

VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

A. UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses atau sering pula disebut unit utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya, utilitas dalam pabrik proses meliputi air, kukus (*steam*), listrik, ammonia dan Dowtherm A. Penyediaan utilitas dapat dilakukan secara langsung di mana utilitas diproduksi di dalam pabrik tersebut, atau secara tidak langsung yang diperoleh dari pembelian ke perusahaan-perusahaan yang menjualnya.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik asam stearat antara lain:

1. Unit penyediaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin.
- b. Air umpan boiler.
- c. Air untuk penyediaan umum dan sanitasi.
- d. Air hidran (pemadam kebakaran).

2. Unit penyediaan tenaga listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, menjalankan infrastruktur dan perlengkapan kantor maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

3. Unit penyediaan bahan bakar.

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan generator.

4. Unit penyediaan udara tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan yang dipakai dalam sistem instrumentasi pneumatik.

5. Unit penyediaan refrigerant

Unit ini bertugas menyediakan amonia refrigerant yang dipakai sebagai pendingin.

6. Unit penyediaan *steam*

Unit ini bertugas menyediakan steam untuk kebutuhan proses.

7. Unit penyedia Dowtherm A

Unit ini bertugas menyediakan pemanas Dowtherm A yang dipakai sebagai pemanas.

1. Unit Penyediaan Air

a. Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari sungai letaknya dekat dengan pabrik. Air pendingin merupakan air yang diperlukan untuk proses-proses pertukaran/perpindahan panas dalam *heat exchanger* dengan tujuan untuk memindahkan panas suatu zat di dalam aliran ke dalam air.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penyediaan air untuk keperluan pendingin adalah:

- 1). Kesadahan air yang dapat menyebabkan terjadinya *scale* (kerak) pada sistem perpipaan.
- 2). Mikroorganisme seperti bakteri, plankton yang tinggal dalam air sungai, berkembang dan tumbuh, sehingga menyebabkan *fouling* alat *heat exchanger*.
- 3). Besi, yang dapat menimbulkan korosi
- 4). Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

Kualitas standar *cooling water* antara lain yaitu :

pH pada 25 °C : 6,8 – 7,3

M alkalinitas sebagai CaCO₃ (ppm) : < 200

Ca *hardness* sebagai CaCO₃ (ppm) : < 150

Mg *hardness* sebagai CaCO₃ (ppm) : < 100

Silika sebagai SiO₂ (ppm) : < 200

Turbiditas	: < 10
Cl ⁻ dan SO ₄ ²⁻	(ppm) : < 1000
pH	: 6 – 8
Ca ²⁺	(ppm) : max. 300
Silika	(ppm) : max. 150
TDS	(ppm) : max 2500
Konduktivitas	: 4000 μs

Total air pendingin yang diperlukan sebesar 58.930,1338 kg/jam. Dengan rincian seperti pada tabel 6.1. berikut ini :

Tabel 6.1 Kebutuhan air pendingin

No.	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Cooler Reaktor	434.5757	kg/jam
2	Condenser 1 (MD)	10339.2922	kg/jam
3	Condenser 3	441.6369	kg/jam
4	HE 4	42357.3440	kg/jam
Jumlah Kebutuhan		53572.8489	kg/jam
Over design 10%		58930.1338	kg/jam
Recovery 90%, make-up		5893.0134	kg/jam
		5.9354	m³/jam

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 45 °C menjadi 30 °C, untuk dapat lagi digunakan sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang telah keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi di dalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air *make up* yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang. Maka *water make up* untuk *cooling tower* sebesar 5.893,0134 kg/jam.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

Pengolahan air pada *cooling tower* dilakukan dengan menginjeksikan zat kimia pada basin, yaitu:

- a. *Corrosion inhibitor*, yaitu asam sulfat agar air yang akan masuk ke unit tidak menimbulkan korosi.
- b. *Scale inhibitor*, berupa dispersant yang berfungsi untuk mencegah pembentukan kerak pada peralatan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa terlarut.
- c. Cl_2 yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan organisme seperti lumut, ganggang, dll.
- d. *pH control system*, yaitu dengan penambahan NaOH 48%

Sistem resirkulasi yang dipergunakan bagi air pendingin ini adalah sistem terbuka. Sistem ini akan memungkinkan berbagai penghematan dalam hal ongkos penyediaan utilitas khususnya untuk air pendingin. Udara bebas akan digunakan sebagai pendingin dari air panas yang terbentuk sebagai produk dari proses perpindahan panas.. Udara masuk dari sisi bawah menara berlawanan arah dengan aliran air. Air mengalir kebawah menuju basin dan udara mengalir ke atas dihisap oleh *induce draft fan* pada sel. Aliran udara ke atas mendinginkan air yang turun ke bawah. Desain temperatur air pendingin 30°C dan air panas balik 45°C.

b. Air Umpan Boiler

Air ini digunakan sebagai umpan boiler yang akan memproduksi *steam*. Jumlah air yang dibutuhkan adalah 1,2 kali massa steam, yaitu sebesar 21.443,0169 kg/jam. Dengan rincian seperti pada tabel 6.2. berikut ini :

Tabel 6.2 Kebutuhan steam

No.	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Melter (Q-110)	447.1345	kg/jam
2	Water Preheater (E-110)	3159.3286	kg/jam
3	Reaktor 1 (R-210)	2444.3845	kg/jam
4	Reaktor 2 (R-220)	50.4783	kg/jam
5	Vaporizer (V-310)	6835.9377	kg/jam
6	HE Udara (E-330)	3307.4462	kg/jam
	Total	16244.7098	kg/jam
	Over Design 10%	17869.1808	kg/jam
	Recovery 90%, make-up	1786.9181	kg/jam
		1.7998	m³/jam

Steam jenuh yang dihasilkan bersuhu 272 °C dengan tekanan 5.860,2 kPa.

Jumlah *make up* air umpan boiler adalah 2.144,3017 kg/jam, sehingga total

kebutuhan umpan boiler adalah $23.587,3186 \text{ kg/jam} = 23,7570 \text{ m}^3/\text{jam}$. Untuk umpan boiler digunakan air bebas mineral yang akan diperoleh dengan cara *ion exchange* (pertukaran ion). Jadi untuk keperluan ini diperlukan satu unit tambahan *water treatment* berupa unit *water softening* dengan pertukaran ion. Ion yang dipertukarkan adalah Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^{2+} , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- sebagai ion penyebab kesadahan air. Efek dari kesadahan ini adalah timbulnya kerak (*scale*) di sisi bagian dalam dinding *waste heat boiler*. Sebagai resin penukar kation dapat digunakan asam kuat dan resin penukar anion dapat digunakan basa kuat.

Air umpan boiler tidak boleh mengandung zat yang dapat menyebabkan korosi, kerak, dan *foaming*. Korosi dapat terjadi karena air mengandung larutan asam dan gas-gas yang terlarut. Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silika. Sedangkan *foaming* timbul karena adanya zat-zat organik yang tak terlarut dalam jumlah yang besar.

Persyaratan umum untuk air sebagai air untuk umpan boiler adalah :

Kandungan silika = 0,01 ppm maksimum

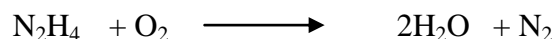
Konduktivitas = 1 ($\mu\text{s/cm}$)

O_2 terlarut kurang dari 10 ppm

pH : 8,8 – 9,2

Untuk menghilangkan gas-gas terlarut seperti oksigen diperlukan unit *deaerator* dengan cara *stripping* dengan menggunakan *steam* tekanan rendah dan diinjeksikan *hydrazine* ke dalamnya sebagai pengikat gas.

Reaksi yang terjadi:



c. Air untuk keperluan umum dan sanitasi

Air untuk keperluan umum adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemenuhan kebutuhan pegawai seperti untuk mandi, cuci, kakus (MCK) dan untuk kebutuhan kantor lainnya, serta kebutuhan rumah tangga. Air sanitasi diperlukan untuk pencucian atau pembersihan peralatan pabrik, utilitas, laboratorium dan lainnya.

Beberapa persyaratan untuk air keperluan umum dan sanitasi adalah sebagai berikut ;

1. Syarat fisis ; di bawah suhu kamar, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, tingkat kekeruhan $< 1 \text{ mg SiO}_2/\text{Liter}$.
2. Syarat kimia ; tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air, logam-logam berat lainnya yang beracun.
3. Syarat biologis (bakteriologis) ; tidak mengandung kuman/bakteri terutama bakteri patogen.

Total kebutuhan air untuk keperluan umum sebesar = $75,85 \text{ m}^3/\text{hari} = 3,1604 \text{ m}^3/\text{jam} = 3.137,8405 \text{ kg/jam}$. Dengan rincian seperti pada tabel 6.3. berikut ini :

Tabel 6.3 Kebutuhan air keperluan umum dan sanitasi

No.	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
1	Air untuk karyawan & kantor = 150 L/orang/hari Jadi untuk 189 orang diperlukan air sejumlah	28.3500	m ³ /hari
2	Air untuk perumahan karyawan : a. Perumahan pabrik : 20 rumah b. Rumah dihuni 4 orang : 500 L/hari.rumah Total untuk perumahan : 40000 L/hari	40.0000	m ³ /hari
3	Air Untuk Laboratorium diperkirakan sejumlah	2.5000	m ³ /hari
4	Air Untuk Kebersihan dan Pertamanan	5.0000	m ³ /hari
		75.8500	m³/hari
Total		3.1604	m³/jam
		3137.8405	kg/jam

d. Air Hidran (Pemadam Kebakaran)

Salah satu bagian dari utilitas pabrik ini adalah air pemadam kebakaran. Kebutuhan air untuk seksi ini sangat diperlukan jika suatu saat terjadi musibah kebakaran yang menimpa salah satu bagian dari pabrik. Jadi, penggunaan air untuk keperluan ini tidak dilakukan secara rutin dan kontinyu tetapi hanya bersifat insidental hanya saat terjadi kebakaran. Dalam praktiknya, kebutuhan air ini disalurkan melalui pipa *hydran* yang tersambung melalui saluran yang melintasi seluruh lokasi pabrik. Pipa-pipa *hydran* terutama dipersiapkan pada lokasi pabrik yang cukup strategis dengan pertimbangan utama adalah pada kemudahan pencapaian pada semua lokasi pabrik. Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan untuk pemadam kebakaran sekitar 1000 kg/jam yang akan ditampung dalam bak penampung. Fasilitas pemadam kebakaran seperti *fire hydrant* perlu ditempatkan pada tempat-tempat yang strategis, disamping itu

disediakan pula *portable fire fighting equipment* pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai. Dengan adanya fasilitas ini diharapkan keselamatan dan kesehatan kerja pabrik ini meningkat.

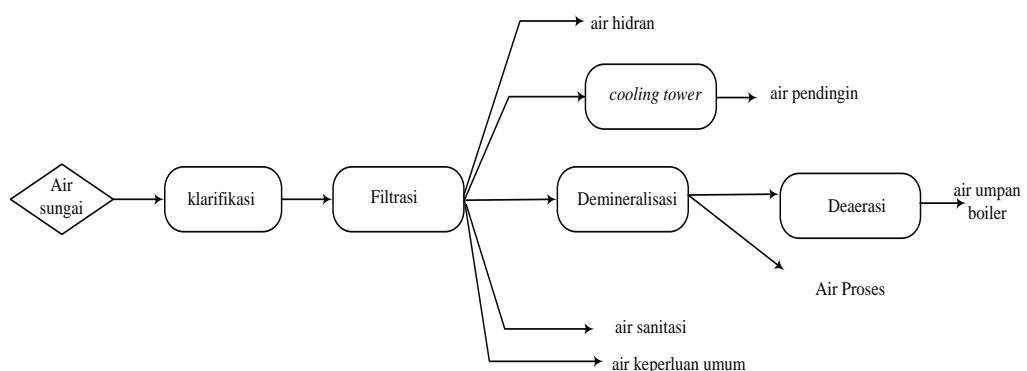
Secara keseluruhan, total kebutuhan air adalah sebanyak 13,9196 m³/jam, dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 6.4. Kebutuhan Air Pabrik

Penggunaan	Jumlah (m ³ /jam)
Make Up Air Pendingin	5.9354
Make Up Air Umpan Boiler	2.1597
Air Pemadam Kebakaran	1.0072
Air Proses	1.6569
Air Keperluan Umum dan Sanitasi	3.1604
Total	13.9196

Air yang digunakan dalam pabrik ini, seperti air proses, air umpan boiler, dan air pendingin dan lainnya diperoleh dari air sungai. Untuk mendapatkan spesifikasi air sesuai dengan kebutuhan dilakukan pengolahan dengan beberapa tahap. Pengolahan yang dilakukan setelah pemompaan dari sungai adalah penjernihan, penyaringan, desinfektasi, demineralisasi, dan deaerasi.

Diagram alir pengolahan air adalah sebagai berikut ;



Gambar 6.1 Diagram Alir Pengolahan Air

Penjernihan (Clarification)

Bahan baku air diambil dari badan air sungai. Kualitas air sungai adalah sebagai berikut:

	Rata-rata	Maksimum
Tekanan, kg/m ² G	:	2,25
Temperatur, oC	: 28,5	30
PH	: 6,9	7,6
Turbiditas, sebagai SiO ₂	: 49ppm	65 ppm
P alkalinitas, sebagai CaCO ₃	: 0 ppm	0
M alkalinitas, sebagai CaCO ₃	: 19,4 ppm	38,5 ppm
Cl ₂ , sebagai Cl	: 3,4 ppm	6,4 ppm
Sulfat, sebagai SO ₄ ⁻	: 4,2 ppm	7,0 ppm
Amonia, sebagai NH ₃	: 3,9 ppm	11,3 ppm
Ca ⁺⁺ Hardness sebagai CaCO ₃	: 8,5 ppm	18,4 ppm
Mg ⁺⁺ Hardness sebagai CaCO ₃	: 6,4 ppm	13,8 ppm
Besi, sebagai Fe	: 1,6 ppm	4,2 ppm
Silika, sebagai SiO ₂	: 20,5 ppm	40,1 ppm
<i>Suspended solid,</i>	: 42 ppm	94 ppm
<i>Total dissolved solid,</i>	: 64 ppm	100 ppm
<i>Anorganic matter,</i>	: 18,7 ppm	105 ppm

Bahan baku air diambil dari badan air sungai. Air sungai dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran *suction*

pompa. Air yang tersaring oleh screen masuk ke *suction* pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air.

Air masuk ke dalam tangki sedimentasi untuk mengendapkan dan memisahkan lumpur yang mungkin terbawa, yang dapat menyebabkan gangguan *fouling* di dalam proses penyediaan air bebas mineral. Partikel yang besar dihilangkan dengan penyaringan, tetapi koloidal yang ada dilepas melalui proses klarifikasi dalam penetralan dan penggumpalan (*coagulation*) dan sebelum dikeluarkan dilakukan injeksi larutan alum, kaustik, dan klorin. Jumlah aliran bahan kimia yang masuk dikontrol secara otomatis sebanding dengan jumlah air yang masuk.

Jumlah injeksi bahan kimia tergantung dari mutu air sungai dan keadaan operasi di lapangan. Semua air alam mengandung bermacam-macam jenis dan jumlah pengotor. Kotoran ini dapat digolongkan sebagai :

a. Padatan yang terlarut

Zat-zat padat yang terlarut terdiri dari bermacam-macam komposisi mineral-mineral seperti kalsium karbonat, magnesium karbonat, kalsium sulfat, magnesium sulfat, silika, sodium klorida, sodium sulfat dan sejumlah kecil besi, mangan, florida, aluminium, dan lain-lain.

b. Gas-gas yang terlarut

Gas-gas yang terlarut biasanya adalah komponen dari udara walaupun biasanya jarang, seperti hidrogen sulfida, metana, oksigen dan CO₂.

c. Zat yang tersuspensi

Dapat berupa kekeruhan (*turbidity*) yang terjadi dari bahan organik, mikro organik, tanah liat dan endapan lumpur, warna yang disebabkan oleh pembusukan tumbuh-tumbuhan, dan lapisan endapan mineral seperti minyak.

Untuk memperoleh efisiensi di tangki penggumpal dipakai bahan kimia koagulan seperti :

1. Larutan Alum (aluminium sulfat)

Berupa tepung berwarna putih, dapat larut dalam air, stabil dalam udara, tidak mudah terbakar, tidak dapat larut dalam alkohol dan dapat dengan cepat membentuk gumpalan. Alum berfungsi sebagai bahan penggumpal (*floculant*) untuk menjernihkan air. Pembentukan flok terbaik pada PH 6,5 – 7,5. Jumlah alum yang diinjeksikan sebanyak 0,06% dari air umpan dengan konsentrasi 26% volum.

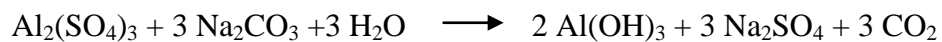
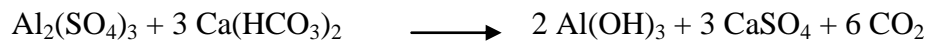
2. Soda kaustik (NaOH)

Diinjeksikan untuk mengatur pH atau memberikan kondisi basa pada air sungai sehingga mempermudah pembentukan flok oleh alum karena air sungai cenderung bersifat asam. Jumlah soda abu yang diinjeksikan sebanyak 0,05% dari air umpan dengan konsentrasi 40% volum.

3. Klorin/Kaporit

Berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme. Jumlah kaporit yang diinjeksikan sebanyak 1,2 % dari umpan dengan konsentrasi 30% volum.

Reaksi yang terjadi :



Air dari klarifier kemudian kemudian dipompakan ke *sand filter*.

Penyaringan (*Filtration*)

Air yang dipersiapkan sebagai bahan baku untuk proses pertukaran ion (*ion exchanger*) harus disaring untuk mencegah *fouling* di penukar ion yang disebabkan oleh kotoran yang terbawa. Sejumlah kotoran yang terbawa dikoagulasikan pada proses penjernihan. Bahan akan dihilangkan termasuk bahan organik, warna dan bakteri. Air yang telah mengalami proses penjernihan, turbiditasnya menjadi 5 ppm atau lebih rendah. Selama operasi dari *filter*, kotoran yang masih terbawa pada air setelah mengalami proses penjernihan akan terlepas oleh *filter* dan terkumpul pada permukaan *bed*.

Penyaringan ini menggunakan media pasir atau *sand filter* berbentuk silinder vertikal yang terdiri dari *fine sand*, *coarse sand*, *activated carbon*, dan antrasit. *Activated carbon* digunakan untuk menghilangkan klorin, bau dan warna. Bila *sand filter* ini telah jenuh maka perlu dilakukan regenerasi, dengan cara cuci aliran balik (*backwash*) dengan aliran yang lebih tinggi dari aliran filtrasi, hal ini dilakukan untuk melepaskan kotoran (*suspended matters*) dari permukaan *filter* dan untuk memperluas bidang penyaringan. Setelah di-*backwash* dan *filter* dioperasikan kembali, air hasil saringan untuk beberapa

menit pertama dikirim ke pembuangan, hal ini dilakukan untuk membersihkan sistem dari benda-benda padat yang masih terbawa dan setelah itu dibuang.

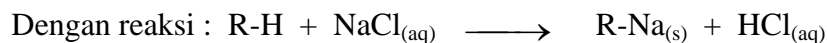
Backwash filter secara otomatis terjadi bila hilang tekan tinggi (*high pressure drop*) tercapai atau waktu operasi (*duration time*) tercapai. Larutan kaustik diinjeksikan melalui pipa (*line header outlet*) dari *sand filter* untuk mengatur pH dari produk air *filter* yang masuk ke tangki penyimpanan air *filter*.

Untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang ada dalam air *filter* dilakukan injeksi klorin. Dari tangki air *filter*, air didistribusikan ke menara pendingin, perumahan, dan unit demineralisasi.

Demineralisasi

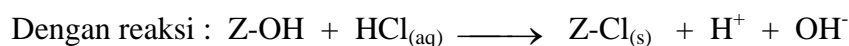
Fungsi dari demineralisasi adalah mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin (*deionized water*). Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air *filter* dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai air umpan boiler untuk membangkitkan steam tekanan 5.860,2 kPa dan temperatur 272 °C.

Unit penyediaan air bebas mineral terdiri dari penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Pada penukar kation diisi dengan penukar ion asam lemah berupa metilen akrilat. Resin ini dirancang untuk menghilangkan/mengikat ion-ion logam dari air atau ion-ion positif seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^+ dan Al^{3+} .



Resin akan melepaskan ion H^+ sehingga air yang dihasilkan akan bersifat asam dengan pH 3,2-3,3. Apabila pH air yang keluar melebihi batas yang dibolehkan, berarti resin yang ada telah jenuh dan perlu diregenerasi. Hal tersebut dilakukan dengan melarutkan asam sulfat sehingga ion H^+ dari asam sulfat akan menggantikan ion logam dalam resin dan selanjutnya resin dapat digunakan. Penyerapan ion positif mutlak dilakukan agar tidak membentuk kerak.

Penyaring anion berisi penukar ion basa lemah berupa resin amino polistirena, $\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$). Resin ini dirancang untuk menghilangkan ion asam dari air atau ion-ion negatif seperti karbonat, bikarbonat, sulfat, sulfit, nitrat, nitrit, silika, dan lain-lain.



Penyaring kation-anion berisi campuran resin kation dan anion untuk pengolahan akhir air. Semua penukar ion dioperasikan dengan aliran air yang kontinyu.

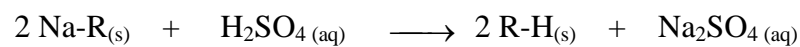
Resin yang diisikan ke penukar ion diregenerasi bila kemampuannya menukar ion telah habis dan sebagai batasannya adalah total galon dan konduktivitas air (*high SiO_2 , high conductivity*). Regenerasi terdiri dari tiga langkah yaitu cuci balik (*backwash*), regenerasi awal dengan bahan kimia, dan pencucian (*rinse*).

Bahan kimia yang dipakai untuk regenerasi dari penukar ion dan netralisasi air bekas regenerasi adalah :

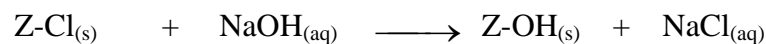
1. Asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 4 %
2. Soda kaustik (NaOH) dengan konsentrasi 45 % (cairan) dan 98 % (*flake* atau *solid*).

Reaksi yang terjadi pada saat regenerasi adalah :

Pada penukar kation



Pada penukar anion



Buangkan bekas bahan kimia dari *cation exchanger* dan *anion exchanger* mengalir ke bawah ke dalam kolam netralisasi melalui saluran pembuangan. Air bebas mineral yang telah diproduksi selanjutnya akan dialirkan ke tangki penampungan air demin.

2. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik Asam Stearat ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik, hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik yaitu berdasarkan pada pertimbangan:

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.

- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Generator cadangan berkekuatan 0,5 MW, dapat beroperasi selama 3 hari.

Generator yang dipakai adalah jenis generator AC tiga fase, karena memiliki beberapa kelebihan, antara lain :

- Tegangan listrik stabil, daya kerja lebih besar.
- Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
- Motor tiga fase harganya relatif lebih murah dan sederhana.

Kebutuhan listrik untuk pabrik direncanakan untuk penerangan seluruh area pabrik, keperluan proses dan keperluan utilitas.

- Listrik untuk penerangan

Dari Chemical Engineer's Handbook, 3rd ed, hal. 1753 direkomendasikan untuk perhitungan penerangan digunakan satuan lumen. Dengan menetapkan jenis lampu yang digunakan, maka dapat dihitung jumlah listrik yang harus disediakan untuk penerangan. Jumlah lumen masing-masing area terlihat pada tabel-tabel berikut ini :

o Area Bangunan

Tabel 6.5 Kebutuhan listrik untuk penerangan area bangunan

Area Bangunan	Luas		F	U	D	Lumen
	(m ²)	(ft ²)				
Pos Keamanan	70	753.4737	20	0.5	0.8	37673.6850
Mushola	100	1076.3910	10	0.55	0.8	24463.4318
Kantin	75	807.2933	10	0.51	0.8	19786.5993
Kantor	500	5381.9550	20	0.58	0.8	231980.8190
Klinik	75	807.2933	20	0.55	0.8	36695.1477
Ruang Kontrol	150	1614.5865	35	0.6	0.8	117730.2656
Laboratorium	100	1076.3910	35	0.6	0.8	78486.8438
Bengkel	100	1076.3910	10	0.53	0.8	25386.5802
GSG	150	1614.5865	10	0.51	0.8	39573.1985
Gudang	100	1076.3910	5	0.52	0.8	12937.3918
Perumahan	400	4305.5640	20	0.55	0.8	195707.4545
Total	1820	19590.3162				820421.4172

Untuk area dalam bangunan digunakan lampu 40 watt

1 lampu 40 watt = 1.960 lumen

Jumlah lampu = $\frac{820.421,417}{1.960} = 419$ buah lampu

Daya = $419 \times 40 = 16.760$ watt = 16,76 kW

o Area Non Bangunan

Tabel 6.6 Kebutuhan listrik untuk penerangan area non bangunan

Area Non Bangunan	Luas		F	U	D	Lumen
	(m ²)	(ft ²)				
Proses	5000	53819.55	10	0.59	0.8	1140244.7034
Utilitas	1500	16145.865	10	0.59	0.8	342073.4110
Area Pengembangan	5000	53819.55	0	0	0.8	0.0000
Jalan & Taman	3500	37673.685	5	0.53	0.8	444265.1533
Total	15000	161458.65				1926583.2677

Untuk arean non bangunan digunakan lampu 250 watt

1 lampu 250 watt = 1.000 lumen

$$\text{Jumlah lampu} = \frac{1.926.583,2677}{1.000} = 193 \text{ buah lampu}$$

$$\text{Daya} = 193 \times 250 = 48.250 \text{ watt} = 48,25 \text{ kW}$$

- Listrik untuk proses

Tabel 6.7 Kebutuhan listrik untuk proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Daya / alat	Daya	
					Hp	watt
1	Screw conveyor 1		1	1.0000	1.0000	745.7000
2	Screw conveyor 2		1	2.6200	2.6200	1953.7340
3	Screw conveyor 3		1	1.0000	1.0000	745.7000
4	Bucket elevator 1		1	2.0000	2.0000	1491.4000
5	Bucket elevator 2		1	2.0000	2.0000	1491.4000
6	Melter		1	5.0000	5.0000	3728.5000
7	Reaktor 1		1	17.0000	17.0000	12676.9000
8	Reaktor 2		1	2.0000	2.0000	1491.4000
9	Mixing Tank		1	4.0000	4.0000	2982.8000
10	Crystallizer		1	4.0000	4.0000	2982.8000
11	Centrifuge		1	6.0000	6.0000	4474.2000
12	Rotary Dryer		1	17.0000	17.0000	12676.9000
13	Blower 1		1	8.0000	8.0000	5965.6000
14	Blower 2		1	7.0000	7.0000	5219.9000
15	Pompa 1		1	0.5000	0.5000	372.8500
16	Pompa 2		1	1.0000	1.0000	745.7000
17	Pompa 3		1	0.5000	0.5000	372.8500
18	Pompa 4		1	0.5000	0.5000	372.8500
19	Pompa 5		1	3.0000	3.0000	2237.1000
20	Pompa 6		1	3.0000	3.0000	2237.1000
21	Pompa 7		1	2.5000	2.5000	1864.2500
22	Pompa 8		1	0.5000	0.5000	372.8500
23	Pompa 9		1	0.5000	0.5000	372.8500
24	Pompa 10		1	0.5000	0.5000	372.8500
25	Pompa 11		1	3.5000	3.5000	2609.9500
26	Pompa 12		1	0.5000	0.5000	372.8500
27	Pompa 13		1	3.0000	3.0000	2237.1000
28	Pompa 14		1	0.5000	0.5000	372.8500
29	Pompa 15		1	0.5000	0.5000	372.8500
30	Pompa 16		1	0.5000	0.5000	372.8500

31	Pompa 17	1	0.5000	0.5000	372.8500
32	Pompa 18	1	0.5000	0.5000	372.8500
Total			100.6200	100.6200	75032.3340

- Listrik untuk utilitas

Tabel 6.8 Kebutuhan listrik untuk utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Daya / alat	Daya	
					Hp	watt
Unit Air & Steam :						
1	Bak Penggumpal		1	4.0000	4.0000	2982.8000
2	Boiler		1	34.5000	34.5000	25726.6500
3	Motor tangki dispersant		1	2.5000	2.5000	1864.2500
4	Motor tangki inhibitor		1	4.0000	4.0000	2982.8000
5	Motor tangki kaporit		1	2.5000	2.5000	1864.2500
6	Motor tangki soda kaustik		1	0.5000	0.5000	372.8500
7	Blower Steam		1	0.5000	0.5000	372.8500
8	Pompa utilitas 1		1	1.0000	1.0000	745.7000
9	Pompa utilitas 2		1	1.0000	1.0000	745.7000
10	Pompa utilitas 3		1	0.5000	0.5000	372.8500
11	Pompa utilitas 4		1	0.5000	0.5000	372.8500
12	Pompa utilitas 5		1	0.5000	0.5000	372.8500
13	Pompa utilitas 6		1	1.0000	1.0000	745.7000
14	Pompa utilitas 7		1	1.0000	1.0000	745.7000
15	Pompa utilitas 8		1	1.5000	1.5000	1118.5500
16	Pompa utilitas 9		1	1.5000	1.5000	1118.5500
17	Pompa utilitas 10		1	1.5000	1.5000	1118.5500
18	Pompa utilitas 11		1	4.0000	4.0000	2982.8000
19	Pompa utilitas 12		1	0.5000	0.5000	372.8500
20	Pompa utilitas 13		1	0.5000	0.5000	372.8500
21	Pompa utilitas 14		1	0.5000	0.5000	372.8500
22	Pompa utilitas 15		1	0.5000	0.5000	372.8500
23	Pompa utilitas 16		1	4.0000	4.0000	2982.8000
24	Pompa utilitas 17		1	4.0000	4.0000	2982.8000
25	Pompa utilitas 18		1	1.0000	1.0000	745.7000
26	Pompa utilitas 19		1	1.0000	1.0000	745.7000
27	Pompa utilitas 20		1	1.0000	1.0000	745.7000
28	Pompa utilitas 21		1	2.0000	2.0000	1491.4000
29	Pompa utilitas 22		1	0.5000	0.5000	372.8500
Unit Dowtherm A :						0.0000

30	Pompa dowtherm A 1	1	2.0000	2.0000	1491.4000
31	pompa dowtherm A 2	1	2.0000	2.0000	1491.4000
Unit Refrigerant :					
32	Blower ammonia 1	1	0.5000	0.5000	372.8500
33	Blower ammonia 2	1	0.5000	0.5000	372.8500
34	Pompa ammonia 1	1	7.0000	7.0000	5219.9000
35	Pompa ammonia 2	1	0.5000	0.5000	372.8500
36	Kompresor Ammonia	1	12.0000	12.0000	8948.4000
Unit Udara Tekan :					
37	Kompresor udara	1	2.5000	2.5000	1864.2500
38	Blower udara 1	1	7.0000	7.0000	5219.9000
39	Blower udara 2	1	0.5000	0.5000	372.8500
40	Blower udara 3	1	0.5000	0.5000	372.8500
41	Blower udara 4	1	0.5000	0.5000	372.8500
Total					84636.9500

- Listrik untuk AC kantor

Listrik untuk AC kantor = 20 kW

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik total} &= 16,76 \text{ kW} + 48,25 \text{ kW} + 75,032 \text{ kW} + 84,636 \text{ kW} + \\
 &20 \text{ kW} \\
 &= 244,6793 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan listrik total sebesar 244,6793 kW dengan *over desain* 20 %, sehingga kebutuhan total = 293,6191 kW.

3. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yaitu solar yang diperoleh dari PERTAMINA atau distribusinya.

Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair:

- mudah didapat
- kesetimbangannya terjamin
- mudah dalam penyimpanannya

Solar yang dibutuhkan sebesar 1.191,2411 liter/jam.

4. Unit Penyediaan Refrigerant

Refrigerant yang digunakan adalah amonia sebagai pendingin pada kristalizer. Amonia yang telah digunakan diolah dalam sistem refrigerasi amonia pada unit utilitas. Sistem refrigerasi ini berfungsi untuk mensirkulasikan amonia pendingin pada alat-alat proses sebagai berikut :

Tabel 6.9 Kebutuhan ammonia refrigerant

No.	Alat	Massa (kg/jam)
1	Crystallizer	1449.6195
2	Condenser 4	103618.6965
3	HE 5	1995.3053
Total		107063.6213

Kondisi operasi sebagai berikut:

T operasi = 30°C

Tekanan operasi = 1 atm

Temperatur masuk ammonia (gas) = -33,5 °C (P = 1 atm)

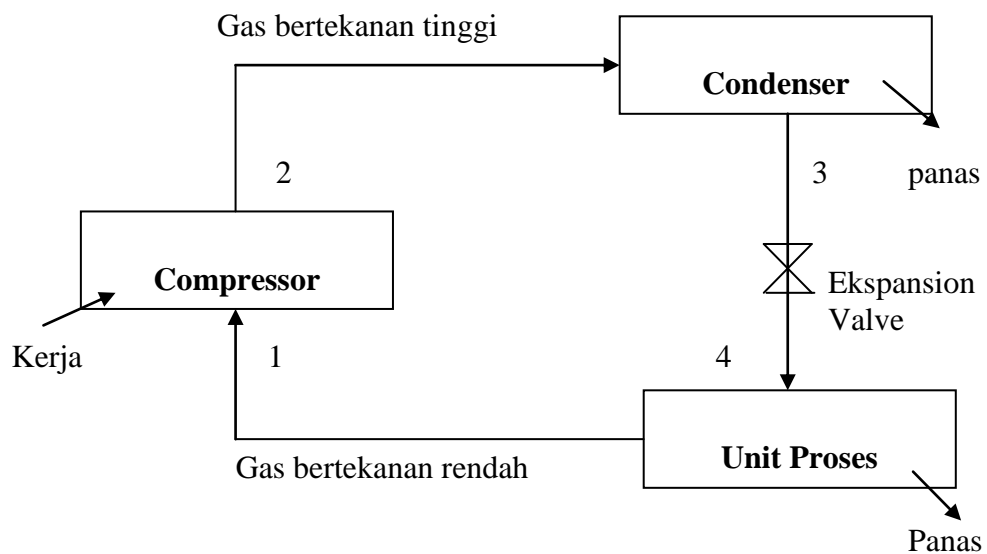
Tempertatur keluar ammonia (cair) = -33,5 °C

Ammonia cair masuk berwujud cair dan keluar dengan fase gas. Amonia bersirkulasi menggunakan konsep *liquifaction*, *liquifaction* adalah perubahan

zat dari wujud gas ke bentuk cairan. Karena perubahan wujud zat sebanding dengan perbedaan jumlah energi dari molekul yang membentuk zat tersebut, maka energi panas harus diserap atau dilepas oleh zat tersebut sehingga dapat merubah keadaan wujud zat tersebut. Dengan demikian, perubahan zat dari padat ke cair atau dari cair ke gas memerlukan penambahan panas. Jika gas mengalami kompresi, panas akan terlepas dan berubah fasa menjadi cair, sehingga pendinginan ekstrem tidak mutlak diperlukan untuk pencairan gas. Pendinginan semacam ini ditemukan oleh Thomas Andrew pada tahun 1969. disebutkan bahwa setiap gas mempunyai temperatur kritis, dan apabila pencairan dilakukan diatas temperatur kritis maka gas tersebut tidak dapat dicairkan dan tidak berpengaruh berapapun tekanan diberikan.

Ketika gas tersebut dikompresi, molekul-molekul gas saling tarik-menarik sehingga kalor pun terlepas. Pada proses kompresi, kecepatan molekul-molekul gas dan jarak antara molekul tersebut semakin dekat sampai akhirnya gas tersebut mengalami perubahan wujud menjadi cairan (Wikipedia, 2006)

Sistem refrigerasi kompresi uap merupakan sistem/daur yang paling banyak digunakan dalam daur refrigerasi. Proses-proses yang membentuk daur kompresi uap adalah :



Gambar 6.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Keterangan :

- 1-2 Kompresi adiabatik dan reversible, dari uap jenuh menuju tekanan kondensor
- 2-3 Pelepasan kalor reversible pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panas lanjut (desuperheating) dan pengembunan refrigeran
- 3-4 Ekspansi irreversibel pada entalpi konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan kristalizer.
- 4-1 Penambahan kalor reversible pada tekanan tetap, yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh

5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Pada perancangan pabrik asam stearat, unit penyediaan udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi dan udara *plant* di peralatan proses, seperti untuk menggerakkan *control valve* serta untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara instrumen mempunyai sumber yang sama dengan udara pabrik yaitu bersumber dari udara di lingkungan pabrik, hanya saja udara bertekanan tersebut harus dikeringkan (*dew point* rendah = -40° C) menggunakan *dryer* dengan media pengering *silica gel* (kandungan air < 100 ppm). Jika *silica gel* telah mendekati kondisi jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat lagi berlangsung maka dilakukan regenerasi dengan menggunakan gas panas atau dipasang pemanas listrik di dalam hamparan *silica gel* untuk memberikan panas. Untuk memenuhi kebutuhan digunakan *compressor* dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Selain bersifat kering, udara tekan yang dihasilkan harus bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya. Untuk itu *dryer* juga dilengkapi dengan *cyclone*.

B. PENGOLAHAN LIMBAH

Pada pabrik Asam stearat ini terdapat limbah industri berupa cairan yang tidak berbahaya. Untuk limbah cair, karena tidak berbahaya maka penanganannya sebelum dibuang ke sungai hanyalah di cek kandungan pH didalamnya agar sama dengan pH lingkungan. Adapun penanganan limbah-limbah cair di pabrik asam stearat selain limbah cair industri adalah sebagai berikut :

a. Air Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik, pencucian, dan dapur dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan kalsium hipoklorit yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Sedangkan kotoran yang berasal dari WC dibuang ke tempat pembuangan khusus *septic tank*.

b. Air buangan dari peralatan proses

Air buangan ini mengandung minyak atau bahan organik yang mungkin disebabkan oleh:

- Bocoran dari suatu peralatan
- Bocoran karena tumpahan saat pengisian
- Pencucian atau perbaikan peralatan

Air buangan yang mengandung minyak dilakukan pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke tungku pembakaran, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

c. Air buangan dari utilitas

Air buangan dari utilitas berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin yang bersifat asam atau basa. Air sisa proses yang berasal dari unit demineralisasi dan air sisa regenerasi dikirim ke kolom netralisasi. Penetralan dilakukan dengan menambahkan asam sulfat atau basa NaOH sampai air tersebut mempunyai pH netral (diharapkan 6,5 – 8).

Air yang sudah dinetralkan kemudian dialirkan ke penampungan akhir untuk dibuang.

C. LABORATORIUM

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produksi. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikendalikan dan kualitas produk dapat dijaga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendali pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair.

Laboratorium berada di bawah bagian produksi yang mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengendali kualitas bahan baku (apakah sudah memenuhi persyaratan yang diizinkan atau tidak) dan pengendali kualitas produk (apakah sudah memenuhi spesifikasi atau belum).
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan melakukan analisis terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, air pendingin, air umpan *boiler*, *steam*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan tugas selama 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

a. Kelompok Non-*Shift*

Kelompok ini bertugas melakukan analisis khusus, yaitu Analisis yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan oleh laboratorium. Dalam membantu kelancaran kinerja kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas-tugas antara lain :

- Menyediakan reagen kimia untuk analisis laboratorium.
- Melakukan Analisis bahan buangan penyebab polusi.
- Melakukan penelitian/percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

b. Kelompok *Shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisis-analisis rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir yaitu kerja *shift* selama 24 jam dengan masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam.

Dalam pelaksanaan tugasnya, seksi laboratorium dikelompokkan menjadi :

a. Laboratorium Fisika

Bagian ini mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat fisis bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan antara lain :

- *Spesifik gravity*
- Viskositas kinematik
- Kandungan air

b. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya. Analisis yang dilakukan antara lain :

- Kadar impuritis pada bahan baku
- Kadar impuritis pada produk

c. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk
- Pemeliharaan lingkungan (pembersihan air buangan).

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non-rutin, misalnya saja penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian, guna mendapatkan alternatif lain tentang penggunaan bahan baku.

d. Laboratorium Analisis Air

Pada laboratorium Analisis air ini yang di analisis antara lain :

1. Bahan baku air
2. Air demineralisasi
3. Air pendingin
4. Air umpan *Boiler*

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, kadar minyak, sulfat, silika dan konduktivitas air.

Alat- alat yang digunakan dalam laboratorium Analisis air adalah :

- a. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman / kebasaaan.
- b. Spektrometer, untuk menentukan konsentersasi suatu senyawa terlarut dalam air dengan syarat larutan harus berwarna .
- c. *Spectroscopy*, untuk menentukan kadar sulfat.

- d. Peralatan *gravimetric*, untuk mengetahui jumlah kandungan padatan dalam air.
- e. Peralatan titrasi , untuk mengetahui kandungan klorida, kasadahan dan alkalinitas.
- f. *Conductivity meter* , untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air terdeminerasasi yang dihasilkan unit terdemineralizer juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2). Sedangkan parameter air umpan *boiler* yang dianalisis antara lain kadar hidrazin, amonia dan ion fosfat.

e. Alat Analisis

Alat Analisis yang digunakan :

- *Water Content Tester*, untuk menganalisis kadar air dalam produk.
- *Viskometer Bath*, untuk mengukur viskositas produk keluar reaktor.
- *Hydrometer*, untuk mengukur *spesific gravity*.

D. INSTRUMENTASI DAN PENGENDALIAN PROSES

Dalam pengoperasian dan pengendalian alat-alat proses, diperlukan sistem instrumentasi yang dapat mengukur, mengindikasikan, dan mencatat variabel-variabel proses. Variabel proses itu antara lain temperatur, tekanan, laju alir, dan ketinggian. Pengendalian alat-alat proses dipusatkan di ruang kendali, walaupun dapat pula dilakukan langsung di lapangan. Pengendalian terhadap kualitas bahan baku dan produk dilakukan di laboratorium pabrik.

Sistem pengendalian di pabrik asam stearat ini menggunakan *Distributed Control System* (DCS). Sistem ini mempergunakan komputer mikroprosesor yang membagi aplikasi besar menjadi sub-sub yang lebih kecil. Data yang diperoleh dari elemen-elemen sensor diolah dan disimpan. Pengendalian dilakukan dalam *Programmable Logic Controller* dengan cara mengubah data-data tersebut menjadi sinyal elektrik untuk pembukaan atau penutupan *valve-valve*. Untuk melakukan perhitungan matematis yang rumit dan kompleks dibutuhkan *Supervisor Control System* (SCS).

Beberapa kemampuan yang dimiliki oleh SCS adalah :

1. Kalkulasi termodinamik.
2. Prediksi sifat/komposisi produk dan kontrol.
3. Menyimpan data dalam jangka waktu yang panjang.

Model hierarki pengendalian meliputi empat tingkat kebutuhan informasi dan sistem pengendalian. *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) dicapai dengan pengkoordinasian dan penggunaan secara efektif aliran informasi melalui seluruh tingkatan. Keempat tingkatan ini diperlihatkan pada Tabel 6.10 berikut ini :

Tabel 6.10 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.

Tingkatan	Fungsi
1. <i>Regulatory and Sequential Control</i>	Memantau, mengendalikan, dan mengatur berbagai aktuator dan perangkat lapangan yang berhubungan langsung dengan proses.
2. <i>Supervisory Control System</i>	- Mengkoordinasikan kegiatan satu atau lebih DCS - Menyediakan plantwide summary dan <i>plantwide process overview</i> .
3. Sistem informasi yang dibutuhkan oleh <i>Local Plant Management</i>	Pengaturan operasi hari ke hari, seperti penjadwalan produk, pemantauan operasi, laboratorium jaminan kualitas, akumulasi data produksi – biaya, dan <i>tracking shipment</i> .
4. <i>Management Information System</i>	Mengkoordinasikan informasi keuangan, penjualan, dan pengembangan produk pada tingkat perusahaan.

Pengendalian terhadap variabel proses dilakukan dengan sistem pengendali elektronik. Variabel-variabel yang dikendalikan berupa temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan. Pengendalian variabel utama proses tercantum pada

Tabel 6.11

Tabel 6.11 Pengendalian Variabel Utama Proses.

No.	Variabel	Alat Ukur
1.	Temperatur	Termokopel
2.	Tekanan	<i>Pressure gauge</i>
3.	Laju Alir	<i>Orificemeter, venturimeter, vortexcoriolismeter</i>
4.	Level cairan	<i>Float level device</i>