

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka adalah kumpulan dasar teori yang menunjang pelaksanaan penelitian sehingga penelitian yang dilakukan dapat akurat dan terpercaya. Selain itu, tinjauan pustaka juga dapat digunakan sebagai pedoman dalam penelitian sehingga pelaksanaan penelitian dapat terfokus pada tujuan yang akan dicapai.

### 2.1 Definisi Six Sigma

Six Sigma adalah suatu alat manajemen baru yang digunakan untuk mengganti *Total Quality Management* (TQM), sangat terfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mendalami sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. Memiliki tujuan untuk, menghilangkan cacat produksi, memangkas waktu pembuatan produk, dan menghilangkan biaya. *Six Sigma* disebut strategi karena terfokus pada peningkatan kepuasan pelanggan, disebut disiplin ilmu karena mengikuti model formal, yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dan alat karena digunakan bersamaan dengan yang lainnya, seperti Diagram Pareto (*Pareto Chart*) dan Histogram. Kesuksesan peningkatan kualitas dan kinerja bisnis, tergantung dari kemampuan untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah. Kemampuan ini adalah hal yang sangat penting dalam six sigma (Wikipedia Six Sigma 2012).

Six sigma dapat dijelaskan dalam dua perspektif, yaitu perspektif statistik dan perspektif metodologi. Berikut ini adalah penjelasannya:

#### 1. Perspektif Statistik

Sigma dalam statistik dikenal sebagai standar deviasi yang menyatakan nilai simpangan terhadap nilai tengah. Suatu proses dikatakan baik apabila berjalan pada suatu rentang yang disepakati. Rentang tersebut memiliki batas, batas atas atau USL (*Upper Specification Limit*) dan batas bawah atau LSL (*Lower Specification Limit*) proses yang terjadi di luar rentang disebut cacat. Proses *Six Sigma* adalah proses yang hanya menghasilkan 3,4 DPMO (*defect permillion opportunity*).

Tabel 2.1 Tabel Nilai Sigma

Yield (probabilitas tanpa cacat)	DPMO (defect permillion opportunity)	Sigma
30,9 %	690.000	1
69,2 %	308.000	2
93,3 %	66.800	3
99,4 %	6.210	4
99,98 %	320	5
99,9997%	3,4	6

Sumber: Wikipedia Six Sigma 2012

## 2. Perspektif Metodologi

*Six Sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Menurut Dorothea (2004), *six sigma* menghendaki perubahan nilai-nilai dan budaya dalam pengenalan pada seluruh anggota organisasi dan perubahan secara substansial dalam struktur dan infrastruktur organisasi.

### 2.2 DMAIC Six Sigma

DMAIC merupakan jantung analisis *six sigma* yang menjamin *voice of customer* berjalan dalam keseluruhan proses sehingga produk yang dihasilkan memuaskan pelanggan.

1. *Define* adalah fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan pelanggan, mengetahui CTQ (*Critical to Quality*).
2. *Measure* adalah fase mengukur tingkat kecacatan (Y).
3. *Analyze* adalah fase menganalisis faktor-faktor penyebab masalah/cacat (X).
4. *Improve* adalah fase meningkatkan proses (X) dan menghilangkan faktor-faktor penyebab cacat.
5. *Control* adalah fase mengontrol kinerja proses (X) dan menjamin cacat tidak muncul.

#### 2.2.1 Tahap Define

Define adalah fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan pelanggan, dan membangun tim. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan masalah adalah sebagai berikut:

1. Spesifik, menjelaskan secara tepat apa yang salah, bagian proses mana yang salah dan apa salahnya.

2. Dapat diamati, menjelaskan bukti-bukti nyata suatu masalah. Bukti-bukti tersebut dapat diperoleh melalui laporan internal maupun umpan balik pelanggan.
3. Dapat diukur, menunjukkan lingkup masalah dalam suatu ukuran.
4. Dapat dikendalikan, masalah harus dapat diselesaikan dalam rentang waktu tertentu. Apabila masalah terlalu besar maka dapat dipecah-pecah sehingga dapat lebih dikendalikan.

Fase ini tidak banyak menggunakan statistik, alat-alat (*tools*) statistik yang sering dipakai pada fase ini adalah diagram sebab-akibat dan diagram pareto. Kedua *tools* statistik tersebut digunakan untuk melakukan identifikasi masalah dan menentukan prioritas permasalahan.

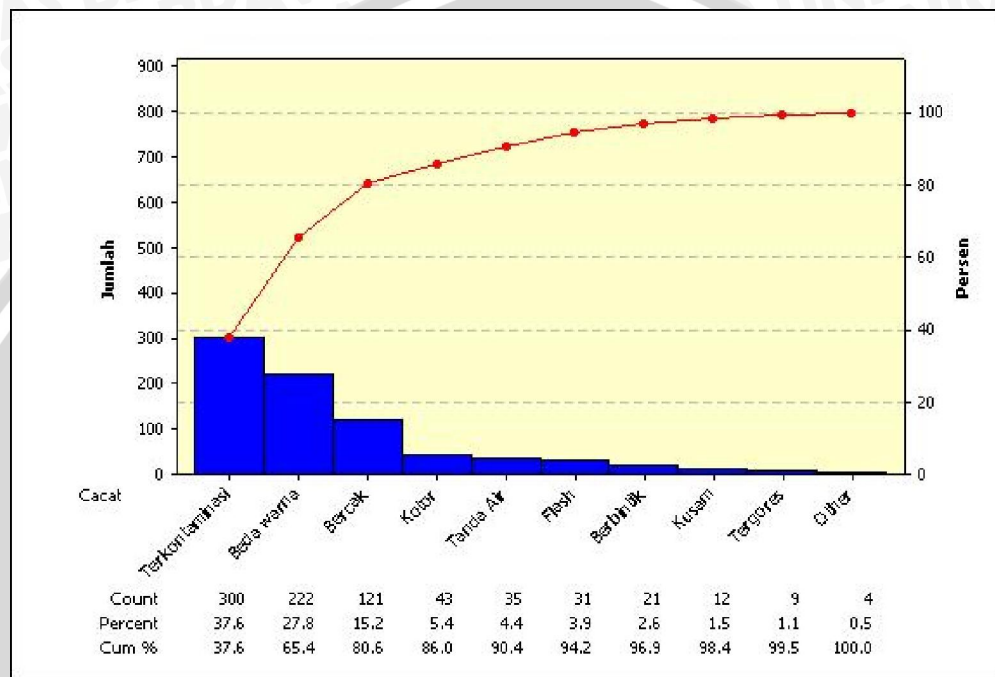
### 2.2.1.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto atau *Pareto Chart* mulai dikembangkan pertama kali oleh Alfredo Pareto (1848-1923). Menurut Haughey (2010) Pareto adalah sebuah grafik yang berguna untuk memvisualisasikan hukum 80/20, dimana 80% masalah sering kali disebabkan oleh 20% kontributor. Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan urutan ranking permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah).

Diagram pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Penyusunan Diagram Pareto sangat sederhana. Menurut Mitra dan Besterfield dalam Budi Sumartono (2010), proses penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah, yaitu:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
3. Merangkum data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.

4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar sampai yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal penting untuk mendapatkan perhatian.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Pareto  
 Sumber: Wikipedia Berkas Pareto 2012

### 2.2.2 Tahap Measure

*Measure* adalah fase mengukur tingkat kinerja saat ini, sebelum mengukur tingkat kinerja biasanya terlebih dahulu melakukan analisis terhadap sistem pengukuran yang digunakan. Masalah yang muncul dalam pengukuran adalah variabilitas pengukuran yang dinyatakan dalam varian / *variance*. Varian total suatu pengukuran berasal dari varian yang ditimbulkan oleh produk *part to part* dan varian akibat kesalahan pengukuran (*gage*).

#### 2.2.2.1 Peta Kontrol Variabel

Peta Kendali Variabel adalah peta kendali data variabel (dapat diukur : panjang, lebar, diameter, dan berat) dari suatu proses produksi, yang digunakan untuk mengendalikan proses produksi. Peta X & R adalah peta kendali variabel yang menunjukkan harga rata-rata (*mean*) dan jarak (*range*) dari suatu proses produksi.

Kedua peta kendali (Peta X-R) saling melengkapi satu sama lainnya sehingga dalam pembuatan tidak dapat dipisahkan.

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan peta kendali variabel:

1. Tentukan ukuran subgrup ( $n = 3, 4, 5, \dots, n$ ).
2. Tentukan banyaknya subgrup ( $k$ ) sedikitnya 20 subgrup.
3. Hitung nilai rata-rata dari setiap subgrup, yaitu  $\bar{X}$ .
4. Hitung nilai rata-rata seluruh  $\bar{X}$ , yaitu  $\bar{\bar{X}}$  yang merupakan *control line* dari peta kendali X.
5. Hitung nilai selisih data terbesar dengan data terkecil dari setiap subgrup, yaitu *Range* ( $R$ ).
6. Hitung nilai rata-rata dari seluruh  $R$ , yaitu  $\bar{R}$  yang merupakan *control line* dari peta kendali R.
7. Hitung batas kendali dari peta kendali X. Batas kendali dari peta kendali X terdiri dari *upper control line* (UCL) yang merupakan batas kendali atas dan *lower control line* (LCL) yang merupakan batas kendali bawah. Berikut ini adalah cara menghitung UCL dan LCL:

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \quad (2-1)$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (2-2)$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - (A_2 \cdot \bar{R}) \quad (2-3)$$

Untuk menentukan nilai  $d_2$  maka lihatlah tabel faktor-faktor untuk menentukan garis tengah dan batas pengendali tiga *sigma*.

8. Hitung batas kendali untuk peta kendali R

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} \quad (2-4)$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} \quad (2-5)$$

Untuk menentukan nilai  $D_3$  dan  $D_4$  dapat dilihat pada tabel faktor-faktor untuk menentukan garis tengah dan batas pengendali tiga *sigma*.

9. Plot data X dan R pada peta kendali X dan R serta amati apakah data tersebut berada dalam pengendalian atau tidak.
10. Hitung *sigma*

$$S = \sqrt{\frac{(N \times \sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}} \tag{2-6}$$

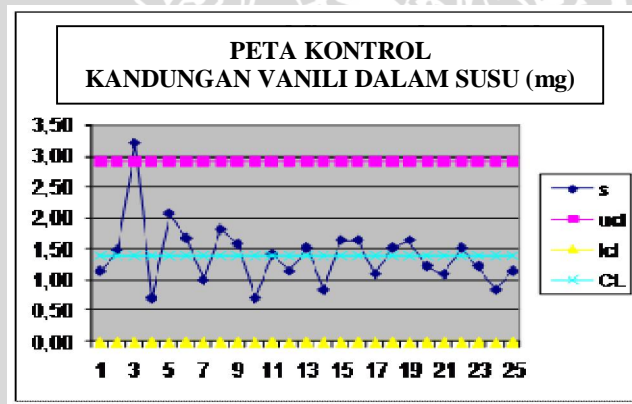
Atau

$$S = \bar{R} / d_2 \tag{2-7}$$

11. Revisi

Lakukan revisi apabila terdapat data yang berada di luar batas/*out of control* peta kendali X maupun R dengan cara *delete* data yang *out off control*. Setelah itu, hitung kembali CL, UCL, dan LCL. Plot data X dan R yang tersisa ke dalam peta kendali X dan R setelah revisi.

Dibawah ini merupakan contoh gambar peta kontrol variabel:



Gambar 2.2 Contoh Peta Kontrol  
Sumber: Wikipedia 2012

### 2.2.2.2 Kapabilitas Proses

Menurut Budi Sumartono (2010), kapabilitas adalah kemampuan dari proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi (diantara batas atas dan batas bawah spesifikasi). Sebaliknya, apabila proses tersebut memiliki kapabilitas buruk maka produk yang dihasilkan banyak yang berada di luar batas kendali.

Indeks kapabilitas proses merupakan alat untuk mengukur kapabilitas proses. Jika indeks kapabilitas proses lebih besar atau sama dengan satu, hal ini menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang berada pada batas kendali. Sebaliknya jika indeks

kapabilitas proses lebih kecil dari satu, hal ini menunjukkan bahwa proses tidak mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan batas kendali.

Kriteria penilaian :

1. Jika  $C_p > 1,33$  , maka kapabilitas proses sangat baik
2. Jika  $1,00 < C_p < 1,33$ , maka kapabilitas proses baik
3. Jika  $C_p < 1,00$ , maka kapabilitas proses rendah

Kapabilitas atau kemampuan proses menunjukkan kemampuan yang melekat dari proses untuk memahami batas-batas spesifikasi produk. Dalam tahap pengukuran, kemampuan proses awal disusun dengan pengukuran dan observasi. Pada proses yang tetap, kemampuan proses pada tingkat *Six Sigma*, batas-batas spesifikasi paling tidak harus berada dalam batas spesifikasi. Dengan mengetahui kemampuan proses awal akan membantu mendefinisikan pekerjaan yang dikerjakan pada fase selanjutnya untuk mencapai tingkat kemampuan *Six Sigma*.

Beberapa *tools* yang dilakukan menghitung kapabilitas proses perusahaan yaitu:

1. Menghitung kapabilitas proses secara keseluruhan.
2. Menghitung kapabilitas proses terhadap batas atas.
3. Menghitung kapabilitas proses terhadap batas bawah.

Dimana:

1. Kapabilitas proses secara keseluruhan.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2-8)$$

2. Kapabilitas proses terhadap batas atas.

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (2-9)$$

3. Kapabilitas proses terhadap batas bawah.

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (2-10)$$

4. Indeks  $C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl})$

Dalam 3 persamaan diatas USL adalah *Upper Specification Limit* dan LSL adalah *Lower Specification Limit* .

Tujuan dilakukannya perhitungan kapabilitas proses adalah untuk mengetahui kemampuan proses perusahaan. Dalam program penentuan *Six Sigma*, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*) sebagai berikut:

1. Cpk  $\geq 2,00$  maka proses dianggap mampu dan kompetitif (kelas dunia).
2. Cpk antara 1,00 sampai 1,99 maka proses dianggap cukup mampu.
3. Cpk  $< 1$  maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif.

### 2.2.2.3 Defect Per Million Opportunities (DPMO) dan Kapabilitas Sigma

Menurut Budi Sumartono (2010), *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) atau kemungkinan untuk terjadinya cacat didalam satu juta kesempatan merupakan salah satu metrik atau alat ukur yang dipergunakan untuk menentukan kapabilitas suatu proses dan tingkat sigma yang dimiliki.

Sedangkan kapabilitas sigma didapat dengan cara mengkonversikan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) ke dalam tabel konversi *six sigma*. Kebanyakan ukuran-ukuran peluang *defect* diterjemahkan ke dalam format DPMO, yang mengindikasikan berapa banyak *defect* akan muncul jika ada satu juta peluang dalam lingkungan pemanufakturan secara khusus, DPMO, seringkali disebut “PPM”, singkatan dari “*parts per million*”.

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

(2-11)

Berikut ini adalah tabel hubungan antara DPMO dengan nilai sigma:

Tabel 2.2 *True 6 Process*

<b>True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)</b>		
<b>Spec Limit</b>	<b>Percent</b>	<b>DPMO</b>
$\pm 1$ SIGMA	68,27	317300
$\pm 2$ SIGMA	95,45	45500
$\pm 3$ SIGMA	99,73	2700
$\pm 4$ SIGMA	99,9937	63
$\pm 5$ SIGMA	99,999943	0,57
$\pm 6$ SIGMA	99,999999	0,002

Sumber: Samadhi 2007

### 2.2.3 Tahap Analyze

Menurut Budi Sumartono (2010), fase analisis (*analyze*) merupakan fase mencari dan menentukan akar atau penyebab dari suatu masalah. Masalah-masalah yang timbul kadang-kadang sangat kompleks sehingga membingungkan antara mana yang akan dan



tidak kita selesaikan. Tahap ini mencakup pengidentifikasi penyebab utama permasalahan, yaitu dengan menganalisis kestabilan proses, serta sumber akar penyebab masalah yang ada.

Adapun *tools* yang dapat digunakan pada tahap ini adalah:

1. Diagram Pareto (*Pareto Chart*)

Telah diulas pada halaman 7.

2. Brainstorming

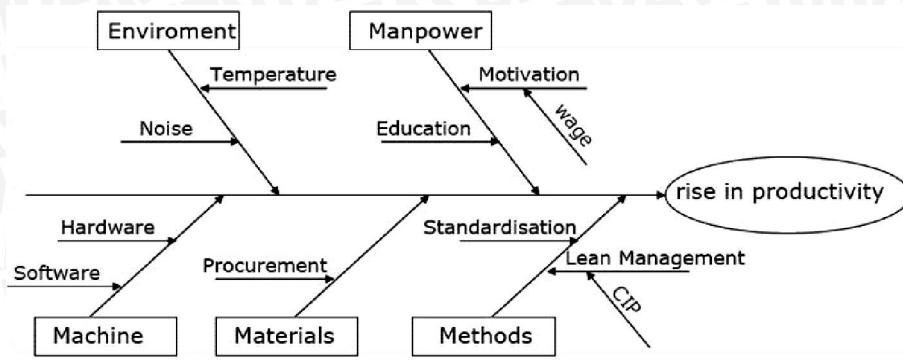
*Brainstorming* adalah suatu kelompok yang beranggotakan orang yang dengan latar belakang yang berbeda untuk menjawab suatu tema tertentu guna mengembangkan ide-ide dan mencari pemecahan baru.

3. Diagram Tulang Ikan

Diagram tulang ikan atau *Cause and Effect Diagram* biasanya digunakan dalam menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya suatu permasalahan. *Cause and Effect Diagram* disebut juga dengan *fishbone diagram* atau diagram tulang ikan karena berbentuk seperti tulang ikan, atau disebut juga dengan *ishikawa diagram* karena dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa.

Diagram Ishikawa adalah diagram yang menunjukkan penyebab peristiwa tertentu. Umumnya diagram Ishikawa digunakan untuk desain produk, kontrol kualitas, dan untuk mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang menyebabkan efek keseluruhan. Setiap penyebab atau alasan ketidaksempurnaan, merupakan sumber dari permasalahan. Penyebab umumnya dikelompokkan ke dalam kategori utama untuk mengidentifikasi sumber-sumber masalahnya. Kategori biasanya meliputi:

- a. Manusia : Siapa saja yang terlibat dengan proses
- b. Metode : Bagaimana proses yang dilakukan dan persyaratan khusus untuk melakukannya, seperti kebijakan, prosedur, aturan, peraturan dan hukum
- c. Mesin : Peralatan, komputer, peralatan dan lain-lain yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan
- d. Material : bahan baku, suku cadang, pena, kertas, dan lain-lain yang digunakan untuk menghasilkan produk akhir
- e. Pengukuran: Data yang dihasilkan dari proses yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas
- f. Lingkungan: Kondisi, seperti lokasi, waktu, suhu, dan budaya di mana proses tersebut beroperasi.



Gambar 2.3 Contoh Diagram Sebab Akibat  
Sumber: Miftah 2010

#### 2.2.4 Tahap *Improve*

Menurut Budi Sumartono (2010), tahap perbaikan (*Improve*) meliputi pengembangan ide untuk menghilangkan akar penyebab permasalahan yaitu dengan menetapkan dan mengimplementasikan tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mencegah dan menghilangkan akar penyebab masalah terulang kembali.

#### 2.2.5 Tahap *Control*

Pengendalian *Control* adalah fase mengendalikan kinerja proses dan menjamin cacat tidak muncul kembali. *Tool* yang umum digunakan adalah diagram kontrol. Fungsi umum diagram kontrol adalah sebagai berikut (Wikipedia 2012):

1. Membantu mengurangi variabilitas.
2. Memonitor kinerja setiap saat.
3. Memungkinkan proses koreksi untuk mencegah penolakan.

Kontrol merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini dilakukan pengontrolan terhadap proses produksi berdasarkan hasil perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya yakni tahap perbaikan (*Improvement*). Beberapa hal yang perlu diperhatikan :

1. Hasil implementasi secara menyeluruh  
Data diagram sebelum dan sesudah proyek yang menunjukkan adanya perbaikan, rencana pengendalian proses lanjutan.
2. Dokumentasi dan pengukuran untuk mempersiapkan tindakan lanjutan yang akan diambil

Dokumentasi proses yang telah diperbaiki, prosedur yang digunakan untuk memonitor proses, prosedur yang akan mempertahankan proses tetap dalam keadaan yang baik dan dokumenkan peta proses.

### 3. Bukti

Dokumentasi orang-orang yang terlibat dalam proyek, pemilik proses, pelajaran yang bisa diambil dari proyek, peluang baru yang teridentifikasi dari proyek.

## 2.3 First Time Quality

FTQ didefinisikan sebagai ukuran jumlah potongan ditolak dalam proses manufaktur dibandingkan dengan jumlah total potongan yang dihasilkan. FTQ dapat diukur pada setiap langkah dalam proses manufaktur pada bagian yang terjadi proses penolakan barang yang tidak memenuhi spesifikasi produk. Biasanya FTQ dilaporkan dalam PPM / *part per million* (Delphi 2012).

*First Time Quality* adalah suatu pernyataan bahwa kualitas harus dihasilkan pada saat pertama kali suatu kegiatan produksi dilakukan. Artinya jangan sampai kita melakukan suatu pekerjaan yang asal-asalan tanpa memperhatikan kualitas hasil kerja kita. Tujuannya adalah supaya kita tidak perlu mengulangi pekerjaan tersebut karena hasilnya tidak sesuai harapan. Jadi produk bebas cacat tidak dihasilkan setelah melakukan *rework*, melakukan koreksi, menghasilkan *scrap* dan lain sebagainya. Konsep ini menjadi penting mengingat inspeksi secara menyeluruh yang dilakukan perusahaan tidak menjamin bahwa produk yang dihasilkan akan 100% bebas cacat. Belum lagi waktu, tenaga kerja yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan inspeksi tersebut. Inspeksi juga mengandung resiko lolosnya produk cacat yang berdampak terhadap kepuasan pelanggan. Karena itulah menghasilkan produk bebas cacat sejak awal proses pasti akan lebih menguntungkan daripada melakukan inspeksi total atau inspeksi 100%.

Pada proses *blending*, formula telah di perhitungkan komposisinya dengan cermat. Untuk menentukan apakah hasil *blending oil* telah mencapai kondisi FTQ atau tidak maka, sifat-sifat fisika dan kimia dari pelumas hasil *blending oil* perlu diuji agar kualitas dan homogenitas dari pelumas yang dihasilkan dapat dikendalikan. Sifat-sifat yang diuji di laboratorium antara lain meliputi:

### 1. Appearance

*Appearance* adalah sifat kenampakan pelumas. Sifat ini diuji secara visual dengan mata telanjang dimana pelumas yang terkontaminasi akan menunjukkan kenampakan

yang berbeda dengan pelumas murni. Uji ini dilakukan dengan menggunakan gelas ukur biasa yang jernih, dimana hasilnya dinyatakan dengan klasifikasi jernih (*clear*), bening (*bright*), keruh (*hazy*), emulsi gelap (*dark*), tampak bebas air, serta terdapat *suspended matter*, sedimen, ataupun lumpur.

#### 2. *Specific Gravity* (SG)

SG pelumas digunakan untuk mengetahui kemurnian pelumas, karena hasil pengujian ini akan lebih konkrit bila dibandingkan dengan uji kenampakan. Uji SG untuk pelumas dilakukan dengan menggunakan alat hydrometer.

#### 3. Viskositas

Viskositas pelumas merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi fungsi-fungsi pelumas yang diembannya. Viskositas dari pelumas yang biasa dipakai adalah viskositas kinetik.

#### 4. Viskosity Index (VI)

*Viscosity Index* adalah bilangan empiris yang digunakan sebagai karakteristik viskositas kinematik pelumas, yang bervariasi karena perubahan suhu. Harga VI suatu produk pelumas ditentukan melalui pengukuran harga viskositas kinematik dalam dua suhu yang jauh berbeda. Suhu yang diambil sesuai standar yang telah dibakukan yaitu  $40^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$ .

#### 5. Warna

Uji warna untuk pelumas juga akan menunjukkan kemurniannya. Selain sebagai daya tarik produk, warna juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mengetahui pada tingkat awal adanya deteriorasi ataupun kontaminasi.

#### 6. *Total Base Number* (TBN)

Aditif jenis *detergent* dan anti korosif memiliki sifat basa. Sifat basa ini dinyatakan sebagai TBN.

#### 7. Titik Tuang

Titik tuang adalah suhu terendah dimana pelumas masih dapat mengalir. Sifat ini penting untuk kemudahan penyalaan mesin pada suhu rendah terutama musim dingin di wilayah belahan dunia yang memiliki 4 musim.

#### 8. Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu terendah pada saat api dapat menyebabkan terbakarnya uap pelumas. Nilai ini diperlukan untuk penanganan produk pelumas selama pengiriman dan penimbunan.

#### 9. *Foaming Characteristic*

Kecenderungan pelumas untuk membentuk *foam* pada pemakaiannya di dalam mesin akan mengakibatkan masalah hilangnya sifat-sifat pelumasan. Masalah ini sangat serius terutama pada *high speed gearing*, *high volume pumping*, *spash lubricant* dan lain-lain. Dengan demikian karakteristik pembentukan *foam* pada pelumas perlu dikendalikan.

#### 10. Uji Korosifitas Terhadap Tembaga

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pelumas mengandung komponen yang korosif terhadap logam Cu. Hasil pengujiannya diklasifikasikan dalam 4 kelas yaitu agak buram (*slight tarnish*), buram (*moderate tarnish*), buram gelap (*dark tarnish*), dan korosi.

#### 11. Kandungan Air

Disebut juga dengan istilah *water separability*. Air di dalam pelumas tidak dikehendaki, karena selain akan menurunkan viskositas juga bersifat korosif terhadap logam.

#### 12. Angka Pengendapan

Angka pengendapan (*precipitation number*) dinyatakan sebagai ml endapan yang terbentuk dari 10 ml pelumas yang dicampur dengan 90 ml *naphta*. Angka ini diperlukan untuk mengetahui jumlah komponen yang tidak larut dalam *solvent naphta*. Hasilnya pengujian ini akan menunjukkan adanya resin, abu, dan debu di dalam pelumas.

#### 13. Tes Oksidasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecenderungan pelumas untuk teroksidasi di bawah kondisi tertentu. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan harga viskositas dan TBN pada saat sebelum dan sesudah pengujian.

#### 14. *Conradson Carbon Residue* (CCR)

Pengujian terhadap CCR akan menunjukkan indikasi terbentuknya *deposit carbon* di dalam ruang pembakaran. Bila sebagian kecil dari pelumas terbakar di ruang pembakaran, maka deposit karbon yang terbentuk akan meninggalkan kerak yang tetap membara bahkan pada saat mesin telah dimatikan. Kerak yang membara ini selanjutnya akan mempercepat keausan logam di ruang bakar baik karena panas maupun karena gesekan.

## 15. Kandungan Abu

Kandungan abu dalam pelumas berasal dari logam yang memang terdapat dalam pelumas. Abu tersebut sebagian besar akan keluar dari ruang pembakaran sebagai asap bersama-sama dengan abu hasil pembakaran bahan bakar. Keberadaan abu dalam pelumas tidak disenangi karena akan mempercepat proses pengikisan, dan bila terlalu banyak akan membentuk deposit di ruang bakar.

Selain kelima belas macam pengujian standar yang telah disebutkan diatas, laboratorium kimia juga diperlukan untuk melakukan analisis elementer (logam-logam dalam pelumas), analisi struktur molekul, dan analisis kemurnian *additive*. Bahkan juga untuk analisis-analisis terhadap interaksi kimiawi antara *additive* dengan *base oil* ataupun antar *additive* dalam pelumas. Pada dasarnya formulasi harus mempertimbangkan interaksi dan kompetisi antar aditif serta unjuk kerja dan kelarutan tiap-tiap aditif. Akibat-akibat sampingan yang tidak diharapkan harus ditanggulangi agar dicapai unjuk kerja pelumas yang optimal dantentunya tercapai FTQ disetiap kali *batch blending*.

## 2.4 Proses *Blending Oil*

Menurut Asep Hendra Wahyudi (2011), Proses *blending oil* adalah proses mencampurkan *base oil* dengan *additive* pelumas. *Base oil* adalah komponen hidrokarbon utama pelumas industri termasuk oli mesin, oli transmisi, oli hidrolis, minyak roda gigi, minyak pengerjaan logam, gemuk, oli pemindah panas. Sedangkan *additive* pelumas ialah bahan tambahan pelumas yang dapat berfungsi mengurangi gesekan, meningkatkan viskositas, meningkatkan indeks viskositas, memberi ketahanan terhadap korosi dan oksidasi, memberi ketahanan terhadap kontaminasi, dan lain-lain.

### 1. *Additive Tank*.

Tangki yang berfungsi menampung *additive* berbentuk silindris dengan tipe vertikal dan bertekanan atmosfer

### 2. *Premixer/Dumper*

Tempat pencampuran awal berbagai *additive* dengan sedikit *base oil* (pengenceran) agar *additive* lebih encer ketika masuk *blender tank*.

### 3. *Blender Tank*

Tangki yang digunakan untuk mencampur *base oil* dengan *additive* sehingga menghasilkan produk jadi pelumas.

#### 4. *Holding Tank*

Tangki yang digunakan untuk menampung produk jadi dari *blender tank* yang selanjutnya akan dikemas.

#### 5. *Slope Tank*

Tangki yang digunakan untuk menampung produk hasil *blending oil* yang belum sesuai dengan spesifikasi. Pelumas/oli yang berada di dalam tangki ini akan diproses ulang/*rework*.

*Base oil* dipompa ke *blender*, disaat bersamaan *additive* dialirkan menuju *dumper* dari tangki penampungan *additive*. *Additive* yang sudah diencerkan lalu dipompa menuju *blender*. Di *blender* terjadi proses *blending oil* dengan suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dan lamanya adalah antara satu sampai dengan dua jam. Setelah proses pencampuran tersebut, dilakukan pengecekan karakteristik pelumas. Bila produk sesuai dengan standar spesifikasi produk maka akan dipompa menuju *holding tank*, namun bila tidak sesuai dengan spesifikasi produk akan dialirkan menuju *slope tank* untuk selanjutnya akan diproses ulang/*rework*.

