

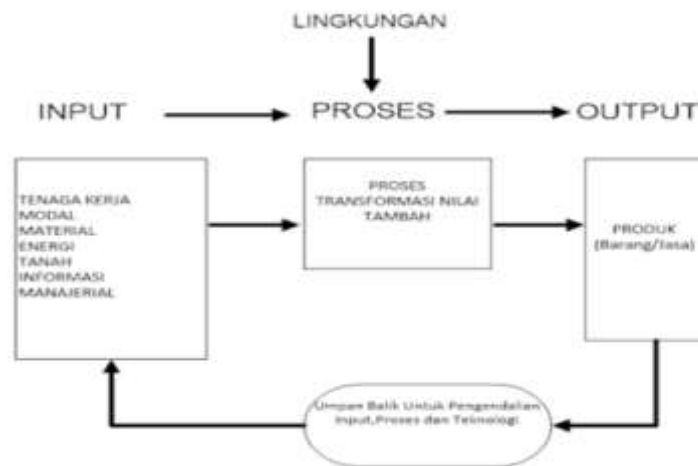
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

Sistem adalah merupakan suatu rangkain unsur-unsur yang saling dan tergantung serta saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya yang keseluruhannya merupakan satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan bagi pencapaian tujuan tertentu. Sedangkan definisi dari produksi adalah kegiatan untuk meningkatkan kegunaan suatu barang atau jasa melalui proses transformasi masukan menjadi keluaran. Jadi dapat dikatakan bahwa *system* produksi adalah gabungan dari beberapa unit atau elemen-elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan tertentu (Daryus, 2008).

Menurut (Daryus, 2008) Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting menunjang kontinuitas operasional *system* produksi itu. Komponen atau elemen structural yang membentuk sistem produksi terdiri dari: bahan (material), mesin dan peralatan tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah dan lain-lain. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari: *supervise*, perencanaan, pengendalian, koordinasi dan kepemimpinan yang semuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Secara skematis sederhana sistem produksi dapat digambarkan seperti dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagan Sistem Produksi

Sumber : Daryus, 2008

Dari gambar 2.1 tampak bahwa elemen-elemen utama dalam system produksi adalah: *input*, proses dan *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian system produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus menerus (*continuous improvement*).

2.1.1 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. Mengelola pesanan (*order*) dari pelanggan. Para pelanggan memasukkan pesanan-pesanan untuk berbagai produk. Pesanan-pesanan ini dimasukkan dalam jadwal produksi utama, 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.

3. Mengelola 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). 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.
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.
7. Melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi. Penjadwalan ini meliputi urutan pengerjaan, waktu penyelesaian pesanan, kebutuhan waktu penyelesaian, prioritas pengerjaan dan lain-lainnya.
8. Monitoring dan pelaporan pembebanan kerja dibanding kapasitas produksi. Kemajuan tahap demi tahap *simonitor* untuk dianalisis. Apakah pelaksanaan sesuai dengan rencanan yang dibuat.
9. 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.

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, 2004)

2.1.2 Proses Produksi

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 2008).

Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa. Menurut Ahyari (2002), 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, bahan baku dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

2.1.3 Macam-macam Proses Produksi

Daryus (2008) menyebutkan bahwa macam-macam proses produksi itu sangatlah banyak. Tetapi yang umum terdapat 2 macam proses produksi yaitu:

1. Proses produksi terus-menerus (*continuous process*) adalah suatu proses produksi yang mempunyai pola atau urutan yang selalu sama dalam pelaksanaan proses produksi di dalam perusahaan.

Ciri-ciri proses produksi terus-menerus adalah:

1. Produksi dalam jumlah besar (produksi massa), variasi produk sangat kecil dan sudah distandardisir.
2. Menggunakan *product lay out* 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 berpengalaman yang banyak.
9. Pemindahan bahan dengan peralatan *handling yang fixed (fixed path equipment)* menggunakan ban berjalan (*conveyor*).

Kebaikan proses produksi terus-menerus adalah:

1. Biaya per unit rendah bila produk dalam volume yang besar dan distandardisir.
2. Pemborosan dapat diperkecil, karena menggunakan tenaga mesin.
3. Biaya tenaga kerja rendah.
4. Biaya pemindahan bahan di pabrik rendah karena jaraknya lebih pendek.

Sedangkan kekurangan proses produksi terus-menerus adalah:

1. Terdapat kesulitan dalam perubahan produk.
2. Proses produksi mudah terhenti, yang menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
3. Terdapat kesulitan menghadapi perubahan tingkat permintaan.
2. Proses produksi terputus-putus (*intermitten processes*) adalah suatu proses produksi dimana arus proses yang ada dalam perusahaan tidak selalu sama.

Ciri-ciri proses produksi yang terputus-putus adalah:

1. Produk yang dihasilkan dalam jumlah kecil, variasi sangat besar dan berdasarkan pesanan.
2. Menggunakan *process lay out (departementation 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:

1. Flexibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk yang berhubungan dengan,
- *process lay out*

- mesin bersifat umum (*general purpose machines*)
 - sistem pemindahan menggunakan tenaga manusia.
2. Diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin yang bersifat umum.
 3. Proses produksi tidak mudah terhenti, walaupun ada kerusakan di salah satu mesin.

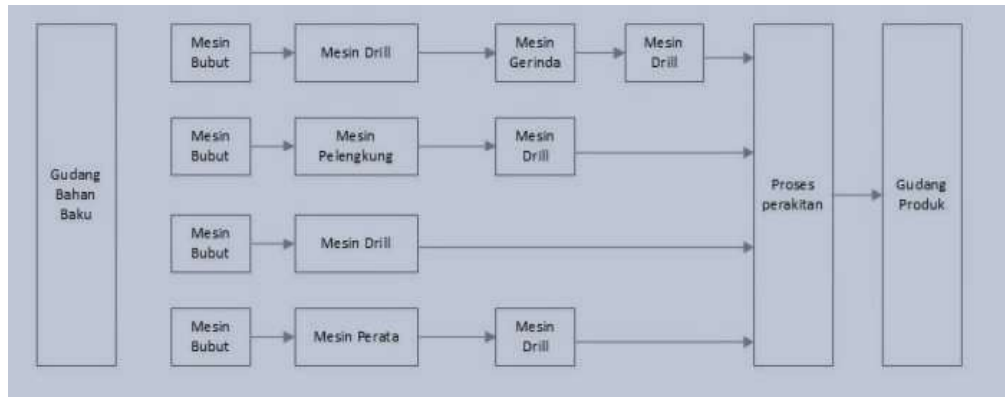
Sedangkan kekurangan proses produksi terputus-putus adalah:

1. Dibutuhkan *scheduling, routing* yang banyak karena produk berbeda tergantung pemesan.
2. Pengawasan produksi sangat sukar dilakukan.
3. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses cukup besar.
4. Biaya tenaga kerja dan pemindahan bahan sangat tinggi, karena menggunakan tenaga kerja yang banyak dan mempunyai tenaga ahli.

2.1.4 Tipe Tata Letak Fasilitas Produksi

Tipe tata letak fasilitas produksi terbagi menjadi empat menurut (Wignjosuebrotto, 2003) antara lain:

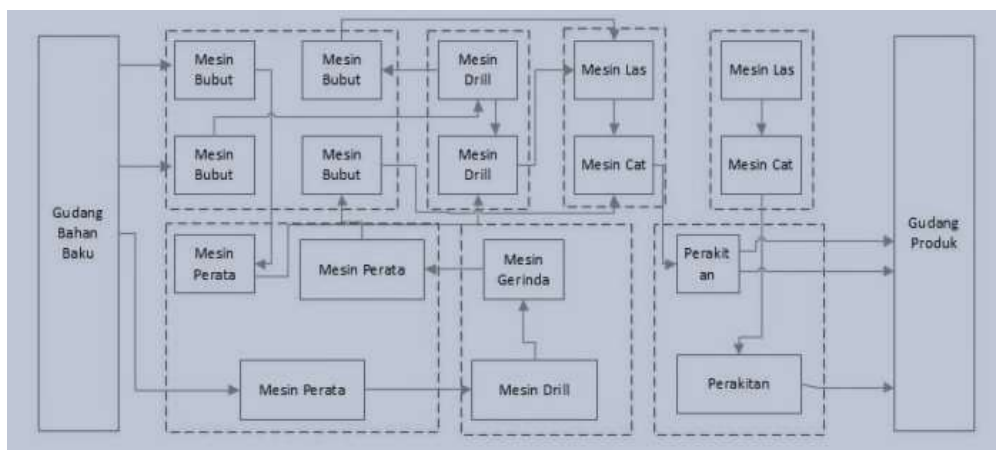
1. Tata Letak Produk (*Product Layout*), dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu.



Gambar 2.2 *Product Layout*

Sumber: Wignjosoebroto, 2003

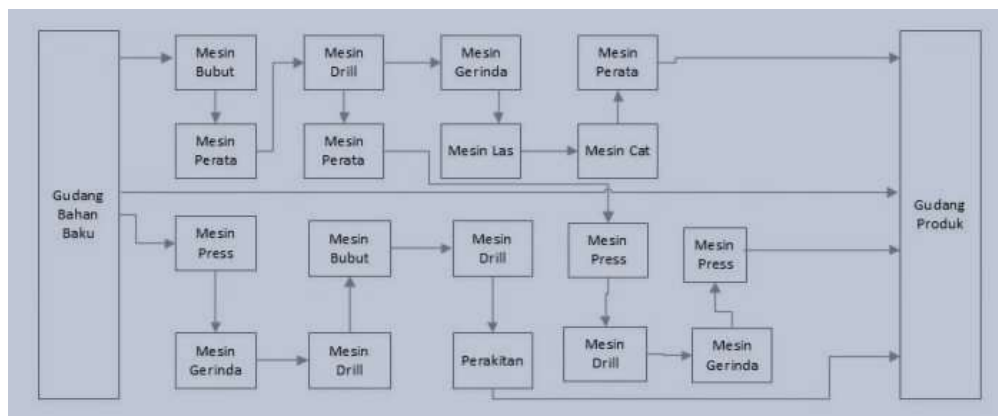
2. Tata Letak Proses (*Process Layout*), dalam *process/functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu pabrik/industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu departemen dan mill dijadikan satu departemen. Dengan kata lain *material* dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan.



Gambar 2.3 *Process Layout*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

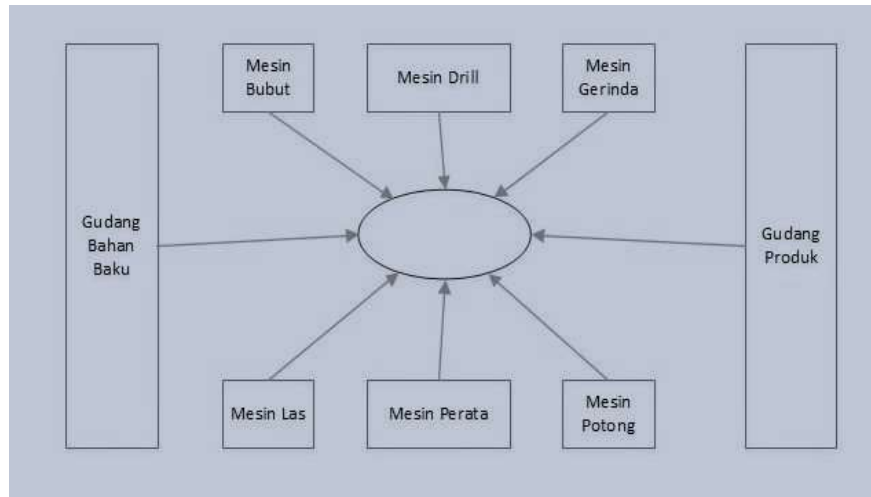
3. Tata Letak Kelompok (*Group Technology*), tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*.



Gambar 2.4 *Group Technology Layout*

Sumber: Wignjosuebrototo, 2006

4. Tata Letak Tetap (*Fixed Layout*), sistem berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap maksudnya adalah bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak menuju lokasi *material* untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan.



Gambar 2.5 *Fixed Position Layout*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

2.1.5 Pola Aliran Bahan

Pola aliran bahan terbagi menjadi 5 klasifikasi (Wignjosoebroto, 2006):

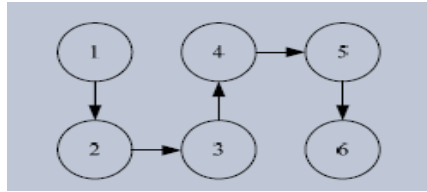
1. *Straight Line* adalah pola aliran berdasarkan garis lurus atau *straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana dan umum terdiri dari beberapa komponen-komponen atau beberapa macam *production equipment*.



Gambar 2.6 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

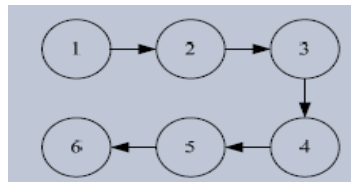
2. Serpentine atau Zig-Zaq (*S-Shaped*) adalah pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan bilamana aliran proses cukup panjang. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.



Gambar 2.7 Pola Aliran Bahan Zig-zag

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

3. *U-Shape* adalah pola aliran menurut *U-Shaped* 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 sangat mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Aplikasi garis aliran bahan relatif panjang, maka pula *U-shaped* ini akan tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran bahan tipe zig-zag.

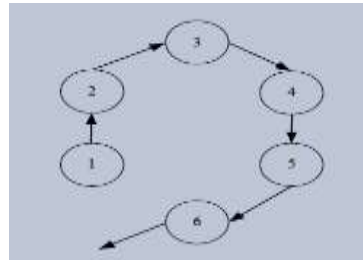


Gambar 2.8 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

4. *Circular* adalah pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik digunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan *material* atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Hal ini juga baik dipakai apabila departemen penerimaan dan pengiriman *material* atau produk jadi

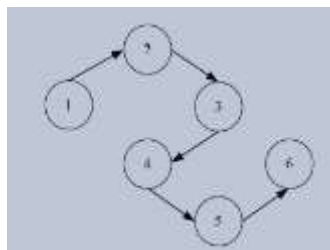
direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.



Gambar 2.9 Pola Aliran Bahan *Circular*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

5. *Odd-Angle* adalah pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama akan terasa manfaatnya untuk area yang kecil.



Gambar 2.10 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

2.2 Produk

Produk merupakan segala sesuatu yang ditawarkan ke pasar untuk mendapatkan perhatian, penggunaan atau konsumsi yang dapat memuaskan suatu kebutuhan dan keinginan seseorang (Kotler & Armstrong, 2008). Menurut (Laksana, 2008) produk adalah segala sesuatu baik yang bersifat fisik yang dapat ditawarkan

kepada konsumen untuk memenuhi segala keinginan dan kebutuhan konsumen. Sedangkan menurut (Kotler & Keller, 2009) mendefinisikan produk adalah sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk memuaskan suatu keinginan atau kebutuhan, termasuk barang, jasa, pengalaman, acara, orang, tempat, properti, organisasi, informasi dan juga ide. Jadi, dapat disimpulkan bahwa produk merupakan segala sesuatu yang dapat dijual atau ditawarkan kepada pelanggan, untuk dikonsumsi atau digunakan guna memenuhi keinginan dan kebutuhan pelanggan.

2.2.1 Produk Cacat

Terdapat beberapa pengertian mengenai produk cacat, menurut (Bustami & Nurlela, 2007) produk cacat merupakan produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi masih bisa diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu. Produk cacat menurut (Kholmi & Yuningsih, 2009) merupakan suatu produk yang dihasilkan namun tidak dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan perusahaan, tetapi masih dapat diperbaiki. Jadi, dapat disimpulkan bahwa produk cacat merupakan produk yang dihasilkan melalui suatu proses dan produk tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi atau standar yang sudah ditetapkan oleh produsen pembuat produk tersebut, tetapi masih dapat diperbaiki dengan mengeluarkan beban atau biaya tertentu.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk (dan jasa) perusahaan dapat

dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Pengendalian kualitas merupakan usaha preventif dan dilaksanakan sebelum kualitas produk mengalami kerusakan. (Ahyari, 2002).

Secara garis besar pengendalian kualitas dikelompokkan menjadi :

- a. Pengendalian kualitas sebelum pengolahan atau proses yaitu pengendalian kualitas yang berkenaan dengan proses yang berurutan dan teratur termasuk bahan-bahan yang akan diproses.
- b. Pengendalian kualitas saat proses yaitu pengendalian kualitas yang berkenaan dengan proses yang berurutan dan saat proses dilakukan.
- c. Pengendalian kualitas terhadap produk jadi yaitu pengendalian yang dilakukan terhadap barang hasil produksi untuk menjamin supaya produk jadi tidak mengalami kerusakan atau tingkat kerusakan produk sedikit.

2.3.1 Ruang Lingkup Pengendalian Kualitas

Menurut Sofjan Assauri (2008) secara garis besar pengendalian kualitas dikelompokkan dalam dua tingkatan, yaitu :

- a. Pengendalian Selama Pengolahan (Proses) Pengendalian harus dilakukan secara beraturan dan teratur. Pengendalian dilakukan hanya terhadap bagian dari proses mungkin tidak ada artinya bila tidak diikuti dengan pengendalian pada bagian lain. Pengendalian ini termasuk juga pengendalian atas bahan-bahan yang digunakan untuk proses.
- b. Pengendalian Atas Hasil yang Telah Diselesaikan Meskipun telah diadakannya pengendalian kualitas selama proses tidak menjamin bahwa tidak ada hasil produksi yang rusak atau kurang baik. Untuk menjaga agar

barang-barang yang dihasilkan cukup baik sampai ke konsumen maka diperlukan adanya pengendalian atas barang hasil produksi.

2.3.2 Organisasi Pengendalian Kualitas

Menurut Sofjan Assauri dalam bukunya Manajemen Produksi (2008) berpendapat bahwa pengendalian kualitas merupakan salah satu fungsi yang penting dari suatu perusahaan, sehingga kegiatan ini ditangani oleh bagian pengendalian kualitas yang ada di perusahaan itu. Tugas dari bagian pengendalian kualitas itu sendiri adalah menyelenggarakan atau melihat kegiatan atau hasil yang dikerjakan serta mengumpulkan dan menyalurkan kembali keterangan-keterangan yang dikumpulkan selama pekerjaan itu sesudah dianalisa. Tugas-tugas ini meliputi:

- a. Pengendalian atas penerimaan dari bahan-bahan yang masuk.
- b. Pengendalian atas kegiatan di bermacam-macam tingkat proses dan diantara tingkat-tingkat proses jika perlu.
- c. Pengendalian terakhir atas produk-produk hasil sebelum dikirimkan kepada langganan.
- d. *Test-test* dari para pemakai.
- e. Penyelidikan atas sebab-sebab kesalahan yang timbul selama pembuatan.

2.3.3 Hal –Hal Yang Mempengaruhi Derajat Pengendalian Kualitas

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi derajat atau tingkat pengendalian kualitas produk menurut Sofjan Assauri (2008) adalah sebagai berikut :

- a. Kemampuan proses Batas-batas yang ingin dicapai harus disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada, tidak akan ada gunanya mencoba

mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan proses yang ada.

- b. Spesifikasi yang berlaku Spesifikasi dari hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut.
- c. Apkiran yang dapat diterima Tujuan untuk mengendalikan suatu proses adalah untuk dapat mengurangi bahan-bahan di bawah standar, sehingga menjadi seminimum mungkin.
- d. Ekonomisnya kegiatan produksi Ekonomis atau efisiennya suatu kegiatan produksi tergantung pada seluruh proses yang ada di dalamnya.

2.3.4 Teknik-Teknik Pengendalian Kualitas

Menurut Sofjan Assauri dalam bukunya Manajemen Produksi dan Operasi (2008) ada tiga cara yang dapat dilakukan untuk mengadakan pengendalian kualitas:

1. Inspeksi (*inspect*) Inspeksi dilakukan untuk melihat dimana barang yang diproduksi mempunyai kualitas yang dikehendaki. Caranya dengan melakukan pengukuran dan sampel yang telah diambil.
2. Pemberian Keterangan Keterangan-keterangan yang diperoleh selama inspeksi diteruskan ke bagian lain yang bersangkutan. Keterangan yang diberikan dapat berupa ringkasan, catatan, demonstrasi atau pemberian komentar, tindakan atau peringatan.
3. Penyelidikan Kegiatan penyelidikan membutuhkan penganalisaan catatan (biasanya tentang pengendalian), yang hasilnya dapat digunakan untuk menentukan kebijakan perusahaan dalam pengendalian kualitas produk.

2.4 Diagram Fishbone

Diagram Fishbone sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Fishbone karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.

Diagram Fishbone merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. konsep dasar dari Diagram Fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi materials (bahan baku), machines and equipment (mesin dan peralatan), man power (sumber daya manusia), methods (metode), mother nature/environment (lingkungan), dan measurement (pengukuran). Ke-enam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik brainstorming. Adapun langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah utama.
2. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.

3. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
4. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
5. Setelah diagram selesai, kemudian melakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.

Menurut Pande, et al (2003), terdapat enam faktor yang dapat menjadi penyebab dalam diagram tulang ikan ini. Keenam faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. Material

Material adalah input mentah yang akan digunakan dalam proses atau diubah menjadi barang jadi melalui proses-proses.

2. Method

Metode adalah prosedur, proses, dan instruksi kerja pada sebuah perusahaan.

3. Machine and Equipment

Mesin yang dimaksud adalah peralatan termasuk komputer dan alat-alat yang digunakan dalam memproses material.

4. Measurement

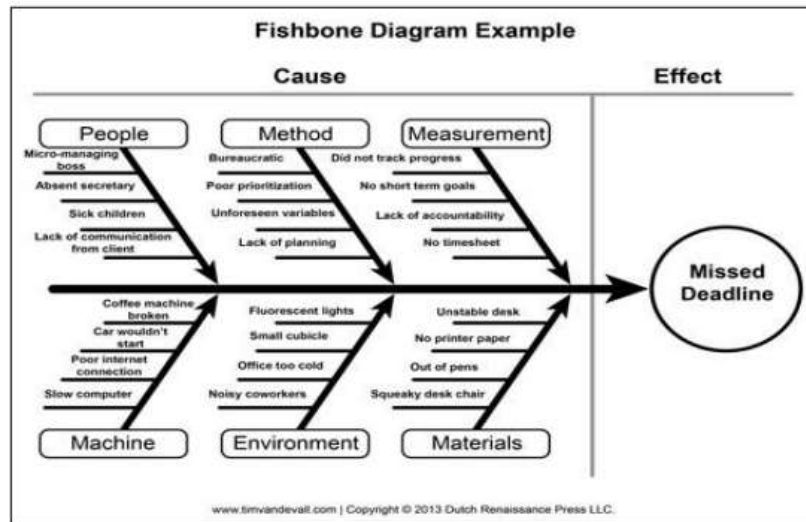
Measure adalah teknik yang dilakukan dalam penilaian mutu atau kuantitas kerja dalam perusahaan, termasuk proses inspeksi.

5. Mother Nature/Environment

Mother nature yang dimaksud adalah lingkungan yang menjadi tempat dimana proses-proses berlangsung atau dilakukan. Mother nature dapat termasuk lingkungan natural dan juga fasilitas dalam lingkungan kerja.

6. Man Power

Man adalah orang-orang yang berpengaruh terhadap proses-proses yang dilakukan oleh perusahaan.



Gambar 2.11 *Fishbone Diagram Example*

2.5 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa tambahan membentuk massa padat (SK – SNI – T – 1991 – 03). Beton normal memiliki berat jenis 2300 – 2400 kg/m³ , nilai kekuatan, dan daya tahan (durability) beton terdiri dari beberapa faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya. Beberapa hal itu dapat menghasilkan beton yang memberikan kelecakan (workability) dan konsistensi dalam pengerjaan beton, ketahanan terhadap korosi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dll) dan dapat memenuhi uji kuat tekan yang direncanakan (Dipohusodo, 1994).

Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing – masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton yaitu (Mulyono, 2005) :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang murah.
5. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.
6. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
7. Berat.
8. Daya pantul suara yang besar.

2.5.1 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, batu apung, kulit kerang, dll), campuran antara semen, silika, pozolan, atau semen dengan cairan kimia

penghasil gelembung udara. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Terminolog ASTM C.125 mendefinisikan bahwa agregat ringan adalah agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton ringan, meliputi batu apung, scoria, vulkanik cinder, tuff, expanded, atau hasil pembakaran lempung, shale, slte, shele, perlit, atau slag atau hasil batubara dan hasil residu pembakarannya (Mulyono, 2005).

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi. Teknologi bahan bangunan berkembang terus, salah satunya beton ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete) atau sering disebut juga (Auto Aerated Concrete). Keuntungan dari beton ringan antara lain memiliki nilai tahanan panas (thermal insulator) yang baik, memiliki tahanan suara (peredam) yang baik, tahan api (fire resistant). Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (compressive strength) lebih kecil dibanding dengan beton normal sehingga tidak dianjurkan penggunaannya untuk struktural (Yulianto, 2005).

Beton Ringan (Lightweight Concrete), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain sebagai berikut (Tjokrodimuljono, 1996) :

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori – pori udara di dalam betonnya. Salah satu cara

yang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk aluminium kedalam campuran adukan beton.

2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan dari pada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir – butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

Menurut Tjokrodinuljo secara umum pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu:

1. Untuk non struktur dengan nilai massa jenis antara 240 – 800 kg/m³ dan kuat tekan dengan nilai 0,35 – 7 MPa digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan nilai massa jenis antara 800 – 1400 kg/m³ dan kuat tekan dengan nilai 7 – 17 MPa digunakan untuk dinding memikul beban.
3. Untuk struktur dengan nilai massa jenis antara 1400 – 1800 kg/m³ dan kuat tekan > 17 MPa digunakan sebagai beton normal.

Menurut Dobrowolski dikutip dari (Wahyuni, 2010) pembagian beton menurut penggunaan dan persyaratannya dibagi atas:

1. Beton dengan massa jenis rendah (Low-Density Concretes) dengan nilai massa jenis 240 – 800 kg/m³ dan nilai kuat tekan 0,35 – 6,9 MPa.
2. Beton dengan kekuatan menengah (Moderate – Trenchth Lightweight Concretes) dengan nilai massa jenis 800 – 1440 kg/m³ dan nilai kuat tekan 6,9 – 17,3 MPa.

3. Beton ringan struktur (Structural Lightweight Concrete) dengan nilai massa jenis 1440 - 1900 kg/m³ dan nilai kuat tekan > 17,3 MPa.

Menurut Neville and Brooks dikutip dari (Wahyuni, 2010) pembagian beton menurut penggunaan dan persyaratannya dibagi atas:

1. Beton ringan struktur (Structural Lightweight Concretes) dengan nilai massa jenis 1400 - 1800 kg/m³ dan nilai kuat tekan > 17 MPa.
2. Beton ringan untuk pasangan batu (Masonry Concretes) dengan nilai massa jenis 500 - 800 kg/m³ dan nilai kuat tekan 7 – 14 MPa.
3. Beton ringan untuk penahan panas (Insulating Concretes) dengan nilai massa jenis < 800 kg/m³ dan nilai kuat tekan 0,7 – 7 MPa.

Menurut SNI 03 – 2847 – 2013, beton yang mengandung agregat beton ringan dan berat volume setimbang (equilibrium density), sebagaimana ditetapkan oleh ASTM C567, antara 1140 – 1840 kg/m³.

2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 5,0 mm (SK SNI T-15-1990-03). Menurut SNI 03-2847-2013 untuk kehalusan, kebersihan, kandungan organik, bentuk agregat dan lain – lain harus memenuhi ketentuan ASTM C – 31.

2.5.3 Semen Portland

Semen adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesive dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen – fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Nurlina, 2011). Pada semen portland (PC) yang sering digunakan pada suatu konstruksi, memiliki kandungan

didalamnya, antara lain : 1. Kapur (CaO) memiliki kandungan sebesar 60 – 65%. 2. Silika (SiO₂) memiliki kandungan sebesar 20 – 25%. 3. Oksida besi dan aluminium (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) memiliki kandungan sebesar 7 – 12%.

2.5.4 Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton agar terjadi proses reaksi antara semen dan air untuk membasahi agregat dan memudahkan proses pengerjaan beton. Air yang digunakan umumnya adalah air minum, karena tidak mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya seperti garam, minyak, gula, dan bahan kimia lainnya yang dapat merusak beton. Proporsi air dalam campuran beton harus diperhatikan. Apabila proporsi air yang digunakan sedikit maka proses hidrasi antara semen dan air tidak seluruhnya selesai, sehingga menyebabkan kelemahan beton kurang dan akan menyulitkan dalam proses pengerjaan. Sedangkan apabila proporsi air terlalu banyak akan menyebabkan gelembung – gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan menyebabkan kekuatan beton menjadi kurang. Proporsi air tersebut dinyatakan dengan istilah faktor air semen, yang dapat dihitung dengan membagi berat air dengan berat semen.

2.5.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan banyaknya air kecuali yang terserap agregat, terhadap banyaknya semen dalam adukan beton (Subakti,1994). Semakin tinggi f.a.s yang digunakan semakin rendah mutu kekuatan beton, tetapi semakin rendah f.a.s yang digunakan tidak dapat dipastikan akan meningkatkan mutu kekuatan beton tersebut. Hal ini dikarenakan semakin rendah f.a.s yang digunakan akan menyulitkan dalam pelaksanaan pemadatan sehingga menyebabkan mutu

kekuatan beton menurun. Oleh karena itu, nilai f.a.s minimum yang digunakan adalah sekitar 0.4 – 0.65 (Mulyono, 2003).

2.6 Uji Kuat Tekan Beton Ringan

Karakteristik beton yang diperhitungkan dalam memenuhi kekuatan suatu struktur adalah kuat tekan beton. Apabila dalam pengujian kuat tekan beton tersebut mencapai hasil yang telah ditargetkan maka beton tersebut memenuhi dan mampu memberikan informasi yang cukup. Kuat tekan beton dapat diketahui dengan pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

Kuat tekan beton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana :

f'c = kuat tekan beton (N/mm²)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang (mm²)

2.7 Hasil Penelitian Sebelumnya

Pembuatan sampel atau benda uji berjumlah 30 buah dengan klasifikasi 15 buah benda uji kuat tekan silinder dan 15 buah benda uji kuat tekan kubus. Masing-masing mutu beton disiapkan 3 benda uji yaitu untuk mutu beton K-175, K-200, K-225, K-250 dan K-300. Perawatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara perendaman selama 28 hari di laboratorium setelahnya dilakukan uji kuat tekan. Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur atau bagian butir agregat yang lebih kecil dari 75 mikron (0,075 mm) atau lolos saringan Nomor 200, dimana menurut SII.0052 untuk agregat halus nilai tidak boleh lebih dari 5% dan agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% (Mulyono, 2003). Hasil pemeriksaan agregat dalam penelitian ini mendapatkan nilai bagian yang lolos saringan Nomor 200 untuk agregat halus sebesar 4,8% dan agregat kasar 0,985%. Kedua hasil pemeriksaan ini menunjukkan bahwa kedua jenis agregat telah memenuhi syarat.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air untuk agregat kasar menggunakan Standar SNI 03 – 1969 – 1990 dan untuk agregat halus menggunakan Standar SNI 03 – 1970 – 1990. Hasil pemeriksaan berat jenis (SSD) dan penyerapan air untuk agregat kasar masing-masing 2,656 dan 0,76%. Sedangkan agregat halus berat jenis (SSD) dan penyerapan airnya masing-masing 2,618 dan 2,57%. Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat agregat halus maupun agregat kasar sesuai Standar SNI 03 – 1968 – 1990. Gradasi agregat halus tampak keluar dari batasan zone namun kondisi ini adalah kondisi paling mendekati dari 3 zone gradasi lainnya. Kondisi ini tetap dipakai untuk mempertahankan kondisi alami dari agregat tersebut.

Pemeriksaan nilai keausan agregat kasar menggunakan standar SNI 03 – 2417– 1991 yaitu standar pengujian keausan agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui angka keausan yang dilakukan dengan membuat perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12 (1,7 mm) terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Hasil pemeriksaan analisis keausan agregat kasar dalam penelitian ini didapat nilai keausan sebesar 28,92% sudah memenuhi syarat untuk mutu beton normal yang dibatasi tidak

melebihi 40%. Komposisi campuran dirancang menggunakan Standar SNI 03-2834-2000 yaitu Standar Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal. Komposisi campuran untuk 1 m³ setiap mutu beton. Benda uji dicetak 3 buah untuk setiap mutu beton dalam bentuk silinder dan dalam bentuk kubus. Setelah dilakukan pencetakan dan perawatan sampai umur benda uji 28 hari selanjutnya akan dilakukan uji kuat tekan.

Hasil pengujian kuat tekan untuk setiap mutu beton disajikan rasio kuat tekan beton berdasarkan benda uji kubus dan silinder. Hasil perhitungan menggunakan data hasil pengujian benda uji secara individual ratio f'_c/f'_{ck} bernilai 0,82 -0,93, berdasarkan rata-rata tiap mutu beton bernilai 0,76-0,87 dan berdasarkan rata-rata untuk seluruh mutu beton bernilai 0,83. Nilai ini sama dengan yang dicantumkan dalam PBI 1971.