

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Arti Pengendalian Kualitas**

Pengertian kualitas tidaklah harus yang terbaik secara mutlak, tetapi secara umum dapat diartikan sebagai terbaik dalam batas – batas kondisi yang diinginkan pemakai. Syarat kondisi dari pemakai yang paling menonjol umumnya adalah harga dari produk dan manfaat produk bagi pemakai. Hal ini meliputi kondisi – kondisi sebagai berikut :

1. Spesifikasi dari dimensi dan karakteristik kerja.
2. Tujuan – tujuan yang berkaitan dengan masa hidup dan keterandalan.
3. Biaya rekayasa, produksi dan mutu.
4. Standart yang relevan
5. Pesyaratan Keselamatan.
6. Persyaratan produksi suatu barang yang dibuat.
7. Tujuan yang berkaitan dengan kegunaan, pemeliharaan, dan instalasi lapangan.
8. Faktor pelestarian bahan dan pemamfaatan energi
9. Pertimbangan akan analisa dampak lingkungan
10. Biaya – biaya operasi dan maintanance dari produk

Sehingga mutu dapat didefenisikan golongan karakteristik produk dan jasa mulai dari rekayasa, pembuatan, pemasaran, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa digunakan memenuhi harapan – harapan pelanggan. Secara singkat kualitas didefenisikan sebagai kesesuaian untuk dipakai atau kepuasan pemakai. Kualitas yang muncul dari suatu produk sebenarnya adalah kompromi dari sekelompok karakteristik – karakteristik yang diinginkan konsumen yang berhasil ditangkap dan diterjemahkan oleh produsen.

Pengendalian adalah tindakan yang dilakukan untuk menjamin tercapainya suatu tujuan sesuai rencana dengan jalan mengadakan pemeriksaan mulaidari bahan baku sampai dengan produk jadi. Jadi tujuan pengendalian adalah sebagai jaminan penelitian yang tepat sasaran seperti apa yang telah digariskan sesuai rencana.

Menurut Figenbaun, pengendalian kualitas dapat dibagi empat, yaitu :

1. Menetapkan standart yang meliputi standart mutu biaya, standart mutu keamanan yang diperlukan oleh produk tersebut.

2. Menilai kesesuaian sifat – sifat produk yang dibuat dengan standart yang telah ditentukan
3. Merencanakan perbaikan standart, yaitu melakukan usaha terus menerus untuk memperbaiki kinerja, standart ongkos produksi dan keandalan.
4. Mengambil tindakan koreksi apabila diperlukan terhadap masalah dan penyebabnya yang mencakup pemasaran, perancangan, produksi, dan pemeliharaan yang mempengaruhi kepuasan konsumen.

Dengan adanya pengendalian kualitas maka diharapkan munculnya penyimpangan – penyimpangan dapat diarahkan pada tujuan yang hendak dicapai. Oleh sebab itu fungsi pengendalian kualitas ini dilaksnaka bukan saja pada saat proses berlangsung, akan tetapi juga dalam bentuk tindakan pencegahan.

## **2.2. Pengendalian Proses Secara Statistik**

Pengendalian proses statistik adalah alat utama yang digunakan dalam mengawasi proses produksi dari produk yang dihasilkan suatu produk. Tujuan pokok pengendalian kualitas proses secara statistik adalah menyidik dengan cepat sebab – sebab terduga atau pergeseran kondisi proses sedemikian rupa sehingga penyidikan terhadap suatu proses dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai yang diproduksi. Dalam aplikasinya, pengontrolan ini dilakukan dengan menentukan nilai atau kondisi maksimum dan minimum suatu proses atau kualitas suatu produk yang ditetapkan sebagai batas maksimum dan minimum, dimana apabila kondisi atau kualitas berada dalam daerah tersebut maka diartikan prosesnya terkendali secara statistik.

## **2.3. Pengertian *Statistic Process Control***

Pengendalian proses statistik merupakan penerapan metode – metode statistik untuk pengukuran dan analisis variasi proses. Dengan pengendalian proses statistik maka dapat dilakukan analisis dan meminimalkan penyimpangan dan kesalahan, mengkuantifikasi kemampuan proses dan memuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses.

Dalam banyak proses produksi bagaimanapun baiknya suatu rancangan atau pemeliharaan akan selalu ada variabilitas dasar. Variabilitas dasar atau gangguan dasar ini merupakan pengaruh kumulatif dari banyak sebab-sebab kecil yang pada dasarnya tidak terkendali.

Variabilitas yang dimaksud adalah variabilitas antar sampel dan variabilitas dalam sampel. Apabila sampel diambil dari populasi yang sama, variasi statistik akan terjadi dari sampel ke sampel dan variasi *range* dapat dihitung. Bentuk ini merupakan dasar yang dihitung pada peta kendali, di mana tujuan akhir pengendalian proses statistik adalah menyingkirkan atau mengurangi variabilitas dalam proses.

Berdasarkan jenis data yang digunakan pengendalian proses statistik dapat dibagi atas dua golongan, yaitu data variabel dan data atribut.

## **2.4. Data Variabel dan Data Atribut**

### **2.4.1. Data Variabel**

Data variabel merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah diameter pipa, ketebalan produk, berat produk dan lain-lain. Ukuran-ukuran berat, panjang, tinggi, diameter, volume biasanya merupakan data variabel.

Pengendalian kualitas untuk data variabel sering disebut dengan metode peta kendali variabel. Metode ini digunakan untuk menggambarkan variasi atau penyimpangan yang terjadi pada kecenderungan memusat dan penyebaran observasi. Metode ini juga dapat menunjukkan apakah proses dalam kondisi stabil atau tidak. Peta kontrol yang umum digunakan untuk data variabel adalah peta kendali X dan peta kendali R.

### **2.4.2. Data Atribut**

Atribut dalam pengendalian proses menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai atau tidak dengan spesifikasinya. Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan, banyaknya jenis cacat. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit yang ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan. Pada umumnya data atribut digunakan dalam peta kendali p, np, c, dan u.

## **2.5. Seven Tools**

Seven tools merupakan alat bantu statistik untuk melakukan analisa pengendalian kualitas dengan metode statistic process control. Ketujuh alat tersebut adalah: diagram alir, diagram pareto, diagram sebab – akibat, lembar periksa, histogram, diagram pencar dan peta kendali.

### **2.5.1. Diagram alir (*flow chart*)**

Diagram alir adalah alat bantu yang memberikan gambaran visual urutan operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas. Diagram alir merupakan langkah pertama dalam memahami suatu proses, baik administrasi maupun manufaktur. Diagram alir memberikan ilustrasi visual berupa gambar langkah-langkah suatu proses untuk menyelesaikan tugas tertentu.

### **2.5.2. Diagram Pareto**

Fungsi diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas. Diagram Pareto dibuat untuk menemukan atau mengetahui masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab - penyebab yang dominan, maka akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti. Dalam diagram Pareto berlaku aturan 80/20, artinya yaitu 20% jenis kesalahan/kecacatan dapat menyebabkan 80% kegagalan proses.

### **2.5.3. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*)**

Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Dalam hal ini metode sumbang saran (*brainstorming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail.

### **2.5.4. Lembar periksa (*check sheet*)**

*Check sheet* merupakan alat yang memungkinkan pengumpulan data sebuah proses yang mudah, sistematis, dan teratur. Alat ini berupa lembar kerja yang telah dicetak sedemikian rupa sehingga data dapat dikumpulkan dengan mudah dan singkat. Data yang dikumpulkan dapat digunakan sebagai masukan data untuk peralatan kualitas lain.

### **2.5.5. Histogram**

Histogram adalah salah satu metode statistik untuk mengatur data sehingga dapat dianalisa dan diketahui distribusinya. Histogram merupakan tipe grafik batang yang jumlah datanya dikelompokkan ke dalam beberapa kelas dengan rentang tertentu. Setelah data dalam setiap kelas diketahui, maka dapat dibuat Histogram dari data tersebut. Histogram tersebut dapat dilihat gambaran penyebaran data masih sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

### **2.5.6. Diagram pencar(*scatter diagram*)**

Diagram pencar (*scatter diagram*) digunakan untuk melihat korelasi atau hubungan dari suatu faktor penyebab yang berkesinambungan terhadap suatu karakteristik kualitas hasil kerja.

### **2.5.7. Peta Kendali**

Peta kendali pertama kali ditemukan oleh Walter A. Shewart ketika sedang bekerja untuk perusahaan *Western Elektrik*. Shewart telah lama meneliti cara untuk mengembangkan reliabilitas dari sistem transmisi telepon. Peta kendali secara rutin digunakan untuk memeriksa kualitas, tergantung pada jumlah karakteristik yang akan diperiksa. Jadi, peta kendali adalah teknik pengendali proses pada jalur yang digunakan secara luas untuk menyelidiki secara cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau proses sedemikian sehingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi.

Peta kendali merupakan penggambaran secara visual mengenai mutu atau kualitas suatu barang atau jasa. Teknik yang paling umum dilakukan dalam pengontrolan kualitas adalah menggunakan peta kontrol *Shewart*. Peta ini bentuknya sangat sederhana, yaitu terdiri dari tiga buah garis yang sejajar:

1. Garis tengah, yaitu menggambarkan nilai rata-rata proses.
2. Batas kendali atas ditarik nilai tiga kali standar deviasi diatas garis tengah.
3. Batas kendali bawah yang terletak pada nilai tiga kali standar deviasi dibawah garis tengah

*Out of control* adalah suatu kondisi dimana karakteristik produk tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan ataupun keinginan pelanggan dan posisinya pada peta kendali berada di luar batas kendali.

### 2.5.7.1. Peta Kendali Untuk Data Variabel

Peta kendali untuk data variabel dapat digunakan secara luas. Biasanya peta kendali ini merupakan prosedur pengendali yang lebih efisien dan memberikan informasi tentang proses yang lebih banyak. Apabila bekerja dengan karakteristik kuantitas yang variabelnya sudah merupakan standar untuk mengendalikan nilai mean karakteristik kualitas dan variabilitasnya. Pengendalian rata-rata proses atau mean tingkat kualitas biasanya dengan peta kendali mean atau peta kendali  $\bar{x}$ . Peta kendali untuk rentang dinamakan peta kendali R

#### 1. Peta Kendali $\bar{x}$

Peta kendali  $\bar{x}$  digunakan untuk proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu. Peta ini menggambarkan variasi harga rata-rata (*mean*) dari data yang diklasifikasikan dalam suatu kelompok. Pengelompokan data ini bisa dilakukan berdasarkan satuan waktu hari atau satuan waktu lainnya dimana sampel berasal dari kelompok yang melakukan pekerjaan yang sama, dan lain-lain.

Langkah-langkah untuk membuat peta kendali  $\bar{X}$  adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan harga rata-rata  $\bar{X}$ . nilai rata-rata  $\bar{X}$  didapat dengan rumus:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g}$$

Dimana:

$\bar{\bar{X}}$  = jumlah rata – rata dari nilai rata – rata subgroup

$\bar{X}_i$  = nilai rata – rata sub group ke-i

g = jumlah sub group

- b. Batas kendali untuk peta  $\bar{X}$  ini adalah:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + A_2 R$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - A_2 R$$

Dimana:

BKA = batas kendali atas

BKB = batas kendali bawah

$A_2$  = nilai koefisien

R = selisih harga  $X_{maks}$  dan  $X_{min}$

- c. Menggambar peta  $\bar{X}$  menggunakan batas kendali dan sebaran data  $\bar{X}$ .

Peta ini sering digunakan sebagai dasar pembuatan keputusan mengenai penolakan atau penerimaan produk yang dihasilkan atau diteliti.

## 2. Peta kendali R (*R chart*)

Peta kendali rata-rata dan jarak (*range*) merupakan dua peta kendali yang saling membantu dalam mengambil keputusan mengenai kualitas proses. Peta kendali jarak (*range*) digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi atau ketepatan proses yang diukur dengan mencari range dari sampel yang diambil. Seperti halnya peta kendali rata-rata kendali jarak tersebut juga digunakan untuk mengetahui dan menghilangkan sebab yang membuat terjadinya penyimpangan.

Peta kendali R merupakan peta untuk menggambarkan rentang data dari suatu sub group yaitu data terbesar dikurangi data terkecil. Langkah-langkah penentuan garis sentral yakni sebagai berikut:

### a. Menentukan rentang rata-rata

Untuk menentukan rentang rata-rata dapat digunakan dengan rumus:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g}$$

Dimana:

$\bar{R}$  = jumlah rata – rata dari nilai rata – rata subgroup

$R_i$  = nilai rata – rata subgroup ke-i

$g$  = jumlah subgroup

### b. Batas kendali untuk peta X ini adalah:

BKA =  $D_4 R$

BKB =  $D_3 R$

Dimana:

BKA = batas kendali atas

BKB = batas kendali bawah

$D_4$  dan  $D_3$  = nilai koefisien

### c. Menggambar garis R dan garis batas kendali pada peta serta sebaran data Range (R)

#### 2.5.7.2. Peta Kendali Untuk Data Atribut

Data yang diperlukan disini hanya diklasifikasikan sebagai data dalam kondisi baik atau cacat. Seperti halnya dengan peta kendali variabel, maka suatu proses akan dikatakan terkendali bila data berada dalam batas-batas kendali. Pada umumnya untuk data atribut dipergunakan peta kendali p, np, c, u.

a. Peta kendali p

Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian atau sering disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas. Proporsi yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok itu. Jika item-item itu tidak memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik kualitas yang diperiksa, maka item-item itu digolongkan sebagai tidak memenuhi syarat spesifikasi atau cacat.

b. Peta kendali np

Pada dasarnya peta kontrol np serupa dengan peta kontrol p, kecuali dalam peta kendali np terjadi perubahan skala pengukuran. Peta kendali np menggunakan ukuran banyaknya item yang tidak memenuhi spesifikasi atau banyaknya item yang tidak sesuai (cacat) dalam suatu pemeriksaan.

c. Peta Kendali c

Suatu item tidak memenuhi syarat atau cacat dalam proses pengendalian kualitas didefinisikan sebagai tidak memenuhi spesifikasi untuk item itu. Setiap titik spesifikasi yang tidak memenuhi spesifikasi yang ditentukan untuk item itu, menyebabkan item itu digolongkan sebagai cacat. Konsekuensinya setiap item yang tidak memenuhi syarat akan mengandung paling sedikit satu spesifikasi yang tidak memenuhi syarat.

Penggolongan produk yang cacat berdasarkan kriteria di atas, kadang-kadang untuk jenis produk tertentu dianggap kurang representatif, karena bisa saja suatu produk masih dapat berfungsi dengan baik meskipun mengandung satu atau lebih titik spesifik yang tidak memenuhi spesifikasi. Sebagai contoh, dalam proses perakitan komputer, setiap unit komputer dapat saja mengandung satu atau lebih titik lemah, namun kelemahan itu tidak mempengaruhi operasional komputer, dan karena itu digolongkan sebagai tidak cacat atau masih layak diterima.

d. Peta Kendali u

Peta kendali u mengukur banyaknya ketidaksesuaian (titik spesifikasi) per unit laporan inspeksi dalam kelompok (periode) pengamatan., yang mungkin memiliki ukuran contoh (banyak item yang diperiksa). Peta kendali u serupa dengan dengan peta kendali c, kecuali bahwa banyaknya ketidaksesuaian dinyatakan dalam basis per unit item.



## 2.6. Kapabilitas Proses (Cp)

Kapabilitas proses digunakan untuk melihat kapabilitas atau kemampuan proses. Indeks kapabilitas proses hanya layak dihitung apabila proses berada dalam pengendalian. Adapun kriteria penilaian indeks kapabilitas proses sebagai berikut:

1. Jika  $C_p > 1.33$  maka kapabilitas proses sangat baik.
2. Jika  $1.00 \leq C_p \leq 1.33$  maka kapabilitas proses baik, namun perlu pengendalian ketat apabila  $C_p$  mendekati 1.00
3. Jika  $C_p < 1.00$  maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerjanya melalui peningkatan proses.

Perumusan untuk perhitungan nilai indeks kapabilitas ini adalah sebagai berikut:

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \sigma_0}$$

Dimana :

$C_p$  = *process capability*

$LSL$  = *Lower specification limit*

$USL$  = *Upper specification limit*

Kriteria penilaian:

- a. Jika  $C_p > 1.33$ , maka kapabilitas proses sangat baik
- b. Jika  $1.00 \leq C_p \leq 1.33$  maka kapabilitas baik, namun perlu pengendalian ketat apabila  $C_p$  mendekati 1.00
- c. Jika  $C_p < 1.00$  maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu diperhatikan tingkat kinerjanya melalui peningkatan proses.

## 2.7. Analisa Normalitas Data

Distribusi normal juga disebut distribusi Gauss. Distribusi ini merupakan salah satu yang penting dan banyak digunakan. Analisa distribusi data ini dilakukan untuk memastikan bahwa data sudah berdistribusi normal, sehingga kesimpulan yang diambil nantinya dapat dipertanggungjawabkan dan diakui secara statistik.

Sifat – sifat data berdistribusi normal adalah :

1. Grafiknya harus selalu ada diatas sumbu datar  $x$ .
2. Bentuknya simetrik terhadap  $x = \mu$ .
3. Merupakan suatu modus, kurva unimodal tercapai dari  $x = \mu$  sebesar  $0.3989/\sigma$ .

4. Grafik mendekati sumbu datar x dimulai dari  $x = \mu + 3\sigma$  dan  $x = \mu - 3\sigma$  ke kiri.
5. Luas daerah grafik selalu sama dengan satu unit persegi.

Cara lain yang dapat digunakan untuk menilai apakah suatu distribusi data bersifat normal atau tidak dapat dilakukan dengan melihat fenomena – fenomena berikut ini akan terpenuhi :

1. Kira – kira 68.27 % Dari kasus ada dalam daerah satu simpangan baku sekitar rata – rata, yaitu antara  $\mu - \sigma$  dan  $\mu + \sigma$ .
2. Ada 95.45 % dari kasus terletak dalam daerah dua simpangan baku sekitar rata – rata yaitu  $\mu - 2\sigma$  dan  $\mu + 2\sigma$ .
3. Hampir 99.73 % dari kasus ada dalam daerah tiga simpangan baku sekitar rata – rata, yaitu  $\mu - 3\sigma$  dan  $\mu + 3\sigma$ .

Apabila ketentuan diatas sudah dipenuhi oleh sebaran data, maka data tersebut dapat dinyatakan berdistribusi normal dan dapat dilakukan analisa selanjutnya.

### 2.7.1. Analisa Distribusi Frekuensi Dengan Statistik

Untuk membuat distribusi frekuensi dengan panjang kelas yang sama, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Tentukan rentang, ialah data terbesar dikurangi dengan data terkecil.
- b. Tentukan banyak interval kelas yang kita perlukan.

Banyak kelas =  $1 + (3.3) \log n$ , dimana n adalah jumlah data.

- c. Tentukan panjang kelas interval, ini dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :  $Panjang\ interval\ kelas = \frac{Rentang}{Banyak\ Kelas}$
- d. Pilih ujung bawah kelas interval pertama.
- e. Dengan data interval kelas, diambil data paling kecil untuk kelas pertama dan seterusnya dalam sebuah tabel.

Untuk keperluan pengujian, kita harus menghitung frekuensi  $E_i$  atau frekuensi yang diharapkan dan mengetahui frekuensi nyata atau hasil pengamatan, frekuensi  $O_i$  jelas diperoleh dari hasil pengamatan dari sample masing – masing menyatakan. Harga  $E_i$ , frekuensi teoritik diperoleh dari hasil kali antara n dengan peluang atau luas dibawah kurva normal untuk interval yang bersangkutan.

Selanjutnya statistic  $X^2$  dihitung dengan rumus :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Selanjutnya didapat X rata – rata dan simpangan baku, maka selanjutnya ditentukan batas – batas kelas interval untuk menghitung luas dibawah kurva normal bagi tiap interval. Luas dibawah kurva normal dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :  $Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$

Hasil pengolahan dapat dibuat dalam table seperti contoh berikut ini :

Tabel 2.1. Contoh Tabel Frekuensi Kurva Normal

Interval Kelas	Za – Zb	Pa – Pb	luas pa – pbl	Ei	Oi
----------------	---------	---------	---------------	----	----

Untuk penarikan kesimpulan dari Tabel F, nilai dk untuk kondisi diatas adalah :

$$Dk = (k - 3)$$

Untuk data yang berdistribusi normal, maka  $X^2$  hitung <  $X^2$  tabel.

## 2.8. Karakteristik Limbah Cair PMKS

Limbah cair yang dihasilkan oleh PMKS berasal dari air kondensat pada proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone (claybath)*, dan air pencucian pabrik. Jumlah air buangan tergantung pada sistem pengolahan, kapasitas olah pabrik, dan keadaan peralatan klarifikasi. Limbah cair PMKS mengandung bahan organik yang relatif tinggi dan tidak bersifat toksik karena tidak menggunakan bahan kimia dalam proses ekstraksi minyak.

Limbah cair PMKS umumnya bersuhu tinggi, berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan *biological oxygen demand* (BOD) yang tinggi. Bila larutan tersebut langsung dibuang ke perairan sangat berpotensi mencemari lingkungan, sehingga harus dioleh terlebih dahulu sebelum dibuang.

Parameter yang menggambarkan karakteristik limbah terdiri dari sifat fisik, kimia, dan biologi. Karakteristik limbah berdasarkan sifat fisik meliputi suhu, kekeruhan, bau, dan rasa, berdasarkan sifat kimia meliputi kandungan bahan organik, protein, BOD, *chemical oxygen demand* (COD), sedangkan berdasarkan sifat biologi meliputi kandungan bakteri patogen dalam air limbah. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup ada 6 (enam) parameter utama yang dijadikan acuan baku mutu limbah meliputi :

- a. Tingkat keasaman (pH), ditetapkannya parameter pH bertujuan agar mikroorganisme dan biota yang terdapat pada penerima tidak terganggu, bahkan diharapkan dengan pH yang alkalis dapat menaikkan pH badan penerima.
- b. BOD, kebutuhan oksigen hayati yang diperlukan untuk merombak bahan organik. Semakin tinggi nilai BOD air limbah, maka daya saingnya dengan mikroorganisme atau biota yang terdapat pada badan penerima akan semakin tinggi.
- c. COD, kelarutan oksigen kimiawi adalah oksigen yang diperlukan untuk merombak bahan organik dan anorganik, oleh sebab itu nilai COD lebih besar dari BOD.
- d. *Total suspended solid* (TSS), menggambarkan padatan melayang dalam cairan limbah. Pengaruh TSS lebih nyata pada kehidupan biota dibandingkan dengan *total solid*. Semakin tinggi TSS, maka bahan organik membutuhkan oksigen untuk perombakan yang lebih tinggi.
- e. Kandungan total nitrogen, semakin tinggi kandungan total nitrogen dalam cairan limbah, maka akan menyebabkan keracunan pada biota.
- f. Kandungan *oil and grease*, dapat mempengaruhi aktifitas mikroba dan merupakan pelapis permukaan cairan limbah sehingga menghambat proses oksidasi pada saat kondisi aerobik.

Karakteristik limbah yang dihasilkan PMKS dan baku mutu limbah disajikan pada table di bawah ini.

Tabel 2.2. Karakteristik Limbah PMKS dan Baku Mutu Limbah

*:	Parameter	Limbah PMKS	Baku Mutu *
	1. pH	4,1	6 – 9
	2. BOD (mg/l)	212,8	100
	3. COD (mg/l)	347,2	350
	4. TSS (mg/l)	211,7	250
	5. Nitrogen Total (mg/l)	41	50
	6. Oil and grease (mg/l)	31	25

#### PERMENLH NO.5 TAHUN 2014, LAMPIRAN III

Berdasarkan data di atas, ternyata semua parameter limbah cair PMKS berada diatas ambang batas baku mutu limbah. Jika tidak dilakukan pencegahan dan pengolahan limbah, maka akan berdampak negatif terhadap lingkungan seperti pencemaran air yang mengganggu

bahkan meracuni bota perairan, menimbulkan bau, dan menghasilkan gas metan dan CO<sub>2</sub> yang merupakan emisi gas penyebab efek rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan.

## 2.9. PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SISTEM KOLAM

Pengoperasian pabrik kelapa sawit secara efisien dan efektif akan menghasilkan limbah cair sekitar 0,6-0,8 m<sup>3</sup> /ton tandan buah segar (TBS). Limbah cair PKS ini akan bernilai ekonomi bila dikelola dengan baik yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman, sebagai substitusi pupuk yang mengandung unsur NPK, unsur-unsur hara dari bahan-bahan organik lainnya. Data yang ditunjukkan oleh pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) pada tahun 1994 pabrik kelapa sawit yang terpasang. Limbah cair PKS yang dihasilkan dari unit proses adalah sebagai berikut:

1. Air kondensat rebusan antara 15% - 20%
2. Air stasiun klarifikasi 70% - 75%
3. Air buangan dari hidrosiklon 5% - 10%

Untuk menanggulangi masalah limbah cair pada unit pengolahan limbah (UPL) di pabrik-pabrik pengolahan sawit pada umumnya menggunakan unit-unit kolam pengolahan. PKS yang menggunakan sistem ini pada umumnya mempergunakan lahan yang cukup luas dan mempunyai beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan bahan baku mutu limbah yang ditetapkan oleh pemerintah. Sistem ini banyak digunakan pada PKS untuk mendapatkan hasil pengolahan limbah industrinya mencapai standar baku mutu yang diizinkan, tahapan yang digunakan dalam sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Fat Fit, kolam pengumpulan losis minyak

Pada kolam ini minyak yang masih ada terikut dengan limbah cair hasil proses klarifikasi dan dapat dikutip kembali.

2. Sludge Recovery Pond, kolam pengendapan lumpur

Lumpur yang berasal dari limbah industri PKS yaitu serat-serat halus dari TBS ikut serta dalam limbah cair, untuk itu perlu dilakukan pengendapan dikolam ini.

3. Cooling Tower, menara pendingin

Menara ini diperlukan untuk mendinginkan limbah PKS agar proses selanjutnya lebih mudah, dimana bila ada sisa minyak masih dapat diambil pada kolam cooling pond (kolam pendingin), dan juga untuk proses pada kolam anaerob dimana limbah cair yang masih panas.

4. Cooling Pond, kolam pendingin

Kolam ini merupakan lanjutan proses pendinginan dari menara pendingin, agar didapat suhu yang sesuai untuk proses anaerobik yang memanfaatkan bakteri.

5. Mixing Pond, kolam pencampur

Air limbah pada kolam ini mengalami asidifikasi. Sehingga air limbah yang mengandung bahan organik lebih mudah mengalami biodegradasi dalam suasana anaerobik. Setelah proses hidrolisis sempurna air limbah dinetralkan (pH antara : 7,0 – 7,5) untuk kemudian menuju ke proses berikutnya (proses anaerobik).

6. Primary Anaerobic Pond, kolam anaerob pertama

Pada kolam ini limbah cair industri PKS yang mengandung senyawa organik kompleks seperti lemak, karbohidrat dan protein akan dirombak oleh bakteri anaerobik menjadi asam organik dan selanjutnya menjadi gas metan, karbondioksida dan air.

7. Secondary Anaerobic Pond, kolam anaerob kedua

Pada kolam ini proses anaerobik yang belum sempurna dari kolam anaerobik primer disempurnakan.

8. Facultative Pond, kolam peralihan

Kolam ini adalah kolam peralihan dari kolam anaerobik ke kolam aerobik. Pada kolam ini proses perombakan dan aerobik masih tetap berlanjut, yaitu menyelesaikan proses yang belum terselesaikan pada kolam anaerobik.

9. Aerobic Pond, kolam aerobik

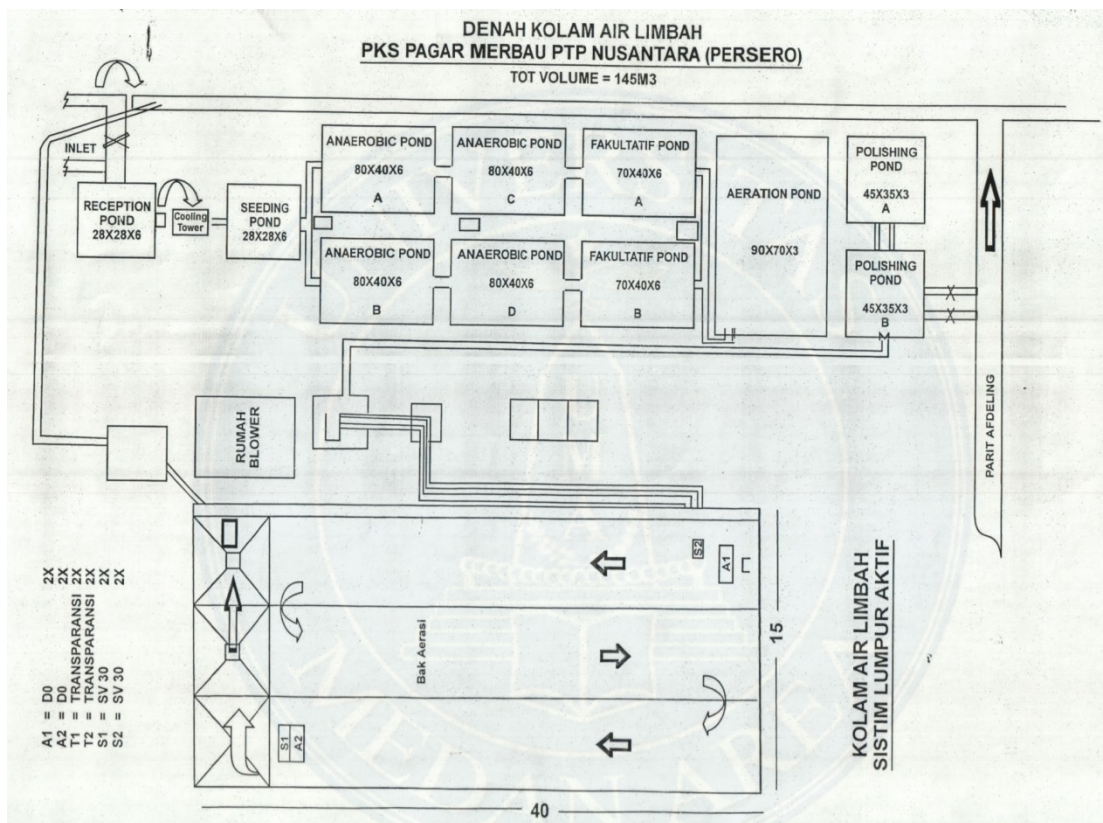
Pada kolam ini cairan limbah diperkaya kandungan oksigennya dengan aerator, oksigen ini diperlukan untuk proses oksidasi (proses aerobik) yang dilakukan oleh bakteri aerobik.

10. Stabilisation Pond

Pada kolam ini limbah sudah dibuang ke badan air, tetapi sebelumnya distabilisasi baik sifat fisik maupun kimianya.

11. Sedimentation Pond, kolam pengendapan

Pada kolam ini abu hasil proses pembakaran pada boiler yang bercampur dengan air diendapkan.



Gambar 2.1 Lay Out pengolahan limbah PKS Tanjung Garbus – PT. Perkebunan Nusantara II