

BAB IV

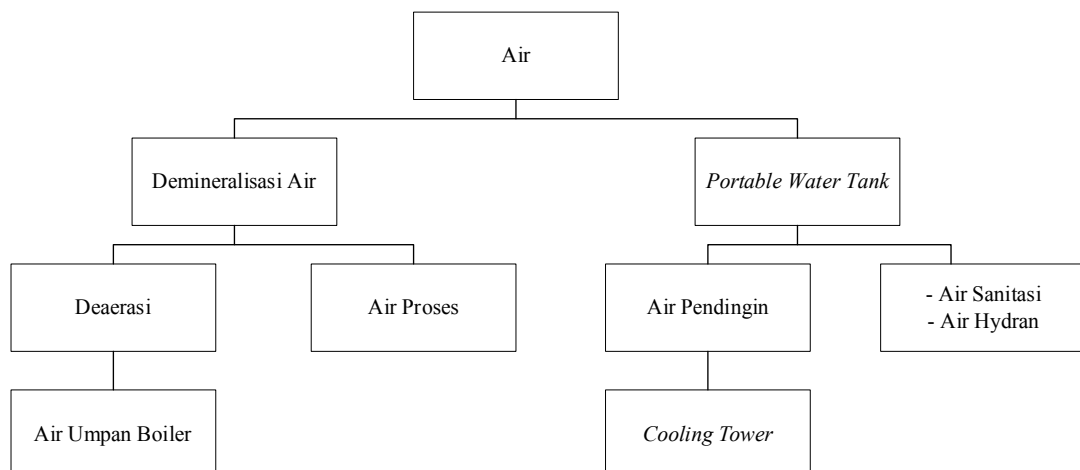
UNIT PENDUKUNG PROSES

Pada pabrik Isopropil Benzena, unit pendukung proses yang dikenal juga sebagai unit pengendalian kualitas produksi dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Unit ini terdiri atas unit utilitas yang menyediakan bahan pendukung untuk proses produksi, dan unit laboratorium yang memiliki fungsi sebagai pengendali kualitas produksi atau *quality control*.

4.1 Utilitas

4.1.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

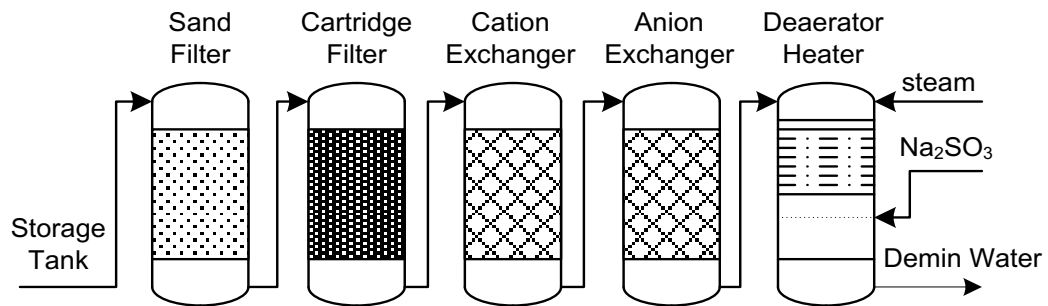
Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, unit penyediaan air mendapatkan air bersih dari fasilitas pengadaan di kawasan industri pada tempat pabrik ini didirikan. Air ini kemudian diolah kembali sebelum digunakan seperti pada tahapan sebagai berikut.



Gambar 4. 1. Tahapan pengolahan air.

Pengolahan air menggunakan sistem resin penukar ion untuk menghilangkan zat terlarut dalam air dikenal sebagai proses demineralisasi. Ion-ion ini dapat menyebabkan lapisan endapan (*scaling*) dan korosi pada peralatan, sehingga ion-ion tersebut harus dieliminasi. Air bersih akan disaring pada sand filter untuk mengurangi kekeruhan, dan cartridge filter juga akan disaring untuk menghilangkan padatan berukuran halus. Kemudian masuk ke exchanger cation untuk mengikat kation dan melepaskan ion H^+ . Kemudian masuk ke exchanger anion untuk menukar anion dalam air dengan ion OH^- dari resin anion. Kemudian air dimasukkan ke deaerator untuk menghilangkan oksigen dan karbon dioksida yang berpotensi menyebabkan

korosi. Untuk memenuhi kebutuhan air, air umpan boiler mengirimkan air demin untuk air proses.



Gambar 4. 2. Proses demineralisasi air.

Kebutuhan air pada pabrik Isopropil Benzena terdiri air umpan boiler dan air sanitasi. Air umpan boiler berasal dari air yang mengalami proses aerasi dan demineralisasi, sedangkan air sanitasi tidak mengalami proses ini.

a. Kebutuhan Air Umpan Boiler

Air umpan boiler diperoleh dari air demineralisasi, kemudian air tersebut diproses menjadi steam sesuai dengan persyaratan berikut.

Tabel 4. 1. Kebutuhan air umpan boiler

Peralatan	Kebutuhan (Kg/jam)	Kebutuhan (Kg/hari)
VP-01	11315,83	271579,95
VP-02	162302,03	3895248,78
PH-01	94111,03	2258664,61
PH-02	9689,27	232542,52
TOTAL		6658035,86

Total kebutuhan air untuk steam = 6658035,86 kg/hari

Faktor keamanan (menjaga kemungkinan bocor) 10% = 665803,5863 kg/hari

Total *make up* air umpan boiler = 7323839,45 kg/hari

= 7355,859506 m³/hari

Penyediaan air umpan boiler yang nantinya akan diproses sebagai bahan penyediaan steam merupakan salah satu fasilitas dari kawasan industri tempat pabrik didirikan, sehingga untuk penyediaan air umpan boiler tidak dibebankan kepada pabrik.

b. Kebutuhan Air Sanitasi

Air untuk kebutuhan sanitasi dihitung mengacu pada Linsley & Franzini (1979), dengan rincian sebagai berikut.

- Air untuk karyawan sebesar 15 L tiap orang/hari.

Sehingga, total kebutuhan air karyawan = $15 \times 52 = 780 \text{ L/hari} = 0,78 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Air untuk tamu (kontraktor, pekerja lepas) diasumsikan 60 orang

Sehingga, total kebutuhan air untuk tamu = $15 \times 60 = 900 \text{ L/hari} = 0,9 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Air untuk laboratorium = $2,5 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Air untuk pembersihan, pertamanan, dan lain-lain = $10 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Total kebutuhan air sanitasi = $(1,23+0,9+2,5+10) \text{ m}^3/\text{hari} = 14,18 \text{ m}^3/\text{hari}$.

c. Kebutuhan Air *Hydrant*

Berdasarkan SNI 03-6570-2001, laju nominal standarr tangki penyimpanan air *hydrant* (Q) sebesar 18.925 L/menit dengan waktu (t) tidak kurang dari 30 menit.

Maka volume tangki *Hydrant* (V) = $Q \times t = 18.923 \times 30 \text{ menit} = 576,75 \text{ L}$
= $0,58 \text{ m}^3/\text{hari}$

Tabel 4. 2. Total kebutuhan air Pabrik Isopropil Benzena
kapasitas 50.000 ton/tahun.

Penggunaan	Kebutuhan (m^3/hari)
Air sanitasi	14,18
Air <i>hydrant</i>	0,58
Total	14,76

4.1.2 Unit Penyediaan Heat Transfer Fluid

Heat Transfer Fluid (HTF) ialah suatu fluida yang dipergunakan untuk bahan baku penukar panas. Karena panas yang didapatkan relatif besar, pabrik ini memerlukan bahan baku pendingin yang mempunyai kapasitas panas yang lebih besar dari air. Dengan demikian dipertimbangkan menggunakan HTF jenis *Downthern A* sebagai bahan baku *cooling water* dan untuk menekan kebutuhan *steam* di unit penyediaan *steam* berbasis air, sehingga *steam* yang diperoleh sebagai *output* dari *cooling water* akan kemudian dikirimkan ke beberapa peralatan seperti rincian di bawah ini.

Tabel 4. 3. Kebutuhan HTF Dowtherm A pada Pabrik Isopropil Benzena kapasitas 50.000 ton/tahun.

Peralatan	Penggunaan Dowtherm A sebagai	Kebutuhan (kg/hari)
R-01	<i>Cooling water</i>	20910884
R-02	<i>Cooling water</i>	7272175
C-01	<i>Cooling water</i>	3226339
CN-01	<i>Cooling water</i>	5431702
CN-02	<i>Cooling water</i>	7145706
RB-01	<i>Steam</i>	28411371
RB-02	<i>Steam</i>	22640137
Total		95038315

Steam yang terdapat pada RB-01 dan RB-02 direncanakan akan disuplai dari keluaran *Steam* Dowtherm A dari R-01, R-02, C-01, CN-01 dan CN-02, dengan demikian total kebutuhan Dowtherm A sebagai HTF ialah seperti berikut.

Jumlah Dowtherm A dibutuhkan = 43986806 kg/hari
Densitas Dowtherm A = 1056 kg/m³
Volume Dowtherm A dibutuhkan = 41.654 m³/hari
Kebutuhan make up = 4.165 m³/hari
Total kebutuhan Dowtherm A = 45.820 m³/hari

Berdasarkan *tecnicnal data sheet* dari Dowtherm A, HTF ini mempunyai stabilitas umur penggunaan yang relatif tinggi yang dengan demikian kebutuhan dari perhitungan tersebut akan mencukupi untuk operasional pabrik selama 4 bulan atau selama 16 minggu (The DOW Chemical Company, 1997).

4.1.3 Unit Penyediaan Listrik

Keterbutuhan listrik di pabrik isopropil benzene berkapasitas 50.000 ton/tahun berasal dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) ditambah untuk cadangan listrik berasal dari pembangkit tenaga listrik sendiri (Generator Set). Listrik di pabrik dipergunakan sebagai keperluan produksi serta operasional pabrik.

a. Listrik untuk Produksi

Listrik yang dibutuhkan untuk produksi sendiri terdiri dari peralatan produksi, utilitas, dan kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah, laboratorium, *workshop* serta instrumentasi dengan rincian seperti berikut ini.

○ Listrik untuk peralatan

Listrik yang diperlukan untuk menunjang peralatan produksi antara lain pompa utama dan pompa cadangan dengan rincian seperti berikut.

Tabel 4. 4. Kebutuhan daya listrik untuk alat produksi.

Peralatan	Jumlah	Daya (kWh)
P-01	2	186,17
P-02	2	67,90
P-03	2	67,90
P-04	2	67,90
P-05	2	67,90
Total	10	457,77

○ Listrik untuk utilitas

Listrik yang digunakan untuk kebutuhan utilitas dari pompa untuk sirkulasi *cooling water*, air sanitasi dan *hydrant* di mana di setiap pompa terdiri dari pompa utama dan pompa cadangan dengan rincian seperti berikut ini.

Tabel 4. 5. Kebutuhan daya listrik untuk utilitas.

Peralatan	Jumlah	Daya (kWh)
Pompa <i>Cooling Water</i>	2	357,94
Pompa air sanitasi	2	35,79
Pompa <i>hydrant</i>	2	53,69
Total	10	447,42

○ Listrik untuk pengolahan limbah, laboratorium, *workshop*, dan instrumentasi

Listrik yang diperlukan dalam pengolahan limbah, laboratorium, *workshop*, dan instrumentasi diperkirakan sebesar 536,90 kWh.

Dari uraian tersebut, dengan demikian total kebutuhan listrik yang digunakan untuk proses produksi dapat ditinjau dari tabel di bawah ini.

Tabel 4. 6. Total kebutuhan listrik untuk produksi.

Komponen	Kebutuhan Listrik (kWh)
Peralatan produksi	457,77
Utilitas	447,42
Pengolahan limbah, laboratorium, <i>workshop</i> dan instrumentasi	536,90
Total	1.442,09

b. Listrik untuk Operasional

Listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan operasional berasal dari kebutuhan listrik untuk penerangan, *air conditioning*, dan listrik untuk peralatan elektronik lainnya, dengan rincian seperti berikut.

o Listrik untuk penerangan

Listrik yang dibutuhkan sebagai penerangan diketahui berdasarkan penempatan area *indoor* maupun *outdoor*, hal ini diperoleh karena kebutuhan lumen penerangan yang berbeda-beda antara area *indoor* dan area *outdoor*. Keperluan total lumen dari masing-masing area *indoor* maupun *outdoor* bisa ditinjau berdasarkan tabel di bawah.

Tabel 4. 7. Kebutuhan lumen untuk penerangan.

Area	Luas Area (m²)	Total Lumens
<i>Indoor</i>	1.465	694.245
<i>Outdoor</i>	16.713	1.614.675

Pada area *indoor* dipergunakan lampu penerangan dengan spesifikasi *output lumen* sebesar 1550 lumen/lampu, dengan demikian dibutuhkan sebanyak 448 lampu pada area *indoor*. Daya lampu diketahui sebesar 17 Watt lampu, maka total kebutuhan listrik untuk menerangi area *indoor* ialah sebesar 7,61 kWh.

Sedangkan untuk area *outdoor* dipergunakan lampu penerangan dengan spesifikasi *output lumen* sebesar 3101 lumen/lampu, maka diperlukan sebanyak 521 buah lampu pada area *outdoor*. Daya lampu diketahui sebesar 27 Watt per lampu, maka total kebutuhan listrik untuk penerangan area *outdoor* ialah sebesar 14,07 kWh.

Mengacu pada perhitungan daya lampu pada area *indoor* serta *outdoor* tersebut, sehingga diperoleh total kebutuhan listrik untuk menerangi pabrik ialah sebesar 21,68 kWh.

○ Listrik untuk *air conditioning*

Listrik yang diperlukan untuk *air conditioning* didasarkan pada spesifikasi *air conditioning* (AC). Untuk ruangan *indoor* pabrik seluas 1.465 m² akan digunakan AC sebesar 1,5 PK yang optimal untuk luas ruangan 20 m² per 1 unit AC, maka jumlah AC yang diperlukan ialah sebanyak 74 buah. Adapun daya listrik yang diperlukan untuk keseluruhan AC ialah sebesar 111 kWh.

○ Listrik untuk peralatan elektronik lainnya

Listrik yang dibutuhkan untuk peralatan elektronik lainnya diperkirakan sebesar 10 kWh, daya ini kemudian akan dipergunakan untuk peralatan elektronik seperti komputer, *handphone*, dan peralatan dapur yang digunakan di kantin pabrik.

Mengacu pada uraian tersebut, sehingga total dari keterbutuhan listrik yang diperlukan untuk operasional bisa ditinjau dari tabel di bawah.

Tabel 4. 8. Total kebutuhan listrik untuk operasional pabrik.

Komponen	Kebutuhan Listrik (kWh)
Penerangan	21,68
<i>Air conditioning</i>	111
Peralatan elektronik lainnya	10
Total	142,68

Jika dijumlahkan antara total dari kebutuhan listrik untuk produksi dengan total kebutuhan listrik untuk operasional pabrik, maka total dari

keterbutuhan listrik pada pabrik isopropil benzene berkapasitas 50.000 ton/tahun dapat ditinjau pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 9. Total kebutuhan listrik pada Pabrik Isopropil Benzena kapasitas 50.000 ton/tahun

Komponen	Kebutuhan Listrik (kWh)
Kebutuhan listrik untuk produksi	1.442,09
Kebutuhan listrik untuk operasional	142,68
Total	1.584,77

4.1.4 Unit Penyediaan Steam

Steam yang terdapat pada pabrik ini akan dipenuhi keterbutuhannya oleh unit utilitas penyediaan *steam* dari kawasan industri tempat pabrik akan dibangun, dengan demikian pabrik ini tidak mempunyai unit penyediaan *steam* mandiri. Oleh karena itu kebutuhan dari *steam* akan dikirimkan oleh kawasan industri untuk pabrik isopropil benzene yang berkapasitas 50.000 ton/tahun yang bisa ditinjau dari tabel berikut ini.

Tabel 4. 10. Kebutuhan *steam* yang disuplai oleh kawasan industri

Peralatan	Kebutuhan (kg/hari)
VP-01	271579,95
VP-02	3895248,78
PH-01	2258664,61
PH-02	232542,52
Total	6658035,86

4.1.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar mempunyai peranan sebagai penyuplai kebutuhan bahan bakar yang diperlukan oleh alat *Furnace* (F-01) dan generator. Perhitungan dari kebutuhan bahan bakar didasarkan pada nilai kalor bahan bakar (LHV) dengan perhitungan seperti berikut ini.

Tabel 4. 11. Komposisi bahan bakar Industrial Diesel Oil (IDO)

Komponen	Persentase Massa (%)
Karbon (C)	85,7
Hidrogen (H)	13,2
Belerang (S)	0,7
Nitrogen (N ₂)	1,1
Oksigen (O ₂)	0

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{high}} &= 33915 C + 144033 (H-0/8) + 10468 S \\
 &= (33915 \times 0,857) + (144033 \times (0,132-0/8)) + (10468 \times 0,007) \\
 &= 48150,787 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{low}} &= 33915 C + 121423 (H-0/8) + 10468 S - 2512 \times (W+9 \times 0/8) \\
 &= (33915 \times 0,857) + (121423 (0,132-0/8)) + (10468 \times 0,007) - (2512 \times (0,011 + 0/8))) \\
 &= 45138,635 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

Maka, Nilai kalor bahan bakar (LHV) = 45138,635 kJ/kg

a. Kebutuhan bahan bakar *Furnace* (F-01)

Kebutuhan bahan bakar *Furnace* (F-01) sebagai alat proses yang digunakan untuk menaikkan suhu campuran propilena dan benzena hingga bersuhu 250°C dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$Q \text{ beban pemanasan F-01} = 164996125,74 \text{ kJ/jam}$$

$$\text{Efisiensi pemanasan } (\eta) = 80\%$$

$$\text{LHV} = 45138,635 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan bahan bakar (m bahan bakar)} &= \frac{Q}{\eta \times \text{LHV}} = \frac{164996125,74}{0,8 \times 45138,635} \\
 &= 4820,708198 \text{ kg/jam} \\
 &= 115696,9967 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan bahan bakar generator

Bahan bakar yang dibutuhkan untuk generator untuk membangkitkan tenaga listrik cadangan berspesifikasi daya 1650 kWh atau sama dengan 5940000 kJ/jam dan efisiensi generator sebesar 90% dihitung dengan perhitungan seperti berikut.

$$Q \text{ generator} = 864000 \text{ kJ/jam}$$

$$\text{Efisiensi generator } (\eta) = 90\%$$

$$\text{LHV} = 45138,635 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar (m bahan bakar)} &= \frac{Q}{\eta \times \text{LHV}} = \frac{864000}{0,9 \times 45138,635} \\ &= 21,26781193 \text{ kg/jam} \\ &= 510,4274863 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Jika diketahui densitas bahan bakar IDO sebesar 850 kg/m³, maka diperoleh volume bahan bakar total per harinya untuk F-01 dan generator bisa ditinjau dari tabel di bawah ini.

Tabel 4. 12. Total kebutuhan bahan bakar Pabrik Isopropil Benzena kapasitas 50.000 ton/tahun

Peralatan	Kebutuhan (kg/hari)	Kebutuhan (m³/hari)
<i>Furnace</i> (F-01)	4820,708198	115696,9967
Generator	21,26781193	510,4274863
Total	4841,976009	116207,4242

4.1.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit yang menyediakan udara tekan mempunyai andil untuk mengatur udara bertekanan yang dapat menggerakkan peralatan. Pemakaian udara tekan dapat membantu untuk mengurangi daya yang dibutuhkan oleh manusia dan juga dapat menghemat waktu dalam pelaksanaan proses. Alat yang dipakai ialah kompresor untuk mencapai tingkat tekanan udara yang diinginkan. Keunggulan kompresor ialah untuk mengoperasikan mesin yang lebih sederhana, pemeliharaan maupun pemeriksaan alat menjadi lebih mudah, biaya mesin dan peralatan lebih bisa dijangkau serta resiko kebocoran udara dinilai tidak membahayakan atau mencemari lingkungan dibandingkan ketika menggunakan listrik dan tenaga hidrolik.

4.1.7 Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah mempunyai andil dalam menurunkan pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga sehingga dinilai aman untuk dibuang. Unit pengolahan limbah pabrik isopropil benzene antara lain:

a. Unit pengolahan limbah cair

Limbah cair pada desain proyek pabrik isopropil benzene dilihat secara garis besar berasal dari limbah proses dan limbah rumah tangga. Proses pengolahan

limbah yang akan diterapkan adalah pengolahan biologis dibantu oleh *activated sludge* untuk menurunkan nilai BOD dari limbah air yang diperoleh. Langkah-langkah pengolahan limbah menggunakan *activated sludge* pertama-tama dilakukan sirkulasi ke dalam tangki berisi *activated sludge* dengan proses aerasi sehingga *activated sludge* dapat bekerja dan flok-flok kemudian akan terbentuk dan dilanjutkan dengan proses sedimentasi serta filtrasi, kemudian dengan begitu limbah cair akan aman untuk dibuang ke lingkungan (Abdul Gani *et al.*, 2022).

b. Unit pengolahan limbah padat

Limbah padat diperoleh dari Reaktor Alkilasi (R-01) dan Reaktor Transalkilasi (R-02) yang berasal dari unit proses serta kegiatan domestik/rumah tangga. Limbah padat dari unit proses berupa katalis bekas yang akan didistribusikan ke pihak ketiga yaitu PT Sistem Aneka Indonesia untuk dilakukan pengolahan lanjutan melalui pembakaran (*incenaration*) dan penimbunan (*landfield*). Sedangkan limbah padat dari kegiatan domestik/rumah tangga dibuang terlebih dahulu pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di area pabrik yang terletak di unit pengolahan limbah. Apabila limbah padat sudah terkumpul, limbah tersebut kemudian akan dikirimkan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang paling dekat.

4.2 Laboratorium

Laboratorium ialah bagian yang sangat berperan penting untuk menunjang kelancaran proses produksi serta menjaga mutu produksi. Laboratorium mengeluarkan data yang mengendalikan proses produksi untuk menjaga kualitas produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tidak hanya itu, laboratorium juga memiliki andil untuk pengendali pencemaran lingkungan. Berikut ialah tugas pokok unit laboratorium.

1. Sebagai pengendali kualitas material dan pengendali kualitas produk agar sesuai dengan standar spesifikasi dan parameter yang sudah ditentukan oleh pabrik maupun pemerintah.
2. Sebagai pengendali terhadap proses produksi dengan menjalankan analisa terhadap pencemaran lingkungan yang meliputi prolusi udara, limbah cair, dan limbah padat yang diperoleh dari unit-unit produksi.
3. Sebagai pengendali terhadap mutu air proses, *cooling water*, air umpan boiler, *steam*, dan lain sebagainya yang mempunyai kaitan langsung dengan proses produksi.

Pabrik ini direncanakan terdapat 3 bagian laboratorium, yaitu seperti berikut:

1. Bagian pengendali mutu ialah bagian yang mencakup analisa spesifikasi komposisi bahan baku, komposisi produk, sifat fisik produk yang dihasilkan.
2. Bagian *Research and Development* (RnD) meliputi riset dan pengembangan formulasi produksi, formulasi material, dan menguji terkait ketahanan mutu produk.
3. Bagian pengendali baku mutu lingkungan meliputi analisa limbah hasil proses produksi misalnya limbah cair dan gas. Bagian ini juga menganalisa limbah yang sudah diolah melalui unit pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Pada unit laboratorium, diperlukan beberapa peralatan serta instrumen yang berfungsi menunjang tugas-tugas pokok dari laboratorium terkait analisa, riset, dan pengembangan. Oleh karenanya, peralatan dan instrumen yang direncanakan berada pada unit laboratorium ialah seperti berikut ini.

1. Viskometer untuk mengetahui viskositas dari bahan baku atau produk.
2. *Hydrometer* berfungsi untuk mengetahui *specific gravity* bahan atau produk.
3. pH meter berfungsi mengukur pH.
4. Spektrofotometer berfungsi melakukan analisa kualitatif dengan prinsip membandingkan absorpsi energi radiasi pada panjang gelombang tertentu oleh suatu larutan contoh terhadap larutan standar.
5. *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GC-MS) berfungsi melakukan analisa sampel secara kualitatif dan kuantitatif. Pada pabrik ini, GC-MS diterapkan untuk mendapatkan kemurnian isopropil benzene dan benzene sebagai produk yang akan diproduksi kemudian dipasarkan.
6. Turbidimeter difungsikan untuk mendapatkan ukuran nilai tingkat kekeruhan suatu cairan.
7. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) *Meter* difungsikan untuk memperoleh nilai BOD dari suatu limbah dengan menunjukan tingkat pencemaran biologis pada limbah yang dinyatakan dengan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba untuk mendegradasi senyawa organik di dalam air.
8. *Total Suspended Solid* (TSS) *Analyzer* untuk mendapatkan nilai ukur TSS atau padatan tersuspensi di dalam larutan yang menjadi salah satu parameter untuk menunjukkan tingkat pencemaran air karena partikel-partikel padatan yang tersuspensi.
9. *Auto distillation* ASTM 1078 untuk menganalisa titik didih produk isopropil benzene dengan mengetahui nilai dari rentang distilasi cairan.