

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi

2.1.1 Pengertian Produksi dan Fungsi Produksi

Produksi merupakan kegiatan mengubah berbagai jenis sumber daya (*input*) yang dimiliki oleh perusahaan menjadi produk seperti barang dan jasa. Dalam konsep industri modern, produksi dapat dijelaskan sebagai kegiatan menghasilkan nilai tambah produk dalam suatu perusahaan (Sugiarto et al. 2007). Mengacu pada penjelasan tersebut yang disimpulkan adalah setiap aktivitas transformasi sumber daya menjadi barang dan jasa adalah guna menciptakan nilai tambah.

Fungsi produksi adalah fungsi matematis yang memperlihatkan sifat perkaitan antara faktor produksi yang dimiliki dengan jumlah produk yang diciptakan (Sukiro, 2013). Faktor-faktor produksi sering dikenal dengan input, jumlah hasil produksi disebut dengan output. Fungsi produksi dapat juga diartikan sebagai hubungan antara jumlah komoditas maksimum yang mampu dihasilkan dengan jumlah sumber daya yang dimiliki yang dibutuhkan untuk memperoleh komoditas tersebut melalui tingkat pengetahuan dan teknik tertentu (Samuelson and Nordhaus, 2003). Sehingga secara singkat, fungsi produksi merupakan hubungan teknis antara sumber daya dengan produk yang dihasilkan. Secara sederhana formula untuk fungsi produksi adalah:

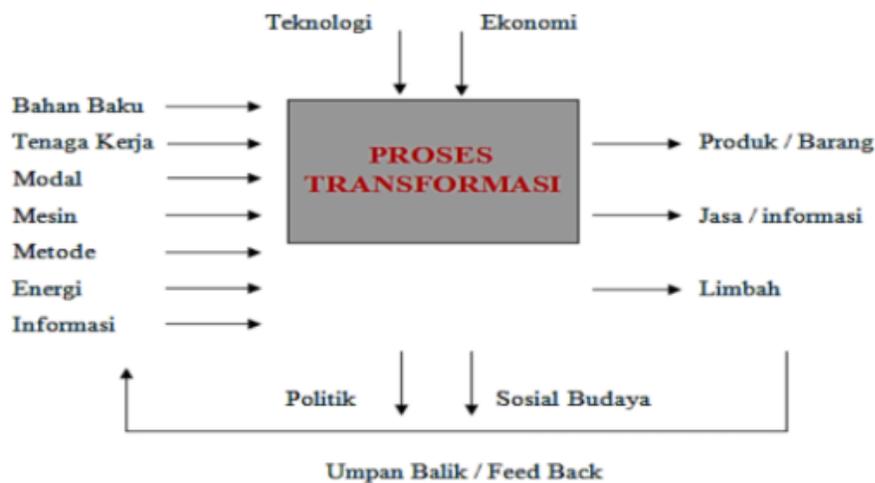
$$Q = f(K,L)$$

Jika faktor produksi lebih banyak lagi maka fungsi produksi dapat dibuat dengan bentuk:

$$Q=f(K,L,A,T)$$

di mana Q adalah jumlah produk yang dihasilkan pada waktu tertentu, K merupakan besaran modal (kapital) yang dimiliki perusahaan, L merupakan jumlah tenaga kerja (labor) yang ada dalam perusahaan, A adalah sumber daya alam dan T adalah tingkat teknologi yang digunakan (Nainggolan dkk, 2021).

Melaksanakan fungsi-fungsi produksi dengan baik, maka diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Sistem produksi



Gambar 2. 1 *Input Output* Sistem Produksi

merupakan kumpulan dari subsistem-subsistem yang saling berinteraksi dengan mentransformasikan *input* produksi menjadi *output* produksi. *Input* produksi ini dapat berupa bahan baku (*material*), tenaga kerja (*man*), modal (*money*), mesin (*machine*), metode (*method*), energi (*energy*) dan informasi (*information*). Sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya seperti limbah, jasa atau informasi.

Pada bagan di atas, terlihat *input-input* yang digunakan melakukan proses transformasi (pembentukan, perubahan, dan lain-lain) untuk membentuk produk jadi berupa barang atau jasa dan juga limbah (Nur, 2017).

Menurut Gaspersz dalam Djazuli Chalidyanto, sistem produksi memiliki beberapa karakteristik, antara lain (Irwandy, 2019) yaitu:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh. Hal ini berkaitan dengan komponen struktural yang membangun sistem produksi itu.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengenalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

2.1.2 Sistem Produksi Menurut Proses Menghasilkan Output

Sistem produksi menurut proses menghasilkan output secara ekstrim dibedakan menjadi dua jenis (Kusmindari, 2019) yaitu:

1. Proses Produksi Kontinu (*Continuous Process*)
 - a. Memerlukan waktu *set up* yang tidak terlalu lama, karena proses ini memproduksi secara terus-menerus untuk jenis produk yang sama, misalnya pabrik semen, pabrik pupuk, pabrik susu dan sebagainya.

- b. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar (produksi massal) dengan variasi yang sangat sedikit dan sudah distandarisasikan.
 - c. Proses biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan urutan dari produk yang dihasilkan (*product layout*).
 - d. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi adalah mesin-mesin yang bersifat khusus untuk menghasilkan produk tersebut, yang dikenal dengan nama *Special Purpose Machine*.
 - e. Mesin-mesin bersifat khusus dan biasanya semi otomatis, maka operatornya tidak perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang tinggi untuk pengerjaan produk tersebut.
 - f. Terjadi salah satu mesin/peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses produksi akan terhenti.
 - g. Mesin-mesin bersifat khusus dan variasi dari produknya kecil, maka *job* strukturnya sedikit dan jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak.
 - h. Persediaan bahan baku dan bahan dalam proses adalah lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi terputus (*intermittent process*).
 - i. Oleh karena mesin-mesin bersifat khusus, maka proses ini membutuhkan ahli pemeliharaan (*maintenance*) yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
 - j. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang tetap (*Fixed Path Equipment*) yang menggunakan tenaga mesin seperti ban berjalan (*Conveyor*).
2. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Process/Discrete System*)

- a. Memerlukan waktu *set up* yang lama, karena proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi barang/produk sesuai pesanan, sehingga adanya pergantian jenis barang yang diproduksi akan membutuhkan kegiatan *set up* yang berbeda, misalnya usaha perbengkelan.
- b. Produk yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan atas pesanan (*job shop*).
- c. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi, dimana peralatan yang sama dikelompokkan pada tempat yang sama (*process layout*).
- d. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi adalah mesin-mesin yang bersifat umum yang dapat digunakan untuk menghasilkan bermacam-macam produk dengan variasi yang hampir sama, yang dikenal dengan nama *General Purpose Machine*.
- e. Mesin-mesin bersifat umum dan biasanya kurang otomatis, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan sangat besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang tinggi dalam pengerjaan produk tersebut.
- f. Proses produksi tidak akan mudah terhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
- g. Mesin-mesin bersifat umum dan variasi dari produknya besar, maka terdapat pekerjaan (*job*) yang bermacam-macam sehingga pengawasannya lebih sulit.

- h. Persediaan bahan baku biasanya tinggi, karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang akan dipesan oleh pembeli dan juga persediaan bahan dalam proses akan lebih tinggi dibandingkan proses kontinu.
- i. Bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat fleksibel (*Varied Path Equipment*) dengan menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong atau *forklift*.
- j. Proses seperti ini sering dilakukan pemindahan bahan yang bolak-balik sehingga perlu adanya ruangan gerak (*Aisle*) yang besar dan ruangan tempat bahan-bahan dalam proses (*Work in Process*) yang besar.

Sistem produksi menurut proses menghasilkan *output* yang lain:

- a. Industri Hulu (*Basic Producer*). Industri ini mengolah bahan alam menjadi bahan baku industri lain (industri perantara).
- b. Industri Perantara (*Converter Industry*). Ini merupakan perantara dari mata rantai pengolahan bahan alam ke masyarakat konsumen.
- c. Industri Hili (*Fabricator*). Perusahaan ini memfabrikasi dan merakit produk yang langsung bisa dipakai oleh masyarakat konsumen.

Sebenarnya perbedaan pokok antara kedua proses ini adalah terletak pada panjang tidaknya waktu persiapan/mengatur (*set up*) peralatan produksi yang digunakan untuk menghasilkan sesuatu produk atau beberapa produk tanpa mengalami perubahan. Sebagai contoh dapat dilihat apabila kita menggunakan mesin-mesin untuk dipersiapkan (*set-up*) dalam menghasilkan produk dalam jangka waktu yang pendek, dan kemudian diubah atau dipersiapkan (di *set-up*) kembali untuk menghasilkan produk lain, maka dalam hal ini prosesnya terputus-putus tergantung

dari produk yang dikerjakan. Dalam *intermittent process* terdapat waktu yang pendek (*short run*) dalam persiapan (*set-up*) peralatan untuk perubahan yang cepat guna dapat menghadapi variasi produk yang berganti-ganti; misalnya terlihat dalam pabrik yang menghasilkan produknya untuk atau berdasarkan pesanan seperti: Pabrik Kapal, atau Bengkel besi/las. Dalam contoh lain dapat dilihat adanya perusahaan pabrik-pabrik yang menggunakan mesin-mesin untuk dipersiapkan (*setup*) dalam menghasilkan produk dalam jangka waktu yang panjang/lama, tanpa mengalami perubahan, maka dalam hal ini prosesnya terus menerus selama jenis produk yang sama dikerjakan. Dalam *continuous process* terdapat waktu yang panjang tanpa adanya perubahan-perubahan daripada pengaturan dan penggunaan mesin serta peralatannya. Proses seperti ini terdapat dalam pabrik yang menghasilkan produknya untuk pasar (produksi massal) seperti pabrik susu atau pabrik ban (Nur, 2017).

Kelebihan dari proses produksi yang terputus (Arif, 2016) adalah:

1. Mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan produk dengan variasi yang cukup besar.
2. Oleh karena mesin-mesin yang digunakan dalam proses bersifat umum, maka biasanya dapat diperoleh penghematan uang dalam investasi mesin-mesinnya, sebab harga mesin-mesin ini lebih murah dari mesin-mesin yang khusus.
3. Proses produksi tidak mudah terhenti akibat terjadinya kerusakan atau kemacetan di suatu tingkatan proses.

2.1.3 Sistem Produksi Menurut Tujuan Operasinya

Pada dasarnya, perencanaan dan pengendalian produksi membedakan empat tipe posisi produk dalam lingkungan manufaktur yang masing-masing memberikan

pengaruh yang berbeda terhadap proses perencanaan dan pengendalian. Hal ini berkenaan dengan jenis inventor yang dipilih oleh perusahaan untuk dikelola dimana alternatif strateginya adalah salah satu atau kombinasi dari empat tipe berikut ini:

1. *Engineering To Order (ETO)*

Sistem produksi yang dilakukan apabila konsumen meminta produsen untuk membuat produk yang dimulai dari proses perancangannya. Dalam strategi ini, perusahaan tidak membuat produk itu sebelumnya atau dengan kata lain sesuai untuk produk-produk baru, dan/atau unik. Perusahaan yang memilih strategi ini tidak mempunyai inventori karena produk baru akan didesain dan diproduksi setelah ada permintaan konsumen. Untuk itu, perusahaan tidak mempunyai risiko berkaitan dengan investasi inventori. Apabila ada pesanan, pihak perusahaan akan mengembangkan desain untuk produk yang diminta (termasuk pertimbangan waktu dan biaya), kemudian menerima persetujuan tentang desain itu dari pihak konsumen, selanjutnya akan memesan material-material yang dibutuhkan untuk pembuatan produk, dan mengirimkan produk itu ke konsumen. Contoh produk yang menggunakan strategi *engineering to order* adalah kapal, gedung bertingkat, jembatan, rumah, pagar dan sebagainya.

2. *Assembly To Order (ATO)*

Sistem produksi yang dilakukan apabila produsen membuat desain *standard* yang terdiri atas beberapa komponen dan merakit dengan kombinasi tertentu dari komponen tersebut sesuai dengan pesanan konsumen. Komponen-komponen standar tersebut bisa dirakit untuk berbagai tipe produk. Contohnya adalah perusahaan mobil, dimana mereka menyediakan pilihan transmisi secara manual /otomatis, AC, audio,

interior, dan *engine* khusus dengan berbagai varian. Komponen-komponen tersebut telah disiapkan (diproduksi) terlebih dahulu dan baru akan dirakit menjadi mobil ketika ada pesanan dari konsumen. Perusahaan industri yang memilih strategi *assembly to order* akan memiliki inventori yang terdiri dari semua *sub-assemblies* atau modul-modul. Apabila konsumen memesan produk, produsen secara cepat merakit modul-modul yang ada dan mengirimkan dalam bentuk produk akhir kepada konsumen. Strategi *assembly to order* digunakan oleh perusahaan-perusahaan industri yang memiliki produk modular, dimana beberapa produk akhir membentuk modul-modul umum (*common modules*). Perusahaan industri yang menggunakan strategi ini antara lain industri otomotif, komputer komersial, dan sebagainya.

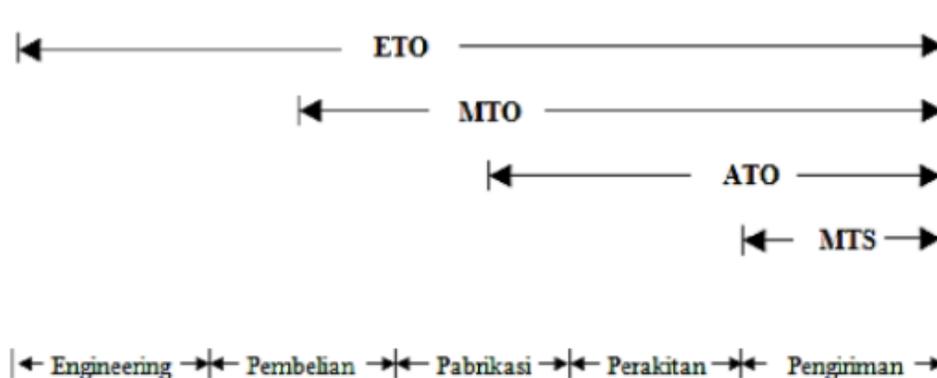
3. *Make To Order (MTO)*

Sistem produksi yang dilakukan apabila produsen memproduksi suatu produk hanya jika telah menerima pesanan dari konsumen. Perusahaan industri yang memilih strategi *make to order* hanya mempunyai desain produk dan beberapa material standar dalam sistem inventori dari produk-produk yang telah dibuat sebelumnya. Aktivitas proses pembuatan produk bersifat khusus yang disesuaikan dengan setiap pesanan dari konsumen. Siklus pesanan (*order cycle*) dimulai ketika konsumen menspesifikasikan produk yang dipesan, dalam hal ini produsen dapat membantu konsumen untuk menyiapkan spesifikasi sesuai kebutuhan konsumen (Eunike, 2018). Bila *item* tersebut bersifat unik dan mempunyai desain yang dibuat menurut pesanan, maka konsumen mungkin bersedia menunggu hingga produsen dapat menyelesaikannya.

4. *Make To Stock (MTS)*

Make To Stock (MTS) yaitu bila produsen membuat *item-item* yang diselesaikan dan ditempatkan sebagai persediaan sebelum pesanan konsumen diterima. *Item* akhir tersebut bar akan dikirim dari sistem persediaannya setelah pesanan konsumen diterima.

Manufacturing Lead Time dari keempat jenis operasi proses produksi tersebut digambarkan pada bagan sebagai berikut:



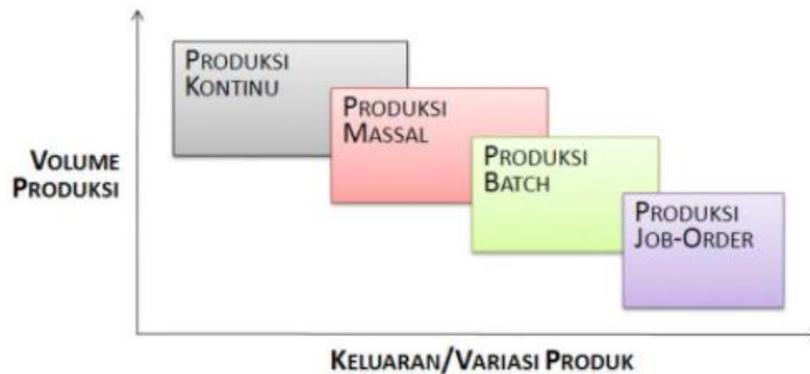
Gambar 2. 2 *Lead Time* dari Jenis Operasi Proses Produksi

Tampak pada gambar 2.2, terlihat dari kiri ke kanan menunjukkan tahapan proses produksi suatu produk dimulai dari perancangan (rekayasa) sampai dengan pengiriman barang (distribusi). Pembuatan produk juga terjadi dari *customized* sampai produk standar (Kusmindari, 2019).

2.1.4 Sistem Produksi Menurut Aliran Proses Produksi

Sistem produksi dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu sistem Produksi Kontinu, sistem Produksi Massal, sistem Produksi *Batch* dan sistem Produksi *Job-Order*. Masing-masing sistem produksi ini mempunyai kelebihan dan kekurangan,

sehingga pemanfaatannya perlu berhati-hati. Jenis produk, variasi dan volume produksi sangat menentukan dalam memilih sistem yang sesuai.



Gambar 2. 3 Pengelompokkan Sistem Produksi

Berikut ini penjelasan singkat masing-masing sistem.

1. Sistem Produksi Kontinu (*Continuous Production System*)

Volume produksi besar, produk sudah tertentu (standar), menggunakan mesin-mesin khusus sehingga tidak fleksibel, produksinya dilakukan secara otomatis penuh menggunakan ban berjalan. Penggunaan jam mesin sangat tinggi, tidak diperlukan operator yang terampil, biaya produk rendah. Karena memerlukan mesin-mesin khusus dan terintegrasi, maka investasi awal menjadi tinggi.

2. Sistem Produksi Massal (*Mass Production System*)

Seperti pada sistem kontinu, tetapi mempunyai beberapa variasi produk, menggunakan mesin-mesin khusus dan volume produksi besar, siklus produksi lebih pendek, tidak diperlukan operator terampil, biaya produk rendah. Investasi peralatan produksi tinggi.

3. Sistem Produksi *Batch* (*Batch Production System*)

Produksi pada jumlah (*lot/batch*) tertentu dan pada interval waktu tertentu, Setiap lot bisa saja mempunyai rute produksi yang berbeda. Hasil produksi disimpan sebagai stok menunggu penjualan. Oleh karena itu produknya diberi identifikasi tertentu (nomor lot) untuk memudahkan pelacakan. Investasi peralatan produksi lebih rendah, fleksibilitas produksi lebih baik.

5. Sistem Produksi *Job Order* (*Job Order Production System*)

Produk unik dengan spesifikasi khusus dari pelanggan, waktu dan biaya sudah ditentukan. Biasanya variasi produk tinggi, tetapi volume produksi kecil. Oleh karena itu dibutuhkan inventori yang lebih banyak dan biaya produksi lebih mahal. Bagian produksi merealisasikan rencana produksi dan harus memastikan bahwa produk yang mereka buat memenuhi spesifikasi, sesuai skedul dan dengan biaya minimum. Dengan kata lain, bagian produksi harus bisa membuat produk yang tepat kualitas, tepat jumlah, tepat waktu dan tepat biaya (Susilo, 2021).

2.1.5 Ruang Lingkup Sistem Produksi

Ruang lingkup manajemen produksi yang mencakup kegiatan-kegiatan perencanaan sistem produksi, yaitu:

1. Perencanaan produk

Dalam perencanaan produk ini yang dipikirkan adalah produk seperti apa yang akan dibuat, dan berapa jumlahnya. Selain itu, beberapa hal yang harus diperhatikan juga adalah mengenai desain dan bentuk produk, kegunaan dan fungsi produk, standar bahan dan kualitas maupun kuantitasnya.

2. Perencanaan lokasi pabrik

Lokasi pabrik harus direncanakan dengan baik, karena merupakan fungsi teknis dari suatu perusahaan. Maka dari itu jika pemilihan lokasi pabrik tidak tepat dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan yang bersangkutan. Dan jika pemilihan lokasi tepat, maka ini akan mempermudah kegiatan produksi dan akan menguntungkan perusahaan yang bersangkutan.

3. Perencanaan letak fasilitas produksi

Letak dari fasilitas produksi ini harus diperhatikan karena akan mempengaruhi produktivitas. Penyusunan peletakan fasilitas produksi yang tepat dan sesuai dengan persyaratan teknis akan sangat menunjang efektifitas dan efisien kerja.

4. Perencanaan lingkungan kerja

Perencanaan lingkungan kerja ini juga harus diperhatikan, karena lingkungan kerja yang baik mempengaruhi tingkat produktivitas yang tinggi sehingga akan mempengaruhi produktivitas perusahaan yang bersangkutan.

5. Perencanaan standar produksi

Standar produksi ini merupakan hal penting dalam perusahaan agar karyawan memiliki pegangan dalam kegiatan produksi tersebut, sedangkan bagi manajemen perusahaan ini juga akan sangat membantu untuk mengendalikan kegiatan produksi perusahaannya, baik itu pengendalian tenaga kerja maupun pengendalian produksi (Ahmad, 2020).

2.1.6 Tata Letak Fasilitas Pabrik

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi

(Wignjosoebroto, 1996). Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas ruang untuk penempatan mesin-mesin, fasilitas produksi, kelancaran aliran material, penyimpanan material baik yang bersifat sementara ataupun permanen. Tata letak fasilitas (*facility Layout*) adalah susunan mesin, proses, departemen, tempat kerja, area penyimpanan, gang dan fasilitas umum yang ada. Sedangkan tata letak (*layout*) adalah susunan departemen, tempat kerja, dan peralatan, dengan perhatian utama pada gerakan kerja (pelanggan atau material) melalui sistem: tata letak tetap (*fixed-position layouts*), tata letak proses (*process layouts*), tata letak produk (*product layouts*), atau tata letak kombinasi (*combination layouts*). Perencanaan tata letak (*layout*) secara umum banyak dibahas dalam beberapa literatur antara lain pada *facilities planning* (perencanaan fasilitas). *Facilities planning* adalah berkaitan dengan desain, tata letak (*layout*), lokasi, dan akomodasi orang, mesin, dan kegiatan dari sistem atau manufaktur/jasa yang menyangkut lingkungan atau tempat yang bersifat fisik. Berikut ini merupakan sistematika dalam perencanaan fasilitas pabrik:



Gambar 2. 4 Sistematika Perancangan Fasilitas Pabrik

1. *Define and Redefine the Objective.* Pada tahapan ini menentukan tujuan dari perencanaan fasilitas. Apakah akan membuat rancangan fasilitas baru atau mendesain ulang rancangan yang sudah ada.
2. *Specify the Primary of Support Activity.* Menspesifikasikan mana aktivitas primer untuk mencapai tujuan dan menspesifikasikan aktivitas sekunder yang mendukung aktivitas primer.
3. *Determine the Interrelationship.* Menentukan hubungan keterkaitan antar aktivitas, apabila suatu departemen memiliki keterkaitan yang sangat erat, maka posisinya bisa didekatnya agar aliran operasinya lebih efisien.
4. *Determine the Space Requirement.* Menentukan kebutuhan rang berdasarkan peralatan, pekerja, bahan material.
5. *Generate Facility Plan.* Perancangan fasilitas alternatif meliputi rancangan tata letak alternatif, rancangan struktural dan rancangan sistem pemindahan material (*material handling*).
6. *Evaluate Alternative Facility Plan.* Menelusuri dampak penggunaan alternatif tersebut memvisualisasikan interaksi dan urutkan berdasarkan manfaat.
7. *Select Facility Plan.* Memilih rancangan fasilitas yang paling memiliki sedikit *backtracking* serta biaya penyusutan yang paling rendah.
8. *Implement Facility Plan.* Mengimplementasikan rancangan tata letak fasilitas yang telah dirancang.
9. *Maintain and Adapt.* Keseluruhan dari rencana fasilitas harus dimodifikasi secara serasi. Rencana fasilitas merupakan refleksi dari penghematan energi atau perbaikan dari peralatan penanganan bahan menjadi lebih berguna.

Tata letak yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu pabrik adalah dasar untuk membuat kerja menjadi lebih efektif dan efisien. Secara umum tujuan dan manfaat dari adanya perancangan tata letak fasilitas (Arif, 2017) adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi investasi peralatan

Perancangan tata letak akan member manfaat untuk menurunkan investasi dalam peralatan. Penyusunan mesin-mesin dan fasilitas pabrik, dan departemen yang tepat, serta pemilihan metode yang cermat, sedikit banyak akan dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan. Sebagai contoh adalah bila dua atau lebih komponen berbeda, dalam proses pembuatannya memerlukan mesin yang sama, maka sebaiknya proses pembuatan tersebut dapat dilewatkan pada mesin yang sama.

2. Penggunaan ruang lebih efektif.

Manfaat lain dari perncangan tata letak adalah penggunaan ruang yang lebih efektif. Penggunaan ruang akan efektif jika mesin-mesin atau fasilitas pabrik lainnya disusun atau diatur sedemikian rupa sehingga jarak antar mesin-mesin atau fasilitas pabrik tersebut dapat seminimal mungkin tanpa mengurangi keleluasaan gerak para pekerja. Dengan jarak minimal maka akan menghemat area yang digunakan. Penghematan area berarti juga penghematan biaya, karena setiap meter persegi luas lantai akan memberi beban biaya.

3. Menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik.

Adanya perancangan tata letak yang baik akan menjaga perputaran barang setengah jadi menjadi lebih baik. Suatu proses produksi dapat dikatakan lancar jika bahan melewati proses dengan waktu sesingkat mungkin. Hal ini dapat terjadi jika

suatu proses produksi dapat terhindar dari adanya penumpukan barang setengah jadi. Suatu aliran produksi sedapat mungkin melalui proses dimana penyimpanan barang setengah jadi diturunkan mendekati titik nol.

4. Menjaga fleksibilitas susunan mesin dan peralatan.

Ada kalanya suatu pabrik melakukan perbaikan atau penambahan fasilitas atau bangunan baru. Untuk itu perancangan tata letak harus dapat menjamin atau menjaga fleksibilitas dari susunan mesin-mesin atau fasilitas-fasilitas pabrik dari kemungkinan tersebut. Perbaikan atau penambahan fasilitas atau bangunan baru tidak serta merta akan mengubah atau mengganti seluruh susunan yang telah ada.

5. Memberi kemudahan, keamanan dan kenyamanan bagi karyawan

Untuk memberi kemudahan, keamanan dan kenyamanan bagi para karyawan, maka yang perlu diperhatikan dalam proses perancangan tata letak adalah bagaimana mengatur lingkungan kerja seperti pencahayaan atau penerangan, sirkulasi udara, temperatur, pembuangan limbah dan sebagainya. Penempatan mesin-mesin dan peralatan lainnya harus dilakukan dengan memperhatikan Keselamatan dari para karyawan.

6. Meminimumkan *material handling*

Perancangan tata letak tidak dapat dipisahkan dengan masalah penanganan bahan. Setiap proses produksi tidak bisa dihindari adanya gerakan perpindahan bahan. Gerakan perpindahan bahan ini akan memberikan beban biaya yang tidak sedikit. Lebih-lebih jika proses pergerakan perpindahan bahan ini tidak menganut asas efektivitas, misalkan suatu proses operasi yang satu dengan yang lain yang berurutan jaraknya relatif jauh. Hal ini akan membutuhkan waktu tambahan sehingga

total waktu pengerjaan suatu produk akan menjadi lebih lama. Demikian pula biaya dalam perpindahan material ini juga akan semakin besar.

7. Memperlancar proses produksi.

Proses manufaktur akan menjadi lebih mudah jika telah dilakukan perancangan tata letak: Dengan menggunakan beberapa metode atau tipe-tipe tata letak yang sesuai, proses produksi akan berjalan sesuai dengan aliran proses yang telah digariskan.

8. Meningkatkan efektivitas penggunaan tenaga kerja.

Tata letak yang ada pada pabrik sangat besar pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja. Departemen yang disusun berdasarkan aliran produksi yang tepat, dengan peralatan pemindah bahan yang lebih modern seperti *conveyor*, *crane*, *hoist*, dan peralatan modern lainnya akan mengurangi waktu dan tenaga yang digunakan para pekerja dalam melakukan pergerakan. Efektivitas pemakaian tenaga kerja dengan sendirinya akan lebih meningkat.

Secara skematis hirarki dari perencanaan fasilitas pabrik dapat digambarkan sebagai menjadi dua tahap, yaitu tahap Penentuan Lokasi Pabrik (*Facilities Location*) dan tahap Penentuan Desain Pabrik (*Facilities Design*).

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

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

Tata letak berdasarkan aliran proses (proses layout) seringkali disebut pula dengan fungsional layout adalah metode pengaturan dan penempatan dari mesin-mesin dan segala fasilitas produksi dengan tipe/macam yang sama dalam sebuah departemen. Disini semua mesin atau fasilitas produksi yang memiliki ciri-ciri atau fungsi kerja yang sama diletakkan dalam sebuah departemen.

Tata letak berdasarkan aliran proses umumnya diaplikasikan untuk industri yang bekerja dengan jumlah/volume produksi yang relatif kecil dan terutama sekali untuk jenis produk-produk yang tidak distandardkan. Tata letak tipe aliran proses ini akan jauh lebih fleksibel bilamana dibandingkan dengan tata letak tipe aliran produk. Industri-industri yang beroperasi berdasarkan order (*job order*) akan lebih tepat kalau menerapkan *layout* tipe aliran proses.

Dasar pertimbangan memilih *layout* menurut aliran proses adalah sebagai berikut (Jumadi, 2021):

- a. Produk yang dibuat terdiri dari berbagai macam model/tipe produk. Volume dari setiap produk dalam jumlah kecil dan jangka waktu yang relatif singkat.
- b. Aktivitas *motion & time study* untuk menentukan metoda dan waktu *standard* kerja dilaksanakan karena jenis kegiatan yang berubah-ubah.
- c. Sulit untuk mengatur keseimbangan kerja antara kegiatan manusia dan mesin.
- d. Memerlukan pengawasan yang banyak selama langkah-langkah operasi sedang berlangsung.

- e. Satu tipe mesin biasanya mampu melakukan berbagai macam fungsi atau operasi kerja. Mesin dalam hal ini dalam tipe *general purpose machine*.
 - f. Banyak menggunakan peralatan berat khususnya untuk kegiatan material handling dan memerlukan perawatan khusus.
2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*fixed material location layout* atau *position layout*)

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

Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi material tetap ini (Arif, 2017) adalah:

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

Kerugian dari tata letak tipe ini (Arif, 2017) adalah:

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

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

Keuntungan yang diperoleh dari tata letak tipe ini (Arif, 2017) adalah:

- a. Dengan adanya pengelompokan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*).
- c. Memiliki keuntungan yang bisa diperoleh dari *product layout*.
- d. Umumnya cenderung menggunakan mesin-mesin *general purpose* sehingga mestinya juga akan lebih rendah.

Kerugian dari tipe ini (Arif, 2017) adalah:

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

Tata letak berdasarkan macam proses ini sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* yang merupakan metode pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama ke dalam satu departemen.

Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini (Arif, 2017) adalah:

- a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin atau peralatan produksi lainnya.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.

- d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- e. Mudah untuk mengatasi breakdown dari pada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan-hambatan signifikan.

Sedangkan kerugian dari tipe ini (Arif, 2017) adalah:

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

2.1.7 Manufaktur

Proses manufaktur adalah proses yang mencakup segala aktivitas untuk mengkonversi bahan baku menjadi produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan oleh konsumen. Produk yang dimaksudkan dalam proses manufaktur biasanya berupa barang. Proses manufaktur biasanya melibatkan sistem yang terdiri

dari manusia dan mesin-mesin atau peralatan. Ditinjau dari skala, proses manufaktur juga lebih mengacu pada sistem dengan skala besar (produksi massal).

Proses transformasi untuk mengubah bahan baku menjadi produk dalam proses manufaktur biasanya bersifat fisis (ukuran, bentuk, kimia, rupa, dan lain-lain). Tahap-tahap dalam transformasi ini sangat bervariasi tergantung jenis dan cakupan manufakturnya. Secara umum, tahapan ini dapat dikategorikan dalam tiga langkah, yaitu penyiapan bahan baku, transformasi bahan baku menjadi produk, dan penanganan akhir produk.

Proses transformasi selain bisa transformasi secara fisis, seperti yang umum terjadi di bidang manufaktur, bisa juga melalui perubahan lokasi dalam bidang transportasi, perubahan informasi dalam bidang telekomunikasi, perubahan penyimpanan dalam bidang pergudangan, perubahan kesehatan dalam layanan kesehatan, atau perubahan ketersediaan barang dalam penjualan (Subagyo, 2018).

Manufaktur hampir selalu dilakukan sebagai urutan operasi. Setiap operasi membawa material lebih dekat ke keadaan akhir yang diinginkan. Dari segi ekonomi, transformasi suatu bahan material menjadi suatu barang dengan nilai yang lebih tinggi berdasarkan penggunaan baik satu maupun lebih pemrosesan ataupun operasi *assembly*. Kuncinya adalah bahwa manufaktur menambah nilai pada materi dengan mengubah bentuknya atau dengan menggabungkannya dengan bahan lain yang telah diubah serupa. Material telah dibuat lebih berharga melalui operasi manufaktur yang dilakukan di atasnya (Sulistyarini, 2018).

Manufaktur ekonomis dilandasi oleh beberapa kriteria:

1. Kesederhanaan suatu rancangan fungsional dan memadainya mutu penampilan
2. Memilih material yang sesuai pertimbangan terhadap sifat fisis, ukuran, penampilan, harga, dan cara pembuatan pada permesinannya.

2.1.8 Pola Aliran Bahan

Dalam sebuah proses produksi, terdapat beberapa jenis aliran material dari tiap-tiap proses. Beberapa pola aliran bahan, yaitu:

1. *Straight Line* (pola aliran bahan garis lurus). Aliran garis merupakan proses produksi yang harus dijalankan secara berurutan mulai bahan mentah datang hingga menjadi produk jadi. Industri perikanan sering menggunakan aliran ini karena produk perikanan membutuhkan proses produksi yang berurutan. (Fattah, 2017). Pada umumnya pola aliran ini di gunakan untuk proses produksi yang pendek dan relatif sederhana, dan terdiri atas beberapa komponen.
2. *Serpentine* (pola aliran bahan zig-zag). Pola ini biasanya digunakan bila aliran proses produksi lebih panjang dari pada luas area. Pola ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan area.
3. *U-shaped* (pola aliran bahan bentuk U). Pola aliran ini digunakan untuk meminimasi penggunaan fasilitas material handling dan mempermudah pengawasan (Waisnawa, 2017).
4. *Circular* (pola aliran bahan melingkar). Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran ini sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk

mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi. Aliran ini juga sangat baik apabila departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

5. *Odd angle* (pola aliran bahan sudut ganjil). Pola aliran berdasarkan *Odd-Angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan pola aliran yang ada (Anoraga, 2021).

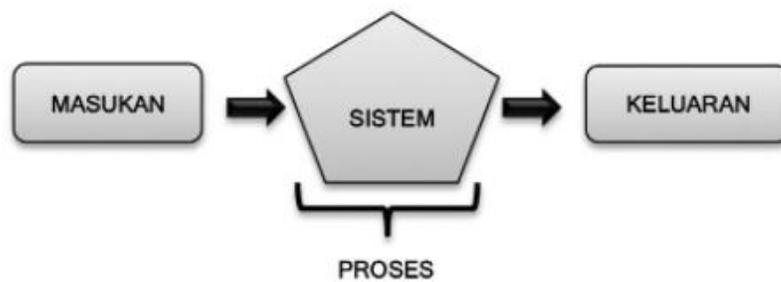
2.2 Sistem Kontrol

2.2.1 Sejarah Sistem Kontrol

Sistem pengendalian (*system control*) merupakan sekumpulan peralatan yang bekerja sama dengan tujuan untuk mengendalikan sesuatu peralatan-peralatan tersebut biasanya merupakan komponen-komponen elektronik sebagai contohnya pada kendaraan modern, kendaraan tersebut dipasangi dengan peralatan sensor yang berfungsi untuk mengetahui kondisi mesin induk. sensor-sensor itu bekerja kemudian memberikan laporan kepada komputer yang terpasang di ECU kendaraan, komputer kemudian menghitung kebutuhan bahan bakar mesin dan waktu *ignition* dari bahan bakar sehingga akan menghasilkan unjuk kerja yang maksimal. Untuk bisa merancang, mendiagnosis serta memperbaiki maka seorang ahli sistem kontrol harus menguasai ilmu elektronika, ilmu mekanika, dan prinsip-prinsip sistem kontrol.

Sebenarnya sistem pengendalian telah lama ada, dimulai kira-kira pada masa Yunani kuno. Pada masa itu pada kolam-kolam air terdapat bola-bola pelampung yang sangat menarik perhatian. Bola-bola tersebut sebenarnya merupakan peralatan

pengatur atau pengendali aliran air menuju kolam, seperti bola bola pelampung pada kamar mandi. jika permukaan air turun (air habis) maka bola pelampung akan turun juga dan sebagai akibatnya maka katup air menuju kolam akan terbuka sehingga air akan mengalir menuju kolam dan ketika air memenuhi kolam lagi maka bola juga akan naik ke atas pada posisi semula. Secara umum sistem pengendalian digambarkan oleh gambar berikut ini,



Gambar 2. 5 Diagram Sistem Kontrol

Secara umum dalam sebuah *system control* terdapat 4 komponen, yaitu:

1. Masukan
2. Sistem
3. Keluaran
4. Proses

Input merupakan masukan yang diberikan perlatan kepada *system control*.

Sistem sendiri adalah *system control* dimana didalamnya proses pengendalian terjadi dan hasil dari *input* yang diberikan kepada sistem akan menghasilkan *output* atau keluaran. Dalam mempelajari atau mengaplikasikan sistem kendali diperlukan beberapa pengertian tentang istilah-istilah pada pengaturan (Yahya, 2017).

2.2.2 Definisi

Dalam proses industri, sering dibutuhkan besaran-besaran yang memerlukan kondisi atau persyaratan yang khusus, seperti ketelitian yang tinggi; harga yang konstan untuk selang waktu yang tertentu; nilai yang bervariasi dalam suatu rangkuman tertentu; perbandingan yang tetap antara 2 (dua) variabel; atau suatu besaran sebagai fungsi dari besaran lainnya. Jelas bahwa semuanya itu tidak cukup dilakukan hanya dengan pengukuran saja, tetapi juga memerlukan suatu cara pengontrolan agar syarat-syarat tersebut dapat dipenuhi. Karena alasan inilah diperkenalkan suatu konsep pengontrolan yang disebut Sistem Kontrol.

Ada beberapa definisi yang harus dimengerti untuk lebih memahami sistem kontrol secara keseluruhan, yaitu: sistem, proses, kontrol, dan sistem kontrol. Definisi dari beberapa istilah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama melakukan sesuatu untuk sasaran tertentu.
2. Proses (alamiah) adalah suatu operasi yang kontinu atas suatu perkembangan yang terdiri dari beberapa aksi yang dikendalikan secara sistematis dan diarahkan pada suatu hasil akhir.
3. Proses (artifisial) adalah perubahan yang berurutan dan berlangsung secara kontinu dan tetap menuju keadaan akhir tertentu.
4. Operasi adalah proses yang dikendalikan, contoh proses, antara lain proses kimia, biologi, ekonomi, dan lain-lain sebagainya.
5. Kontrol adalah suatu kerja untuk mengawasi, mengendalikan, mengatur, dan menguasai sesuatu.

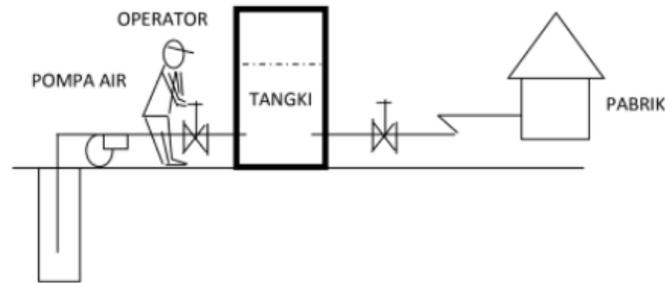
6. *Plant* berupa bagian dari suatu peralatan yang berfungsi secara bersama sama untuk membentuk suatu operasi tertentu (setiap objek fisik harus dikendalikan, seperti *heating furnace*, *spacecraft*, dan reaktor kimia).
7. Sistem Kontrol (*Control System*) adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel atau parameter) sehingga berada pada suatu harga atau *range* tertentu. Contoh variabel atau parameter fisik, adalah tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), pH, kepadatan (*viscosity*), kecepatan (*velocity*), dan lain-lain. Hubungan sebuah sistem dan proses dapat dilustrasikan seperti terlihat pada Gambar 1.1 di bawah ini



Gambar 2. 6 Blok Diagram Sistem

2.2.3 Prinsip Sistem Kontrol

Sebuah contoh Sistem kontrol/kendali akan diceritakan di bawah ini. Seorang operator sedan menjaga ketinggian (*level*) suatu tangki yang akan digunakan untuk sebuah proses kimia. Jika, ketinggian tangki kurang dari yang semestinya, operator akan lebih membuka keran masukan (*valve*), dan sebaliknya, jika ketinggian melebihi dari yang semestinya, operator akan mengurangi bukaan keran (*valve*), dan seterusnya. Gambar 2.7 mengilustrasikan cerita sistem kendali/ kontrol tersebut.



Gambar 2. 7 Contoh Sistem Kendali

Dari kejadian ini, dapat dinyatakan bahwa sebenarnya yang terjadi adalah pengukuran terhadap tinggi cairan di dalam tangki, kemudian membandingkannya terhadap harga tertentu dari tinggi cairan yang dikehendaki, lalu melakukan koreksi yakni dengan mengatur bukaan keran masukan cairan ke dalam tangki.

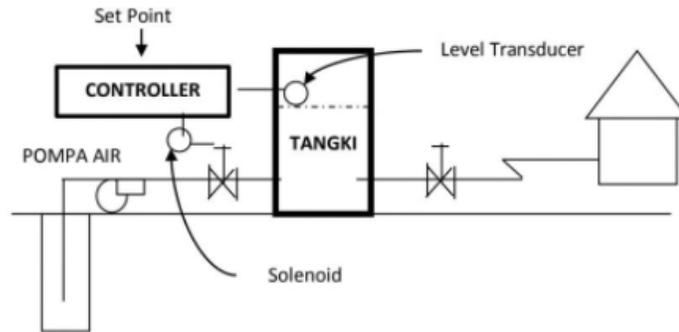
Dapat disimpulkan bahwa sebuah sistem kontrol/kendali, melakukan urutan kerja sebagai berikut:

1. Pengukuran (*Measuring*)
2. Perbandingan (*Comparison*)
3. Perbaikan (*Correction*)

Sistem tersebut dapat berjalan baik, jika dianggap sistem bekerja secara ideal dan sederhana. Namun, masalah akan timbul jika diteliti lebih lanjut, seperti:

1. Keadaan proses yang lebih kompleks dan sulit
2. Pengukuran yang lebih akurat dan presisi
3. Jarak proses yang tidak mudah dijangkau

maka diperlukan modifikasi terhadap sistem tersebut. Dalam hal seperti inilah diperlukan sebuah Sistem Kendali Otomatik, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2. 8 Sistem Kontrol Otomatik

Terdapat beberapa manfaat pada penggunaan Sistem Kontrol Otomatik pada sebuah proses, yaitu:

1. Kelancaran Proses
2. Keamanan
3. Ekonomis
4. Kualitas (Allu, 2018).



Gambar 2. 9 *Master Control Room* untuk mengontrol Sistem Proses Jarak Jauh

2.2.4 Klasifikasi Sistem Kontrol

Sistem kontrol dapat diklasifikasikan dengan banyak cara, diantaranya adalah sistem liner dan sistem tak linier. Pada umumnya sistem fisika adalah sistem yang tak

linier dengan banyak variasi variabel. Jika range variasi variabel sistem tidak besar, maka sistem tersebut dapat dijadikan linier dalam range variasi variabel yang relatif kecil. Biasanya sistem linier akan berlaku prinsip superposisi. Prinsip tersebut tidak berlaku pada sistem tak linier.

Klasifikasi sistem berdasarkan perubahan terhadap waktu terbagi atas sistem *time-variant* dan *time-invariant*. Sistem *time-invariant* merupakan sistem yang parameternya tidak berubah terhadap waktu atau disebut juga sistem kontrol tak berubah terhadap waktu. Respon sistem tergantung pada saat masukan diterapkan. Sistem *time-variant* adalah sistem yang satu atau lebih parameternya berubah terhadap waktu atau disebut juga sistem kontrol berubah terhadap waktu. Sebagai contoh adalah sistem kontrol pada pesawat rang angkasa, di mana massa akan menurun seiring berjalannya waktu karena bahan bakar yang digunakan selama penerbangan akan berkurang.

Klasifikasi selanjutnya adalah berdasarkan kekontinyuan terhadap waktu, yaitu sistem kontrol waktu kontinyu dan sistem kontrol waktu tak kontinyu atau diskrit. Ciri sistem kontrol waktu kontinyu adalah apabila semua variabel yang ada pada sistem tersebut merupakan fungsi waktu, Adapun sistem kontrol waktu diskrit hanya melibatkan satu atau lebih variabel yang diketahui pada saat waktu diskrit sesuai dengan *period sampling* (cuplik) pengambilan datanya.

Klasifikasi juga seringkali didasarkan pada banyaknya masukan dan keluaran sistem, yaitu sistem kontrol Single Input Single Output (SISO) dan Multi Input Multi Output (MIMO). Sistem kontrol SIS adalah sistem yang hanya mempunyai satu masukan dan satu keluaran. Sebagai contoh adalah sistem kontrol pH, dimana sistem

hanya mempunyai satu masukan (harga pH yang diharapkan) dan satu keluaran yang akan dikontrol (harga pH yang sesungguhnya). Sistem kontrol MIMO atau sistem dengan banyak masukan banyak keluaran adalah sistem yang mempunyai lebih dari satu masukan dan lebih dari satu keluaran. Sebagai contoh sistem kontrol banyak masukan banyak keluaran adalah pada sistem kontrol proses yang mempunyai dua masukan (misalnya suhu dan kelembapan yang merupakan suhu dan kelembapan yang diharapkan) dan dua keluaran (misalnya suhu dan kelembapan yang sesungguhnya). Selain itu, klasifikasi sistem kontrol juga didasarkan kepada cara pengontrolannya, yaitu manual dan otomatis. Sistem pengontrolan manual adalah sistem pengontrolan yang dilakukan oleh manusia. umumnya dilakukan pada proses yang tidak banyak mengalami perubahan, misalnya pada pengontrolan suara radio, pengontrolan cahaya televisi, dan pengontrolan aliran air melalui kran. Sistem pengontrolan otomatis adalah sistem pengontrolan yang dilakukan oleh kontroler berupa peralatan atau mesin yang menggantikan tugas manusia. Dalam pengontrolan manual, tugas membuka atau menutup kran dilakukan oleh manusia. Namun, dalam pengontrolan otomatis, tugas membuka atau menutup kran tidak lagi dilakukan oleh manusia, namun dilakukan oleh peralatan penggerak. Namun, klasifikasi sistem kontrol seringkali juga didasarkan pada adanya umpan balik pada sistem, yaitu sistem loop terbuka dan loop tertutup. Dalam buku ajar ini pembahasan lebih ditekankan pada klasifikasi tersebut yang merupakan dasar klasifikasi pada sistem kontrol (Yudaningtyas, 2017).

2.2.5 Karakteristik Sistem Kontrol

Beberapa karakteristik penting dari sistem control otomatis (Noer, 2021) adalah sebagai berikut:

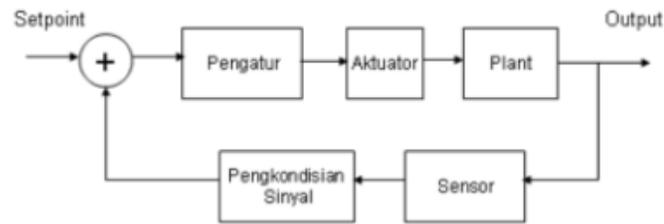
1. Sistem kontrol otomatis merupakan sistem dinamis (berubah terhadap waktu) yang dapat berbentuk linear maupun non-linear. Secara matematis kondisi ini dinyatakan oleh persamaan-persamaan yang berubah terhadap waktu, misalnya persamaan diferensial linear maupun tidak linear.
2. Bersifat menerima informasi, memprosesnya, mengolahnya dan kemudian mengembangkannya.
3. Komponen yang membentuk sistem kontrol ini akan saling mempengaruhi (berinteraksi).
4. Komponen yang membentuk sistem kontrol ini akan saling mempengaruhi (berinteraksi).
5. Bersifat mengembalikan sinyal ke bagian masukan (*feedback*) dan ini digunakan untuk memperbaiki sifat sistem. Karena adanya pengembalian sinyal ini (sistem umpan balik) maka pada sistem kontrol otomatis selalu terjadi masalah stabilisasi.

2.2.6 Terminologi Kontrol

Manusia mulai berpikir untuk merancang suatu mekanisme pengendalian yang dapat menggantikan fungsi manusia dalam menentukan parameter, pengendali, target pengendalian (*set point*), dan melakukan pengukuran terhadap variabel yang dikendalikan. Tentunya semua parameter dan variabel yang ada di dalam sistem

control harus dapat terukur dan dapat dihitung sehingga sistem yang diatur dapat memberikan kinerja yang diinginkan.

Sistem otomatis biasanya berupa sebuah *loop* tertutup yaitu berupa diagram control yang menggambarkan proses dan aliran variabel. Bentuk sederhana dari diagram control dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 10 Diagram Kontrol Otomatis

Diagram control otomatis ini memperlihatkan alur sinyal dimulai dari *set point* sebagai target control yang ditentukan oleh operator atau data control. *Set point* ini merupakan acuan bagi pengatur untuk secara otomatis memaksa agar *output* dari sistem yang dikontrol yaitu *plant*, sama atau mendekati *set point* atau beresilasi terendam pada *set point* (Putra, 2020).