

Bab 2

Landasan Teori

2.1. Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Menurut yang ditulis pada buku Benjamin S. Balanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994) Perawatan adalah kegiatan pendukung utama yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan peranan (fungsional) suatu sistem produksi (peralatan, mesin) sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai kondisi yang diharapkan. Hal ini dapat dicapai antara lain dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan tindakan perawatan dengan tetap memperhatikan fungsi pendukungnya serta dengan memperhatikan kriteria minimasi ongkos. Peranan perawatan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi. [1]

Perawatan juga dapat dikatakan suatu tindakan penggabungan antara manajerial, administratif dan teknis guna memelihara *item* atau barang supaya bisa bekerja sesuai dengan kebutuhannya. Pernyataan penggabungan antara manajerial, administratif dan teknis yaitu berarti ketiga elemen tersebut harus dapat dikuasai oleh orang yang ahli dalam bidang tersebut, supaya pemeliharaan dilakukan dengan baik dan benar tidak dilakukan secara asal-asalan sehingga kegiatan pemeliharaan tersebut menghasilkan barang mampu berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama. Menurut yang ditulis pada jurnal Nuswantoro Ilham dan I Made Aryantha Anthara (2018) Proses perawatan membutuhkan langkah yang sistematis dan terstruktur sehingga diperlukan manajemen dalam proses pengelolaannya, artinya suatu kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas, mesin serta alat-alat pabrik dan mengadakan pemugaran atau penggantian yang diperlukan supaya suatu keadaan yang dapat digunakan bisa dioperasikan produksi yang memuaskan dengan menghubungkan pada penggunaan apa yang diperlukan. [2]

2.2. Jenis-jenis Perawatan

Menurut yang ditulis pada jurnal I Made Aryantha Anthara, (2011), Pemeliharaan mencakup semua tindakan yang diperlukan untuk mempertahankan sistem atau produk, dan mengembalikannya ke keadaan operasional yang diinginkan. [3] Pemeliharaan dikategorikan sebagai berikut yang ditulis pada buku Benjamin S. Balanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson (1994), seperti dibawah ini : [1, pp. 15–16]

1. Perawatan korektif (*corrective maintenance*)

Perawatan korektif merupakan tindakan pemeliharaan tidak terjadwal yang dilakukan, sebagai akibat dari kegagalan sistem atau produk, untuk mengembalikan sistem ke kondisi yang ditentukan. Perawatan korektif tidak memerlukan pergantian, perbaikan atau pemeliharaan yang terjadwal sampai adanya kegagalan, yang memungkinkan berjalan maksimum diantara perbaikan.

2. Pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*)

Perawatan ini ialah tindakan pemeliharaan terjadwal yang dilakukan untuk mempertahankan sistem atau produk dalam kondisi operasional yang ditentukan. Perawatan terjadwal mencakup inspeksi berkala, pemantauan kondisi, penggantian *item* kritis (sebelum kegagalan), kalibrasi berkala, dan sejenisnya.

3. Pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*)

Pemeliharaan prediktif adalah program pemeliharaan yang dilakukan dengan melihat kondisi yang terjadi. Program pemeliharaan prediktif dapat meminimalkan kerusakan tak terjadwal dan memastikan bahwa peralatan yang diperbaiki berada dalam kondisi mekanis yang baik. Untuk menetapkan persyaratan dalam bidang ini, perlu diketahui berbagai komponen sistem yang gagal, tujuannya adalah untuk memprediksi kapan kegagalan akan terjadi dan untuk mengambil tindakan pencegahan yang sesuai. Ada tiga teknik yang biasanya digunakan untuk pemeliharaan prediktif yaitu:

- a. pemantauan getaran.
- b. pemantauan parameter proses.
- c. Termografi.

4. Pencegahan pemeliharaan (*maintenance prevention*)

Menurut yang ditulis pada buku Seiichi Nakajima (1998) Istilah ini digunakan dalam konteks konsep *Total Productive Maintenance* (TPM). Pada dasarnya, *prevention mainenance* adalah alat yang dikembangkan dengan tujuan meminimalkan waktu henti (*down time*) dan meningkatkan produk (terutama di lingkungan pabrik), serta mengurangi biaya. [4]

5. Perawatan adaptif (*adaptive maintenance*)

Istilah ini berkaitan dengan perangkat lunak komputer dan lingkungan data atau perubahan dalam pemrosesan.

6. Pemeliharaan yang sempurna (*perpective maintenance*)

Ini pada dasarnya mengacu pada perubahan perangkat lunak komputer untuk meningkatkan kinerja, pengemasan, atau pemeliharaan.

2.3 Efektivitas Mesin

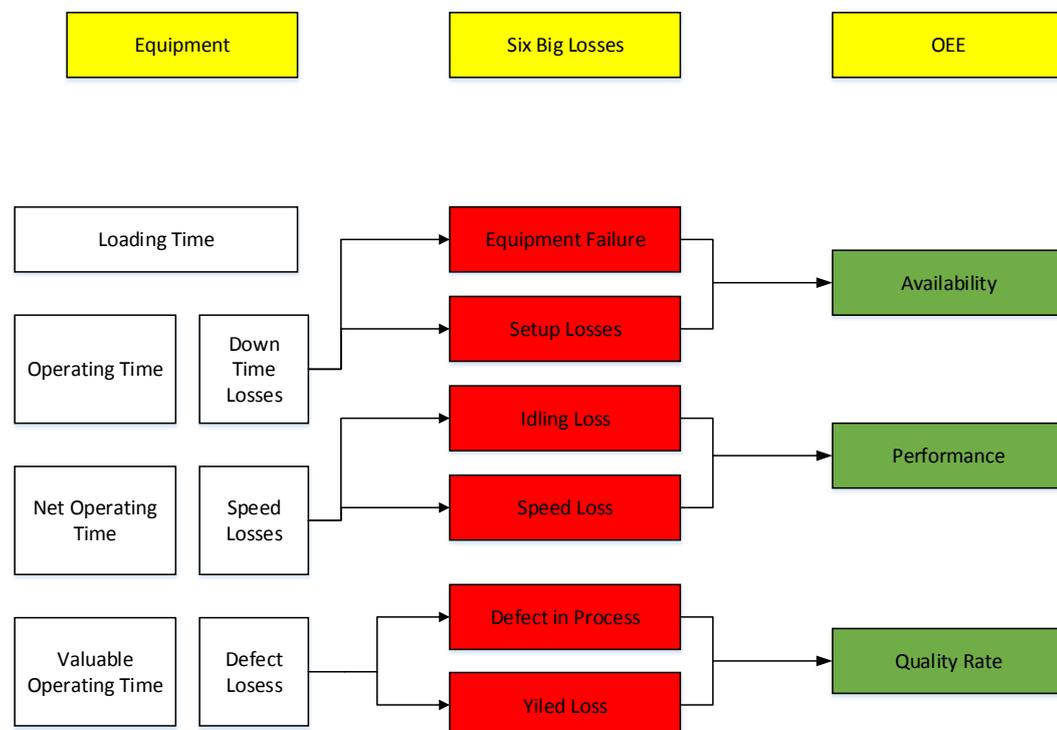
Menurut yang ditulis pada jurnal Mansuri (2017) Efektivitas merupakan ukuran perbandingan jumlah yang dihasilkan sepanjang waktu pada periode tertentu terhadap kapasitas yang telah ditentukan dapat diselesaikan sesuai dengan perencanaan, baik dalam waktu, biaya, maupun kualitas. Efektivitas mesin dapat menunjukkan suatu keadaan dimana mesin tersebut beroperasi untuk mencapai keberhasilan yang dapat diukur melalui kualitas yang dihasilkan, waktu yang digunakan dan biaya yang dikeluarkan telah sesuai dengan apa yang telah diharapkan sebelumnya. [5]

Dengan tercapainya suatu tujuan dan ketepatan waktu, beberapa tolak ukur atau kriteria efektivitas mesin yang mempengaruhinya yaitu:

1. Efektivitas keseluruhan, yaitu tercapainya seluruh tujuan dalam melaksanakan kegiatan.
2. Produktivitas, yaitu kuantitas produk atau jasa yang dihasilkan oleh sebuah kegiatan.
3. Efisiensi, yaitu ukuran keberhasilan suatu kegiatan yang dapat dilihat berdasarkan waktu yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan dengan memanfaatkan waktu secara maksimal.

2.4. Overall Equipment Effectiveness

Menurut yang ditulis pada jurnal Susetyo.A.E (2017) *Overall Equipment Effectiveness* adalah salah satu penerapan dari total *product maintenance* untuk mengukur suatu kegiatan bagaimana kinerja mesin produksi. Sedangkan menurut yang ditulis pada jurnal Ajat Sudrajat dan Gabriel Sianturi tingkat efektivitas suatu mesin atau peralatan dapat ditentukan melalui pengukuran nilai OEE. Pengukuran nilai OEE bermanfaat untuk mengevaluasi dan memperbaiki dengan cara yang tepat agar produktifitas dan mesin atau peralatan dapat ditingkatkan. [6] Metode OEE ini memiliki tiga kebijakan yang utama untuk diterapkan pada mesin produksi seperti waktu ketersediaan *availability*, *performance*, dan *rate of quality* mutu yang akan dihasilkan. Program TPM sangat memerlukan pengukuran dari metode OEE karena metode ini sering diartikan dengan efektivitas peralatan pada seluruh komponen serta berguna untuk menjaga peralatan dengan kondisi yang optimal dan menghasilkan pengukuran keberhasilan suatu mesin sehingga dapat memperbaiki *performance* mesin tersebut. [7] Untuk dapat mengukur tingkat efektivitas suatu mesin dapat dilakukan dengan berbagai tahap yang dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut ini yaitu:



Gambar 2.1 Tahap Perhitungan OEE

Menurut yang ditulis pada buku Borris (2016) Persentase (%) dapat dihasilkan dari perhitungan data yang diolah dan berguna untuk menentukan seberapa persen tingkat performa mesinnya. *Availability* lebih besar dari 90%, *performance ratio* lebih besar dari 95%, dan *rate of quality product* lebih besar dari 90% adalah keefektifan performa mesin dan komponen yang dapat dilihat dari ketiga hal tersebut. Ketiga variabel yang diketahui menentukan seberapa besar kondisi ideal nilai OEE. Kerusakan dialami pada peralatan mesin produksi bukan satu-satunya sumber kerugian atau memproduksi dibawah kemampuan melainkan, dengan salah memproduksi suatu barang juga dapat memiliki dampak yang buruk dengan serius. [8]

2.4.1. Availability Ratio

Availability merupakan jumlah waktu produksi dimana total waktu yang bisa berjalan dapat menghasilkan produk yang berkualitas dalam jumlah yang banyak. Perbandingan antara *operation time* dan *loading time* dapat menentukan dimana nilai *availability* ditentukan. Keputusan yang diambil oleh perusahaan dalam menentukan apa yang diterima sebagai waktu henti, pengaturan utama apapun hingga standar industri adalah keputusan manajemen perusahaan. Oleh karena itu perhitungan *availability* seperti *loading time* dan *operation time* adalah beberapa faktor penting yang harus diperhatikan. *Loading time* menghasilkan total waktu selama memproduksi seharian atau aktifitas waktu yang dapat dipisahkan. *Operation time* adalah waktu memproduksi yang tersedia dengan membagi waktu per periode. *Downtime* adalah operasi mesin yang digunakan akan mengalami dimana mesin tersebut berhenti berjalan karena mengalami dimana kerusakan pada mesin tersebut. Perhitungan *availability* dapat ditentukan dengan menggunakan suatu perhitungan menggunakan rumus. [1, p. 128]

$$Availability = \frac{Operation\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

Operation time adalah lama waktu dari mesin yang beroperasi.

Loading time adalah keseluruhan waktu yang disediakan untuk produksi.

Perusahaan Indonesia sangat jarang sekali mendapatkan nilai *availability* dengan rata-rata nilai lebih dari 90% untuk mencapainya, akan tetapi ada saja perusahaan yang mencapai nilai tersebut. Kebanyakan perusahaan yang dengan menggunakan sistem produksinya *market to order* dan kebanyakan perusahaan di Indonesia mendapatkan nilai tidak lebih dari 60% maka dari itu perusahaan ingin yang mencapai nilai yang terbaik pada proses produksinya.

2.4.2. Performance efficiency Ratio

Performance efficiency Ratio merupakan suatu pengukuran kualitas produk yang ditentukan dari rasio efisiensi kinerja dengan melihat waktu siklus idealnya terhadap *operation time*, artinya menghasilkan produk dengan menggambarkan bagaimana kualitas kemampuan dari komponen dengan suatu rasio. Mencari suatu perhitungan *Performance efficiency Ratio* membutuhkan suatu data yaitu mencari terlebih dahulu *ideal cycle time* dari mesin produksi, yang kedua yaitu pada mesin produksi untuk menentukan seberapa besar presentase kerja *delay time* pada mesin. Berikut perhitungan untuk mencari *Performance efficiency Ratio* pada mesin dapat ditentukan menggunakan rumus. [7, p. 96]

$$Performance = \frac{Output \times Ideal\ cycle\ time}{operating\ time} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan :

Output adalah Keseluruhan produk yang dibuat oleh mesin.

Ideal cycle time adalah waktu ideal beroprasinya suatu mesin.

Operating time adalah lama waktu waktu dari mesin yang beroperasi.

2.4.3. Rate Of Quality

Rate Of Quality merupakan pendekatan yang digunakan dengan melihat kemampuan peralatan untuk menunjukkan suatu perbandingan rasio menghasilkan produk sesuai dengan standar perusahaan melalui persentase. Menurut Julian Rebecca (2017) dalam jurnalnya kualitas merupakan peranan penting dalam suatu produk [9]. *Processed amount* dan *defect amount* adalah suatu data yang dapat menentukan nilai *rate of quality*. Memperbaiki kualitas produk dengan melihat suatu kegagalan produk dalam melaksanakan selama proses produksi itu menjadi catatan untuk perusahaan lebih meningkatkan dan menargetkan *rate of quality*

dengan presentase yang cukup ideal. Pengumpulan data dengan mengumpulkan secara keseluruhan akan lebih efektif sebagai cara memperbaikinya kualitas produk. Untuk mencari dimana presentase *rate of quality*, dapat ditentukan menggunakan rumus seperti dibawah ini yaitu :

$$\text{Rate Of Quality} = \frac{\text{Jumlah Proses Produksi} - \text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Proses Produksi}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan :

Jumlah proses produksi adalah besarnya produk yang dihasilkan oleh mesin.

Jumlah cacat adalah besarnya kegagalan produk yang dihasilkan oleh mesin. [1, p. 137]

Menentukan nilai *overall equipment effectiveness* yang dilakukan adalah melihat nilai ketiga variabel yang didapat yaitu nilai dari *availability ratio*, *performance efficiency ratio* dan *rate of quality* hal ini dapat melihat bagaimana efektivitas pada mesin yang digunakan. Rumus yang digunakan untuk mencari *overall equipment effectiveness* yaitu dapat dilihat seperti di bawah ini : [1, p. 138]

$$\text{OEE} = \text{Availability} (\%) \times \text{Performance} (\%) \times \text{Rate Of Quality} (\%) \quad (2.5)$$

Berdasarkan analisis nilai OEE yang didapatkan dari perhitungan ketersediaan efektivitas produksi. Menurut Japan Institute Of Plan Maintenance sebagai promotor kunci TPM melalui PM *Price*, Kondisi ideal yang didapatkan oleh perusahaan untuk menentukan apakah hasil OEE dikatakan baik yaitu terdiri dari seperti dibawah ini :

1. Ketersediaan (*availability ratio*) > 90%.
2. Efektivitas produksi (*performance ratio*) > 95 %.
3. Tingkat kualitas produk (*rate of quality*) > 99%.
4. Tingkat keseluruhan efektivitas komponen dan mesin berdasarkan nilai yang ideal yaitu OEE > 85%.

2.5. Alat-alat Pengendali Proses Statistik

2.5.1. Data Diagram Form (Formulir Pengumpulan Data)

Menurut yang di tulis didalam buku Turner W.C., Mize J.H., Case K.E. & Nazemetz J.W (2000) Pengembangan proses ada beberapa usaha yang dapat

dilakukan yaitu dengan sebuah peningkatan akan pengetahuan sebuah proses tersebut. Hal ini sering dilakukan dengan pengumpulan data dan analisis terlebih dahulu. Sebagian data yang dikumpulkan akan mendekati data kepada permasalahan yang ada namun tidaklah berguna untuk analisa dan membantu untuk memecahkan suatu permasalahan yang tepat pada pengembangan proses aslinya. Saat kita memilih untuk mengetahui dan mengumpulkan data yang baru, kita dapat menggunakan atau membutuhkan beberapa *form* yang digunakan untuk pengumpulan data. [10]

Beberapa tipe dalam merancang *form* pengumpulan data, dapat dilihat dibawah ini yaitu :

1. Pertimbangan yang sangat tepat data apa yang akan di kumpulkan untuk masing-masing karakteristik, nyatakan satuan ukuran nya.
2. Pemahaman yang jelas kepada setiap orang dengan memberikan definisi karakteristik yang jelas akan membantu setiap orang untuk memahaminya. Misalnya waktu yang digunakan dalam jam/minggu, maka harus dijelaskan apa itu waktu yang digunakan.
3. Pertimbangan jika anda mengharapkan untuk memisahkan data tersebut menurut beberapa faktor. Misalnya, tingkatan sesuai dengan posisi, *shift*, tempat konsumen, jenis alat, dan lain-lain.
4. Mempertimbangkan, kapan, dimana, bagaimana dan jenis data yang akan dikumpulkan.
5. Menentukan tipe yang sesuai dari *form* data pengumpulan.

2.5.2. Analisa Pareto

Pareto adalah sebuah prioritas yang harus diutamakan terlebih dahulu. Analisa pareto membutuhkan data yang tepat dengan kategori, jenis, atau klasifikasi lainnya. Analisa pareto membantu kita untuk fokus terhadap apa yang menjadikan hal-hal yang dibilang penting. Analisis ini akan mengetahui sekecil masalah vital atau kerusakan dari berbagai macam hal. Prinsip pareto memiliki aturan yang sering kita ketahui yaitu 80/20 yang artinya dari 80% permasalahan ada 20% permasalahan yang harus kita hadapi. [10, p. 286]

Beberapa petunjuk yang dapat membantu untuk pembuatan analisis pareto dapat dilihat seperti di bawah ini yaitu :

1. Menentukan hal yang akan kita kumpulkan. Hal ini termasuk sumbu dalam perhitungan dalam diagram. Jenis perhitungan ini berupa suatu perhitungan dari suatu kejadian seperti dollar/tahun, jumlah kejadian/bulan, *downtime*/minggu, jumlah kesalahan/100 tahun. Bagian ini berhubungan dengan sumbu diagram, atau dapat terkait dengan masalah seperti kerusakan, jenis kecelakaan, dan lain-lain.
2. Mengidentifikasi dengan pasti mesin-mesin jenis yang digunakan pada sumbu klasifikasi.
3. Mendesain formulir pengumpulan data.
4. Membuat masing-masing paretonya jika memiliki perhitungan lebih dari satu jenis yang sama.
5. Klasifikasi pada sumbu klasifikasi harus benar-benar jelas jika tidak akan berakibat pada kesalah pahaman karena klasifikasi yang tidak sesuai.

2.5.3. Histogram

Menampilkan data sekilas dari sekumpulan data. Fungsi dari histogram ini berguna dalam melihat bentuk, pusat, dan sebaran sekumpulan data dari beberapa proses. Histogram yang stabil akan membuat suatu gambaran dari apa yang diharapkan akan menjadi kenyataan dimasa yang akan datang. Histogram yang tidak stabil akan menggambarkan yang terjadi dimasa lalu. [10, p. 287]

Beberapa petunjuk yang dapat membantu untuk pembuatan histogram dapat dilihat seperti di bawah ini yaitu :

1. Jenis yang harus diperhatikan seperti berat, tinggi, kelemahan, waktu.
2. Skala karakteristik yang diperhatikan tersebut biasanya depecah-pecah dalam sel yang sama.
3. Dibentuknya batasan sel akan mempermudah untuk penampungan keseluruhan data.

2.5.4. Scatter Plot Diagram (Diagram Acak)

Scatter plot diagram merupakan diagram yang menunjukkan hubungan antara dua variabel. Hubungan antara variabel dapat diketahui dengan apabila sebuah variabel yang meningkat, maka variabel yang lain akan ikut meningkat. Atau dapat juga menggambarkan ketidak adanya hubungan langsung misalnya dengan contoh, hubungan antara telpon bisnis yang terjawab dibandingkan dengan telpon yang diterima, beberapa orang menutup telpon sebelum ada orang yang menjawab telpon tersebut, seluruh data dicatat secara elektronik. [10, p. 289]

Beberapa petunjuk yang dapat membantu untuk pembuatan *scatter plot* diagram dapat dilihat seperti di bawah ini yaitu :

1. Penggambaran dua sumbu yang tegak lurus dengan panjang yang sama.
2. Ukuran panjang sumbu yaitu 90% dari panjang kedua sumbu pada data yang dikumpulkan.
3. Pengaturan pasangan data dalam kedua variabel.
4. Jika ternyata adanya suatu hubungan, gunakan pengetahuan anda mengenai proses, untuk menentukan apakah terdapat hubungan sebab akibat antara dua variabel tersebut.
5. Jika terjadi hubungan garis lurus dalam diagram tersebut, visualisasikan atau bayangkan secara tepat sebuah garis yang melalui keseluruhan data dilakukan secara lebih menggunakan regresi.

2.5.5. Perancangan Eksperimen (*Designed Experimentation*)

Perancangan eksperimen adalah salah satu dari alat yang paling efektif yang kita miliki untuk memperbaiki proses. Pada dasarnya kita mencoba untuk menentukan secara ekonomis, manakah faktor yang mempunyai efek yang paling signifikan dalam pusat dan penyebaran proses. Kita tidak ingin hanya mencapai target, tetapi meminimasi variasi. Desain eksperimen dapat membantu kita dalam mempelajari pengaruh kuantitatif dan pengaruh kualitatif. Dengan perancangan sebuah percobaan meyakinkan bahwa kita dapat melihat suatu pengaruh faktor-faktor yang menarik atau penting dalam sebuah proses. Desain yang terbaik akan

memungkinkan untuk melakukan sebuah pengujian terhadap pengaruh-pengaruh interaksi antar faktor tersebut. [10, p. 291]

2.5.6. Control Chart (Peta Kontrol)

Menurut yang ditulis pada buku Tim Dosen Teknik Industri Unikom (2014) peta kontrol adalah alat untuk mengendalikan mutu proses. Diagram tersebut memperlihatkan konsistensi proses yang stabil atau sering disebut dengan proses dalam kendali (*in-control process*), proses yang dapat diprediksi, atau proses dengan penyebab umum. Proses ini disebut dengan proses pengendalian statistikal. Proses yang tidak stabil juga sering disebut dengan proses diluar kendali (OCC, *Outoflcontrol*), tidak dapat diprediksi, atau proses penyebab umum dan khusus. Peta kontrol ini akan memperlihatkan sebuah diagram pengendalian yang stabil dan tidak stabil. Proses penyediaan barang produksi dapat lebih mudah diperkirakan dan hasilnya lebih konsisten. [11]

Peta kontrol telah digunakan sebagai alat pemeliharaan pengendalian proses produksi sejak diperkenalkan oleh Shewhart, bapak peta kontrol. Diagram P biasanya digunakan untuk menganalisis data atribut seperti kalasifikasi yang baik atau buruk terhadap jumlah yang tidak sesuai persempel atau perunit. Peta kontor memiliki garis pusat ditambah batas atas dan batas bawah kontrol. Batas kontrol ini biasanya berjarak tiga standar deviasi diatas dan dibawah garis pusat. Karena itu, sangatlah tidak memungkinkan kalau titik-titik yang digambarkan akan berbeda jauh di luar batas pengendali.

Kegunaan dari peta proses yang sering digunakan oleh manajemen dapat dilihat seperti di bawah ini yaitu:

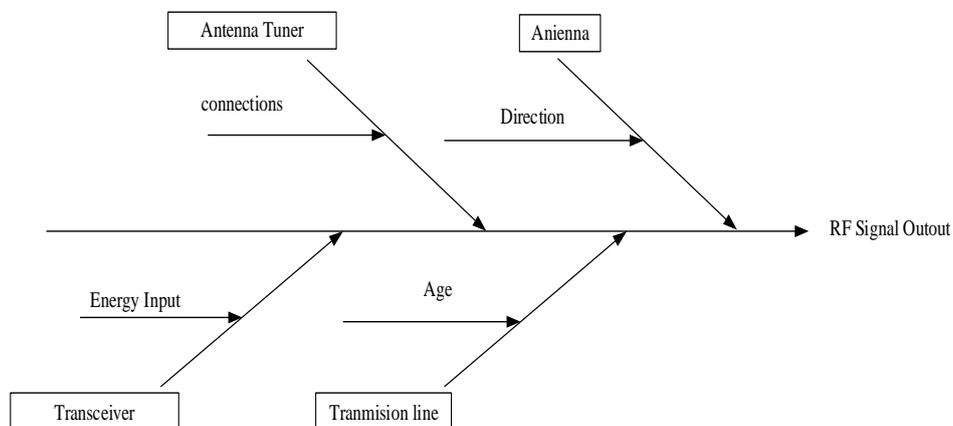
1. Mambawa proses menuju dalam kondisi terkendali.
2. Menjaga proses selalu dalam kontrol.
3. Menentukan batasan maksimum variabel yang akan diteliti.
4. Menentukan batasan minimum variabel yang akan diteliti.
5. Mengetahui suatu kemampuan proses untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan.

2.5.7. Diagram Sebab-Akibat (*Fish Bone Diagram*)

Diagram sebab akibat ini sering disebut juga dengan diagram *fish bone* atau *ishikawa* diagram. Diagram ini digunakan untuk meringkas pengetahuan mengenai kemungkinan sebab-sebab terjadinya variasi dan permasalahan lainnya. Diagram ini menyusun sebab-sebab variasi atau sebab permasalahan kualitas kedalam kategori yang logis. Hal ini membantu untuk menentukan fokus yang diambil dan merupakan alat yang sangat membantu dalam penyusunan usaha pengembangan proses. [10, p. 294]

Beberapa petunjuk yang dapat membantu untuk pembuatan *fish bone* diagram dapat dilihat seperti di bawah ini yaitu :

1. Membuat dengan sebuah daftar sebab potensial dengan melakukan pengendalian ide. Mengijinkan semua orang untuk memberikan sebuah gagasan dan ide.
2. Menempatkan inti permasalahan pada sebelah kanana atau kepala ikan dengan persetujuan dari semua pihak.



Gambar 2.2 Contoh *Fish bone* diagram