

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan

PT. Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills* merupakan produsen tepung terigu pertama yang berdiri secara notarial pada tanggal 7 Agustus 1970 dengan nama PT Bogasari *Flour Mills*. Setelah masa konstruksi selama setahun, pada tanggal 29 November 1971, pabrik Bogasari yang berada di kawasan Cilincing Jakarta Utara mulai beroperasi secara komersial. Pabrik tersebut didirikan oleh Soedono Salim, Djuhar Sutanto, Ibrahim Risjad dan Sudwikatmono.

Sejak 1971 hingga pertengahan tahun 1997, pemerintah menerapkan sistem tata niaga kepada industri tepung terigu Bogasari sebagai “tukang giling” dimana hanya menerima pesanan giling dari pemerintah (BULOG) dan mendapatkan upah gilling. Pada saat itu semua mekanisme baik yang menyangkut pengadaan bahan baku berupa gandum, pemasaran dan penetapan harga jual tepung terigu sepenuhnya diatur oleh pemerintah (BULOG). Pada tahun 1998 semua sistem tata niaga yang ditetapkan pemerintah (BULOG) berakhir dan PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour mills* menjadi produsen tepung terigu secara mandiri.

Dalam rangka untuk memenuhi tingkat permintaan pasar di kawasan tengah dan timur Indonesia, didirikan PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills* di Surabaya pada tanggal 10 Juli 1972. Setelah itu, berturut-turut Bogasari membangun divisi-divisi baru untuk mensupport kegiatan utama produksi tepung terigu antara lain pada tahun 1977 didirikan Divisi Tekstil untuk memproduksi kantong terigu dengan ukuran 25 kg yang terbuat dari kain blacu. Pada bulan 12 September 1977, didirikan pula Divisi Maritim untuk menjamin kelancaran dan pengadaan gandum sebagai bahan baku tepung terigu. Disusul pendirian Pabrik pasta pada bulan Desember 1991 yang memproduksi *pasta long (spaghetti)* dan *pasta short (macaroni)* dengan tujuan untuk melakukan pengembangan usaha Bogasari, yang 80% produknya diekspor ke mancanegara. Pada tanggal 28 Juli 1992 PT. Bogasari *Flour Mills* diakuisisi oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa dan disebut sebagai PT. Indocement Tunggal

Prakarsa Bogasari *Flour Mills Division*. Dan terakhir, pada tanggal 30 Juni 1995, Bogasari kembali diakuisisi oleh PT.Indofood Sukses Makmur Tbk sehingga berubah nama menjadi PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills*.

Bogasari mendirikan divisi kemasan pada tahun 1977 di Citeureup, Jawa Barat yang memproduksi kebutuhan kantong terigu untuk kedua pabrik tepung terigu yang berada di Jakarta dan Surabaya tersebut. Pada tahun yang sama, Bogasari melengkapi organisasinya dengan divisi maritim untuk menjamin kelangsungan persediaan gandum serta untuk menjamin kelancaran pengangkutan gandum yang diimpor dari mancanegara.

Pada tahun 1981, Bogasari merintis usaha kemitraan dengan para penjahit di kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat untuk pembuatan kantong terigu. Kemitraan yang lain juga dilakukan dengan para penjahit di Gunung Putri dan Bojong Gede Kabupaten Bogor serta Depok untuk penjahitan kantong terigu. Kemitraan berlanjut dengan 110 pengusaha roti di Jabotabek yang tergabung dalam KOPERJA dan para peternak sapi perah yang tergabung dalam KUD di Jawa.

Pengembangan usaha Bogasari berikutnya dilakukan dengan mendirikan pabrik pasta pada bulan Desember 1991 di Jakarta dengan kapasitas produksi 60.000 metrik ton per tahun. Produk yang dihasilkan adalah *Long Pasta* dan *Short Pasta*, dan hampir 80% ditujukan untuk pasar ekspor ke negara-negara Jepang, Hongkong, Australia, Korea Selatan, Rusia, Filipina, Thailand dan Singapura dengan merek *La Fonte*, *Tirreno* dan *Chewy* dengan ukuran 2,5 dan 5 kilogram. Selain *La Fonte* juga diproduksi Bogasari Biru dan Bogasari Merah untuk produksi lokal.

2.2. Lokasi dan Tata Letak

PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills* cabang Surabaya terletak di Jalan Nilam Timur No.16, Tanjung Perak, Surabaya. Perusahaan ini memiliki luas lahan kurang lebih 33 hektar. Adapun batas-batas lokasi perusahaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebelah timur, berbatasan dengan selat Madura, tempat didirikannya dermaga pertama Bogasari yang bernama Jetty.
- b. Sebelah utara, berbatasan langsung dengan PT. AKR.

- c. Sebelah selatan, berbatasan langsung dengan PT. Pelindo.
- d. Sebelah barat, berbatasan dengan PT. Pertamina.

Lokasi pabrik strategis di dekat pantai karena disesuaikan untuk memudahkan proses bongkar – muat (*loading unloading*) gandum yang diimpor dari beberapa negara seperti Amerika Serikat, Australia, Argentina, Canada dan Timur Tengah. Selain itu, PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills* memiliki dermaga sendiri, sehingga untuk keperluan bongkar muat gandum tidak mengganggu kelancaran kegiatan umum yang lain. Dermaga milik perusahaan juga bermanfaat untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan ekspor *pellet* ke luar negeri. Sehingga lokasi yang dekat dengan pantai dan fasilitas dermaga milik pribadi membuat PT.Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari *Flour Mills* menghemat biaya transportasi.

2.3. Tepung Terigu dan Gandum

Tepung terigu merupakan suatu emulsi lemak dalam air yang mengandung beberapa senyawa terlarut. Tepung terigu adalah hasil dari penggilingan biji gandum. Gandum merupakan salah satu tanaman biji-bijian yang biasa tumbuh di negara seperti Amerika, Kanada, Eropa, dan Australia. Secara umum tepung terigu biasa digunakan untuk membuat aneka macam makanan seperti kue dan roti. Hal ini menjadi salah satu dikonsumsi masyarakat karena dianggap sebagai pengganti karbohidrat dan praktik. Tepung terigu mengandung gluten yang dapat membuat adonan makanan menjadi tipis dan elastis (Syarbini, 2013).

Gandum merupakan salah satu komoditi pangan alternatif dalam rangka mendukung ketahanan pangan, serta diversifikasi pangan. Untuk saat ini diversifikasi pangan yang paling berhasil adalah terigu karena penggunaannya cukup luas dengan berbagai kemasan, siap saji dan praktis, akan tetapi selama ini kebutuhan industri gandum Indonesia dipasok dari gandum import dan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (Pertanian, 2010).

Menurut, klasifikasi gandum adalah sebagai berikut (Diah, Choirul, Manaf, & Winarni, 2006):

Kingdom: Plantae

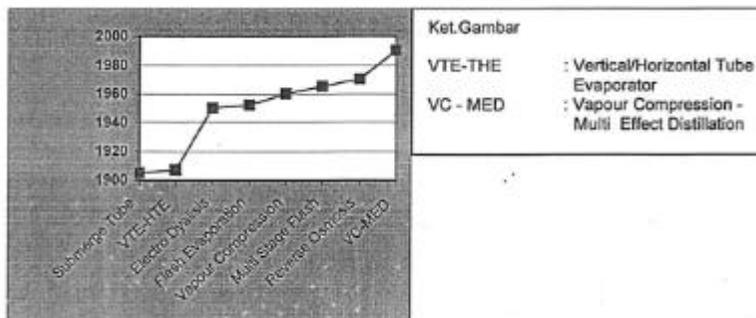
Subkingdom: Tracheobionta

Super Divisi: spermatophyte

Divisi: Magnoliophyta
 Kelas: Liliopsida
 Sub Kelas: Commelinidae
 Ordo: Poales
 Famili Poaceae
 Genus: Triticum
 Spesies: Triticum aestivum L

2.4. Desalinasi Air Laut

Sejarah teknologi desalinasi dimulai di awal abad ke 19, yang dimulai dengan teknologi submerge tube. Dalam kurun waktu 40 tahun perkembangannya tidak begitu menonjol. Teknologi desalinasi ini justru cepat berkembang ketika perang dunia kedua meletus di awal tahun 1940. Ketika itu dibutuhkan pasokan air minum bagi prajurit yang berada di daerah terpencil dan kesulitan untuk mendapatkan air minum.

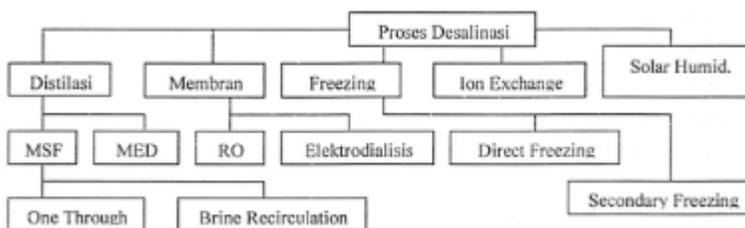


Gambar 2.1 Sejarah Perkembangan Teknologi Desalinasi

Pada akhir tahun 1960, instalasi desalinasi jenis thermal sudah dapat menghasilkan air bersih sebanyak 8000 m³/hari atau 2 mgd. (1m³ = 4000 mgd USA). Diawal tahun 1970, teknologi membran seperti *electro dyallsis* dan *reverse osmosis* mulai berkembang dan menarik perhatian, serta dapat bersaing dengan teknologi sebelumnya. Hal ini disebabkan kemampuan dan kelebihannya dalam beroperasi untuk memenuhi kebutuhan air minum di daerah perkotaan, industri dan pariwisata (Nugroho, 2014).

2.5. Jenis Desalinasi

Desalinasi air iaut memisahkan air tawar dari air laut. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan distilasi atau *reverse osmosis*. Pemisahan air tawar dari air laut atau air payau merupakan perubahan fase air, sedangkan *reverse osmosis* memisahkan air tawar dengan menggunakan perbedaan tekanan dan semi *permeable membrane*. Di samping peralatan yang spesifik untuk tiap instalasi desalinasi, peralatan-peralatan lain yg umum terdapat pada suatu instalasi desalinasi adalah : sistem hisapan air laut/air baku, termasuk pompa penghisap, saringan (*screen*) dan sarangan (*filter*), jaringan pipa air produk desalinasi, tangki penampungan (*storage tank*), peralatan penerima dan pembagi aliran listrik (*panel distribution box*). Secara skematis berbagai jenis teknologi distilasi dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Skema Jenis Proses Desalinasi

Pemilihan proses teknologi desalinasi didasarkan pada beberapa faktor, antara

1. Salinitas (kadar zat terlarut air masukan)
2. Kualitas air bersih yang diinginkan
3. Sumber energi yang akan digunakan untuk produksi air
4. Debit air yang diperlukan
5. Faktor ekonomi, keandalan, kemudahan operasi dan perawatannya

Teknologi desalinasi termal jenis *Multi Stage Flash (MSF)*, *Multi Effect Distillation (MED)* dan *Multi Vapour Compression (MVC)* dapat memurnikan air dari kadar 55000 ppm menjadi sekitar 10 ppm, sedangkan proses membran jenis *Reverse Osmosis (RO)* dengan sekali proses dapat menghasilkan air tawar dengan IDS berkisar antara 350-500 ppm.

Pada proses distilasi air laut/air baku dipanasi agar air tawar yang terkandung di dalamnya mendidih dan menguap, kemudian uapnya di

embunkan untuk memperoleh air tawar. Proses distilasi ini dapat menghasilkan air tawar berkualitas tinggi dibandingkan dengan kualitas air tawar yang dihasilkan oleh proses lain. Pada tekanan 1 atm air akan mendidih dan menguap pada suhu 100°C . namun air di dalam alat penguap (*evaporator*) mendidih dan menguap pada suhu kurang dari 100°C bila tekanan di dalam *evaporator* diturunkan dibawah 1 Atm atau dalam keadaan *vacuum*. Penguapan air memerlukan panas penguapan berupa panas latent yang terkandung dalam uap yang dihasilkan. Sebaliknya pada saat uap menyembur panas latentnya dilepaskan yang dapat memanasi air laut/baku umpan sebagai pemanasan pendahuluan (*preheating*) atau menguapkannya.

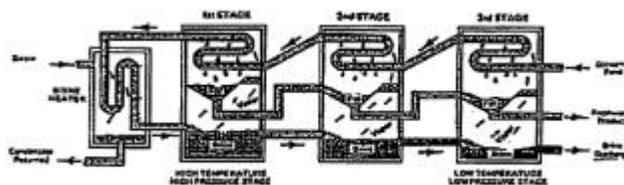
Pada proses distilasi, air laut/air baku digunakan sebagai bahan air umpan pembuatan air tawar maupun sebagai media pendingin, dengan jumlah yang diperlukan kurang dari 8-10 kali dari jumlah air tawar yang dihasilkan. Uap dari ketel uap atau sumber lain digunakan sebagai pemanas dengan tekanan 2-3,5 kg/cm dan penjalan ejector dengan tekanan 10-12 kg/cm. Pada umumnya jumlah uap untuk pemanasan antara 1/8 sampai 1/6 dari jumlah air tawar yang dihasilkan, perbandingan antara jumlah air tawar yang dihasilkan dengan jumlah uap yang diperlukan disebut *performance ratio* (PR) dalam proses *reverse osmosis* atau *Gained Output Ratio* (GOR) dalam proses distilasi.

Masalah yang umum terdapat pada proses distilasi ialah terjadinya pengkerakan dan korosi pada bagian-bagian peralatan. Timbulnya lapisan kerak pada pipa-pipa penukar panas evaporator menyebabkan turunnya kemampuan pemindahan panas yang berakibat menurunnya jumlah air tawar yang dihasilkan, pada keadaan yang demikian instalasi perlu dimatikan untuk pelaksanaan pembersihan kimia (*chemical cleaning*). Untuk mencegah atau menghambat proses pengkerakan itu perlu dilakukan proses *treatment* yang tepat dan teratur. Terjadinya korosi pada bagian peralatan sudah pasti akan mengganggu pengoperasian instalasi, selain menurunnya hasil produk air tawar, untuk perbaikannya pun memerlukan waktu dan biaya yang tinggi, oleh sebab itu di dalam desainnya diperlukan material yang sesuai dengan kondisi pengoperasiannya (Nugroho, 2014).

2.6. Jenis – Jenis Teknologi Desalinasi

2.6.1. Multi Stage Flash (MSF)

Dalam proses MSF, air laut disalurkan ke dalam *vessel* yang dinamakan *brine heater* untuk dipanaskan. Proses pemanasan dilakukan dengan cara menyempotkan uap panas yang keluar dari turbin pada pembangkit listrik. Air laut yang sudah dipanaskan kemudian dialirkan ke *vessel* berikutnya yang dinamakan *stage*. Di tempat ini tekanan dikondisikan menjadi lebih rendah dari stadium sebelumnya. Perubahan tekanan akan menyebabkan air laut yang masuk menjadi mendidih secara mendadak (*flashing*) dan menyebabkan terjadinya uap air (*watervapour*).



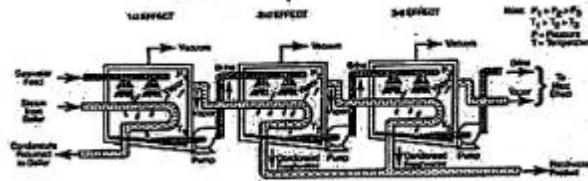
Gambar 2.3 Proses Teknologi Desalinasi Jenis MSF

Proses ini akan terus berlanjut pada stage berikutnya sampai air menjadi dingin dan tidak menghasilkan uap air lagi. Biasanya stadium ini berjumlah 15 sampai 25. Penambahan jumlah stage akan menambah *capital cost* dan menambah rumit pengoperasian. Uap air yang dihasilkan dari flashing ini dikondensasi pada tabung yg ada pada tiap *stage*. Tabung ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan air laut masukan ke dalam *brine heater*. Pada proses kondensasi ini juga akan menghangatkan air iaut masukan, sehingga jumlah energi yang dibutuhkan untuk memanaskan air laut masukan di *brine heater* menjadi lebih kecil. Kapasitas dari instalasi ini 4000 – 57000 m³/hari (1-15 mgd). Suhu maksimum (*Top Brine Temperatur*) dari air laut yang keluar dari brine heater adalah 90- 110 °C. Menambahkan suhu akan menambah kinerja dari instalasi ini, tetapi dilain pihak juga akan merugikan, sebab akan mempercepat proses pembentukan *scaling* dan korosi dari permukaan logam (Nugroho, 2014).

2.6.2. Multi Effect Distillation (MED)

Pada teknologi desalinasi jenis MED (*Multi Effect Distillation*) digunakan prinsip evaporasi dan kondensasi. Cara kerja dari teknologi

ini adalah dengan cara menyemprotkan (*spray*) air laut masukan pada permukaan evaporator. Permukaan evaporator ini biasanya berbentuk tabung (*tubes*) yang dilapisi film tipis (*thin film*) untuk mempercepat pendidihan dan penguapan.



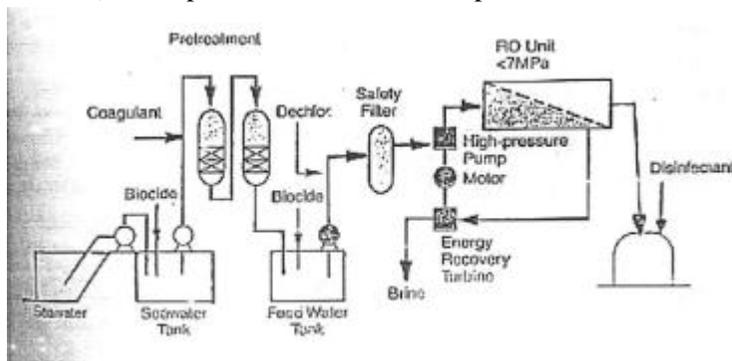
Gambar 2.4 Proses Teknologi Desalinasi Jenis MED

Proses penguapan pertama terjadi dengan menggunakan uap panas buangan dari pembangkit listrik/boiler yang keluar dari turbin. Uap itu memberikan panas untuk proses desalinasi dan sekaligus juga terkondensasi menjadi air yang kemudian dikembalikan lagi ke boiler pada pembangkit listrik. Uap yang dihasilkan pada proses terakhir dikondensasikan pada *heat exchanger* yang terpisah yang dinamakan *final condenser*. Temperatur pada setiap efek dari MED diatur oleh sistem hampa udara yang terpisah. Dalam perkembangannya, akhir-akhir ini digunakan alat *thermal vapour compression* yang berguna untuk mengurangi jumlah efek dari MED untuk memproduksi air tawar dalam jumlah yang sama. Umumnya instalasi desalinasi ini terdiri dari 8-16 efek. Effisiensi thermal dari proses ini tergantung dari jumlah efek yang digunakan. Kapasitas air tawar yang dihasilkan oleh MED berkisar antara 2000 - 20.000 m³/hari (0.5 - 5mgd) (Nugroho, 2014).

2.6.3. Membran Reverse Osmosis (RO)

Bila air tawar dan air laut dipisahkan oleh suatu dinding *semi permeable* membrane maka air tawar akan meresap menembus dinding pemisah itu ke bagian air laut, peristiwa ini disebut 'peristiwa osmosis'. Air tawar akan terus menembus dinding pemisah itu ke bagian air laut walau tidak diberi tekanan. Kekuatan efektif pendorong penembusan itu dinamakan *osmotic pressure*. Penembusan akan berhenti dengan sendirinya pada kondisi perimbangannya (*equilibrium*) di *osmotic pressure* tertentu. Besar *osmotic pressure* tergantung dari karakteristik membran, suhu dan kepekatan air laut/air baku. Pada sistem RO ini air laut diberi tekanan agar terjadi hal kebalikannya, yaitu air tawar yang

terkandung di dalam air laut keluar menembus dinding pemisah (membrane) maka peristiwa itu dinamakan peristiwa *reverse osmosis*.



Gambar 2.5 Proses Teknologi Desalinasi Jenis RO

Jumlah air masukan yang dibuang menjadi brine pada proses ini berkisar antara 20 - 70 %, hal ini tergantung dari kadar garam air masukan, tekanan dan jenis membran. Sistem RO terdiri beberapa komponen penting yaitu *pre treatment*, *high pressure pump*, *membrane assembly* dan *post treatment*. *Pre treatment* sangat penting pada proses RO, hal ini berguna untuk mencegah dan mengurangi penumpukan garam dan pertumbuhan biota laut pada membran. Biasanya proses *pre treatment* ini terdiri dari:

1. *Chlorinasi* guna pengendalian mikro organisme
2. *Coagulant* dan media fiitrasi, untuk menurunkan padatan.
3. *Scale inhibitor*, untuk menghambat pengkerakai pada membran
4. *Final cartridge filter*. sebagai pengaman
5. *Sodium bisulfit*, untuk mengimbangi *chlorine*

Pada proses ini, tekanan yang diberikan oleh pompa pada air laut masukan (*feedwater*) adalah sebesar 54 - 80 bar (800 - 1180 psi) , sedangkan bila menggunakan air payau (*brackish water*) sebagai air umpan, tekanan yang diberikan adalah sebesar 15-25 bar (225-375 psi).

Bagian inti dari instalasi RO adalah *RO module*, yang berbentuk suatu bejana tekan silindris berisi beberapa ratus ribu serat fibre sehalus rambut yang bagian dalamnya berlubang (*fine hollow fiber*). Dengan demikian suatu *RO module* mempunyai luas permukaan dinding membrane yang besar dan dapat menghasilkan air tawar dalam jumlah besar. Air umpan masuk ke dalam lubang-lubang halus serat fiber. Karena ditekan air tawar akan merembas keluar dari dinding

fiber menjadi produk air tawar, sedangkan sisanya yang kental dan disebut *brine* terbuang keluar melalui *throtlle valve* yang juga berfungsi sebagai pengatur tekanan pada saluran masuk ke RO modul agar selalu konstan.

Perlakuan akhir terhadap produk air adalah injeksi alkali untuk menaikkan pH sesuai yang diperlukan, dan *chlorinisasi* bila produk airnya digunakan untuk air minum. Padatan terlarut dan tersuspensi (TDS) produk air dari proses RO ini adalah antara 300-600 ppm, namun bila dikehendaki TDS yang lebih rendah, dapat digunakan instalasi yang dipasang secara seri (Nugroho, 2014).

2.7. Kualitas

Sebuah perusahaan, kualitas produk yang dihasilkan baik berupa barang atau jasa merupakan faktor yang sangat menentukan baik atau buruknya perusahaan tersebut. Usaha untuk menjaga reputasi (nama baik) ini dapat dilakukan melalui kualitas dari barang atau jasa yang dihasilkan. Pengertian kualitas menurut beberapa ahli adalah sebagai berikut :

Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Fandy & Diana, 2003).

Kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang terlihat atau yang samar (Heizer & Render, 2009).

Kualitas suatu produk adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk yang bersangkutan yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai dengan nilai uang yang telah dikeluarkan (Prawirosentono, 2007).

Kualitas adalah suatu yang berbeda untuk orang yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan (Ariani, 2004).

Kualitas adalah aktivitas pengendalian untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan dan menggambar tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Purnomo, 2004).

Kualitas adalah apapun yang menjadi kebutuhan (Yamit, 2004).

Kualitas merupakan “*the ability of a product or service to consistently meet or exceed customer expectation*” (kemampuan dari suatu produk atau jasa untuk memenuhi atau melebihi harapan pelanggan) (Stevenson, 2005).

2.8. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah kegiatan terpadu mulai dari pengendalian standar kualitas bahan, standar proses produksi, barang setengah jadi, barang jadi, sampai standar pengiriman produk akhir ke konsumen, agar barang (jasa) yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang direncanakan (Prawirosentono, 2007).

Bagi perusahaan dalam mempertahankan usaha yang sedang dijalankan, perusahaan banyak menghadapi masalah-masalah. Perusahaan yang berkualitas yang hanya dapat bersaing di pasar. Perusahaan dalam menjaga kualitas, perlu memperhatikan manajemen terakhir atau manajemen produksi yaitu dengan pengawasan dan pengendalian yang tepat agar sesuai yang dihasilkan nanti sesuai yang diharapkan.

Apabila perusahaan tidak memperhatikan kualitas, maka perusahaan lama-kelamaan akan hancur, karena dengan barang yang berkualitas buruk, maka pelanggan akan merasa kecewa dan tidak puas. Apabila pelanggan merasa tidak puas maka akan lari ke perusahaan lain yang dapat memberikan kepuasan dengan produk yang berkualitas. Hal ini menyebabkan penghasilan perusahaan menurun dan menyebabkan kerugian dan tidak dapat mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan. Selama proses produksi berlangsung diperlukan adanya pengawasan kualitas atau pengawasan mutu untuk menjaga dan mempertahankan agar kualitas produk tetap bagus (Assauri, 2004).

Kualitas merupakan faktor yang terdapat dalam suatu produk yang menyebabkan produk tersebut bernilai sesuai dengan maksud dan fungsi produk itu diproduksi, dengan demikian dapat disimpulkan pengertian pengendalian kualitas secara umum adalah menentukan standar kualitas untuk masing-masing produk atau jasa dengan usaha perusahaan untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

Istilah kualitas mengandung banyak definisi dan makna. Banyak yang mendefinisikan bahwa kualitas merupakan keseluruhan ciri dan

karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Kualitas merupakan segala sesuatu yang memenuhi keinginan atau memuaskan kebutuhan pelanggan. Oleh karena itu kualitas menurut Taguchi adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk dan jasa. Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas secara garis besar orientasi adalah kepuasan konsumen (pelanggan) yang merupakan tujuan perusahaan yang berorientasi pada kualitas. Dari beberapa definisi sebelumnya, secara garis besar kualitas merupakan keseluruhan ciri atau karakteristik produk dalam tujuannya untuk memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Konsumen yang dimaksud adalah bukan konsumen yang hanya datang sekali untuk mencoba dan tidak pernah kembali lagi, melainkan mereka yang datang berulang-ulang untuk membeli dan membeli hasil produksi tersebut. Kualitas merupakan isu penting dalam dunia bisnis modern yang kompetitif. Seperti teori relativitas, yang kadang-kadang dinyatakan sebagai konsep yang relatif dan suatu hal yang berbeda dengan yang lainnya. Sehingga, kualitas meliputi : transenden (keunggulan), produk berbasis (jumlah atribut yang diinginkan), berbasis pengguna (kebugaran yang digunakan), manufaktur (kesesuaian dengan spesifikasi) dan berbasis nilai (kepuasan relatif terhadap harga).

Pengendalian kualitas adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu/standar dapat tercermin dalam hasil akhir atau usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Mendefinisikan pengendalian kualitas mengandung dua macam pengertian utama, yaitu yang pertama menentukan standar kualitas untuk masing-masing produk atau jasa dari perusahaan yang bersangkutan, sedangkan yang kedua adalah usaha perusahaan untuk dapat memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan tersebut.

Pengendalian kualitas adalah proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk atau jasa. Mendefinisikan pengendalian kualitas tidak terlepas dari apa yang telah didefinisikan

oleh pakar kualitas sebelumnya seperti (Montgomery, D.C, 1995) mendefinisikan bahwa pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Pengendalian kualitas adalah kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan biaya seekonomis mungkin dan memenuhi syarat pemesan. Dalam konteks pengendalian kualitas melalui penurunan variasi karakteristik kualitas dari suatu produk (barang atau jasa) yang dihasilkan, agar memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan, guna meningkatkan kepuasan dalam pelanggan. Variasi yang berlebihan seringkali mengakibatkan adanya pemborosan (*waste*), misalnya berupa uang, waktu, dan usaha, sehingga, peningkatan kualitas juga merupakan cara mengurangi pemborosan. Oleh karena ini, peran pengendalian kualitas statistik tidak terlepas dari pemenuhan kebutuhan dalam meningkatkan kepuasan konsumen.

Tujuan dari pengendalian kualitas adalah menyidik dengan cepat sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian sehingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi. Tujuan akhir dari pengendalian kualitas adalah sebagai alat yang efektif dalam pengurangan variabilitas produk.

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik statistika yang diperlukan untuk menjamin dan meningkatkan kualitas produk. Sebagian besar teknik pengendalian kualitas statistik yang digunakan sekarang telah dikembangkan sebelumnya. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) secara garis besar digolongkan menjadi dua yakni pengendalian proses statistik (*statistical process control*) atau juga sering disebut control chart dan rencana penerimaan sampel produk atau yang sering dikenal dengan *acceptance sampling*.

2.9. Kualitas Air

Kualitas Air adalah istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya: air minum, perikanan, perairan/irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya. Kualitas

Air adalah mengetahui kondisi air untuk menjamin keamanan dan kelestarian dalam penggunaannya. Kualitas Air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang biasa dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi atau uji ketampakan (bau dan warna).

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi, tetapi tidak di planet lain. Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di Bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan Bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Pengelolaan sumber daya air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Indonesia telah memiliki undang-undang yang mengatur sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.

Sesuai persyaratan permenkes nomor 492/menkes/per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum baik parameter fisika, kimia maupun biologi. Parameter fisika adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan fisika seperti suhu, kecepatan arus, kecerahan dan tinggi air, kecerahan, kedalaman, warna air, kekeruhan, salinitas, TDS (total dissolved solid) atau TSS (total suspended solid). Parameter kimia adalah parameter yang sangat penting untuk menentukan air tersebut dikatakan baik atau tidak. Parameter kimia meliputi dissolved oxygen (DO), pH, amoniak, nitrat, nitrit, kesadahan, sulfat maupun logam. Parameter biologi meliputi ada atau tidaknya bahan organik atau mikroorganisme seperti bakteri coli, virus, bentos dan plakton. Organisme yang peka akan mati di lingkungan air yang tercemar. Bakteri patogen yang memengaruhi kualitas air sesuai Kepmenkes yaitu bakteri coliform, seperti *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, dan *Salmonella*. Bakteri coliform adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup didalam saluran pencernaan manusia. Bakteri coliform adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, bakteri coliform fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan coliform fekal menjadi

indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri pathogen E. Coli jika masuk ke dalam saluran pencernaan dalam jumlah banyak dapat membahayakan kesehatan. Walaupun E. coli merupakan bagian dari mikroba normal saluran pencernaan, tapi saat ini telah terbukti bahwa galur-galur tertentu mampu menyebabkan gastroenteritis taraf sedang hingga parah pada manusia dan hewan. Sehingga, air yang akan digunakan untuk keperluan sehari-hari berbahaya dan dapat menimbulkan penyakit infeksius (Suriaman & Juwita, 2008).

Menurut PERMENKES No. 907/Menkes/SK/VII/2002 dalam laporan pelaksanaan penyuluhan makanan dan minuman, kualitas air minum memenuhi syarat kesehatan adalah :

a. Tabel 2.1 Parameter Air Bersih secara Fisika

| No. | Jenis Parameter | Satuan | Kadar Maksimum yang diperbolehkan |
|-----|--------------------------------|--------|-----------------------------------|
| 1 | Bau | | Tidak berbau |
| 2 | Warna | TCU | 15 |
| 3 | Total zat padat terlarut (TDS) | Mg/1 | 500 |
| 4 | Kekeruhan | NTU | 5 |
| 5 | Rasa | | Tidak berasa |
| 6 | Suhu | °C | Suhu udara \pm 3 |

b. Tabel 2.2 Parameter Air Bersih secara Kimia

| No. | Jenis Parameter | Satuan | Kadar Maksimum yang diperbolehkan |
|-----|-----------------|--------|-----------------------------------|
| 1 | Alauminium | Mg/1 | 0,2 |
| 2 | Besi | Mg/1 | 0,3 |
| 3 | Kesadahan | Mg/1 | 500 |
| 4 | Khlorida | Mg/1 | 250 |
| 5 | Mangan | Mg/1 | 0,4 |
| 6 | pH | Mg/1 | 6,5-8,5 |
| 7 | Seng | Mg/1 | 3 |
| 8 | Sulfat | Mg/1 | 250 |
| 9 | Tembaga | Mg/1 | 2 |
| 10 | Amonia | Mg/1 | 1,5 |

c. Tabel 2.3 Parameter Air Bersih secara Biologi

| No. | Jenis Parameter | Satuan | Kadar Maksimum yang diperbolehkan |
|-----|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 | E.Coli | Jumlah per 100 ml sampel | 0 |
| 2 | Total Bakteri Koliform | Jumlah per 100 ml sampel | 0 |

- Parameter Fisika

Parameter fisika diukur dengan alat WQC metode direct.

- Parameter Kimia

Parameter kimia yang diuji meliputi :

1. pH : Cara kerja analisa pH sesuai dengan SNI 06-6989.11-2004 tentang Cara ujiderajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter.
2. Ammonia (N-NH) : Cara kerja analisa ammonia sesuai dengan SNI 06-6989.30-2005 tentang Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat.
3. Keadahan : Cara kerja analisa kesadahan sesuai dengan SNI 06-6989.12-2004 tentang Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri.
4. Sulfat : Cara kerja analisa sulfat sesuai dengan SNI 06-2426-1991 tentang Cara uji sulfat secara spektrofotometri.
5. Nitrit : Cara kerja analisa nitrit sesuai dengan SNI06-6989.9-2004 tentang Cara uji nitrit (NO-N) secara spektrofotometri
6. Logam Mangan : Cara kerja analisa logam mangan sesuai dengan SNI 06-6989.5-2004 tentang Cara uji mangan (Mn) dengan spektrofotometer serapan atom (SSA)-nyala.
7. Logam Besi : Cara kerja analisa logam besi sesuai dengan SNI 6989.4-2009 tentang Cara uji besi (Fe) dengan spektrofotometer serapan atom (SSA)-nyala.

- Parameter Biologi

1. Bakteri Escherichia Coli (E.Coli) : Cara kerja Bakteri E.Coli sesuai dengan SNI 2897 Tahun 1992 tentang Cara uji cemaran mikroba.
2. Bakteri Coliform :Cara kerja analisis bakteri coliform sesuai dengan SNI 2897 Tahun 1992 tentang cara uji cemaran mikroba.

2.10. Pengendalian Kualitas Air

Pengolahan air minum merupakan upaya untuk mendapatkan air yang bersih dan sehat sesuai dengan standard mutu air. Proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi. Air baku agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air minum. Pada dasarnya, pengolahan air minum dapat diawali dengan penjernihan air, pengurangan kadar bahan-bahan kimia terlarut dalam air sampai batas yang dianjurkan, penghilangan mikroba patogen, memperbaiki derajat keasaman (pH) serta memisahkan gas-gas terlarut yang dapat mengganggu estetika dan kesehatan. Air tidak jernih umumnya mengandung residu. Residu tersebut dapat dihilangkan dengan proses penyaringan (filtrasi) dan pengendapan (sedimentasi). Untuk mempercepat proses penghilangan residu tersebut perlu ditambahkan koagulan. Bahan koagulan yang sering dipakai adalah alum (tawas). Koagulan sebaiknya dilarutkan dalam air sebelum dimasukkan kedalam tangki pengendapan. Penghilangan gas-gas terlarut yang mengganggu di dalam air (misalnya H₂S dan CO₂) dilakukan dengan proses aerasi. Proses aerasi juga dapat bermanfaat untuk memisahkan besi dan mangan terlarut dalam air (Mulia, 2015).

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Penentuan pH merupakan tes yang paling penting dan paling sering digunakan pada kimia air. pH digunakan pada penentuan alkalinitas, CO₂, serta dalam kesetimbangan asam basa. Pada temperatur yang diberikan, intensitas asam atau karakter dasar suatu larutan diindikasikan oleh pH dan aktivitas ion hidrogen. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa, dan warna. Pada proses pengolahan air seperti koagulasi, desinfeksi, dan pelunakan air, nilai pH harus dijaga sampai rentang dimana organisme partikulat terlibat. Asam dan basa pada dasarnya dibedakan dari rasanya kemudian dari efek yang ditimbulkan pada indikator. Reaksi netralisasi dari asam dan basa selalu menghasilkan air. Ion H⁺ dan OH⁻ selalu berada pada keseimbangan kimiawi yang dinamis dengan H₂O berdasarkan reaksi :

- pH = 7 menunjukkan keadaan netral
- 0 < pH < 7 menunjukkan keadaan asam
- 7 < pH < 14 menunjukkan keadaan basa (alkalis)

Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi. Air adalah bahan pelarut

yang baik sekali, maka dibantu dengan pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya. Berdasarkan SNI AMDK dan EC rules air yang baik ph-nya antara 6 sampai 8, air mineral 6,5 sampai 8,5 dan air demineral 5,0 sampai 7,5.

Pengukuran pH dapat dilakukan menggunakan kertas lakmus, kertas pH universal, larutan indikator universal (metode Colorimeter) dan pHmeter (metode Elektroda Potensiometri). Pengukuran pH penting untuk mengetahui keadaanlarutan sehingga dapat diketahui kecenderungan reaksi kimia yang terjadi serta pengendapan materi yang menyangkut reaksi asam basa.

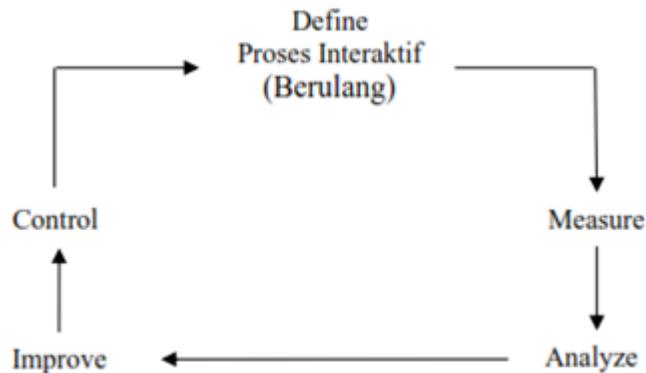
2.11. Six Sigma

Ada banyak pengertian mengenai Six Sigma. Six Sigma diartikan sebagai metode berteknologi canggih yang digunakan oleh para insinyur dan statistikawan dalam memperbaiki/mengembangkan proses atau produk. Six Sigma diartikan demikian karena kunci utama perbaikan Six Sigma menggunakan metode-metode statistik, meskipun tidak secara keseluruhan membicarakan tentang statistik. Pengertian Six Sigma yang lain adalah “tujuan yang mendekati kesempurnaan dalam mencapai kebutuhan pelanggan”. Ada juga yang mengartikan Six Sigma sebagai “usaha mengubah budaya perusahaan untuk mencapai kepuasan pelanggan, keuntungan dan persaingan yang jauh lebih baik”. Kunci utama pengertian di atas adalah pengukuran, tujuan atau perubahan budaya perusahaan. Definisi Six Sigma secara lengkap dan jelas adalah suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, memberi dukungan dan memaksimalkan proses usaha yang berfokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik serta terus-menerus memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha. Keuntungan dari penerapan Six Sigma ini berbeda untuk tiap perusahaan yang bersangkutan, tergantung pada usaha yang dijalankannya (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000); (Ekoanindiyo, 2014).

2.12. Langkah-langkah Six Sigma

Six Sigma memiliki langkah-langkah penerapan yaitu DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define – Measure – Analyze – Improve* dan *Control*. Kelima tahap tersebut selalu berulang sehingga

membentuk sebuah siklus, seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. Metodologi perbaikan DMAIC ini merupakan langkah yang sangat terarah dan berkesinambungan, dimana antara langkah satu dengan langkah selanjutnya saling berkaitan.



Gambar 2.6. Siklus metode six sigma DMAIC

Untuk lebih jelasnya, langkah-langkah *Define - Measure - Analyze - Improve* dan *Control* (DMAIC) dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. *Define*

Define merupakan langkah awal didalam pendekatan Six Sigma. Langkah ini mengidentifikasi masalah penting dalam proses yang berlangsung. Dari masalah tersebut dapat diidentifikasi perlu tidaknya langkah perbaikan.

2. *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut dari langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah selanjutnya. Langkah *measure* memiliki dua sasaran utama, yaitu :

- a. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkuantifikasi masalah.
- b. Mulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

3. *Analyze*

Langkah *analyze* mulai masuk kedalam hal-hal yang bersifat detail, meningkatkan pemahaman terhadap proses dan masalah, serta mengidentifikasi akar masalah.

Untuk memperkirakan kapabilitas proses, maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan banyaknya unit yang diperiksa.
- b. Menentukan banyaknya unit yang mengalami ketidaksesuaian (cacat).
- c. Menghitung tingkat kegagalan = $\frac{\text{langkah 2}}{\text{langkah 1}}$
- d. Menentukan besarnya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan kegagalan.
- e. Menghitung peluang tingkat kegagalan per karakteristik

$$CTQ = \frac{\text{langkah 3}}{\text{langkah 4}}$$
- f. Menghitung kemungkinan gagal per satu juta kesempatan (DPMO = *Defect Per Million Opportunities*).

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknyaketidaksesuaian}}{\Sigma \text{ unitdiperiksa} \times CTQ \text{ potensial}} \times 1.000.000$$
- g. Mengkonversikan DPMO kedalam nilai sigma (menggunakan tabel konversi).
- h. Membuat kesimpulan

Pada saat mencari jumlah *defect* digunakan rumus:

Jumlah *defect* = DPO X (jumlah unit X *defect opportunity*)

dimana : DPO (*Defect Per Opportunity*) = DPMO/1.000.000

DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), diperoleh dari tabel konversi nilai DPMO ke dalam sigma.

4. *Improve*

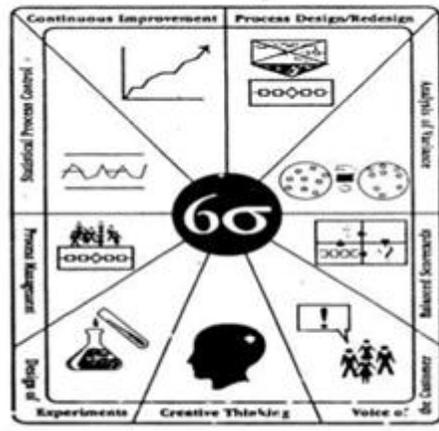
Setelah mengukur dengan cermat dan menganalisa situasinya, maka langkah berikutnya adalah *improve*, memperbaiki proses atau *output* guna menyelesaikan masalah. Selama tahap ini, diuraikan ide-ide perbaikan atau solusi-solusi yang mungkin untuk dilaksanakan.

5. *Control*

Control merupakan tahap terakhir dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Sebagai bagian dari pendekatan *Six Sigma*, perlu adanya pengawasan/ mengkaji ulang proses untuk meyakinkan bahwa hasil-hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Hasil dari tahap *improve* perlu diterapkan untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas produk yang dihasilkan (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000); (Ekoanindiyo, 2014).

2.13. Peralatan Six Sigma

Dalam pengendalian kualitas dengan *Six Sigma*, terdapat banyak peralatan (*tools*) yang digunakan dan cukup luas. Gambar di bawah ini menunjukkan metode-metode apa saja dan alat-alat yang digunakan dalam *Six Sigma* tetapi tidak secara keseluruhan (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).

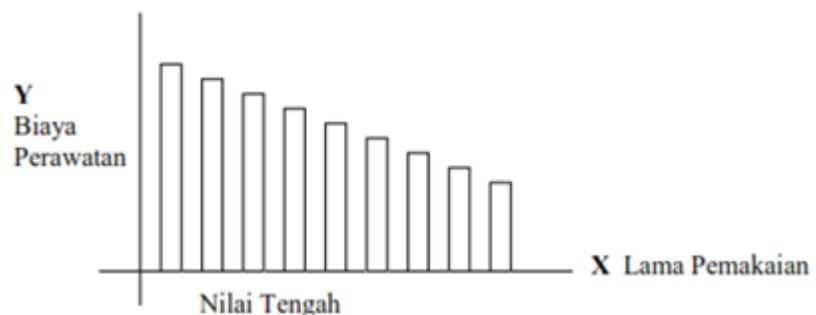


Gambar 2.7. Metode dan alat – alat penting *six sigma*

Beberapa peralatan *Six Sigma* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Diagram Pareto

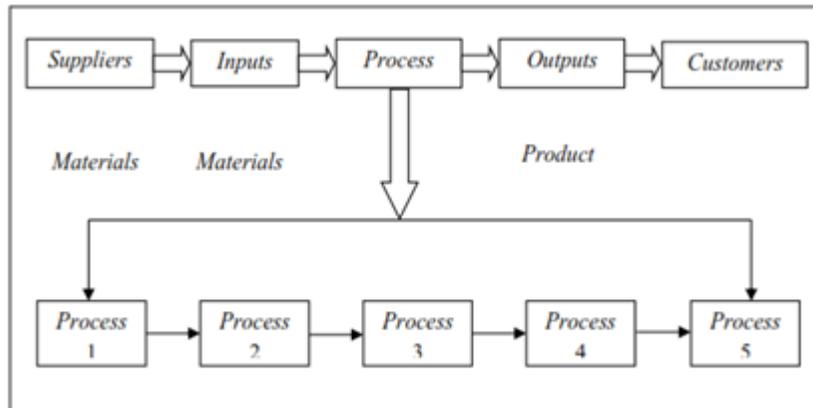
Diagram pareto digunakan untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan.



Gambar 2.8. Diagram Pareto

2. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

SIPOC digunakan untuk menunjukkan aktifitas mayor atau subproses dalam sebuah proses bisnis bersama-sama dengan kerangka kerja dari proses yang disajikan dalam *Supplier, Input, Proses, Output, Customer*. Sedangkan persyaratan input harus terkait langsung dengan kebutuhan proses (*process requirements*) (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2000).



Gambar 2.9. Diagram SIPOC

3. Peta Kontrol

Dalam proses produksi akan bisa dijumpai adanya penyimpangan-penyimpangan ukuran yang dihasilkan. Peta kontrol pada dasarnya merupakan alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik, dimana data yang berkaitan dengan kualitas produk akan diplotkan dalam sebuah peta kontrol. Di sini akan dipakai peta kontrol untuk jenis data atribut (*Attribute control chart*) yaitu p-chart. Data yang diperlukan di sini hanya diklasifikasikan sebagai data kondisi baik atau rusak (cacat). Perumusan untuk penghitungan peta kontrol p (*p-chart*) adalah sebagai berikut :

a. Proporsi kesalahan (p)

$$p = \frac{np}{n}$$

keterangan:

np : banyaknya kesalahan setiap kali pengamatan

n : jumlah sampel setiap kali pengamatan

b. Garis pusat (\bar{p})

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

c. Batas bawah peta kontrol (LCL = Lower Control Limit)

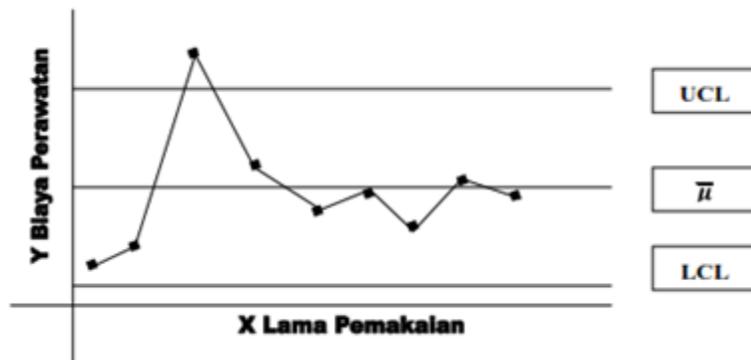
$$LCLi = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}}$$

d. Batas atas peta kontrol (UCL = Upper Control Limit)

$$UCLi = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}}$$

4. Grafik Pengendali (*Control Chart*)

Grafik pengendali adalah alat untuk menggambarkan dengan cara yang tepat apa yang dimaksud dengan pengendalian statistik. Grafik pengendali dapat juga digunakan sebagai alat pengendali manajemen guna mencapai tujuan tertentu berkenaan dengan kualitas proses. Fungsi penggunaan grafik pengendalian kualitas adalah sebagai berikut :



Gambar 2.10. Control Chart

5. *Brainstorming*

Brainstorming (sumbang saran) dikenal sebagai salah satu alat/sarana yang dapat digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja. Sumbang saran merupakan suatu pengungkapan bottom up manajemen karena memberikan kebebasan untuk menyampaikan ide dan masukan. Suatu masalah

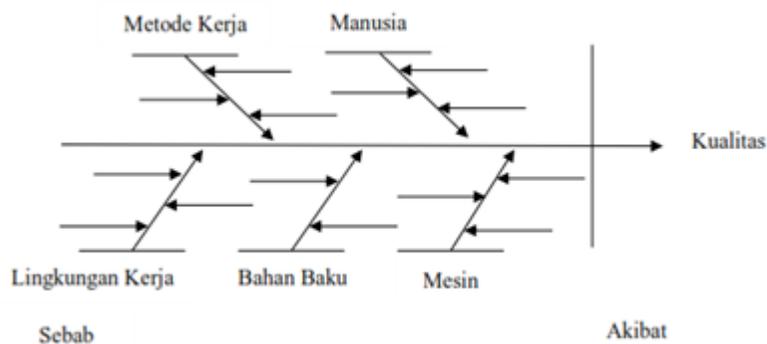
dengan brainstorming adalah setiap orang menganggap bahwa apa yang mereka lontarkan adalah hal baik, atau mereka memberikan gagasan untuk tampak baik dimata orang lain.

6. Diagram Sebab-akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab-akibat yang dikenal dengan diagram tulang ikan (*fish bone diagram*)

diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan hasil kerja ada lima faktor penyebab utama yang perlu diperhatikan yang dikenal dengan 4 MIE, yaitu:

- a. Manusia (*Man*)
- b. Metode kerja (*Method*)
- c. Mesin (*Machine*)
- d. Bahan baku (*Materials*)
- e. Lingkungan kerja (*Environment*)



Gambar 2.11. Diagram Sebab Akibat