

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Sistem Produksi

Sistem merupakan suatu rangkaian unsur-unsur yang saling terkait dan tergantung, serta saling memengaruhi satu dengan yang lainnya, yang keseluruhannya merupakan satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan guna mencapai suatu tujuan tertentu. Sementara itu, produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa. Jadi, sistem produksi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda secara terpadu, menyatu, dan menyeluruh dalam pentransformasian masukan menjadi keluaran (Assauri, 2008, h. 39). Adapun pengertian menurut Ginting (2007, h. 1) tentang sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi *input* produksi menjadi *output* produksi. *Input* produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sementara itu, *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya, seperti limbah, informasi, dan sebagainya.

Adapun konsep dasar sistem produksi Ginting (2007), yaitu:

1. Elemen *input* dalam sistem produksi

Pada dasarnya *input* dalam sistem produksi dapat diklasifikasikan ke dalam dua jenis, yaitu *input* tetap dan *input* variabel. *Input* tetap didefinisikan sebagai suatu *input* bagi sistem produksi yang tingkat penggunaan *input* itu tidak tergantung pada jumlah *output* yang akan diproduksi. *Input* variabel didefinisikan sebagai suatu *input* bagi sistem produksi yang tingkat penggunaan *input* itu tergantung pada jumlah *output* yang akan diproduksi.

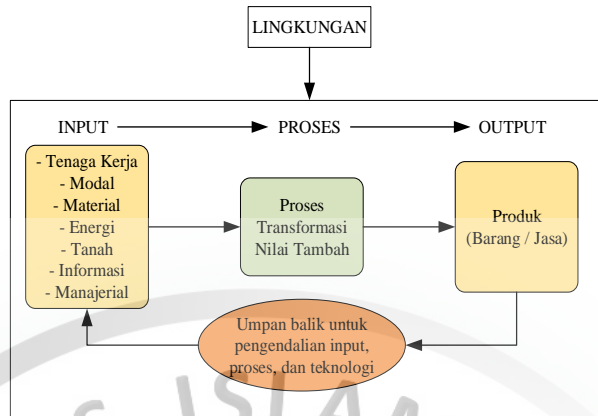
2. Proses dalam sistem produksi

Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode, kerja, dan mesin atau peralatan dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

3. Elemen *output* dalam sistem produksi

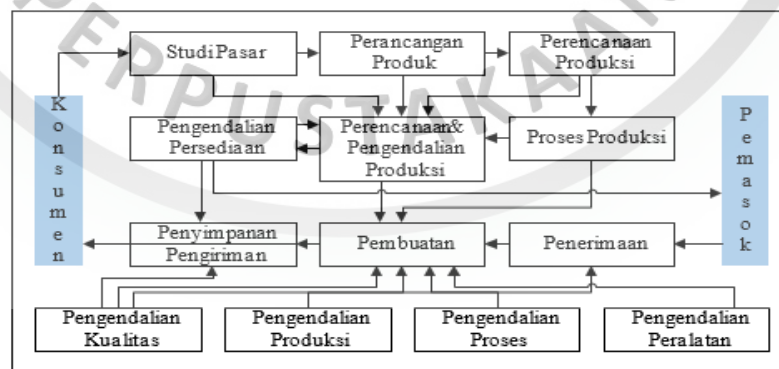
Output dari proses dalam sistem produksi dapat berbentuk barang dan/atau jasa yang disebut sebagai produk.

Adapun skema sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema sistem produksi (Sumber: Ginting (2007))

Skema di atas menunjukkan sistem produksi yang terdiri dari *input*, proses, dan *output*. Adanya suatu proses dapat mengubah *input* untuk ditransformasi sehingga adanya penambahan nilai dari *input* tersebut. Setelah *input* mengalami proses maka akan menghasilkan *output* berupa barang atau jasa yang memiliki nilai lebih dari *input* yang sebelumnya tidak memiliki nilai tambah. Dari *output* yang dihasilkan maka terdapat umpan balik untuk mengendalikan *input*, proses, dan teknologi. Sistem produksi memiliki kaitan dengan siklus manufaktur. Proses manufaktur merupakan proses untuk merubah bentuk (transformasi) bahan baku menjadi produk jadi (Ginting, 2007, h. 8). Adapun siklus manufaktur dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Siklus manufaktur (Sumber: Ceha (2014))

Siklus manufaktur menggambarkan hubungan antar sub sistem pada proses manufaktur. Dari setiap sub sistem masing-masing berfungsi untuk menjamin agar

kualitas dari produk dan komponen-komponennya bisa memenuhi standar yang telah dispesifikasikan oleh perancangannya. Dalam melakukan proses produksi, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti tenaga kerja manusianya, mesin, dan metode yang digunakan sehingga dalam melakukan proses produksi dapat menjaga dan menjamin produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Penelitian ini ada pada bagian pengendalian kualitas, sebab semua kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dikendalikan, supaya barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana ditetapkan.

2.1.1 Jenis Proses Produksi

Banyak cara untuk menghasilkan suatu produk, namun secara ekstrem jenis proses produksi dapat dibedakan menjadi dua (Assauri, 2008), yaitu:

1. Proses produksi yang terus-menerus (*continuous processes*)
Mesin-mesin dipersiapkan dalam memproduksi produk dalam jangka waktu yang panjang/lama, tanpa mengalami perubahan, maka dalam hal ini prosesnya terus-menerus selama jenis produk yang sama dikerjakan. Dalam proses ini terdapat waktu yang panjang tanpa adanya perubahan-perubahan dari pengaturan dan penggunaan mesin serta peralatan-peralatannya.
2. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent processes*)
Mesin-mesin dipersiapkan dalam memproduksi produk dalam jangka waktu yang pendek, dan kemudian diubah atau dipersiapkan kembali untuk memproduksi produk lain, maka dalam hal ini prosesnya terputus-putus tergantung dari produk yang dikerjakan. Dalam proses ini terdapat waktu yang pendek (*short run*) dalam persiapan (*set up*) peralatan untuk perubahan yang cepat guna dapat menghadapi variasi produk yang berganti-ganti.

2.1.2 Strategi Produksi

Dilihat dari tujuan perusahaan melakukan operasinya dalam hubungannya dengan pemenuhan kebutuhan konsumen maka strategi produksi dibedakan menjadi empat jenis (Ginting, 2007), yaitu:

1. *Engineering to Order*, yaitu bila pemesan meminta produsen untuk membuat produk yang dimulai dari proses perancangannya (rekayasa).

2. *Assembly to Order*, yaitu bila produsen membuat desain standar, modul-modul operasional standar yang sebelumnya dan merakit suatu kombinasi tertentu dari modul-modul tersebut sesuai dengan pesanan konsumen. Modul-modul standar tersebut bisa dirakit untuk berbagai tipe produk.
3. *Make to Order*, yaitu bila produsen menyelesaikan item jika dan hanya jika telah menerima pesanan konsumen untuk item tersebut. Bila item tersebut bersifat unik dan mempunyai desain yang dibuat menurut pesanan, maka konsumen mungkin bersedia menunggu hingga produsen dapat menyelesaikan.
4. *Make to Stock*, yaitu bila produsen membuat item-item yang diselesaikan dan ditempatkan sebagai persediaan sebelum pesanan konsumen diterima. Item akhir tersebut baru akan dikirim dari sistem persediaan setelah pesanan konsumen diterima.

2.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian dapat menjamin terlaksananya kegiatan produksi sesuai dengan yang telah direncanakan. Meskipun terjadi kesalahan-kesalahan pada kegiatan produksi dengan dilakukannya pengendalian maka kesalahan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai. Pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilakukan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai (Assauri, 2008, h. 25). Proses produksi merupakan suatu cara yang digunakan untuk menciptakan atau menambah nilai guna suatu barang atau jasa dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Maka dari itu, pengendalian proses produksi dapat dikatakan sebagai cara untuk menjamin terlaksananya rencana produksi sesuai yang telah ditetapkan sehingga target produksi dapat tercapai. Kegiatan proses produksi memerlukan suatu pengendalian agar memperlancar kegiatan produksi yang dilakukan. Adapun pengendalian pada proses produksi (Assauri, 2008), yaitu:

1. Pengendalian produksi

Kegiatan pengendalian ini dilakukan untuk menjamin apa yang telah ditetapkan dalam rencana produksi dapat terlaksana, dan bila terjadi penyimpangan dapat segera dikoreksi sehingga tidak mengganggu pencapaian target produksi.

2. Pengendalian persediaan

Kegiatan pengendalian ini ditujukan agar persediaan yang ada tidak mengalami kekurangan dan dapat dijaga tingkat yang optimal sehingga biaya persediaan dapat minimal.

3. Pengendalian kualitas

Kegiatan ini untuk menjamin agar kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan sehingga dapat dihindari adanya ketidakpuasan dari konsumen.

4. Pengendalian biaya

Kegiatan ini dilakukan atas dasar beban penggunaan bahan dan waktu dari utilisasi mesin dan tenaga kerja atau sumber daya manusia, serta tingkat keefektifan pemanfaatannya.

2.3 Hubungan Pengendalian Proses Produksi Dengan Kualitas Produk

Proses produksi merupakan suatu cara yang digunakan untuk menciptakan atau menambah nilai guna suatu barang atau jasa dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Proses produksi tersebut tentu sudah direncanakan dan mempunyai target produksi. Perencanaan yang baik akan menghasilkan target produksi yang baik pula karena kelancaran dalam proses produksi memiliki peran penting dalam menentukan hasil akhir dari proses produksi tersebut. Maka dari itu, dibutuhkan suatu pengendalian yang dapat menjamin terlaksananya kegiatan produksi yang sudah ditetapkan sehingga akan memperoleh hasil akhir yang baik. Jika pengendalian dilakukan dengan baik, penyimpangan atau kesalahan yang terjadi dalam proses produksi dapat ditangani dengan baik. Hal ini akan berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan karena proses produksi yang terkendali. Kualitas produk menjadi poin akhir dari proses produksi mulai dari masukan hingga keluaran sangat menentukan hasil akhir produk jadi tersebut.

Berdasarkan uraian mengenai pengendalian proses produksi dan kualitas produk di atas maka hubungan kualitas produk sangat bergantung pada pengendalian proses produksi, jika proses produksi tidak ada yang mengendalikannya kemungkinan proses produksi tidak akan berjalan sesuai rencana yang dapat menurunkan kualitas produk pada hasil akhir yang didapat dan tidak sesuai dengan

rencana awal. Dengan demikian, pengendalian proses produksi akan menjamin kualitas produk yang baik dan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.

2.4 Pengertian Kualitas

Kualitas menjadi faktor penting dalam perusahaan sebagai tolak ukur standar produk yang dihasilkan. Kualitas menjadi salah satu patokan bagi konsumen untuk menilai suatu produk, jika produk yang dihasilkan memiliki kualitas rendah, konsumen akan memiliki minat yang rendah pada produk dan persepsi rendah pada perusahaan sebagai produsen. Menurut Montgomery (2013, h. 6) kualitas berbanding terbalik dengan variabilitas (yang tidak diinginkan atau berbahaya), jika variabilitas dalam karakteristik penting suatu produk menurun, kualitas produk akan meningkat. Pengertian kualitas itu sendiri sangat luas. Kualitas memiliki pandangan yang berbeda yaitu pandangan produsen dan konsumen akan berbeda mengenai pemahaman tentang kualitas. Mengenai tentang kualitas harus mengetahui pemahaman yang meliputi pengertian kualitas, perspektif kualitas, dan dimensi kualitas. Adapun pengertian kualitas menurut para ahli, yaitu:

1. Menurut Gaspersz (2005, h. 5) kualitas adalah totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau diterapkan.
2. Menurut Assauri (2008, h. 292) kualitas merupakan faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang/hasil yang menyebabkan barang/hasil tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang/hasil itu dimaksudkan atau dibutuhkan.
3. Menurut Goetsch dan Davis (2014, h. 2), kualitas adalah keadaan dinamis yang terkait dengan produk, layanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melampaui harapan dan membantu menghasilkan nilai yang superior.
4. Menurut Mitra (2016, h. 7) kualitas dapat didefinisikan sebagai kesesuaian produk atau layanan tersebut untuk memenuhi atau melampaui penggunaan yang dimaksudkan sebagaimana yang disyaratkan oleh pelanggan.

Perubahan atau peningkatan kualitas memerlukan peningkatan keterampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan. Oleh sebab itu, kualitas yang dihasilkan dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen. Kualitas yang baik yaitu kualitas yang sesuai dengan harapan

konsumen. Kualitas juga merupakan suatu kondisi yang selalu berubah, kualitas yang dianggap saat ini mungkin kurang berkualitas pada masa mendatang (Nasution, 2015). Dengan demikian, kualitas berhubungan dengan pengendalian agar kualitas saat ini standarnya masih sama pada masa mendatang yaitu dapat memenuhi harapan konsumen.

2.4.1 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas produk dapat dikatakan sebagai aspek ciri karakteristik untuk melihat kualitas sebuah produk yang berupa barang atau jasa. Dengan adanya dimensi dari kualitas tersebut dapat mempermudah untuk menentukan sejauh mana kualitas suatu produk tersebut dicapai atau sejauh mana kualitas yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Dimensi kualitas menurut Garvin mengidentifikasi delapan dimensi kualitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang (Nasution, 2015, hh. 3-4). Adapun delapan dimensi kualitas tersebut, yaitu:

1. Performa (*performance*), berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
2. Keistimewaan (*feature*), merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Keandalan (*reliability*), berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu. Dengan demikian, keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan suatu produk.
4. Konformansi (*conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. Daya tahan (*durability*), merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
6. Kemampuan pelayanan (*service ability*), merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan/kesopanan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan.

7. Estetika (*aesthetics*), merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual. Dengan demikian, estetika dari suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi dan mencakup karakteristik tertentu, seperti keelokan, kemulusan, suara yang merdu, selera, dan lain-lain.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*), bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk, seperti meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berkaitan dengan reputasi (*brand name-image*).

2.4.2 Perspektif Kualitas

Pengertian kualitas yang beragam dipengaruhi oleh perbedaan perspektif atau pandangan yang digunakan. Namun, perbedaan pandangan tersebut bermanfaat dalam mengatasi konflik-konflik yang muncul pada para manajer antar departemen. Oleh sebab itu, hal yang mesti dilakukan yaitu melakukan perpaduan dari perbedaan perspektif tersebut. Garvin mengidentifikasi adanya lima alternatif perspektif kualitas yang biasa digunakan (Nasution, 2015, hh. 5-6), yaitu:

1. *Transcedental Approach*

Menurut pendekatan ini kualitas dalam pendekatan ini dapat dirasakan atau diketahui, tetapi sulit dioperasionalkan. Sudut pandang ini biasanya diterapkan dalam seni musik, drama, seni tari, dan seni rupa. Selain itu, perusahaan dapat mempromosikan produknya dengan pernyataan-pernyataan seperti tempat berbelanja yang menyenangkan (supermarket), elegan (mobil), kecantikan wajah (kosmetik), kelembutan dan kehalusan kulit (sabun mandi), dan lainlain. Dengan demikian, fungsi perencanaan, produksi, dan pelayanan suatu perusahaan sulit sekali menggunakan definisi seperti ini sebagai dasar manajemen kualitas karena sulitnya mendesain produk secara tepat yang mengakibatkan implementasinya sulit.

2. *Product-based Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik atau atribut yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur. Perbedaan dalam kualitas mencerminkan perbedaan dalam jumlah beberapa unsur atau atribut yang

dimiliki produk. Karena pandangan ini sangat objektif maka tidak dapat menjelaskan perbedaan dalam selera, kebutuhan, dan preferensi individual.

3. *User-based Approach*

Pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas tergantung pada orang yang memandangnya dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang (misalnya *perceived quality*) merupakan produk yang berkualitas paling tinggi. Perspektif yang subjektif dan *demand-oriented* ini juga menyatakan bahwa konsumen yang berbeda memiliki kebutuhan dan keinginan yang berbeda pula sehingga kualitas bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakannya.

4. *Manufacturing-based Approach*

Perspektif ini bersifat *supply-based* dan terutama memperhatikan praktik-praktik perkerjasama dan pemanufakturan, serta mendefinisikan kualitas sebagai sama dengan persyaratannya (*conformance to requirements*). Pendekatan ini berfokus pada penyesuaian spesifikasi yang dikembangkan secara internal, yang sering kali didorong oleh tujuan peningkatan produktivitas dan penekanan biaya. Jadi, yang menentukan kualitas adalah standar-standar yang ditetapkan perusahaan, bukan konsumen yang menggunakannya.

5. *Value-based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga. Dengan mempertimbangkan *trade-off* antara kinerja dan harga, kualitas didefinisikan sebagai "*affordable excellence*". Kualitas dalam perspektif ini bersifat relatif sehingga produk yang memiliki kualitas paling tinggi belum tentu produk yang paling bernilai. Akan tetapi, yang paling bernilai adalah produk atau jasa yang paling tepat dibeli (*best-buy*).

2.5 Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan suatu aktivitas manajemen perusahaan untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk dan jasa perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan (Elmas, 2017). Pengertian pengendalian kualitas menurut Sofjan Assauri (2008) adalah Pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan,

agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Menurut Vincent Gasperz (2005:480), pengendalian kualitas adalah “*Quality control is the operational techniques and activities used to fulfill requirements for quality*”.

Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen.

2.5.1 Tujuan Pengendalian Kuallitas

Berikut ini merupakan maksud dan tujuan dari pengendalian kualitas secara terperinci menurut (Elmas, 2017) yaitu:

1. Meningkatkan kepuasan konsumen
2. Proses produksi dapat dilaksanakan dengan biaya seminimal mungkin dan selesai dengan waktu sesuai dengan yang telah ditetapkan.

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin.

Pengendalian kualitas tidak dapat dilepaskan dari pengendalian produksi, karena pengendalian kualitas merupakan bagian dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal ini disebabkan karena semua kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dikendalikan, supaya barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, dimana penyimpangan-penyimpangan yang terjadi diusahakan serendah-rendahnya.

Pengendalian kualitas juga menjamin barang atau jasa yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan seperti halnya pada pengendalian produksi. Dengan demikian antara pengendalian produksi dan pengendalian kualitas erat kaitannya dalam pembuatan barang.

2.5.2 Faktor-faktor Pengendalian Kualitas

Menurut Douglas C. Montgomery (2009, h. 26) dan berdasarkan beberapa literatur lain menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah:

1. Kemampuan proses
Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.
2. Spesifikasi yang berlaku
Spesifikasi 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. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.
3. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima
Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar yang dapat diterima.
4. Biaya kualitas
Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

2.5.3 Langkah – Langkah Pengendalian Kualitas

Standarisasi sangat diperlukan sebagai tindakan pencegahan untuk memunculkan kembali masalah kualitas yang pernah ada dan telah diselesaikan. Menurut Montgomery (2009) berikut ini adalah langkah-langkah yang sering digunakan dalam analisis dan solusi masalah kualitas.

- 1) Memahami kebutuhan peningkatan kualitas.
Dalam peningkatan kualitas, hal pertama yang harus dilakukan adalah bahwa manajemen harus secara jelas memahami kebutuhan untuk peningkatan kualitas. Manajemen harus secara sadar memiliki alasan-alasan untuk peningkatan mutu. Peningkatan kualitas dapat dimulai dengan mengidentifikasi masalah kualitas yang terjadi atau kesempatan peningkatan apa yang mungkin dapat dilakukan.
- 2) Menyatakan masalah kualitas yang ada
Masalah-masalah utama yang telah dipilih dalam langkah pertama perlu dinyatakan dalam suatu pernyataan yang spesifik. Apabila berkaitan dengan masalah kualitas, masalah itu harus dirumuskan dalam bentuk informasi-informasi spesifik jelas tegas dan dapat diukur dan diharapkan dapat dihindari pernyataan masalah yang tidak jelas dan tidak dapat diukur.
- 3) Mengevaluasi penyebab utama
Penyebab utama dapat dievaluasi dengan menggunakan diagram sebab-akibat dan menggunakan teknik *brainstorming*. Dari berbagai faktor penyebab yang ada, kita dapat mengurutkan penyebab-penyebab dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan dampak dari penyebab terhadap kinerja produk, proses, atau sistem manajemen mutu secara keseluruhan
- 4) Merencanakan solusi atas masalah.
Diharapkan rencana penyelesaian masalah berfokus pada tindakan-tindakan untuk menghilangkan akar penyebab dari masalah yang ada. Rencana peningkatan untuk menghilangkan akar penyebab masalah yang ada diisi dalam suatu formulir daftar rencana tindakan.
- 5) Melaksanakan perbaikan
Implementasi rencana solusi terhadap masalah mengikuti daftar rencana tindakan peningkatan kualitas. Dalam tahap pelaksanaan ini sangat dibutuhkan komitmen dan partisipasi manajemen dan karyawan untuk menghilangkan akar penyebab masalah kualitas yang telah teridentifikasi.
- 6) Meneliti hasil perbaikan.
Setelah melaksanakan peningkatan kualitas perlu dilakukan studi dan evaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan selama tahap pelaksanaan untuk mengetahui apakah masalah yang ada telah hilang atau berkurang. Analisis

terhadap hasil-hasil temuan selama tahap pelaksanaan akan memberikan tambahan informasi bagi pembuatan keputusan dan perencanaan peningkatan berikutnya

- 7) Menstandarisasikan solusi terhadap masalah.

Hasil-hasil yang memuaskan dari tindakan pengendalian kualitas harus distandarisasikan, dan selanjutnya melakukan peningkatan terus-menerus pada jenis masalah yang lain. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali.

- 8) Memecahkan masalah selanjutnya.

Setelah selesai masalah pertama, selanjutnya beralih membahas masalah selanjutnya yang belum terpecahkan.

2.6 Metode Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi tidak begitu saja mendapat penanganan dengan cepat, tetapi perlu adanya suatu alat identifikasi masalah. Metode identifikasi masalah membantu dalam mencari penyebab-penyebab timbulnya permasalahan tersebut. Adapun beberapa metode identifikasi masalah dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Metode identifikasi masalah

Metode	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Seven Tools</i> (Parasuraman 1985)	Tujuh alat pengendalian kualitas berfungsi untuk meningkatkan kemampuan perbaikan proses.	<ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan kemampuan berkompetisi. - Penurunan <i>cost of quality</i> dan peningkatan fleksibilitas harga. - Meningkatkan produktivitas sumber daya 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan analisis yaitu tidak mampu menggambarkan keterkaitan antar faktor yang mempengaruhi target.
<i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i> (FMEA) (Didik Ariyanto, 2018)	Teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang potensial terjadi pada sistem	<ul style="list-style-type: none"> - FMEA dapat memberikan usulan perbaikan pada proses produksi yang mempunyai tingkat kegagalan yang tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Semua dianalisis dan didokumentasikan, juga kegagalan dari beberapa atau tidak konsekuensi.

Lanjutan Tabel 2.1 Metode identifikasi masalah

Metode	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>FAULT TREE ANALYSIS</i> (FTA) (Didik Ariyanto, 2018)	FTA merupakan suatu alat analisis yang membuat gabungan dari kegagalan yang pasti terhadap suatu sistem.	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat menganalisa kegagalan system. - Dapat mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama - Menemukan penyebab terjadinya kegagalan produk pada proses produksi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada jaminan semua kejadian awal sudah teridentifikasi. - Perlu pemahaman terlebih dahulu mengenai simbol logika boolean untuk menguraikan penyebab <i>top event</i>. - Keefektifan analisis sangat bergantung kepada pemilihan <i>top event</i>.
<i>Fishbone Diagram</i> (Heizer dan Render, 2006)	<i>Fishbone diagram</i> akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi <i>brainstorming</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Penyajian yang mudah dipahami. - Dapat digunakan pada bidang produk maupun jasa. - Pencarian masalah yang detail. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan data dengan cara <i>brainstorming</i> sehingga harus turun ke operator.

2.7 Metode Kualitas

Perbaikan kualitas perlu adanya suatu metode yang dapat dijadikan alat untuk memperbaiki kualitas yang menurun. Dengan adanya metode kualitas, permasalahan dapat diselesaikan dengan tepat. Metode kualitas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Metode kualitas

Metode	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i> (FMEA) (Didik Ariyanto, 2018)	Teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang potensial terjadi pada sistem	<ul style="list-style-type: none"> - FMEA dapat memberikan usulan perbaikan pada proses produksi yang mempunyai tingkat kegagalan yang tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Semua dianalisis dan didokumentasikan, juga kegagalan dari beberapa atau tidak konsekuensi.
SIG SIXMA (Pande, P.S., Neuman, R.P., dan Cvanagh, R.R., 2002)	Suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan atau jasa).	<ul style="list-style-type: none"> - Berorientasi pada kinerja jangka panjang melalui peningkatan mutu untuk mengurangi jumlah kesalahan, dengan sasaran target kegagalan nol pada kapabilitas proses sama. - Penanganan <i>error</i> dan pengerjaan ulang produk yang akan menghabiskan biaya, waktu. - Mengurangi peluang mendapatkan pendapatan, dan mengurangi kepercayaan pelanggan 	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan diperlukan waktu yang sangat lama, perlunya ketekunan dalam menjalankan strategi ini. - Perlu orang-orang yang memang terlatih dan memiliki pengetahuan tinggi

Lanjutan Tabel 2.2 Metode kualitas

Metode	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
TRIZ (Rantanen, Conley, dan Domb, 2018).	TRIZ mampu memberikan ide yang lebih baik dan efektif. Ide baik yang dimaksud adalah ide yang dapat menyelesaikan permasalahan yang kontradiktif meningkatkan keidealan sistem, dan mempergunakan sumber yang tersedia.	<ul style="list-style-type: none"> - Menyelesaikan sebuah masalah berarti membuang kontradiksi. - Dapat digunakan untuk mendapatkan ide baru dan memprediksi sistem. - Prinsip-prinsip inovatif, memberikan isyarat konkrit bagi solusi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Harus teliti dalam menggunakan matriks kontradiksi untuk mengetahui persilangan antara <i>improving feature</i> dengan <i>worsening feature</i>.
TAGUCHI (Amir Arifin dkk, 2019)	Metode Taguchi merupakan <i>off-line quality control</i> artinya pengendalian kualitas yang preventif, sebagai desain produk atau proses sebelum sampai pada produksi di tingkat <i>shop floor</i> . Pengendalian kualitas preventif dilakukan pada saat awal dalam <i>life cycle product</i> yaitu perbaikan pada awal untuk menghasilkan produk. Metode ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan <i>resources</i> seminimal mungkin.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat mengurangi jumlah pelaksanaan percobaan dibandingkan jika menggunakan percobaan <i>full factorial</i>, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. 2. Dapat melakukan pengamatan terhadap rata-rata dan variasi karakteristik kualitas sekaligus, sehingga ruang lingkup pemecahan masalah lebih luas. 	perlu melakukan beberapa percobaan untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan dan itu membutuhkan biaya yang cukup besar

2.8 Seven Quality Control

The seven quality control tools adalah alat-alat bantu yang bermanfaat untuk memetakan lingkup persoalan, menyusun data dalam diagram-diagram agar lebih mudah untuk dipahami, menelusuri berbagai kemungkinan penyebab persoalan dan memperjelas kenyataan atau fenomena yang otentik dalam suatu persoalan. Kemampuan *seven quality control tools* yang dashyat dalam mengungkapkan fakta atau fenomena inilah yang menyebabkan para pakar dalam setiap proses kegiatan mutu tergantung pada alat-alat bantu ini.

Meskipun demikian, keberhasilan dalam menggunakan *seven quality control tools* sangat dipengaruhi oleh seberapa massif pengetahuan si pengguna akan alat bantu yang dipakainya. Semakin baik pengetahuan yang dimiliki, akan semakin tepat

dalam memilih alat bantu yang akan digunakan. Itulah sebabnya, ada 2 hal pokok yang perlu menjadi pedoman, sebelum menggunakan *seven quality control tools*, yaitu efektif dan efisien.

2.8.1 Pengertian Seven Tools

Dalam upaya untuk menciptakan perbaikan kualitas yang berkelanjutan diperlukan *tools* yang bisa merealisasikan hal tersebut. Pada dasarnya terdapat tujuh alat yang biasa disebut *seven quality control tools* yang dapat dipergunakan dalam pengendalian kualitas yaitu:

1) Checksheet

Checksheet (Lembar Periksa) adalah suatu alat sederhana yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, serta untuk memudahkan dalam melakukan analisis selanjutnya. *Checksheet* berbentuk suatu lembaran yang berisi bahan-bahan keterangan yang telah ditentukan sarasannya dengan kolom jumlah/ukuran barang atau kegiatan yang diperiksa dengan penentuan waktu yang teratur ataupun bebas. Tujuan digunakan alat ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data bagi tujuan-tujuan tertentu dan menyajikannya dalam bentuk yang komunikatif dapat dikonversi menjadi informasi. Adapun fungsi dari *Checksheet* adalah sebagai berikut:

- a) Untuk menghitung jumlah produksi/jasa yang dihasilkan
- b) Untuk menghitung kerusakan/kesalahan produk yang dibuat
- c) Untuk mengukur bentuk (panjang/volume hasil produksi)
- d) Untuk mengukur keadaan/kondisi alat/hasil produksi
- e) Untuk mengukur waktu proses pekerjaan

2) Histogram

Histogram adalah bentuk dari grafik kolom yang memperlihatkan distribusi yang diperoleh bila mana data dalam bentuk angka telah terkumpul. Dalam histogram, nilai dari peubah berkesinambungan digambarkan pada sumbu horizontal yang dibagi dalam kelas atau sel yang mempunyai ukuran sama. Histogram ini digunakan untuk menentukan masalah dengan memeriksa bentuk disperse, nilai rata-rata, dan sifat dispersi.

3) **Stratifikasi**

Stratifikasi adalah penguraian atau pengklasifikasian persoalan menjadi kelompok atau golongan sejenis yang lebih kecil atau menjadi unsur-unsur tunggal dalam persoalan. Stratifikasi dimaksudkan untuk mengelompokkan objek permasalahan dimana hal-hal serupa dapat dikelompokkan menjadi satu sehingga arah pemecahan menjadi jelas atau mudah.

Dalam pengendalian kualitas stratifikasi digunakan untuk berbagai macam variasi kualitas pada proses produksi menurut:

- Jenis kesalahan atau kerusakan
- Penyebab kesalahan atau kerusakan
- Lokasi kesalahan atau kerusakan
- Material, unit kerja, lot, dan lain-lain.

4) **Peta Kendali (*Control Chart*)**

Peta kendali merupakan alat kendali mutu pada proses, dan memberikan petunjuk, jika mutu proses menyimpang dari batas kendali (Batas kendali Atas dan Batas kendali Bawah) yang telah ditentukan. Batas kendali diperoleh dari analisis statistik berdasarkan perhitungan matematis. Peta kendali hanya dapat menunjukkan adanya penyimpangan, tetapi tidak dapat menunjukkan penyebab dari penyimpangan.

Peta kendali berguna untuk menganalisis proses dengan tujuan untuk memperbaiki secara terus menerus. Tujuan penggunaan dari peta kendali ini adalah untuk menghilangkan variasi yang terjadi dalam proses. Peta kendali berdasarkan jenis data yang digunakan dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut.

a. **Peta kendali Variabel**

Peta kendali ini disusun berdasarkan data-data hasil pengukuran (data yang diukur), contohnya panjang, lebar, isi, dan berat. Peta kendali variabel terdiri dari peta kendali \bar{x} dan peta kendali R.

1) Peta kendali \bar{x}

Peta kendali \bar{x} digunakan untuk memonitor stabilitas *mean* sebuah proses. Peta kendali \bar{x} biasanya digunakan dalam volume produksi

menengah sampai tinggi yang memungkinkan penggunaan subgrup.

- Menghitung nilai rata-rata \bar{x} untuk setiap subgrup

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \dots\dots\dots(\text{II-1})$$

- Menghitung rata-rata total $\bar{\bar{x}}$ dengan membagi seluruh \bar{x} dari masing-masing subgrup dengan jumlah subgrup k :

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k} \dots\dots\dots(\text{II-2})$$

Menghitung batas-batas kendali :

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \dots\dots\dots(\text{II-3})$$

- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \dots\dots\dots(\text{II-4})$$

2) Peta kendali R

Peta kendali R digunakan untuk memonitor stabilitas variasi proses. Peta kendali R biasanya digunakan bersama-sama dengan peta kendali \bar{x} .

- Menghitung R subgrup

$$R = X_{maks} - X_{min} \dots\dots\dots(\text{II-5})$$

- Menghitung \bar{R}

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \dots\dots\dots(\text{II-6})$$

Menghitung batas-batas kendali :

- 1) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$= D_4 \bar{R} \dots\dots\dots(\text{II-7})$$

- 2) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$= D_3 \bar{R} \dots\dots\dots(\text{II-8})$$

b. Peta kendali Atribut

Peta kendali atribut disusun berdasarkan data-data hasil menghitung (data yang dihitung/jumlah), contohnya jumlah kerusakan dan jenis kerusakan. Macam-macam peta kendali atribut:

1. Peta kendali p

Peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi produk dalam satu lot yang tidak memenuhi syarat spesifikasi atau proporsi produk yang cacat dalam suatu proses. Proporsi produk yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai perbandingan banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu populasi terhadap banyaknya item dalam populasi tersebut.

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^k \frac{D_i}{n} \dots\dots\dots(\text{II-9})$$

Dimana :

\bar{P} = rata-rata bagian yang ditolak

D = jumlah cacat yang ditolak

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

Menghitung batas-batas kendali :

1) Garis Tengah (*Central Limit*)
 $= \bar{P} \dots\dots\dots(\text{II-10})$

2) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)
 $= \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \dots\dots\dots(\text{II-11})$

3) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)
 $= \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \dots\dots\dots(\text{II-12})$

2. Peta kendali np

Peta kendali np ini hampir sama dengan peta kendali p. Peta kendali np digunakan untuk ukuran jumlah barang yang diperiksa (sampel) konstan.

$$\overline{np} = \sum_{i=1}^k \frac{D_i}{n} \dots\dots\dots(\text{II-13})$$

Dimana :

\bar{np} = rata-rata bagian yang ditolak

D = jumlah cacat yang ditolak

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

Menghitung batas-batas kendali :

- 1) Garis Tengah (*Central Limit*)

$$= \bar{np} \dots\dots\dots(\text{II-14})$$

- 2) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$= \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{np})} \dots\dots\dots(\text{II-15})$$

- 3) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$= \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{np})} \dots\dots\dots(\text{II-16})$$

3. Peta kendali c

Jika peta p dan np didasarkan pada unit produk yang cacat maka peta kendali c digunakan untuk mengendalikan jumlah total kecacatan per unit dimana ukuran masing-masing sampel harus konstan.

$$\bar{c} = \sum_{i=1}^k \frac{C_i}{n} \dots\dots\dots(\text{II-17})$$

Dimana :

\bar{c} = rata-rata ketidaksesuaian yang diamati dari sejumlah barang yang diperiksa.

c = jumlah ketidaksesuaian per produk

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

Menghitung batas-batas kendali :

- 1) Garis Tengah (*Central Limit*)

$$= \bar{c} \dots\dots\dots(\text{II-18})$$

- 2) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$= \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \dots\dots\dots(\text{II-19})$$

- 3) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$= \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \dots\dots\dots(\text{II-20})$$

4. Peta kendali u

Peta kendali u sama dengan peta kendali c tetapi dengan ukuran jumlah barang yang diperiksa (sampel) bervariasi.

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^k \frac{u_i}{n_i} \dots\dots\dots(\text{II-21})$$

Dimana :

\bar{u} = rata-rata ketidaksesuaian yang diamati dari sejumlah barang yang diperiksa.

u = jumlah ketidaksesuaian per produk

n = jumlah item/sampel yang diperiksa

Menghitung batas-batas kendali :

1) Garis Tengah (*Central Limit*)
= \bar{u} (II-22)

2) Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)
= $\bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ (II-23)

3) Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)
= $\bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ (II-24)

5) **Diagram Pencar**

Diagram pencar merupakan alat yang bermanfaat untuk menjelaskan apakah terdapat hubungan antara dua variabel tersebut, dan apakah hubungannya positif atau negatif. Diagram pencar bertindak sebagai dasar untuk analisis statistik yang disebut analisis regresi, yang menguji hubungan antara dua variabel atau lebih dalam bentuk persamaan matematis diagram pencar juga menjadi dasar pembuatan *chart* yang sering digunakan dalam peramalan.

Aplikasi diagram pencar sangat tepat digunakan jika menginginkan hal-hal berikut ini:

- a. Memahami hubungan antar dua variabel.
- b. Menetapkan hubungan sebab akibat yang mungkin antara proses atau beberapa kegiatan.
- c. Mengamati tindakan korektif untuk menjaga hasil perbaikan kualitas.

6) Diagram Pareto

Diagram pareto adalah histogram data yang mengurutkan data dari frekuensinya terbesar hingga terkecil. Diagram pareto dipergunakan untuk mengidentifikasi karakteristik mutu yang perlu mendapatkan prioritas perbaikan dan pengendalian. Diagram pareto dapat menunjukkan *item* kecacatan yang sering muncul, kecacatan tersebut ditangani terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan *item* cacat tertinggi kedua dan seterusnya.

Kegunaan diagram pareto antara lain:

- a. Menunjukkan masalah utama dengan menunjukkan urutan prioritas dari beberapa masalah.
- b. Menyatakan perbandingan masing-masing masalah terhadap keseluruhan.
- c. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah terbatas.
- d. Menunjukkan perbandingan masing-masing masalah sebelum dan sesudah perbaikan.

7. Diagram Sebab-Akibat

Diagram Sebab-Akibat (*cause-effect diagram*) adalah metode grafis sederhana untuk membuat hipotesis mengenai rantai penyebab dan akibat serta untuk menyaring potensi penyebab dan mengorganisasikan hubungan antar variabel. Kegunaan utama diagram ini adalah untuk menganalisis timbulnya akibat, yaitu dengan mencari atau menemukan dan menggambarkan faktor-faktor yang menjadi penyebab dari suatu masalah. Untuk menentukan faktor-faktor penyebab yang berpengaruh, biasanya terdapat 5 faktor utama yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. **Man** (manusia): Berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan (tidak terlatih, tidak berpengalaman), kekurangan dalam keterampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dan lain-lain.
- b. **Machines** (mesin-mesin): Berkaitan dengan sistem perawatan preventif terhadap mesin-mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain, tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu *complicated*, terlalu panas, dan lain-lain.

- c. **Methods** (metode kerja): Berkaitan dengan tidak ada prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak distandarisasi, tidak cocok, dan lain-lain.
- d. **Materials** (bahan baku dan bahan penolong): Berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang digunakan, ketidaksesuaian dengan spesifikasi kualitas bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan bahan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu, dan lain-lain.
- e. **Environment** (Lingkungan): Berkaitan dengan kondisi tempat kerja saat melakukan pekerjaan yang berpengaruh terhadap karyawan/operator, kelembaban, suhu ruangan, tingkat kebisingan, dan lain-lain.

2.9 Pengertian TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*)

TRIZ dapat juga diartikan pendekatan sistematis untuk memecahkan berbagai macam permasalahan dengan memberikan solusi yang terbaik. Lima konsep dasar TRIZ untuk mencapai solusi terbaik tersebut yaitu (Rantanen & Domb, 2018) :

1. Kontradiksi, menyelesaikan sebuah masalah berarti membuang kontradiksi.
2. Sumber daya, sumber daya tersedia tetapi tidak dipakai, energi, sifat atau benda lain dalam atau di dekat sistem dapat digunakan untuk menyelesaikan kontradiksi.
3. Hasil akhir yang ideal, dicapai pada saat kontradiksi diselesaikan. Parameter yang diinginkan harus diperoleh tanpa kompromi
4. Pola evolusi, dapat digunakan untuk mendapatkan ide baru dan memprediksi sistem.
5. Prinsip-prinsip inovatif, memberikan isyarat konkrit bagi solusi.

2.9.1 Tahapan TRIZ.

Menurut Assauri 2008 Proses penyelesaian masalah menggunakan metode TRIZ memiliki tiga tahapan yaitu sebagai berikut:

➤ **39 Parameter**

Dalam parameter ini terbagi menjadi dua bagian yaitu *improving feature* merupakan hal yang ingin dicapai untuk perbaikan kualitas dan *worsing feature*

merupakan hal yang menjadi efek samping dari *improving feature*. Berikut merupakan langkah – langkah TRIZ:

1. Menentukan penyebab masalah berdasarkan hasil dari diagram *Fishbone*. Penyebab masalah tersebut ditentukan berdasarkan 5 elemen yaitu manusia, mesin, lingkungan, metode, dan material.
2. Menentukan *improve* dari setiap penyebab masalah, tujuan dilakukannya *improve* ini untuk menentukan perbaikan dan peningkatan performa yang harus dilakukan untuk menangani penyebab masalah tersebut. Penentuan *improve* ini dapat dilihat pada tabel 39 parameter yang telah tersedia dan telah ditetapkan.
3. Menentukan *worsening* dari penyebab masalah, *worsening* disini dapat diartikan sebagai suatu dampak yang akan terjadi ketika dilakukan perbaikan. Penentuan *worsening* ini dapat dilihat pada tabel 39 parameter yang telah tersedia dan telah ditetapkan.

➤ **Matriks Kontradiksi**

Parameter-parameter tersebut saling dibandingkan sehingga membentuk Matriks TRIZ. Cara menggunakan Matriks tersebut cukup mudah, yaitu dengan membandingkan parameter yang ingin diperbaiki (bagian kiri) dengan parameter yang menjadi kontradiksi (bagian atas). Pada persilangan antara kedua parameter tersebut mendapatkan angka-angka yang merupakan solusi dari penyelesaian konflik tersebut. Dapat dilihat bahwa terdapat beberapa matriks yang tidak memiliki nilai, karena kedua parameter tersebut tidak memiliki hubungan kontradiksi (Rantanen dan Domb, 2018).

➤ **40 Prinsip**

Prinsip tersebut bertujuan memberikan solusi-solusi untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi antar karakteristik. Prinsip kreatif merupakan *tools* utama dalam metode TRIZ yang berusaha menggunakan solusi kreatif untuk menanggulangi konflik pada sistem. Berikut merupakan tahapan untuk mendapatkan usulan perbaikan dengan menggunakan 40 prinsip kreatif.

1. Pembuatan tabel solusi berdasarkan hasil dari matriks kontradiksi
2. Penentuan sub prinsip *inventive principles*. Penentuan sub prinsip ini berdasarkan dari hasil solusi matriks TRIZ.
3. Penentuan solusi terbaik berdasarkan dari sub prinsip.

2.9.2 Tools TRIZ

TRIZ merupakan alat yang membantu menyelesaikan permasalahan dengan dasar berbagai macam pengalaman terdahulu dalam menghilangkan kontradiksi. Penemu TRIZ adalah Genrikh Altshuller pada tahun 1946. Penelitian yang dilakukan oleh Genrich Saulovich Atshuller menghasilkan alat-alat penelitian yang dapat digunakan di antaranya:

1. 39 Parameter TRIZ

Parameter ini ditemukan oleh Altshuller pada saat telah meneliti jutaan paten dengan menganalisa masalah-maalsah secara teknik. Parameter ini merupakan alat bantu untuk mengubah suatu pernyataan ataupun permintaan teknis permasalahan ke dalam bentuk parameter teknis yang berpengaruh pada permasalahan tersebut. Untuk penjelasan mengenai 39 parameter dapat dilihat pada Lampiran 1. Namun berikut ditampilkan poin-poin dari 39 parameter pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 39 Parameter TRIZ

No	Parameter	No	Parameter
1	Berat obyek bergerak (<i>Weight of moving object</i>)	21	Daya (<i>Power</i>)
2	Berat obyek tidak bergerak atau diam (<i>Weight of stationary object</i>)	22	Kehilangan energi (<i>Loss of energy</i>)
3	Panjang obyek bergerak (<i>Length of moving object</i>)	23	kehilangan material, unsur, inti, atau zat (<i>Loss of substance</i>)
4	Panjang obyek tidak bergerak (<i>Length of stationary object</i>)	24	Kehilangan informasi (<i>Loss Of Information</i>)
5	Luas obyek bergerak (<i>Area of moving object</i>)	25	Kehilangan waktu (<i>Loss of time</i>)
6	Luas obyek tidak bergerak (<i>Area of stationary object</i>)	26	Kuantitas unsur atau material yang dikeluarkan (<i>Amount of substance</i>)
7	Volume obyek bergerak (<i>Volume of moving object</i>)	27	Keandalan (<i>Reliability</i>)
8	Volume obyek tidak bergerak (<i>Volume of stationary object</i>)	28	Akurasi pengukuran (<i>Measurement accuracy</i>)
9	Kecepatan (<i>Speed</i>)	29	Kepresisian manufaktur (<i>Accuracy of Manufacturing</i>)
10	Gaya atau daya angkat (<i>Force</i>)	30	Bahaya eksternal yang memengaruhi obyek (<i>External harm effect the object</i>)
11	Stres atau tekanan (<i>Stress or pressure</i>)	31	Faktor berbahaya dari obyek yang dihasilkan (<i>Object generated harmful factors</i>)
12	Bentuk (<i>Shape</i>)	32	Kemudahan pembuatan (<i>Ease of manufacture</i>)
13	Stabilitas komposisi obyek terhadap sistem (<i>Stability of object Composition</i>)	33	Kemudahan pengoperasian (<i>Ease of operation</i>)
14	Kekuatan (<i>Strength</i>)	34	Kemudahan perbaikan (<i>Ease of repair</i>)
15	Durasi tindakan oleh obyek bergerak (<i>Duration of action by a moving object</i>)	35	Fleksibilitas dalam beradaptasi (<i>Adaptibility of versatinty</i>)

Lanjutan Tabel 2.3 39 Parameter TRIZ

No	Parameter	No	Parameter
16	Durasi tindakan oleh obyek tidak bergerak (<i>Duration of action by a stationary object</i>)	36	Kompleksitas perangkat (<i>Device Complexity</i>)
17	Suhu (<i>Temperature</i>)	37	Kesulitan mendeteksi dan mengukur (<i>Difficulty of detecting and measuring</i>)
18	Intensitas pencahayaan (<i>Illumination Intensity</i>)	38	Tingkat otomasi (<i>Extent of automation</i>)
19	Penggunaan energi oleh obyek bergerak (<i>Use of energy by moving object</i>)	39	Produktivitas (<i>Productivity</i>)
20	Penggunaan energi oleh obyek tidak bergerak (<i>Use of energy by stationary object</i>)		

2. Matrik Kontradiksi

Cara menggunakan Matriks tersebut cukup mudah, yaitu dengan membandingkan parameter yang ingin diperbaiki (bagian kiri) dengan parameter yang menjadi kontradiksi (bagian atas). Pada persilangan antara kedua parameter tersebut mendapatkan angka-angka yang merupakan solusi dari penyelesaian konflik tersebut. Dapat dilihat bahwa terdapat beberapa matriks yang tidak memiliki nilai, karena kedua parameter tersebut tidak memiliki hubungan kontradiksi (Rantanen dan Domb, 2018). Matrik kontradiksi secara lengkap dapat dilihat pada berikut diberikan contoh gambaran matriks kontradiksi pada Gambar 2.4.

SIFAT SISTEM YANG BERUBAH (MEMBURUK)		1	2	3	4	5	-----	9	10	-----	14	27	39
SIFAT SISTEM YANG INGIN DIMODIFIKASI / DIPERBAIKI	BERAT OBJEK BERGERAK	BERAT OBJEK BERGERAK	BERAT OBJEK DIAM	PANJANG OBJEK BERGERAK	PANJANG OBJEK TIDAK BERGERAK	LUAS OBJEK BERGERAK	-----	KECEPATAN	GAYA	-----	KEKUATAN	KEHANDALAN	PRODUKTIVITAS
	1	BERAT OBJEK BERGERAK		15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34	-----	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	-----	28, 27, 18, 40	3, 11, 1, 27	35, 3, 24, 37
2	BERAT OBJEK DIAM				10, 1, 29, 35		-----	8, 10, 19, 35		-----	28, 2, 10, 27	10, 28, 8, 3	1, 28, 15, 35
3	PANJANG OBJEK BERGERAK	8, 15, 29, 34				15, 17, 4	-----	13, 4, 8	10, 17, 4	-----	8, 35, 29, 34	10, 14, 29, 40	14, 4, 28, 29
4	PANJANG OBJEK TIDAK BERGERAK		35, 28, 40, 29				-----		28, 10	-----	15, 14, 28, 26	15, 29, 28	30, 14, 7, 26
5	LUAS OBJEK BERGERAK	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4			-----	29, 30, 4, 34	19, 30, 36, 2	-----	3, 15, 40, 14	29, 9	10, 26, 34, 2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9	KECEPATAN	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34	-----		13, 28, 15, 19	-----	8, 3, 26, 14	11, 35, 27, 28	
10	GAYA	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	-----	13, 28, 15, 12		-----	35, 10, 14, 27	3, 35, 13, 21	3, 28, 35, 37
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14	KEKUATAN	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	-----	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	-----		11, 3	29, 35, 10, 14
27	KEHANDALAN	3, 8, 10, 14	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	-----	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	-----	11, 28		
39	PRODUKTIVITAS	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	-----		28, 15, 10, 36	-----	29, 28, 10, 18	1, 35, 10, 38	

Gambar 2.3 Contoh matrik kontradiksi (Sumber: Rantanen dkk, h. 263 (2018))

3. 40 Prinsip TRIZ

Hasil penelitian Althsuller (2006) juga dipetakan ke dalam sebuah 40 *inventive principles*. Prinsip tersebut bertujuan memberikan solusi-solusi untuk mengatasi kontradiksi yang terjadi antar karakteristik. Prinsip kreatif merupakan *tools* utama dalam metode TRIZ yang berusaha menggunakan solusi kreatif untuk menanggulangi konflik pada sistem. Berikut 40 prinsip TRIZ pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 40 Prinsip TRIZ

No	Prinsip	No	Prinsip
1	<i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)	21	<i>Asymmetry</i> (merubah bentuk simetri menjadi asimetri)
2	<i>Extraction</i> (pemisahan)	22	<i>Combining</i> (menggabungkan suatu obyek yang identik)
3	<i>Local Quality</i> (kualitas lokal)	23	<i>Universality</i> (Memaksimalkan semua fungsi)
4	<i>Nesting</i> (Tempatkan objek di dalam yang lain)	24	<i>Mediator</i> (Perantara)
5	<i>Counterweight</i> (menggabungkan objek dengan benda lain)	25	<i>Self-service</i> (Objek melayani dirinya sendiri)
6	<i>Prior Counteraction</i> (Anti tindakan awal)	26	<i>Copying</i> (Menyalin sebuah objek atau sistem)
7	<i>Prior Action</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	27	<i>Dispose</i> (Objek identik dan murah)
8	<i>Beforehand</i> (Menyiapkan kondisi darurat) <i>compensation</i>	28	<i>Replacement of a mechanical sistem</i> (Mengganti ke sistem sensorik)
9	<i>Equipotentiality</i> (Menyiapkan kondisi paling dekat)	29	<i>Pneumatic or hydraulic construction</i> (menggunakan gas / cairan)
10	<i>Do it in Reverse</i> (Tindakan sebaliknya untuk penyelesaian masalah)	30	<i>Flexible membranes or thin film</i> (Kerangka yang flexible)
11	<i>Spheroidality</i> (Merubah objek datar menjadi bulat)	31	<i>Porous materials</i> (Objek / sistem yang dititipkan)
12	<i>Dynamicity</i> (Membuat objek menjadi dinamis/optimal)	32	<i>Changing the color</i> (Perubahan warna)
13	<i>Partial or excessive action</i> (Memperbaiki objek secara bertahap)	33	<i>Homogenity</i> (Interaksi Objek)
14	<i>Moving to a new dimension</i> (Berpindah ke dimensi yang baru)	34	<i>Rejecting and regenerating parts</i> (Pembuangan dan pemulihan)
15	<i>Mechanical vibration</i> (Meningkatkan frekuensi)	35	<i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)
16	<i>Periodik action</i> (Tindakan Periodik)	36	<i>Phase Transition</i> (Fase Transisi)
17	<i>Continuity of a useful action</i> (Tindakan yang bermanfaat)	37	<i>Thermal Expansion</i> (Expansi Termal)
18	<i>Rushing through</i> (Melakukan proses tertentu)	38	<i>Accelerated Oxidation</i> (Oksidan yang kuat)
19	<i>Convert harm into benefit</i> (Tindakan lanjut yang berguna)	39	<i>Inert Environment</i> (Atmosfir tanpa daya)
20	<i>Feedback</i> (Umpan balik)	40	<i>Composite materials</i> (Material komposit)