupa serbuk besi yang memiliki daya Tarik magnet. Medium tersebut diaplikasikan pada permukaan benda uji setelah atau selama diinduksi medan magnet.

Adapun keunggulan dan keterbatasan dalam penggunaan metode Magnetic Particle Test adalah sebagai berikut :

Keunggulan Keunggulan magnetic particles test ini adalah :

- a. Dapat mendeteksi cacat permukaan (surface) dan cacat dalam yang dekat dengan permukaan (subsurface).
- b. Dapat menginspeksi bentuk yang tidak biasa.
- c. Pembersihan permukaan bahan yang akan diuji tidak sekritik saat menggunakan dye penetrant.
- d. Dapat dikerjakan dengan cepat dan hasilnya jelas terlihat.
- e. Biaya yang relatif murah dibanding dengan metode NDT lain.
- f. Bersifat portable yaitu alatnya mudah dibawa ke mana-mana, terlebih jika menggunakan arus DC.
- g. Relatif lebih aman dan mudah dilakukan.

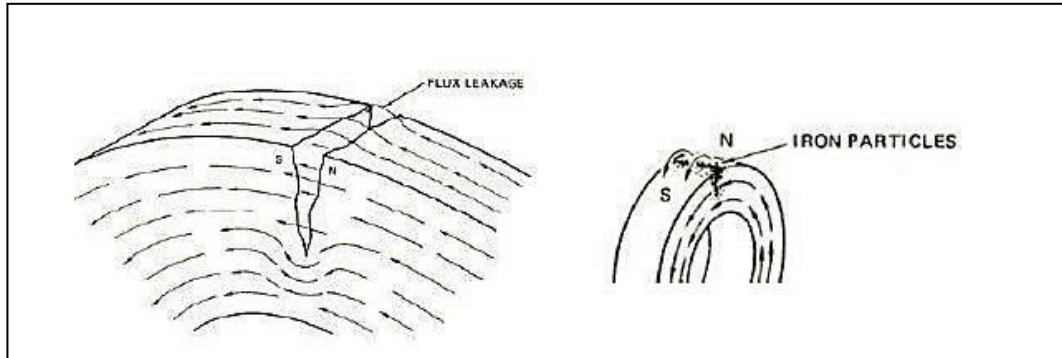
Keterbatasan jika menggunakan magnetic particles test ini adalah :

- a. Tidak dapat untuk menginspeksi bahan yang bersifat non ferromagnetic, seperti aluminium, magnesium dan lain-lain.
- b. Inspeksi pada bahan yang sangat besar membutuhkan daya yang lebih besar pula.
- c. Sebagian elemen yang akan diinspeksi membutuhkan penghilangan lapisan untuk menambah sensitifitas.
- d. Hanya dapat mendeteksi *crack* subsurface sampai kedalaman 6 mm e. Membutuhkan pembersihan setelah pengujian, dan juga butuh penghilangan sifat magnetik setelah inspeksi.
- e. Jarak antara *crack* dan fluks magnet sangat diperhitungkan.

#### **2.6.1. Prinsip Kerja Pengujian *Magnetic Particle Test***

Pada prinsipnya, pengujian menggunakan metode *Magnetic Particle Test* memagnetisasi benda yang akan diuji atau diinspeksi dengan memberikan serbuk magnet pada permukaan benda uji. Kemudian serbuk magnet akan berada pada daerah medan magnet dan akan tertarik dan terkumpul pada daerah discontinuity yang terdeteksi. Serbuk magnet akan mengumpul dan segaris dengan discontinuity dan berpotongan tegak lurus dengan garis medan magnet Spesimen atau benda uji tersebut dimagnetisasi dengan cara memberikan arus listrik. Karena

perlakuan yang seperti itu, maka pada benda uji akan timbul medan magnet sebagai akibat dari adanya beda potensial (arus listrik mengalir dari tegangan tinggi ke tegangan rendah). Pada daerah yang di inspeksi ditaburkan serbuk magnet. Selanjutnya serbuk besi tersebut akan mengikuti bagian yang cacat dari benda uji tersebut.



Gambar 2.5 Prinsip *Magnetic Field Lines*

### 2.6.2. Jenis-Jenis Magnet

Terdapat dua jenis magnet yang dapat diuji dengan menggunakan metode *magnetic particle test*, dua jenis magnet tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Magnet permanen

Magnet permanen merupakan bahan-bahan logam tertentu yang jika dimagnetisasi, maka bahan logam tersebut akan mempertahankan sifat magnetnya dalam jangka waktu yang lama.

2. Electromagnet

Electromagnet merupakan magnet yang terbuat dari bahan *ferromagnetic* yang jika diberikan maka arus listrik bahan tersebut akan menjadi magnet, akan tetapi jika pemberian arus listrik dihentikan maka sifat magnet dari bahan tersebut akan menghilang.

### 2.6.3. Teknik-Teknik *Magnetic Particles Test*

Dalam kegiatan pengujian menggunakan *magnetic particles test* terdapat beberapa macam Teknik yang dapat digunakan, Teknik-teknik tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. *Prod Technique*

Pada *prod technique*, magnetisasi diperoleh dengan cara menekan daerah



permukaan yang akan diuji dengan menggunakan *electrical type portable prod.*

## 2. *Longitudinal Magnetization Technique*

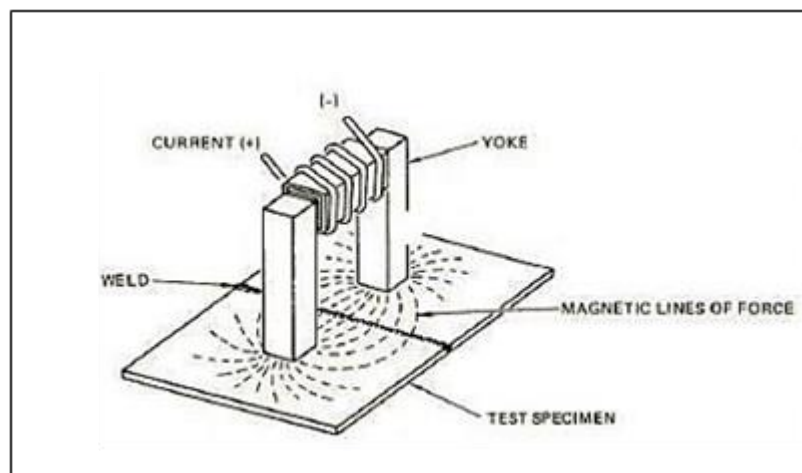
Pada Teknik longitudinal magnetization technique, magnetisasi didapatkan dengan cara mengalirkan arus melalui kumparan tetap multi turn atau kabel yang dililitkan pada permukaan atau bagian yang akan diuji sehingga menghasilkan medan magnet longitudinal yang sejajar dengan sumbu kumparan.

## 3. *Circular Magnetization Technique*

Pada Teknik ini, magnetisasi diperoleh dengan mengalirkan aliran pada permukaan bahan uji yang akan diuji. Sehingga menghasilkan circular magnetic yang tegak lurus terhadap arah aliran arus bagian yang sedang diuji.

## 4. *Yoke Technique*

Metode menggunakan Teknik yoke ini hanya dapat diaplikasikan untuk mendeteksi diskontinyu yang terbuka pada bagian permukaan. Pada metode ini daya magnet dari yoke harus diverifikasi sebelum digunakan dan daya magnet dari yoke harus diverifikasi setiap kali yoke telah rusak atau diperbaiki. Setiap yoke elektromagnetik arus AC harus memiliki daya angkat minimal 10 lb (4,5 kg) pada jarak kutub maksimal yang akan digunakan. Dan setiap arus DC atau yoke magnet permanen harus memiliki daya angkat minimal 40 lb (18 kg) pada jarak kutub maksimal yang akan digunakan.



Gambar 2.6 Cara Kerja Magnet pada Yoke

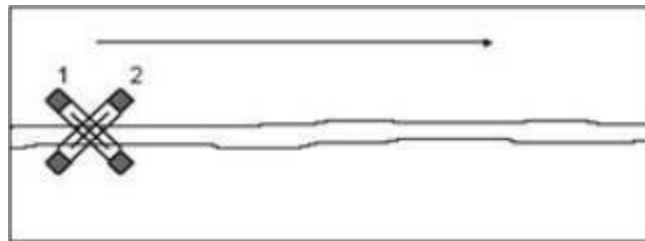
## 5. *Multidirectional Magnetization Technique*

Pada teknik ini magnetisasi diperoleh dengan menggunakan daya ampere tinggi yang disuplai secara berurutan menggunakan tiga sirkuit. Sehingga efek

dari arus bolak balik tersebut adalah menghasilkan magnetisasi secara keseluruhan pada salah satu *part* dalam banyak arah.

## 2.7. Prosedur Penggunaan *Magnetic Particle Test* (MT)

Proses *magnetic test* yang dilakukan dengan menggunakan metode *yoke technique* harus dilakukan magnetisasi dengan cara membuat gerakan zig-zag menggunakan alat *yoke* agar mendapatkan hasil yang maksimal untuk mendeteksi *defect* yang dapat timbul pada saat inspeksi dilakukan.



Gambar 2.7 *Defect* yang Terdeteksi oleh Yoke

### 2.7.1. *Yoke Technique*

Setelah mengetahui macam-macam metode dan prosedur pengujian specimen menggunakan metode *magnetic particle test* dengan teknik yoke. Berikut adalah analisa kemampuan dari ketiga yoke AC, DC, dan permanen berdasarkan inspeksi kedalaman atau *subsurface* pada suatu spesimen atau material adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Kemampuan inspeksi *subsurface* pada 3 jenis yoke

No	Kedalaman	Jenis Yoke		
		<i>Yoke AC</i>	<i>Yoke DC</i>	<i>Yoke Permanen</i>
1	1 mm	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>
2	2 mm	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>
3	3 mm	<i>Not Applicable</i>	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>
4	4 mm	<i>Not Applicable</i>	<i>Applicable</i>	<i>Applicable</i>

Pengujian *Magnetic Particle Test* (MT) menggunakan teknik Yoke permanent, Yoke AC dan Yoke DC masih mampu mendeteksi permukaan dalam atau *subsurface defect*. Namun pada setiap tipe yoke memiliki kemampuan dan keterbatasan yang berbeda dalam mendeteksi *subsurface defect*. Yoke Permanent dan Yoke DC yang memiliki lifting power yang sama yakni 18 kg, masih mampu

mendeteksi kecacatan sampai kedalaman 4 mm. Berbeda dengan Yoke AC yang hanya memiliki lifting power 4,5 kg. Yoke AC mampu mendeteksi sampai kedalaman 2 mm.

Berdasarkan pemakaian partikel magnet maka metode dry visible digunakan pada specimen atau material yang memiliki permukaan kasar sedangkan wet visible digunakan pada permukaan yang halus. Berdasarkan jenis partikel yang digunakan maka metode yang menunjukkan sensitivitas pembacaan paling baik adalah metode wet fluorescent dikarenakan hasil inspeksi akan terlihat dengan jelas jika ada cacat atau *defect*, kemudian diikuti dengan metode, wet visible dan terakhir dry visible. Namun, walaupun memiliki sensitivitas paling baik metode partikel fluorescent memiliki keterbatasan yaitu kondisi lingkungan saat pengujian harus dalam keadaan gelap, sedangkan saat ini pengujian banyak dilakukan di lapangan terbuka. Oleh karena itu metode wet visible dapat menjadi pilihan yang cukup baik untuk digunakan di lapangan terbuka dengan lingkungan cahaya yang cukup terang.

Terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengujian *magnetic particle test*, langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Cleaning*

Langkah pertama dalam melakukan pengujian ini adalah dengan memastikan kondisi permukaan specimen yang akan diuji harus bersih, jika specimen belum bersih maka bersihkan terlebih dahulu permukaan specimen atau material menggunakan *cleaner* dan kain lap kemudian permukaan specimen atau material harus dalam keadaan kering kering dan bersih dari segala macam kotoran yang dapat mengganggu proses inspeksi seperti karat, debu dan sebagainya.

2. *Apply WCP*

Setelah permukaan specimen yang akan diuji telah dipastikan bersih dan kering maka langkah selanjutnya adalah menyemprotkan *Wet Contrast Paint* (WCP) secara merata pada specimen yang akan diuji, khususnya adalah pada bagian bekas pengelasan yang telah dilakukan. Hal ini dilakukan untuk memudahkan mendeteksi adanya cacat, karena warna dari WCP lebih kontras dari pada serbuk *ferromagnetic*.

### 3. *Apply yoke AC*

Setelah *wet contrast paint* telah diaplikasikan pada specimen yang akan diuji, langkah selanjutnya adalah menyalakan yoke AC, kemudian specimen yang diuji dimagnetisasi. Magnetisasi material atau specimen ini bertujuan agar material dapat menarik serbuk *ferromagnetic* yang nantinya serbuk ferromagnetik tersebut akan mendeteksi adanya cacat pada specimen atau material tersebut.

### 4. *Apply Wet Particle*

Langkah selanjutnya adalah mengaplikasikan serbuk magnet yang disesuaikan dengan keadaan permukaan specimen yang akan diuji. Serbuk magnet yang digunakan adalah tipe basah.

### 5. *Inspection*

Langkah selanjutnya adalah melakukan inspeksi pada permukaan specimen yang sedang diuji. Hal ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa bentuk *defect* yang timbul/muncul pada permukaan specimen atau material. Selain itu, hasil inspeksi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan evaluasi untuk menentukan apakah specimen atau material yang cacat perlu diperbaiki atau masih masuk ke dalam batas toleransi sehingga tidak perlu diperbaiki.

### 6. *Post cleaning*

Setelah proses inspeksi telah dilakukan dan didapatkan hasil dan keputusan yang diambil, maka langkah selanjutnya adalah *post cleaning* yang bertujuan untuk membersihkan benda uji dari sisa-sisa pemberian serbuk magnetik pada specimen.

## **2.8. Evaluasi Penggunaan Metode *Magnetic Particle Test***

Setelah indikasi *defect* diketahui lokasinya, selanjutnya dilakukan evaluasi. Evaluasi ini menentukan bahwa diskontinuitas membahayakan pemakaian komponen, atau tidak memenuhi batas toleransi penerimaan suatu diskontinuitas pada suatu specimen yang diuji, diskontinuitas tersebut selanjutnya diklasifikasikan sebagai cacat atau *defect*. Indikasi muncul akibat penahanan partikel magnet dan semua indikasi yang muncul belum tentu merupakan indikasi

yang relevant tetapi bisa saja indikasi palsu atau *non* relevant. Hanya indikasi yang memiliki ukuran lebih dari 1,5 mm dianggap relevant (ASME SEC VIII DIV-1, 2013)

Indikasi linier adalah indikasi yang memiliki panjang lebih dari tiga kali lebarnya ( $L > 3W$ ). Indikasi rounded adalah indikasi yang bentuknya bundar atau elips dengan panjang kurang dari atau sama dengan tiga kali lebarnya ( $L \leq 3W$ ). Berdasarkan ASME Section VIII Divisi 1 Mandatory Appendix 6 Semua permukaan yang diuji harus bebas dari:

1. Indikasi linier yang relevan ( $> 1,5$  mm).
2. Indikasi bundar yang relevan, dimana ukurannya  $> 5$  mm.

Empat atau lebih indikasi bundar yang relevan berjajar dalam satu garis, terpisah satu sama lainnya pada jarak  $\leq 1,5$  mm, dari ujung ke ujung.