ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS GULA RAFINASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* – DMAIC PADA PT MAKASSAR TENE

TUGAS AKHIR

O l e h :

MUHAMMAD TAQWA

16TIA134

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

guna menyelesaikan program Diploma Tiga

Jurusan/Program Studi Teknik Industri Agro

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

POLITEKNIK ATI MAKASSAR

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

JUDUL	:	ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS GULA RAFINASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* - DMAIC PADA PT MAKASSAR TENE
NAMA MAHASISWA	:	MUHAMMAD TAQWA
NIM	:	16 TIA 134
PERGURUAN TINGGI	:	POLITEKNIK ATI MAKASSAR
JURUSAN/PROGRAM STUDI	:	TEKNIK INDUSTRI AGRO

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Amrin M, SH., MPd	**DR. Puadi Haming, SE., MM**
NIP. 19581124 198602 1 002	**NIP. 19580601 198103 1 013**

Mengetahui,

Direktur Politeknik ATI Makassar,	Ketua Jurusan Teknik Industri Agro,
Ir. Amrin Rapi, ST., MT., IPM	**DR. Ir. Hj. Arminas, ST., MM., IPM**
NIP. 19691011 199412 1 001	**NIP. 19670225 200112 2 001**

HALAMAN PENGESAHAN

Telah diterima oleh Panitia Ujian Akhir Program Diploma Tiga (D3) yang ditentukan sesuai dengan Surat Keputusan Direktur Politeknik ATI Makassar Nomor SK. No.241/KPTS/BPSDMI/ATI-Makassar/II/2019 tanggal yang telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada hari 2019 sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) Teknik Industri dalam program studi Teknik Industri Agro Pada Politeknik ATI Makassar.

PANITIA UJIAN :

Pengawas : 1. Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri.

2. Direktur Politekniik ATI Makassar

Ketua : Dra. Hj. Rachmatiah, MM (……..)

Sekretaris : Dr. Ir. Arminas, ST.,MM., IPM (……..……)

Penguji I : Dra. Hj. Rachmatiah, MM (……..……)

Penguji II : Dr. Ir. Arminas, ST.,MM., IPM (……..)

Penguji III : Drs. Haruddin, MM (……..)

Pembimbing I : Drs. Amrin M, SH., MPd (……..……)

Pembimbing II : DR. Puadi Haming, SE., MM (……..……)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD TAQWA

NIM : 16 TIA 134

Jurusan/Program Studi : TEKNIK INDUSTRI AGRO

Menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti dan dapat dibuktikan sesuai dengan hukum yang berlaku di negara Republik Indonesia bahwa tugas akhir saya adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut tanpa melibatkan institusi Politeknik ATI Makassar atau orang lain.

Makassar, September 2019

Yang menyatakan,

Muhammad Taqwa

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur tak terhingga kita panjatkan atas kehadirat ALLAH SWT karena hanya dengan limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Pengendalian Kualitas Gula Rafinasi Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* – DMAIC Pada PT Makassar Tene"

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan program Diploma Tiga Jurusan Teknik Industri pada program Studi Teknik Industri Agro di Politeknik ATI Makassar.

Dalam penulisan Tugas Akhir, ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menuturkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah meluangkan waktu dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini :

1. Teristimewa kepada kedua Orang Tua beserta keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi dan nasehat, baik itu dari segi moral maupun materil.
2. Bapak Ir. Amrin Rapi, ST., MT., IPM, selaku Direktur Politeknik ATI Makassar.
3. Ibu DR. Ir. Hj. Arminas, ST., MM., IPM., selaku Ketua jurusan Teknik Industri Agro Politeknik ATI Makassar sekaligus pembimbing kuliah kerja praktek yang senantiasa membagi ilmunya, memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan penulis selama pelaksanaan kuliah kerja praktek.

4. Bapak Drs. Amrin M.,SH.,MPd selaku Pembimbing I yang senantiasa membagi ilmunya, memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak DR. Puadi Haming.,SE.,MM selaku Pembimbing II yang senantiasa membagi ilmunya, memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Drs. H. Abdul Samad., MM selaku dosen penasehat akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan penulis selama perkuliahan.
7. Bapak/Ibu dosen Teknik Industri Agro Politeknik ATI Makassar yang telah banyak memberi bekal ilmunya kepada penulis dalam proses perkulihan.
8. PT Makassar Tene yang telah bersedia menerima penulis dalam melaksanakan kuliah kerja praktek sekaligus penelitian untuk Tugas Akhir ini.
9. Bapak Taufik selaku karyawan PT Makassar tene sebagai pembimbing lapangan pada saat penulis melakukan kuliah kerja praktek yang senantiasa membimbing dan mengajarkan hal-hal baru dalam kuliah kerja praktek di PT Makassar Tene.
10. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Industri Politeknik Ati Makassar (HMTI-POLTEK ATIM) yang selalu menemani dalam suka dan duka serta memberikan dukungan baik dalam masa perkuliahan maupun pada saat penyusunan Tugas akhir ini.

11. Seluruh teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Industri Agro angkatan 2016 Politeknik ATI Makassar terkhususnya Program Studi Teknik Industri Agro kelas 3A terima kasih untuk dukungannya.
12. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya satu per satu yang turut membantu dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan-perbaikan kedepan. *Aamiin Yaa Rabbal 'Alamiin*.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kami, baik si penulis sendiri maupun kepada masyarakat luas pada umumnya, dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmatnya kepada kita semua.

Makassar, September 2019

Penulis

ABSTRAK

MUHAMMAD TAQWA. 2019. Analisis Pengendalian Kualitas Gula Rafinasi Dengan Menggunakan Metode *SIX SIGMA*-DMAIC Pada PT Makassar Tene. Dibawah bimbingan Amrin M sebagai pembimbing I dan Puadi Haming sebagai pembimbing II.

PT. Makassar Tene adalah perusahaan yang memproduksi gula rafinasi. Dalam proses produksinya sering kali ditemukan produk yang tidak sesuai dengan standar dari perusahaan. Adapun beberapa penyebabnya yaitu tali jumbo putus, Greeper, robek forklit dan gagal jahit. Pengendalian kualitas semakin perlu mendapatkan perhatian dan berperan penting dalam kualitas gula rafinasi pada PT Makassar Tene agar dapat meminimumkan produk yang cacat dan juga dapat menjamin tercapainya tujuan dan sasaran suatu perusahaan dalam proses produksi. Untuk meminimalisir tingkat kecacatan gula rafinasi pada PT Makassar Tene, maka diperlukan adanya tindakan seperti menentukan masalah, mengukur tingkat kecacatan, menganalisis faktor penyebab kecacatan, melakukan perbaikan dan mengontrol kinerja proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jumlah cacat pada produk Gula rafinasi dengan menggunakan metode *six sigma* melalui tahapan DMAIC *(Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control)* dengan menggunakan metode penelitian metode observasi. Pada tahap *Define* ditemukan jenis cacat yang paling sering terjadi adalah cacat yang disebabkan tali jumbo putus. Pada tahap *Measure* di dapatkan nilai total DMPO sebesar 1003,25 dan nila *sigma* sebesar 4,71. Pada tahap *Analyze* mengunakan diagram sebab–akibat ditemukan faktor–faktor penyebab cacat pada produk diantaranya faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, dan faktor material. Pada tahap *Improve* dilakukan perbaikan terhadap faktor yang menyebabkan terjadinya produk cacat. Pada tahap *Control* dilakukan pemeriksaan pada setiap mesin dan peralatan serta seluruh komponen dan unsur-unsur yang terlibat dalam proses produksi secara berkala,melakukan perhitungan DPMO dan Nilai *Sigma* secara berkala di setiap periodenya.

Kata kunci : *Six Sigma,* DMAIC, DPMO, Gula Rafinasi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
ABSTRAK ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Batasan Masalah 4
1.5. Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1. Kualitas 6
2.2. Pengendalian 17
2.3. Metode *six sigma* 23
2.4. Gula Rafinasi 27
2.5. Kerangka Berfikir 28

BAB III METODE PENELITIAN **29**
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian 29
3.2. Alat dan Bahan 29
3.3. Jenis Penelitian 30
3.4. Teknik Pengumpulan Data 30
3.5. Jenis dan Sumber Data 31
3.6. Analisa Data 31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **32**
4.1 Hasil Pengumpulan Data 32
4.2 Pengolahan data 33
4.3 Analisa dan Pembahasan 54

BAB V PENUTUP **57**
5.1. Kesimpulan 57
5.2. Saran 58

DAFTAR PUSTAKA **60**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Sigma dengan DPMO 24
Tabel 4.1 Data Produksi Gula Rafinasi 32
Tabel 4.2 Data Kecacatan Produk Gula Rafinasi 33
Tabel 4.3 CTQ Potensi Gula Rafinasi 35
Tabel 4.4 Persentase Jumlah Cacat 35
Tabel 4.5 Pengukuran Sigma dan DPMO 37
Tabel 4.6 Usulan Tindakan untuk Jenis Cacat Gagal Jahit 48
Tabel 4.7 Usulan Tindakan untuk Jenis Cacat Robek *Forklift*.....49
Tabel 4.8 Usulan Tindakan untuk Jenis Cacat *Greeper*.....51
Tabel 4.9 Usulan Tindakan untuk Jenis Cacat Tali Jumbo Bag Putus 52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Diagram Sebab Akibat 15
Gambar 2.2 Diagram Alur 16
Gambar 2.3 Kerangka Berfikir 28
Gambar 4.1 Diagram Pareto 39
Gambar 4.2 Diagram Sebab Akibat Kecacatan Gagal Jahit 42
Gambar 4.3 Diagram Sebab Akibat Robek *Forklift* 43
Gambar 4.4 Diagram Sebab Akibat Kecacatan *Greeper* 45
Gambar 4.5 Diagram Sebab Akibat Kecacatan Tali Jumbo Bag Putus 47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan dalam industri manufaktur sangat pesat sehingga banyak perusahaan yang bersaing dengan perusahaan lain secara ketat dalam hal pembuatan produk baru, pengembangan produk, pemasaran produk hingga melakukan inovasi produk secara besar-besaran. Perusahaan berusaha menciptakan strategi-strategi baru untuk meningkatkan produktifitasnya. Usaha peningkatan produktifitas ini juga didorong oleh kebutuhan konsumen yang semakin beragam dan meningkat jumlahnya. Akan tetapi, tentu saja produk yang diinginkan konsumen untuk memenuhi kebutuhannya itu tetap harus memiliki kualitas yang baik.

Dalam hal ini perusahaan harus terpacu untuk selalu meningkatkan kualitas produk yang dihasilkannya. Berbagai langkah pengembangan guna peningkatan kualitas harus dilakukan dari berbagai sisi seperti teknologi, manajemen, bahan baku dan lain-lain. Pada dasarnya perkembangan suatu perusahaan salah satunya ditentukan oleh diterima atau tidak produk yang dihasilkan perusahaan tersebut di pasar. Produk yang dapat diterima oleh konsumen ditentukan oleh kualitas dari produk tersebut. Oleh sebab itu, perusahaan perlu untuk menjaga dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkannya dengan menerapkan pengendalian kualitas yang baik, karena kualitas merupakan faktor yang sangat

penting dalam meningkatkan kepuasan dan loyalitas konsumen.

Produk yang baik adalah produk yang memiliki kualitas yang sesuai dengan keinginan pelanggan dengan tingkat kecacatan seminimal mungkin. Pengendalian dan perbaikan kualitas berusaha untuk menekan produk yang cacat, menjaga agar produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dari perusahaan dan menghindari produk yang cacat lolos ke tangan konsumen secara terus menerus. Untuk mengendalikan dan mengurangi produk yang cacat dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Six sigma*-DMAIC

Menurut Pande, et al (Prayisno, 2009) *Six Sigma* adalah cara mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Salah satu metodologi dalam upaya peningkatan menuju target *Six Sigma* adalah DMAIC yang memberikan langkah dari menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah hingga akhirnya menemukan solusi untuk memperbaikinya. Ada beberapa tahapan dalam metodologi DMAIC yaitu *Define* (mendefinisikan masalah), *Measure* (pengukuran), *Analysis* (analisa), *Improve* (pengembangan), *Control* (pengendalian).

PT. Makassar Tene merupakan pabrik gula rafinasi yang mampu memproduksi sampai 1.800 ton gula rafinasi per hari dalam rangka memenuhi kebutuhan gula untuk industri terkhususnya di Kawasan Timur Indonesia. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas, berbagai perencanaan produksi dan sistem produksinya dilakukan dengan teknologi tinggi dan juga dilakukan pengawasan yang tinggi agar kualitas dari gula tersebut tetap terjaga serta produk yang cacat

tidak sampai ke tangan konsumen.

Berdasarkan observasi awal yang telah dilakukan peneliti menemukan bahwa meskipun perusahaan telah menggunakan teknologi tinggi dan robotik ternyata masih menyisahkan produk jadi yang mengalami kecacatan dengan jumlah yang cukup banyak yang tentunya dapat merugikan perusahaan itu sendiri. Adapun kecacatan yang sering terjadi pada proses produksi gula rafinasi di PT Makassar Tene antara lain kecacatan yang disebabkan oleh gagal jahit, robek forklift, greeper dan tali jumbo putus. dengan kondisi seperti ini, maka pengendalian kualitas semakin perlu mendapatkan perhatian dan berperan penting dalam menjaga kualitas dari produk tersebut sehingga dapat meminimumkan produk yang cacat dan juga dapat menjamin tercapainya tujuan dan sasaran suatu perusahaan dalam proses produksi.

Untuk meminimalisir tingkat kecacatan tersebut, maka diperlukan adanya tindakan seperti menentukan masalah, mengukur tingkat kecacatan, menganalisis faktor penyebab kecacatan, meningkatkan proses dan mengontrol kinerja proses dengan menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC karena *six sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*).

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti memilih permasalahan ke dalam tugas akhir dengan judul **“ ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS GULA RAFINASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DMAIC PADA PT MAKASSAR TENE “**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana mengendalikan kualitas gula rafinasi pada PT. Makassar Tene dengan menggunakan metode *Six-sigma* DMAIC.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari Penelitian ini yaitu untuk mengetahui cara mengendalikan kualitas gula rafinasi pada PT. Makassar Tene dengan menggunakan metode *Six sigma*-DMAIC.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu terkait kecatatan produk gula rafinasi yang terjadi pada departemen *warehouse* yaitu di area *product sugar warehouse* pada PT Makassar Tene.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan, diharapkan akan bermanfaat sebagai berikut :

a. Bagi Mahasiswa

   Sebagai penerapan dari ilmu teori yang telah diperoleh di bangku perkuliahan.

b. Bagi Perusahaan

1) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu pertimbangan dan evaluasi bagi komponen yang ada di dalam PT Makassar Tene guna meningkatkan kualitas produk yang baik dan memenuhi standar.
2) Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu memperbaiki proses dan mengurangi kecacatan produk pada PT Makassar Tene.

c. Bagi Pembaca

Sebagai acuan atau masukan dalam melakukan penelitian yang sejenis pada masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

2.1.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu indikator penting bagi perusahaan untuk dapat eksis di tengah ketatnya persaingan dalam industri. Kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Dalam mendefinisikan kualitas produk, ada lima pakar utama dalam manajemen mutu terpadu (*Total Quality Management*) yang saling berbeda pendapat, tetapi maksudnya sama. Di bawah ini dikemukakan pengertian kualitas dari lima pakar TQM (Nasution, 2001:15-16):

a. Menurut Juran (1993:32)

Kualitas adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Kecocokan penggunaan itu didasarkan pada lima ciri utama berikut:

1) Teknologi, yaitu kekuatan atau daya tahan.
2) Psikologis, yaitu citra rasa atau status.
3) Waktu, yaitu kehandalan.
4) Kontraktual, yaitu adanya jaminan.
5) Etika, yaitu sopan santun, ramah dan jujur.

Kecocokan penggunaan suatu produk adalah apabila produk mempunyai daya tahan penggunaan yang lama, meningkatkan citra atau status konsumen yang memakainya, tidak mudah rusak, adanya jaminan kualitas dan sesuai etika bila digunakan. Khusus untuk jasa diperlukan pelayanan kepada pelanggan yang ramah, sopan serta jujur sehingga dapat menyenangkan atau memuaskan pelanggan.

b. Menurut Crosby (1979:58)

Kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Standar kualitas meliputi bahan baku, proses produksi dan produk jadi.

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari definisi kualitas di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut:

1) Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2) Kualitas mencakup produk, jasa manusia, proses dan lingkungan.
3) Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang) (Nasution, 2001:15).

Kualitas secara umum terbagi menjadi dua bagian yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan yaitu:

1) Kualitas rancangan merupakan semua barang dan jasa dihasilkan dalam berbagai tingkat kualitas. Misalnya semua mobil mempunyai tujuan dasar

memberikan angkutan yang aman bagi konsumen. Tetapi mobil-mobil berbeda dalam ukuran, penentuan, rupa dan penampilan. Perbedaan-perbedaan inia dalah hasil perbedaan rancangan yang disengaja antara jenis-jenis mobil itu.

2) Kualitas kecocokan adalah seberapa baik produksi yang sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu. Kualitas kecocokan dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan angkatan kerja, jenis sistem jarninan kualitas yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas ini diikuti, dan motivasi angkatan kerja untuk mencapai kualitas.

Kualitas suatu produk ditentukan oleh ciri-ciri suatu produk yang dihasilkan. Setiap ciri kualitas yang mendukung produksi disebut karakteristik kualitas. Karakteristik kualitas terdiri dari beberapa jenis yaitu:

1) Fisik meliputi panjang, berat, voltase dan kekentalan.
2) Indera meliputi rasa, bentuk, penampilan dan warna.
3) Orientasi waktu, meliputi keandalan (dapat dipercaya), dapat dipelihara dan dapat dirawat.

Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas secara garis besar orientasinya adalah kepuasan konsumen (pelanggan) yang merupakan tujuan perusahaan yang berorientasi pada kualitas. Dari beberapa defenisi 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 hasil produk tersebut. Untuk memperbaiki kualitas suatu produk atau jasa, baik supplier maupun customer harus mempunyai pengertian yang jelas mengenai karakteristik kualitas yang menjadi kepentingannya. Selanjutnya pihak perusahaan mengerti definisi tersebut dari pada *customer*. Dalam situasi kerja secara kelompok, setiap anggota perlu saling menyetujui definisi kualitas berdasarkan pada informasi dari *customer* mengenai suatu produk atau jasa tertentu. Menurut Hardjosoedarmo (2015) ada beberapa karakteristik kualitas yaitu sebagai berikut:

1) *Performance* yaitu karakteristik kerja pokok, misalnya kecepatan pesawat udara melebihi mach 2, kecepatan kapal melebihi 30 mil per jam.
2) *Timeliness* yaitu terjadi pada waktu yang wajar, misalkan dalam suatu antrian, waktu untuk memperbaiki total, waktu penyediaan suku cadang dalam 48 jam.
3) *Reliability* yaitu terjadi pada suatu waktu yang wajar, misalkan dalam suatu antrian, waktu untuk memperbaiki total, waktu penyediaan suku cadang dalam 48 jam.

2.1.2 Indikator Kualitas

Seperti jelaskan di atas, bahwa para pakar telah mendefinisikan kualitas secara beragam menurut pendapatnya masing-masing, begitu juga dengan indikator kualitas. Menurut Garvin yang dikutip oleh Fandy Tjiptono (2012 : 121) kualitas produk memiliki indikator-indikator yaitu sebagai berikut :

a. *Performance* (kinerja). Karakteristik kinerja utama produk.

b. *Feature* (profil). Aspek sekunder dari kinerja, atau kinerja tambahan dari suatu produk.

c. *Reliability (*keandalan*).* Kemungkinan produk malfungsi atau tidak berfungsi dengan baik, dengan konteks ini produk atau jasa dapat dipercaya dalam menjalankan fungsinya.

d. *Conformance* (kesesuaian). Kesesuaian atau cocok dengan keinginan atau kebutuhan konsumen.

e. *Durability* (daya tahan). Daya tahan produk atau masa hidup produk, baik secara ekonomis maupun teknis.

f. *Serviceability* (kepelayanan). Kecepatan, kesopanan, kompetensi, mudah diperbaiki.

g. *Aesthetics* (keindahan). Keindahan produk dalam desain, rasa, suara atau bau dari produk, dan ini bersifat subyektif.

h. *Perceived quality* (kualitas yang dipersepsi). Merupakan persepsi konsumen terhadap keseluruhan kualitas atau keunggulan suatu produk.

2.1.3 Faktor yang mempengaruhi kualitas

Terlepas dari komponen yang dapat dijadikan objek kualitas, secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dapat di klasifikasikan sebagai berikut (yamit, 2002:349):

a. Fasilitas operasi seperti kondisi fisik bangunan

b. Peralatan dan perlengkapan

c. Bahan baku atau material

d. Pekerjaan ataupun staf organisasi

2.1.4 Strategi peningkatan kualitas

Peningkatan kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu proses pengumpulan dan analisis data kualitas, serta menentukan dan menginterpretasikan pengukuran-pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu sistem industri, untuk meningkatkan kualitas produk, guna memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Menurut Miranda (2002) bahwa peningkatan kualitas produk dengan statistika dilaksanakan dengan menggunakan strategi tiga elemen dasar yang semuanya berfokus pada proses organisasi, yaitu:

a. Perbaikan proses

   Strategi ini bertujuan untuk menemukan solusi dengan menghilangkan akar penyebab masalah kinerja usaha dalam mencapai target.

b. Desain ulang proses

   Strategi ini bertujuan untuk membangun bisnis yang lebih baik dengan cara menempatkan suatu proses pada proses yang baru. Desain ini juga disebut dengan Desain Statistik, yaitu prinsip statistika digunakan untuk membuat produk atau jasa baru yang berhubungan erat dengan kebutuhan pelanggan, dan divalidasikan dengan data serta pengujian

c. Manajemen proses

   Pada strategi manajemen proses, kebijakan organisasi dan pelaksanaan statistika menjadi bagian yang menyatu dalam menjalankan program

meningkatkan kualitas produk, yaitu antara lain dengan melakukan perbaikan proses dan desain ulang proses yang dilaksanakan bersamaan dengan alat-alat peningkatan atau perbaikan dengan statistika secara terus-menerus untuk meningkatkan kinerja, daya saing dan probabilitas perusahaan.

Variasi yang berlebihan seringkali mengakibatkan adanya pemborosan, misalnya berupa uang,waktu,dan usaha, sehingga peningkatan kualitas juga merupakan cara pengurangan pemborosan. Dengan demikian, perekayasaan kualitas dapat diartikan sebagai sekumpulan aktifitas dalam operasi manajerial rekayasa, dimana perusahaan menjamin bahwa kualitas karakteristik suatu produk dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Sedangkan peningkatan kualitas dapat diartikan sebagai pengurangan variasi dalam proses dan produk untuk menyusaikan dengan spesifikasi dan toleransi yang ditetapkan oleh bagian desain dan pengembangan produk yang berorientasi pada kebutuhan dan harapan pelanggan.

2.1.5 Teknik perbaikan kualitas

Pakar kualitas W. Edwards Deming mengajukan cara pemecahan masalah melalui *Statistical Process Control* (SPC) atau *Statistical Quality Control* (SQC) yang dilandasi 7 tujuh alat statistik utama yaitu diagram sebab akibat, *check sheet*, diagram pareto, *control chart*, histogram, stratifikasi, dan *scatter diagram*. Alat-alat ini berguna dalam pengumpulan informasi yang objektif untuk dijadikan dasar pengambilan keputusan.

a. *Check Sheet* (Lembar Pengecekan)

Check Sheet atau sering orang menyebutnya *Check List* atau *Tally Chart* merupakan alat pertama dari tujuh alat dasar manajemen kualitas yang sederhana dan digunakan untuk mencatat dan mengklasifikasi data yang telah diamati. *Check Sheet* merupakan suatu daftar yang mengandung atau mencakup factor-faktor yang ingin diselidiki. *Check Sheet* merupakan daftar yang berisi unsur-unsur yang mungkin terdapat dalam situasi atau tingkah laku atau kegiatan individu yang diamati.

b. Histogram

Histogram digunakan untuk menyajikan data secara visual sehingga lebih mudah dilihat oleh pelaksana dan untuk mengetahui bentuk distribusi data kemudian distribusi data digunakan untuk melakukan analisis kemampuan proses. Histogram merupakan alat statistik yang terdiri atas batang-batang yang mewakili suatu nilai tertentu. Panjang batang proporsional terhadap frekuensi atau frekuensi relatif suatu nilai tertentu. Histogram menjelaskan variasi proses, namun belum mengurutkan ranking dari variasi terbesar sampai dengan yang terkecil. Histogram juga menunjukkan kemampuan proses dan apabila memungkinkan histogram dapat menunjukkan hubungan dengan spesifikasi proses dan angka-angka nominal, misalnya rata-rata.

Adapun mekanisme penyusunan atau langkah-langkah penyusunan histogram adalah sebagai berikut:

1) Mengumpulkan data pengamatan (n)
2) Memilih harga maksimum dan minimum, meliputi:

a) Menyusun data dalam baris dan kolom

b) Pilih angka maksimum tiap baris

c) Pilih angka minimum tiap baris

d) Tentukan maksimum dan minimum dari keseluruhan observasi

3) Menghitung rentang atau *range* (R), yaitu nilai maksimum dikurangi nilai minimum atau skor terbesar dikurangi skor terkecil.

4) Menentukan jumlah kelas (K) yang diperlukan untuk mengelompokkan suatu perangkat data.

$$K = f(R) = 1 + 3.3 \log R \text{ atau } K = \sqrt{n}$$

5) Tentukan kelas interval (KI)

Untuk menentukan kelas interval perlu ditentukan dahulu bilangan awal untuk interval kelas pertama.Bilangan awal ini merupakan kelipatan dari panjang kelas dan tidak lebih kecil dari skor yang terkecil dikurangi panjang kelas. Bilangan awal ini harus sama dengan atau lebih kecil dari skor terkecil. Maka untuk menentukan kelas interval yaitu nilai rentang dibagi jumlah kelas.

$$KI = R/K$$

6) Tentukan batas bawah kelas interval terendah (BB) dan batas atas kelas interval (BA), yaitu:

$$BB = min - KI / 2$$

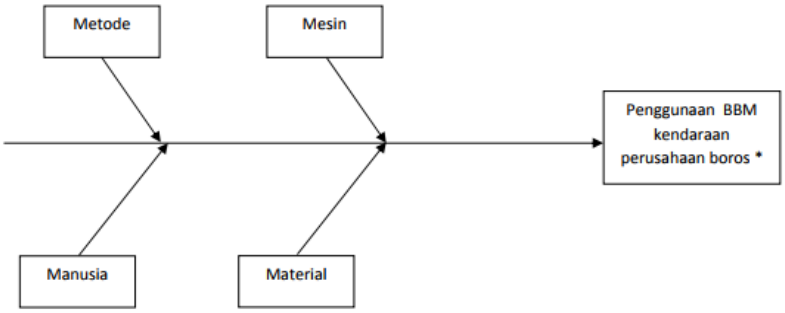
$$BA = max - KI / 2$$

Tentukan banyaknya observasi pada masing-masing kelas dan yakinkan bahwa kelas-kelas tersebut tidak saling tumpang tindih.

7) Menggambarkan frekuensi histogram dan menyusun diagram batangnya.

c. *Cause – Effect Diagram* (Diagram Sebab Akibat)

Diagram ini digunakan untuk menyajikan penyebab suatu masalah secara grafis atau mengetahui hubungan antara sebab dan akibat suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Sebab Akibat

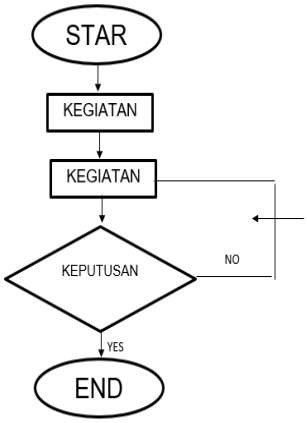
d. *Scattered Diagram* (Diagram Penyebaran)

Diagram penyebaran merupakan diagram atau grafik yang digunakan untuk melihat hubungan antar faktor atau antara sebab dan akibat dari dua variabel yaitu variable x dan variabel y. Untuk menggambar grafiknya kita perhatikan data prestasi kerja karyawan (y) dengan pengalaman kerja (x1) karyawan disuatu perusahaan.

e. Diagram Pencar

Diagram alur merupakan diagram yang menunjukkan aliran atau urutan suatu peristiwa. Diagram tersebut akan memudahkan dalam menggambarkan suatu sistem, mengindetifisikan masalah dan melakukan tindakan pengendalian. Diagram alur identik dengan flowchart yang digunakan dalam merencanakan langkah-langkah apa yang direncanakan selanjutkan dalam pengendalian kualitas

produksi. Berikut diagram alur ditunjukkan apa gambar di bawah.



Gambar 2.2 Diagram Alur (flowchart)

f. *Pareto Diagram* (Diagram Pareto)

Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yang bernama Afredo Pereto pada tahun 1848–1923. Diagram pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Tujuan diagram pareto adalah membuat peringkat masalah-masalah yang potensial untuk disesuaikan. Diagram digunakan untuk menentukan langkah yang harus diambil sebagai upaya menyelesaikan masalah.

Menurut Mitra (1993) dan Besterfield (1998), bahwa ada enam langkah penyusunan diagram pareto, yaitu sebagai berikut:

1) Menentukan metode atau arti dari pengklarisifikasian data misalnya berdasarkan masalah penyebab jenis ketidak dan lain sebagainya.
2) Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik – karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit dan sebagainya.
3) Mengumpulkan dara sesuai interval waktu yang telah ditentukan.

4) Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.

5) Menghitung frekuensi komulatif atau presentase komulatif yang digunakan.

6) Menggambarkan diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan *relative* masing- masing penting untuk masalah. Mengindetifikasi beberapa hal penting untuk mendapatkan perhatian.

g. *Control Chart* (Peta kendali)

Teknik yang paling umum dilakukan dalam pengontrolan kualitas secara statistik adalah dengan menggunakan diagram *control shewhart*. Penggagas paling awal dari bagan pengawasan proses secara statistical adalah Dr. Walter A. Shewhart tahun 1920. Gagasan dasar dari bagan pengawasan shewhart memerlukan satu pakar analis untuk mengambil contoh produk (sampel) dari proses secara periodik dan melakukan perhitungan statistik untuk melihat dan merangkum kondisi proses.

2.2 Pengendalian

2.2.1 Pengertian pengendalian

Pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

Pengendalian kualitas merupakan suatu sistem verivikasi dan penjagaan atau perawatan dari suatu tingkatan atau derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus, serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Dengan demikian hasil yang diperoleh dari kegiatan pengendalian kualitas ini benar-benar bisa memenuhi standar-standar yang telah direncanakan atau ditetapkan.

Dr. Juran (1962) mendukung pendelegasian pengendalian kualitas kepada tingkat paling bawah dalam organisasi melalui penempatan karyawan ke dalam swakendali (*self-control*). Pengendalian kualitas melibatkan beberapa aktivitas yaitu:

a. Mengevaluasi kerja aktual *(actual performace)*
b. Membandingkan aktual dengan target / sasaran
c. Mengambil tindakan atas perbedaan antara aktual dan target.

Pada dasarnya performasi kualitas dapat ditentukan dan diukur berdasarkan karakteristik kualitas terdiri dari beberapa sifat atau dimensi yaitu:

a. Fisik seperti panjang, berat, diameter, tegangan, kekentalan
b. Sensoris (berkaitan dengan panca indera) seperti rasa, penampilan, warna, dan bentuk.

c. Orientasi waktu seperti keandalan, kemampuan pelayanan, kemudahan pemeliharaan, ketepatan waktu penyerahan produk.

d. Orientasi biaya seperti berkaitan dengan dimensi biaya yang menggambarkan harga atau ongkos dari suatu produk yang harus dibayarkan oleh konsumen.

Pengendalian kualitas adalah kombinasi semua alat dan teknik yang digunakan untuk mengontrol kualitas suatu produk dengan biaya seekonomis mungkin dan memenuhi syarat pemesan.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.

Dalam mengendalikan proses kita berusaha menyelidiki dengan cepat apabila terjadi gangguan proses dan tindakan pembetulan dapat segera dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai dengan standar produksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengendalian kualitas antara lain:

1) Dari segi operator

Yaitu keterampilan dan keahlian dari manusia yang menangani produk

2) Dari segi bahan baku

Yaitu bahan baku yang dipasok oleh penjual.

3) Dari segi jenis mesin

Yaitu mesin dan elemen-elemen mesin yang digunakan dalam proses produksi.

Menurut Ahyari Agus (1994:57) dalam kaitannya dengan mutu atau kualitas produk mengatakan bahwa pengendalian adalah segala aktivitas untuk menjaga dan mengarahkan agar mutu atau kualitas produk dapat dipertahankan sebagai mana yang telah direncanakan. Mutu bukan merupakan suatu hal yang bersifat kebetulan atau tiba-tiba, tetapi merupakan hasil perencanaan yang terencana dan sistematis jauh sebelum produk tersebut dibuat.

Kegiatan pengendalian kualitas merupakan 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.

Pengendalian kualitas menurut Sritomo Wigujosoebroto (252:2003) merupakan suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkatan/derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta diperoleh dengan kegiatan pengendalian kualitas benar-benar bisa memenuhi standar yang telah direncanakan.

2.2.3 Tujuan pengendalian kualitas

Maksud dan tujuan pengendalian kualitas adalah untuk spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standar dan dapat terlihat pada produk akhir, yang tujuannya agar barang atau produk hasil produksi sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan.

Tujuan pengendalian kualitas menurut Sofjan Assaurani (1998:210) adalah:

a. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualiutas yang telah ditetapkan.
b. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
c. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
d. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

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 kualitas 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 terjadi diusahakan serendah-rendahnya.

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

2.2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas

Menurut Douglas C. Montgomery (2001:26) bahwa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengendalian kualitas pada produksi suatu barang di perusahaan :

a. Kemampuan proses

Batas–batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan sesuatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

b. 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.

c. 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.

d. Biaya kualitas

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

1) Biaya Pencegahan (*Prevention Cost*) merupakan biaya yang terjadi untuk

mencegah terjadinya kerusakan produk yang dihasilkan.

2) Biaya Deteksi/Penilaian (*Detection/ Appraisal Cost*) adalah biaya yang timbul untuk menentukan apakah produk atau jasa yang dihasilkan telah sesuai dengan persyaratan-persyaratan kualitas sehingga dapat menghindari kesalahan dan kerusakan sepanjang proses produksi.
3) Biaya Kegagalan Internal (*Internal Failure Cost)* merupakan biaya yang terjadi karena adanya ketidaksesuaian dengan persyaratan dan terdeteksi sebelum barang atau jasa tersebut dikirim ke pihak luar (pelanggan atau konsumen).
4) Biaya Kegagalan Eksternal (*Eksternal Failure Cost)* merupakan biaya yang terjadi karena produk atau jasa tidak sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diketahui setelah produk tersebut dikirimkan kepada para pelanggan atau konsumen.

2.3 Metode *Six Sigma*

Sejak tahun 1920an, kata '*Sigma*' telah dipergunakan oleh para matematikawan dan insinyur sebagai suatu simbol untuk suatu unit pengukuran dalam variasi kualitas produk. Pada pertengahan 1980an, para insinyur di Motorola Inc, USA menggunakan '*Six Sigma*' sebagai suatu nama informal untuk inisiatif dalam perusahaan untuk mengurangi kesalahan dalam proses produksi, karena itu mencerminkan kualitas tingkat tinggi yang sesuai.

Six sigma merupakan suatu sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk

mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis. Didefinisikan secara luas sebagai 3,4 DPMO (Gasperz, 2002).

Tabel 2.1 Hubungan sigma dengan DPMO

Sigma	**Parts per Million**
6 sigma	3,4 *defects per million*
5 sigma	*233 defects per million*
4 sigma	6.210 *defects per million*
3 sigma	66.807 *defects per million*
2 sigma	308.547 *defects per million*
1 sigma	690.000 *defects per million*

Sumber : Pande, Peter 2000.

Didalam penerapan *Six Sigma* ada 5 langkah yang disebut DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Gazpersz, 2002). Berikut perincian dari tahapan DMAIC:

1. *Define*

Pada tahap pendefinisian (*Define*) dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

a. Pemetaan Proses Produksi

Pemetaan proses bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses produksi secara umum. Untuk mengidentifikasi tahapan ini, dilakukan wawancara terhadap karyawan.

b. Identifikasi Karakteristik Kualitas Produk Akhir

Dalam hal ini adalah identifikasi data karakteristik kualitas produk akhir

proses *packing* yang diinginkan.

c. Pendefinisian CTQ Prioritas Pendefinisian

CTQ prioritas ini dimaksudkan agar penelitian dapat lebih fokus dalam perbaikan proses pada CTQ prioritas.

2. *Measur*e

Pada tahap pengukuran (*measure*) dilakukan pengukuran level sigma yang dilakukan dengan mengonversikan hasil jumlah kecacatan dalam *Defect per Million Opportunities* (DPMO) ke dalam level sigma.

a. Pengumpulan Data CTQ (*Critical to Quality*)

Prioritas Pengukuran CTQ yang diprioritaskan terdapat dalam bagian ini. Data ini akan digunakan dalam penghitungan level sigma, stabilitas.

b. Pengukuran Level Sigma

Salah satu parameter kunci keberhasilan penerapan konsep six sigma dapat dilihat dari hasil perhitungan level sigma pada output proses yang merupakan ukuran pencapaian target menuju tingkat kegagalan nol (*zero de*fect). Semakin tinggi level sigma akan membuat tingkat kecacatan yang diproduksi per satu juta kesempatan (DPMO) semakin rendah, sehingga produk tersebut akan semakin memenuhi ekspektasi dari pelanggan.

c. *Defect per Opportunity* (DPO) Menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok

$$DPO = \frac{Jumlah\ Defect}{\text{Unit yang Diinspeksi x Peluang Defect}}$$

d. *Defect per Million Opportunities* (DPMO) Mengukur Jumlah Kecacatan Tiap Satu Juta Peluang Terjadinya Kecacatan

$$DPMO = \frac{Jumlah\ cacat}{\text{jumlah unit diperiksa x CTQ potensial}} \text{x } 1000000$$

e. Mengukur Level Sigma dengan Mengonversikan Nilai DPMO (dengan menggunakan konsep dari six sigma motorola, dimana prosesnya mengizinkan bergesernya nilai target rata-rata setiap CTQ individual dari proses sebesar ± 1,5 sigma).

f. Plot proporsi unit cacat dan mengamati apakah data tersebut berada dalam pengendalian atau tidak.

3. Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis meliputi : Pembuatan *Cause and Effect* Diagram.

4. *Improve*

Pada tahap *Improve* dibangun rencana tindakan perbaikan dan peningkatan kualitas untuk menghilangkan akar-akar penyebab dan mencegah penyebab-penyebab itu berulang kembali sehingga menjadi sebuah prosedur operasi baru.

5. *Control*

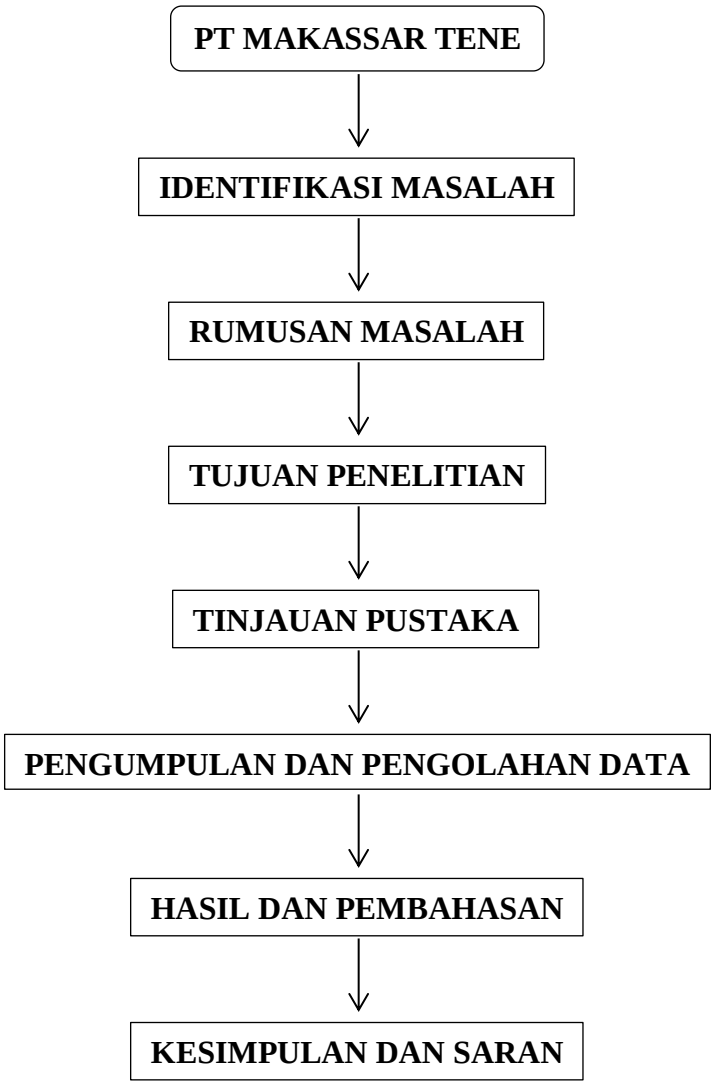
Adapun tahap *control* (pengendalian) sebagai proyek *six sigma* yang menekankan terhadap pendokumentasian dan penyebarluasan tindakan yang dilakukan dan mempunyai tujuan untuk mengevaluasi proses perbaikan yang telah dilakukan dengan efektif dan efisien serta untuk menjaga kondisi proses agar tetap stabil dan tidak mengalami penurunan kembali.

2.4 Gula Rafinasi

Gula rafinasi atau *refined sugar* adalah gula mentah yang telah mengalami proses pemurnian untuk menghilangkan molase sehingga gula rafinasi berwarna lebih putih dibandingkan gula mentah yang lebih berwarna kecokelatan. Kata rafinasi diambil dari kata *Refinery* yang artinya menyuling, menyaring, membersihkan. Jadi bisa dikatakan bahwa gula rafinasi adalah gula yang mempunyai kualitas kemurnian yang tinggi.

Di Indonesia, penggunaan gula rafinasi dibatasi untuk konsumsi tidak langsung atau anatara melalui industri makanan, minuman dan farmasi karena untuk konsumsi langsung di sektor rumah tangga masih dilarang untuk kepentingan perlindungan industri gula dalam negeri.

2.4 Kerangka Berpikir



Gambar 2.3. Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat atau lokasi penelitian ini dilaksanakan pada PT Makassar Tene yang terletak di jalan Ir.Sutami no. 38 Makassar.Waktu penelitian yaitu terhitung mulai dari tanggal 16 Juli sampai dengan 26 September 2018.

3.2. Alat dan Bahan

Dalam pengumpulan dan pengolahan data, adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.2.1. Alat

a. Alat tulis

b. Laptop

c. *Software Microsoft Office Word*

d. *Software Microsoft Office Excel*

3.2.2. Bahan

a. Data kecacatan produk pada produksi gula rafinasi di *Dept. Product sugar warehouse* bulan januari sampai dengan bulan september 2018.

b. Data sekunder berdasarkan penelitian langsung pada PT. Makassar Tene.

3.3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasi yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data, dimana melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung di perusahaan yang menjadi objek penelitian. Teknik pengumpulan data yang dilakukan sebagai berikut:

3.4.1. Studi lapangan

Studi lapangan ini dilakukan dengan tahapan yaitu melakukan penelitian langsung di perusahaan untuk mengetahui dan memperoleh data-data aktual yang merupakan gambaran nyata yang terjadi pada PT Makassar Tene dengan jalan :

a. Observas*i*, yaitu melakukan pengamatan secara langsung jalannya proses yang menjadi tinjauan umum penulis.
b. Wawancara, yaitu mendapatkan data dengan melakukan wawancara langsung dengan narasumber dalam hal ini *head of warehouse* PT Makassar Tene yang memberikan penjelasan dan data yang berhubungan dengan objek penulisan dalam penelitian ini.

3.4.2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan ini dilakukan untuk mencari teori yang berkaitan dengan pengendalian kualitas serta teori-teori lain yang berkaitan dengan penelitian.

3.5. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yakni data sekunder yang diperoleh dari instansi dan data kualitatif yakni data primer untuk keperluan analisis yang diambil secara langsung baik dengan tanya jawab maupun observasi langsung untuk mendapatkan penjelasan tentang asal dari data sekunder. Data yang digunakan bersumber dari Dept. *Product Sugar Warehouse* PT Makassar Tene.

3.6. Analisa Data

Analisis merupakan tahap pembahasan pengelolaan data yang ada, Dalam penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma DMAIC*, meliputi tahap pendefinisian *(Define)*, pengukuran (*Measure*), analisis (*Analyz*e), perbaikan (*Improve*), serta pengendalian (*Control*).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

4.1.1. Data Produksi

Berdasarkan data produksi Gula rafinasi yang dikumpulkan dari hasil dokumentasi catatan perusahaan selama bulan januari sampai dengan bulan september 2018 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Produksi Gula Rafinasi

No.	Bulan	Jumlah Produksi (sak)
1	januari	73.605
2	februari	371.490
3	maret	387.541
4	april	320.740
5	mei	314.559
6	juni	325.584
7	juli	418.763
8	agustus	335.860
9	september	323.613

Sumber: Data sekunder Pada PT. Makassar Tene

4.1.2. Data Kecacatan Produk

Adapun beberapa jenis kecacatan gula rafinasi pada PT Makassar Tene yaitu:

1. Gagal Jahit yaitu kecacatan yang terjadi pada kemasan produk gula rafinasi yang disebabkan karena penempatan kemasan tidak sesuai dengan alur yang akan dijahit oleh mesin.

2. Robek Forklift yaitu kecacatan produk yang di sebabkan oleh mesin forklift pada saat mengangkat produk atau memindahkan produk sehingga membuat produk robek dan tidak layak untuk di pasarkan.
3. Tali jumbo putus adalah jenis cacat diakibatkan karena tali jombo yang putus pada saat pengangkutan produk yang baru jadi ke ruang penyimpanan maupun pada saat pengangkutan ke kontainer oleh forklift.
4. *Greeper* adalah cacat yang terjadi karena pengangkatan produk oleh Greeper robotik pada saat produk di susun untuk di angkat oleh forklift.

Berdasarkan Data kecacatan produk Gula Rafinasi yang diperoleh dari hasil dokumentasi catatan perusahaan selama bulan januari sampai dengan bulan september 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Kecacatan Produk Gula Rafinasi periode januari-september 2018

no	Bulan	Jumlah Produksi (sak)	Jenis Kecacatan				Jumlah Produk cacat (sak)
			Gagal Jahit (sak)	Robek Forklift (sak)	Greeper (sak)	Tali Jumbo putus(sak)	
1	januari	73.605	197	434	254	447	1332
2	februari	371.490	112	200	103	78	493
3	maret	387.541	126	221	64	45	456
4	april	320.740	178	257	99	482	1016
5	mei	314.559	197	332	90	691	1310
6	juni	325.584	170	168	76	280	694
7	juli	418.763	179	188	78	165	610
8	agustus	335.860	177	367	90	260	894
9	september	323.613	172	176	90	188	626
Total		2871755	1508	2343	944	2636	7431

Sumber: Data sekunder Pada PT. Makassar Tene

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa ada empat hal yang membuat terjadinya kecacatan produk di PT Makassar Tene yaitu kecacatan yang

disebabkan karena gagal jahit, robek forklift, greeper dan tali jumbo bag putus. Pada tabel diatas juga diperoleh informasi bahwa jumlah cacat terbanyak berada pada periode januari yaitu sebanyak 1332 sak. Jumlah cacat yang terjadi antara bulan januari sampai dengan bulan september sebanyak 7431 sak.

4.2 Pengolahan data

Six sigma sebagai salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas, dengan metode *six sigma* memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan kapasitas produksi. *Six sigma* merupakan alat penting bagi manajemen produksi untuk menjaga, memperbaiki, mempertahankan kualitas produk dan terutama untuk mencapai peningkatan kualitas menuju *zero defect*. Dalam penelitian ini pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* yang melalui lima tahapan analisis yaitu *define, measure, analyze, improv* dan *control*.

4.2.1. *Define*

Define merupakan tahap pendefinisian masalah kualitas dalam produk gula rafinasi pada PT Makassar Tene pada tahap ini yang menjadikan produk mengalami cacat didefinisikan penyebabnya.

a. Mengidentifikasi CTQ *(Critical to Quality)*

CTQ *(Critical to Quality)* merupakan kriteria produk yang telah ditetapkan standarnya sebagai patokan kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

Dalam penelitian ini data jenis kecacatan yang di kelompokkan dapat dilihat pada tabel 4.3**.**

Tabel 4.3 CTQ Potensi Produk Gula Rafinasi

No	CTQ (Critical to Quality)	Keterangan
1	Gagal Jahit	kemasan produk (mulut karung) tidak tertutup maksimal, gula berceceran.
2	Robek Forklift	kerusakan pada bagian kemasan, karung robek akibat garpu tala dari forklift.
3	Greeper	jenis kecacatan yang di sebabkan oleh Greeper robotik, cengkraman robot penyusun produk di gudang.
4	Tali Jumbo Putus	terjadi pada saat pengangkatan produk oleh forklift, tali jumbo putus dan produk berjatuhan.

Sumber : PT. Makassar Tene

b. Persentase Jumlah Cacat

Dari tabel diatas, dapat dihitung persentase jumlah cacat secara keseluruhan. Setelah didapat persentase untuk masing – masing produk diurutkan mulai dari persentase yang terbesar ke terkecil dan dihitung kumulatif. Persentase dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Persentase Jumlah Cacat

No	Jenis kecacatan	Jumlah cacat	Persentase	Persentase kumulatif
1	Tali jumbo bag putus	2636 sak	35,5	35,5
2	Robek forklift	2343 sak	31,5	67,0
3	Gagal jahit	1508 sak	20,3	87,3
4	Greeper	944 sak	12,7	100,0
Total		7431 sak	100	

Sumber : data diolah 2019

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa jenis kecacatan yang paling besar yaitu Tali jumbo bag putus dengan persentase kecacatan sebesar 35,5%.

4.2.2. *Measure*

Tahap Pengukuran (*Measure*) adalah tahap kedua dalam metode ini yang merupakan tahap pengukuran terhadap cacat yang terjadi. Dalam tahap ini akan ditentukan nilai DPMO dan nilai Sigma Level.

a. DPMO dan Nilai Sigma

DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) adalah ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan.

Nilai Sigma merupakan ukuran dari kinerja perusahaan yang menggambarkan kemampuan dalam menghasilkan produk bebas cacat. Untuk mengukur tingkat *Six Sigma* dari hasil produksi dapat dilakukan dengan cara menggunakan persamaan yaitu:

1) Menghitung DPMO (*Defect Per Million Oportunities*)

$$DPMO = \frac{jumlah\ produk\ cacat}{(banyaknya\ sampel\ x\ jumlah\ CTQ)} x\ 1.000.000$$

2) Mengkonvensikan hasil perhitungan DPMO dengan tabel *Six Sigma* untuk mendapatkan hasil sigma.

$$Nilai\ Sigma\ = Normsinv\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) +\ 1.5$$

3) Mengkonvesikan hasil perhitungan DPMO dengan tabel *six sigma* untuk mendapatkan hasil sigma.

Tabel 4.5 Pengukuran Sigma Dan *Defect Per Million Oportunities (DPMO)*

No.	Bulan	Jumlah Produksi (Sak)	Jumlah Cacat (Sak)	CTQ	DPMO	Nilai SIGMA
1	Januari	73.605	1332	4	4524,15	4,11
2	Februari	371.490	493	4	331,77	4,90
3	Maret	387.541	456	4	294,16	4,94
4	April	320.740	1016	4	791,92	4,66
5	Mei	314.559	1310	4	1041,14	4,58
6	Juni	325.584	694	4	532,89	4,77
7	Juli	418.763	610	4	364,17	4,88
8	Agustus	335.860	894	4	665,46	4,71
9	September	323.613	626	4	483,60	4,80
Total		2.871.755	7431		9029,26	42,35
Rata-rata		319084	826		1003,25	4,71

Sumber : Pengolahan data *Ms. Excel* 2019

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai DPMO rata – rata sebesar 1003,25 dan nilai sigma sebesar 4,71. Berdasarkan (Vincent Gaspersz 2002) diketahui bahwa rata–rata industri di Indonesia masih berada pada tingkat sekitar 3 – 4 sigma dengan nilai DPMO 6.210 – 66.807. Hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses penyebab cacat produk ini masih pada tingkat rata– rata industri di Indonesia. Tetapi dengan demikian hal ini merupakan sebuah kerugian yang cukup besar apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi.

4.2.3. *Analyze*

a. Diagram Pareto

Data yang diolah untuk mengetahui persentase jenis produk yang ditolak. Dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kerusakan} = \frac{Jumlah\ Kerusakan\ Jenis}{Jumlah\ Kerusakan\ Keselurhan} \times 100\%$$

Presentase jenis produk cacat yang ditolak sebagai berikut:

1) Gagal jahit sebanyak 1.508 sak.

   Perhitungan:

   $$\text{Kerusakan } = \frac{1.508}{7.431} X\ 100$$

   Kerusakan = 20,3 % = 20%

2) Robek forklift sebanyak 2.343 sak

   Perhitungan:

   $$\text{Kerusakan } = \frac{2.343}{7.431} X\ 100$$

   Kerusakan = 31,5 % =32%

3) Greeper sebanyak 944 sak

   $$\text{Kerusakan } = \frac{944}{7.431} X\ 100$$

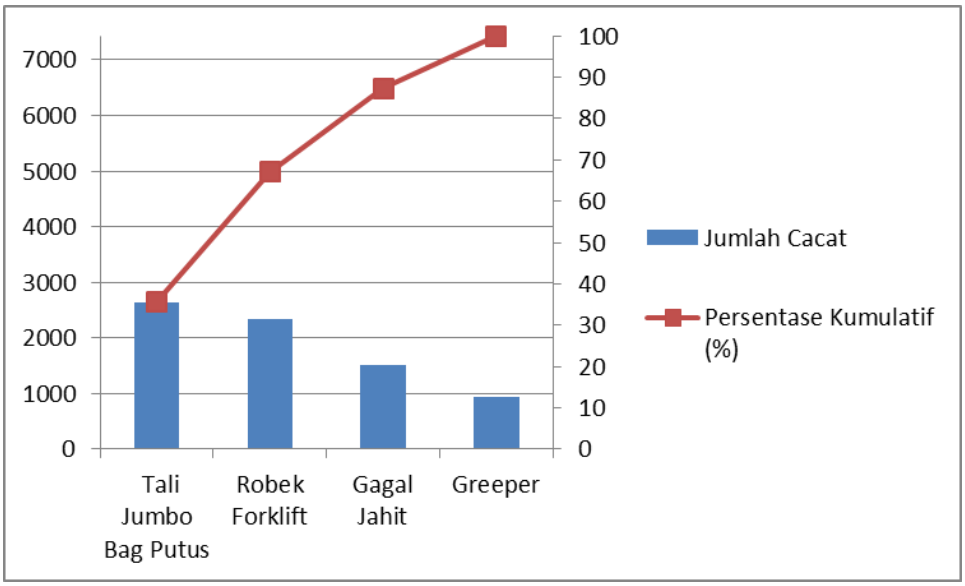
   Kerusakan = 12,7% = 13%

4) Tali jumbo bag putus sebanyak 2.636 sak

   $$\text{Kerusakan } = \frac{2.636}{7.431} X\ 100$$

   Kerusakan = 35,47% = 35%

Hasil perhitungan di atas dapat digambarkan dalam diagram pareto yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram Pareto

b. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab kerusakan produk secara umum dapat digolongkan sebagai berikut:

1) Manusia *(Man)*

   Para pekerja yang melakukan pekerjaan yang terlibat dalam proses produksi.

2) Bahan baku *(material)*

   Segala sesuatu yang dipergunakan oleh perusahaan sebagai komponen produk yang akan diproduksi, terdiri dari bahan baku utama dan bahan utama pembantu.

3) Mesin *(Machine)*

Mesin–mesin dan berbagai peralatan yang digunakan dalam proses produksi.

4) Metode *(method)*

Instruksi kerja atau perintah erja yang harus diikuti dalam proses produksi.

5) Lingkungan *(Environment)*

Keadaan sekitar perusahaan yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi proses produksi secara khusus.

Setelah diketahui jenis kecacatan yang terjadi, maka perusahaan PT. Makassar Tene perlu mengambil langkah perbaikan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang serupa. Hal paling penting harus dilakukan dan ditelusuri adalah mencari penyebab timbulnya kerusakan tersebut. Sebagai alat bantu untuk mencari penyebab terjadinya kecacatan tersebut, digunakan diagram sebab akibat atau yang disebut *fishbone chart*. Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri jenis masing-masing kecacatan yang terjadi adalah sebagai berikut :

1. Gagal Jahit

Gagal Jahit adalah jenis cacat yang terjadi pada proses produksi gula pada PT Makassar Tene. Adapun unsur yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut:

a. Faktor manusia

Manusia Sebagai unsur utama dalam proses produksi, manusia sangat berpotensi sebagai penyebab kecacatan karena memiliki banyak peran dan harus

menyesuaikan dengan tempat ia bekerja. Dalam proses produksi gula di PT Makassar Tene penyebab kecacatan yang diakibatkan unsur manusia yaitu Pekerja kurang teliti dalam menyetel dan mengawasi mesin sehingga produk ada yang belum selesai jahitanya sudah di pindahkan ke stasiun kerja lain.

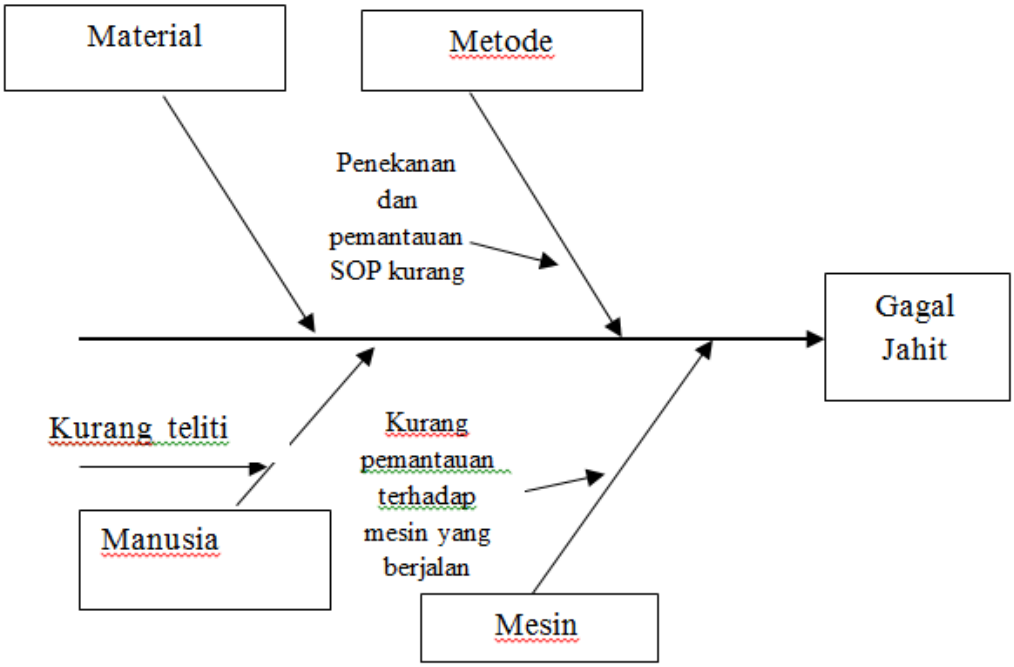
b. Faktor Mesin

Dalam proses pembuatan produk, mesin sangat penting untuk diperhatikan karena merupakan alat yang mengolah suatu produk. Jika mesin yang digunakan bermasalah, otomatis akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Penyebab kecacatan dalam proses produksi yang diakibatkan oleh mesin yaitu mesin yang digunakan dalam melakukan penjahitan kurang dipantau pada saat beroperasi sehingga kemasan tidak terjahit dengan benar.

c. Faktor Metode

Dalam suatu proses produksi tidak hanya fokus pada pembuatan produk tapi bagaimana juga memperhatikan metode kerja dalam proses produksi. Jika yang dilakukan sesuai dengan prosedur maka akan mendapatkan hasil yang baik. Untuk penyebab kecacatan yang terjadi akibat metode di PT Makassar Tene diantaranya yaitu prosedur dan pengawasan mesin kurang.

Dari penjelasan diatas, penyebab kecacatan Gagal jahit dari beberapa unsur kemudian digambarkan dalam diagram sebab akibat berikut ini:



Gambar 4.2 Diagram sebab akibat kecacatan gagal jahit

2. Robek Forklift

Robek Forklift adalah jenis cacat yang sering terjadi pada produksi gula di PT Makassar Tene. Adapun unsur yang mempengaruhinyaadalah sebagai berikut:

a. Faktor Manusia

Manusia Sebagai unsur utama dalam proses produksi, manusia sangat berpotensi sebagai penyebab kecacatan karena memiliki banyak peran dan harus menyesuaikan dengan tempat ia bekerja. Dalam proses produksi gula di PT Makassar Tene, penyebab kecacatan yang diakibatkan unsur manusia yaitu kurang konsentrasi dalam penggunaan forklift dan terjadi kelalaian dalam bekerja.

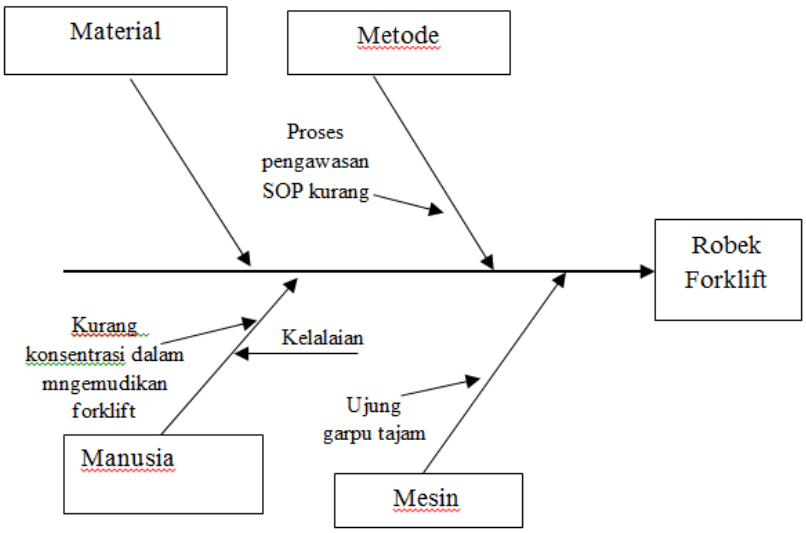
b. Faktor Mesin

Penyebab kecacatan robek forklift yang diakibatkan oleh mesin yaitu mesin forklift yang digunakan memiliki ujung yang berupa garpu yang memiliki sisi yang cukup tajam sehingga dapat dengan mudah membuat produk yang telah di packing dalam karung robek.

c. Faktor Metode

Dalam suatu proses produksi tidak hanya fokus pada pembuatan produk tapi bagaimana juga memperhatikan metode kerja dalam proses produksi. Jika yang dilakukan sesuai dengan prosedur maka akan mendapatkan hasil yang baik. Untuk penyebab kecacatan yang terjadi akibat metode di PT Makassar Tene yaitu kurangnya pengawasan kepada karyawan sehingga karyawan tidak menjalankan instruksi kerja dengan benar seperti kurangnya pengawasan terhadap operator yang menggunakan forklift.

Dari penjelasan diatas penyebab kecacatan yang disebabkan oleh robek forklift dari beberapa unsur kemudian digambarkan dalam diagram sebab akibat berikut ini:



Gambar 4.3 Diagram sebab akibat kecacatan Robek Forklift

3. Greeper

Greeper adalah salah satu jenis cacat yang sering terjadi pada proses produksi gula di PT Makassar Tene. Greeper merupakan alat robotik yang digunakan di PT Makassar Tene untuk menggantikan tenaga manusia dalam mengangkat dan menyusun produk kedalam jumbo bag sehingga membuat biaya dan waktu lebih efesien, akan tetapi tetap menimbulkan *defect* pada produksi gula di perusahaan tersebut yang disebabkan oleh greeper itu sendri berupa kecacatan pada kemasan produk seperti robek dll.

Adapun unsur yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut:

a. Faktor Manusia

Manusia sebagai unsur utama dalam proses produksi, manusia sangat berpotensi sebagai penyebab kecacatan karena memiliki banyak peran dan harus menyesuaikan dengan tempat ia bekerja. Dalam proses produksi gula pada PT Makassar Tene penyebab kecacatan yang diakibatkan unsur manusia salah satunya yaitu pekerja kurang fokus dalam penyetelan Mesin.

b. Faktor Mesin

Dalam proses pembuatan produk, mesin sangat penting untuk diperhatikan karena merupakan alat yang mengolah suatu produk. Jika mesin yang digunakan bermasalah, otomatis akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Penyebab kecacatan dalam proses produksi yang diakibatkan oleh mesin adalah sebagai berikut :

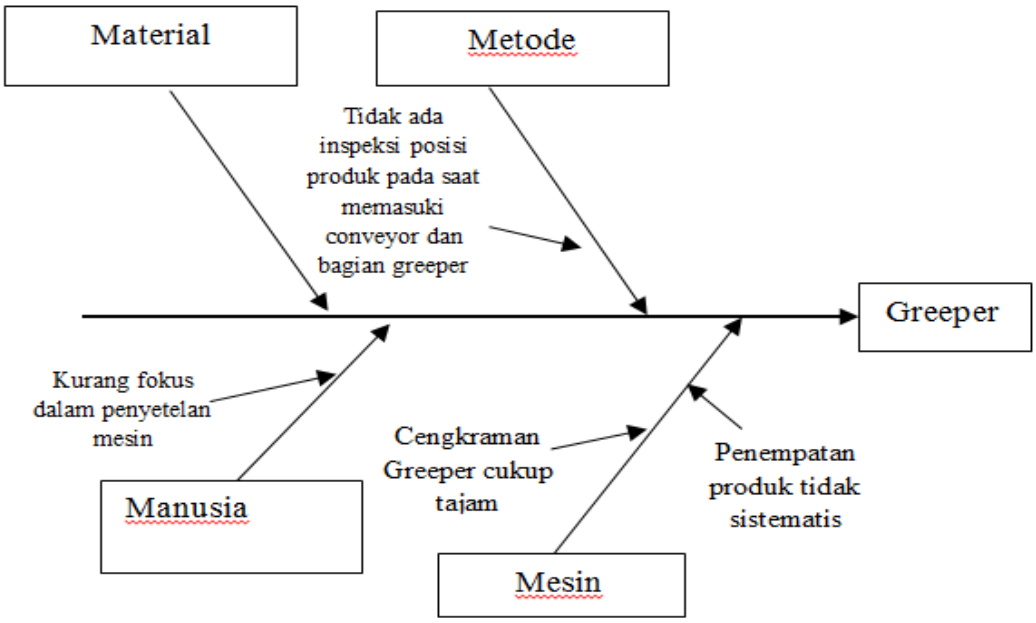
1) Cengkraman dari greeper cukup tajam mampu merobek kemasan gula

2) Posisi produk di atas conveyor kadang tidak sistematis dengan cengkraman dari greeper sehingga menyebabkan greeper mengangkat gula bukan pada sisi bagian gula yang telah di tentukan.

c. Faktor Metode

Dalam suatu proses produksi tidak hanya fokus pada pembuatan produk tapi bagaimana juga memperhatikan metode kerja dalam proses produksi. Jika yang dilakukan sesuai dengan prosedur maka akan mendapatkan hasil yang baik. Untuk penyebab kecacatan yang terjadi akibat metode di PT Makassar Tene salah satunya yaitu tidak adanya inspeksi posisi produk pada saat memasuki conveyor dan bagian greeper.

Dari penjelasan diatas, penyebab kecacatan akibat dari greeper beberapa unsur kemudian digambarkan dalam diagram sebab akibat berikut ini:



Gambar 4.4 Diagram sebab akibat kecacatan Greeper

4. Tali jumbo bag Putus

Tali jumbo bag adalah sarana yang digunakan sebagi tempat untuk memindahkan produk yang sudah di packing di produksi untuk dibawa ke gudang maupun produk yang dari gudang ke kontainer. Tali jumbo bag putus merupakan salah satu cacat yang sering terjadi pada proses produksi gula di PT Makassar Tene. Adapun unsur yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut:

a. Faktor Manusia

Manusia Sebagai unsur utama dalam proses produksi, manusia sangat berpotensi sebagai penyebab kecacatan karena memiliki banyak peran dan harus menyesuaikan dengan tempat ia bekerja. Dalam proses produksi gula pada PT Makassar Tene penyebab kecacatan yang diakibatkan unsur manusia diantaranya yaitu pekerja kurang berkonsentrasi dalam menggunakan forklift sebagai alat pengangkut dari jumbo bag dan mengikuti SOP yang ada.

b. Faktor Mesin

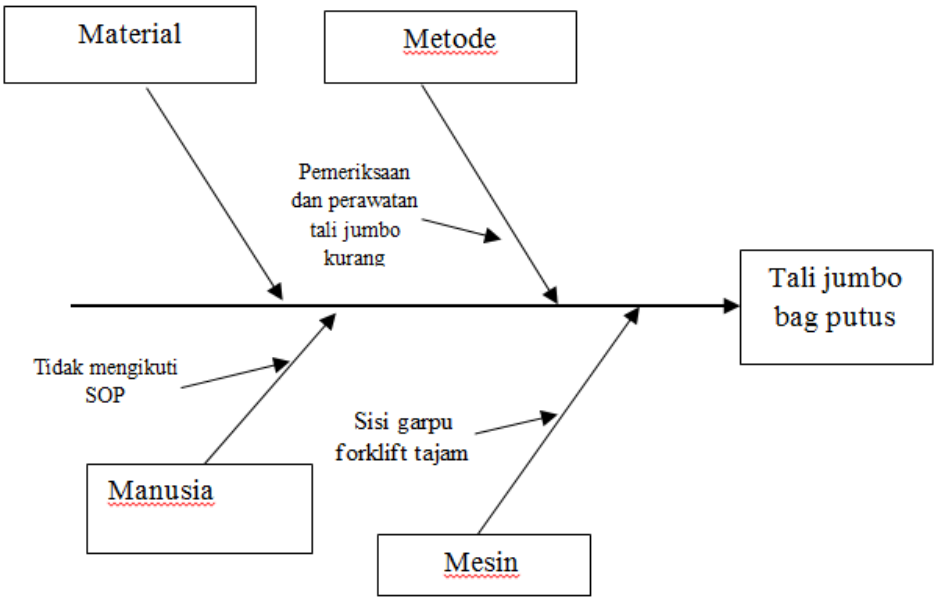
Dalam proses pembuatan produk, mesin sangat penting untuk diperhatikan karena merupakan alat yang mengolah suatu produk. Jika mesin yang digunakan bermasalah, otomatis akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Penyebab kecacatan dalam proses produksi yang diakibatkan oleh mesin yaitu garpu dari forklift memiliki sisi yang tajam sehingga membuat tali jumbo bag bags mudah putus.

c. Faktor Metode

Dalam suatu proses produksi tidak hanya fokus pada pembuatan produk tapi bagaimana juga memperhatikan metode kerja dalam proses produksi. Jika yang

dilakukan sesuai dengan prosedur maka akan mendapatkan hasil yang baik. Untuk penyebab kecacatan yang terjadi akibat metode di PT Makassar Tene yaitu kurangnya pemeriksaan terhadap tali jumbo bag saat sebelum dan sesudah digunakan.

Dari penjelasan diatas, penyebab kecacatan akibat dari tali jumbo bag putus beberapa unsur kemudian digambarkan dalam diagram sebab akibat berikut ini:



Gambar 4.5 Diagram sebab akibat kecacatan Tali jumbo bag putus

4.2.4. *Improve*

Improve merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas produk, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk sebagai berikut:

Tabel 4.6 Usulan Tindakan Untuk Jenis Cacat Gagal Jahit

Unsur	**Faktor Penyebab**	**Standar Normal**	**Usulan tindakan Perbaikan**
Manusia	Pekerja kurang teliti dalam menyetel dan mengawasi mesin dan produk yang sedang di produksi pada stasiun tersebut.	Pekerjaan harus dilakukan sesuai dengan yang terdapat pada SOP kerja yang diterapkan oleh perusahaan	Mengadakan program pelatihan bagi pekerja baik yang lama maupun yang baru secara berkala.
Mesin	Kurang pemantauan pada mesin, simetris atau belum dengan kemasan produk yang di jahit.	Mesin tetap di pantau setiap saat pada saat mesin digunakan.	Melakukan pemantauan dan penyetelan pada saat sebelum dan sesudah digunakan.
Metode	Penekanan dan Pemantauan SOP kurang.	Penyesuaian dengan SOP yang berlaku.	Menekankan tentang SOP penjahitan kemasan produk.

Untuk jenis cacat yang disebabkan oleh robek forklift dengan persentase yang lumayan tinggi yaitu 31,5% maka sangat perlu dilakukan yang namanya perbaikan terhadap hal tersebut. Pada tahap *improve* ini adapun usulan perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Usulan Tindakan Untuk Jenis Cacat Robek Forklift

Unsur	**Faktor Penyebab**	**Standar Normal**	**Usulan tindakan Perbaikan**
Manusia	Kurang konsentrasi dan terjadi kelalaian dalam bekerja.	Pekerjaan harus dilakukan sesuai dengan yang terdapat pada SOP kerja yang diterapkan oleh perusahaan	Mengadakan program pelatihan bagi pekerja baik yang lama maupun yang baru secara berkala.
Mesin	Mesin forklift yang digunakan memiliki ujung berupa garpu yang cukup tajam di bagian sisi nya dan	Kondisi mesin harus dalam keadaan Normal sebelum digunakan.	Melakukan pengantian garpu forklift yang ada dengan garpu forklift berlapis Polyurethane.

	kondisi mesin jarang di maintenance.		
Metode	Kurangnya pengawasan dan instruksi kepada karyawan sehingga karyawan tidak menjalankan instruksi dengan benar.	Instruksi kerja diberikan oleh atasan melalui briefing singkat dan tertulis pada dokumen standar operasional kerja	Intruksi kerja diberikan secara tertulis dengan disertai penjelasan lisan secara terperinci yaitu dengan melaksanakan briefing secara rutin disetiap awal dan akhir kerja

Adapun usulan tindakan perbaikan untuk jenis cacat yang disebabkan oleh greeper dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Usulan Tindakan Untuk Jenis Cacat Greeper

Unsur	**Faktor Penyebab**	**Standar Normal**	**Usulan tindakan Perbaikan**
Manusia	Pekerja kurang fokus dalam penyetelan mesin.	Pekerjaan harus dilakukan sesuai dengan yang terdapat pada SOP kerja yang diterapkan oleh perusahaan	Mengadakan program pelatihan bagi pekerja baik yang lama maupun yang baru secara berkala.
Mesin	Cengkraman dari greepr yang terlalu tajam dan posisi produk di atas conveyor tidak sistematis dengan greeper.	Kondisi dan penempatan posisi greeper harus benar.	Dilakukan pengecekan secara berkala pada greeper.

Metode	Tidak adanya inspeksi posisi produk pada saat produk berada di conveyor dan memasuki bagian Greeper.	Posisi produk harus benar pada saat memasuki bagian Greeper.	Melakukan pengawasan dan pengecekan produk sebelum masuk pada bagian Greeper.

Untuk tali jumbo putus yang diketahui bahwa penyumbang cacat terbanyak pada produksi gula di PT Makassar Tene dengan persentase kecacatan sebesar 35,5% sehingga perhatian lebih terhadap hal ini perlu dilakukan. Untuk usulan tindakan perbaikan produk untuk jenis cacat tali jumbo bag putus dapat di lihat pada tabel 4.9 dibawah.

Tabel 4.9 Usulan Tindakan Untuk Jenis Cacat Tali Jumbo Bag Putus

Unsur	**Faktor Penyebab**	**Standar Normal**	**Usulan tindakan Perbaikan**
Manusia	Pekerja kurang berkonsentrasi dan tidak mengikuti	Pekerjaan harus dilakukan sesuai denganterdapat pada SOP kerja	Mengadakan program pelatihan bagi pekerja baik

	dengan benar SOP yang ada.	yang diterapkan oleh perusahaan	yang lama maupun yang baru secara berkala
Mesin	Garpu dari forklift memiliki sisi yang tajam sehingga membuat tali jumbo gampang putus	Tali jumbo dan forklift harus dalam keadaan normal dan layak digunakan.	Melakukan pengecelan tali jumbo bag dan melakukan pengantian garpu forklift yang ada dengan garpu forklift berlapis Polyurethane.
Metode	Kurangnya pemeriksaan terhadap tali jumbo bag saat sebelum dan sesudah digunakan.	Tali jumbo bag harus dalam keadaan layak terpakai sebelum digunakan.	Melakukan pemeriksaan terhadap tali jumbo bag sebelum digunakan.

4.2.5. *Control*

Control merupakan tahap analisis terakhir dari proyek *six sigma* yang menekankan pada pendokumentasian dan penyebarluasan dari tindakan yang telah dilakukan meliputi:

a. Melakukan perawatan dan perbaikan mesin secara berkala
b. Melakukan pengawasan terhadap mesin serta karyawan pada saat produksi agar kualitas produk yang dihasilkan lebih baik.
c. Pemeriksaan terhadap seluruh komponen dan unsur-unsur yang terlibat dalam proses produksi.
d. Melakukan pelatihan kepada karyawan serta penekanan pelaksanaan terhadap SOP yang ada.
e. Melakukan pencatatan seluruh produk catat setiap hari dari masing-masing jenis dan mesin.

4.3. Analisa dan Pembahasan

4.3.1. Analisa

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan dengan metode six sigma diketahui bahwa cacat yang terjadi pada produksi gula di PT Makassar Tene adalah cacat gagal jahit, robek forklift, greeper, tali jumbo bag rusak dengan total cacat sebanyak 7.431 sak dari jumlah produksi yaitu sebesar 2.871.755 sak Jumlah untuk jenis gagal jahit sebanyak 1.508 sak atau sebesar 29,3% dari total kecacatan, robek forklift 2.343 sak atau 31,5%, greeper sebanyak 944 sak atau

12,7% dan tali jumbo putus sebanyak 2.636 sak dengan persentasi cacat terbanyak yaitu sebesar 35,5%.

4.3.2. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada *Dept. Product sugar warehouse* PT Makassar Tene diketahui bahwa terdapat 4 unsur yang menjadi penyebab dalam kecacatan produk gula yaitu gagal jahit dengan jumlah cacat 1.508 sak, robek forklift sebanyak 2.343 sak, greeper dengan jumlah cacat sebanyak 944 sak dan juga tali jumbo putus sebanyak 2.636 sak. Dari penjabaran diagram *Fish Bone* atau diagram sebab akibat dapat dilihat bahwa faktor penyebab yang menimbulkan cacat berasal dari metode, manusia dan mesin. Serta dari hasil pengolahan data tersebut diketahui bahwa jumlah cacat yang paling banyak dalam priode januari sampai september adalah cacat yang disebabkan oleh tali jumbo bag putus.

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma yang di dapat yaitu untuk nilai DPMO sebesar 1003,25 dan nilai sigma yang di dapat yaitu sebesar 4,71 yang berarti perusahaan ini memiliki tingkat pengedalian kualitas terhadap kecacatan cukup bagus karena memiliki nilai sigma yang lumayan tinggi yang diketahui bahwa semakin tinggi nilai sigma maka semakin rendah pula tingkat kecacatan yang terjadi.

Berdasarkan hal tersebut, meskipun perusahaan memiiki nilai sigma 4,71 tidak menutup kemungkinan tetap perlu dilakukan penanganan lebih lanjut untuk mengatasi kecacatan tersebut karena mempengaruhi hasil produksi di samping

juga kerugian perusahaan yang terbilang cukup tinggi karena harga di setiap sak-nya yaitu Rp.500.000. yang seharusnya sudah siap untuk di salurkan ke konsumen akan tetapi harus diolah dari tahap awal kembali.

Dalam suatu produksi unsur yang sangat penting untuk dijadikan perhatian yaitu manusia dan mesin. karena dengan adanya beberapa tingkah laku pekerja yang tidak sesuai aturan dalam menjalankan perannya ditambah ada beberapa mesin yang sudah tidak layak atau perlu diperbaiki secara berkala karena sangat berpotensi dalam mengakibatkan kecacatan produk.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. PT Makassar Tene pada proses produksi Gula Rafinasi di *Dept. Product Sugar Warehouse* (PSWH) dari priode bulan Januari sampai dengan September 2018 terdapat produk yang tidak sesuai dengan standar perusahaan sebanyak 7.431 sak. Kecacatan tersebut disebabkan beberapa hal yaitu cacat yang disebabkan oleh gagal jahit sebanyak 1.508 sak atau 29,3% dari total kecacatan, robek forklift 2.343 sak atau 31,5%, greeper sebanyak 944 sak atau 12,7% dan tali jumbo bag putus sebanyak 2.636 sak atau dengan presentasi cacat seebanyak 35,5%.

b. Jenis cacat yang paling tinggi yaitu pada tali jumbo putus sebanyak 2.636 sak atau dengan persentasi cacat sebesar 35,5%.

c. Faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan produk adalah manusia (tenaga kerja) yang kurang fokus dan kurang berkonsentrasi serta tidak memperhatikan SOP yang ada, material yang di gunakan terkhususnya pada kerusakan akibat forklift harus di ganti menggunakan garpu berlapis *Polyurethane* yang memiliki daya rekat dan kehalusan yang lebih bagus

pada permukaanya, untuk metode kurangnya pengawasan terhadap SOP yang telah di tentukan dan untuk faktor mesin yaitu kurangnya pemeliharaan dan pemantauan terhadap mesin sebelum dan sesudah digunakan.

d. Berdarkan perhitungan DPMO dan SIX *SIGMA* didapatkan nilai DPMO rata-rata sebesar 1.003,25 kemudian dikonversikan ke nilai sigma dan didapatkan nilai sigma sebesar 4,71 dari 6 nilai sigma. Sehingga bisa disimpulkan bahwa PT Makassar Tene memiliki pengendalian kualitas terhadap kecacatan cukup bagus namun masih perlu ditingktakan hingga mencapai nilai sigma yang paling tinggi atau bahkan bisa mencapai *zero defect.*

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan analisa diatas maka saran-saran yang dapat diberikan pada PT Makassar Tene adalah sebagai berikut:

a. Mendorong tingkat 6 sigma dengan lebih mendalami proses dan mencari penyebab utama masalah setiap factor kecacatan (CTQ) agar perusahaan mampu mengurangi tingkat kecacatan setiap proses secara drastis.

b. Penjabaran target kinerja produksi perlu dijabarkan kepada setiap pekerja untuk mencapai tingkat pengendalian kualitas, karena SDM yang digunakan terkadang lalai dalam menyeleksi kecacatan.

c. Sebaiknya perusahaan memberikan pelatihan terlebih dahulu kepada operator atau karyawan, tentang cara pengoperasian mesin, SOP terhadap

pekerjaan yang dilakukan sehingga kelalaian yang megakibatkan cacat produksi dapat di minimalisir.

d. Sebaiknya perusahaan melakukan *maintanance* ringan terhadap mesin dan peralatan-peralatan sebelum dan sesudah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahyari. 2002. *Pengendalian kualitas dengan metode statistical quality control untuk meminumkan produk gagal*. Jurnal Teknik Industri

Ariani, Dorothea Wahyu. 2003. *Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Jakarta: Ghalia Indonesia

Assauri, Sofjan.1998. *Manajemen Produksi, Edisi 4*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Crosby, Philip B. (1979). *Quality is free The Art of Making Quality Certain.* New York : New American Library

Dewi S.H. 2012. *Minimasi Defec Produk dengan Konsep Six Sigma*. Jurnal Teknik Industri

Deming, W. Edwards. 1982. *Guide to Quality Control.* Cambridge: Massachussetts Institute Of Technologi

Diana, F. T. 2001. *Total Quality Manajemen.* Yogyakarta: Andi Yogyakarta

Didi Haryono. 2011. *Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Peta Kendali T-Square (Study Kasus Kualitas Produksi Tiang Beton PT. Wijaya Karya Beton Makassar).* Skripsi Jurusan Matematika. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

Douglas C. Montgomery 2001. *Pengendalian Kualitas Statistic*. Bandung: Alfabeta

Feigenbaum, A. V. 1986. *Total Quality Control*. 3nd Ed. McGraw-Hill. Singapore

Gaspersz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

Gaspersz, Vincent. 2007 *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Hardjosoedarmo. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistic*. Bandung: Alfabeta

Herianto. 2017 . *Analisa Kecacatan Produk Pakan Ayam Dengan Menggunakan Metode Six Sigma (DMAIC) Pada PT. Charoen Pokphand Indonesia Makassar.* Tugas Akhir

Juran, J.M.(1993). *Quality Planning and Analysis.* New York: Mc-Graw Hill Book Inc

Miranda, Amir W. T. 2002 Six Sigma, *Gambaran Umum, Penerapan Proses dan Metode-metode yang digunakan untuk perbaikan Kualitas*

Nasution. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management),* Anggota IKPI. Jakarta: Ghalia Indonesia

Philip.P.Crosby. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistic.* Bandung: Alfabeta

Pornomo Hari. 2004. *Perencanaan & Perancangan fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Praptono.1986. *Buku Material Pokok Statistika Pengawasan Kualitas*.Jakarta: Universitas Terbuka

Prayisno, sukma. 2009. *Perbaikan kualitas dudukan jok motor dengan metode enam sigma*. Diakses pada tanggal 1 mei 2019

Strees, M Richard. 1985. *Efektivitas organisasi Perusahaan*. Jakarta: Erlangga

Vandenbrande, Willy. 2005. *Perbaikan Kualitas Pada perancangan*. Bandung: ITB

W.edwards.Deming. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistic.* Bandung: Alfabeta

Yamit, Z. 2002. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Ekonisia Kampus Fakultas Ekonomi UII

LAMPIRAN

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32		
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Catatan: Tabel konversi ini Mencakup pengeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)