

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Unit utilitas atau unit pendukung proses adalah bagian penting dalam pabrik yang berfungsi untuk menunjang kelancaran operasional dari proses utama produksi. Keberadaan unit ini sangat vital dalam sistem kerja pabrik karena berperan sebagai penunjang fasilitas utama. Dalam perancangan pabrik Amonium Sulfat, terdapat beberapa sistem utilitas yang dibutuhkan, antara lain:

1. Sistem penyediaan dan pengolahan air

Unit ini bertanggung jawab atas penyediaan air yang digunakan untuk keperluan sanitasi, sebagai air umpan untuk boiler, serta sebagai air pendingin pada berbagai tahap proses.

2. Sistem penyediaan listrik

Berfungsi sebagai sumber daya listrik untuk menjalankan peralatan produksi, pencahayaan, serta kebutuhan operasional lainnya. Listrik dipasok dari jaringan PLN, dengan generator sebagai sistem cadangan jika terjadi gangguan pasokan utama.

3. Sistem penyediaan uap (steam)

Digunakan sebagai media pemanas pada peralatan seperti heat exchanger dan reboiler, yang memerlukan suhu tertentu untuk mendukung reaksi atau pemrosesan.

4. Sistem penyediaan bahan bakar

Berperan dalam mendistribusikan bahan bakar ke berbagai peralatan proses maupun generator listrik, guna menjaga kontinuitas energi dalam pabrik.

5. Sistem penyediaan udara tekan

Menyuplai udara bertekanan untuk mengoperasikan berbagai instrumen dan alat kontrol otomatis di seluruh bagian proses dan area utilitas.

6. Unit pengolahan limbah

Bertugas untuk menangani dan memproses limbah hasil produksi agar tidak mencemari lingkungan, sesuai dengan standar pengolahan limbah industri.

7. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Aspek ini meliputi penerapan prinsip-prinsip keselamatan untuk melindungi pekerja, peralatan, dan lingkungan dari risiko kecelakaan kerja serta dampak proses produksi.

Fokus utama K3 adalah menciptakan kondisi kerja yang aman, sehat, dan berkelanjutan.

4.1.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Air berperan penting dalam seluruh tahapan proses produksi aluminium sulfat, baik sebagai pelarut, media pendingin, maupun kebutuhan sanitasi. Air diperoleh dari sumber air permukaan atau PDAM industri seperti PT. Kujang Tirta Sarana, kemudian diproses melalui tahap penyaringan (*sand filter*), pelunakan (*softener*), dan demineralisasi menggunakan kation dan anion exchanger. Tangki penampungan air mentah dan bersih digunakan untuk menjaga kontinuitas pasokan. Air hasil pengolahan didistribusikan ke reaktor, *heat exchanger*, tangki pengenceran, serta sistem pendingin.

1. Air Umpan Boiler

Syarat utama air umpan boiler adalah kualitasnya harus mendukung kinerja dan keawetan sistem boiler. Adapun kriteria yang harus dipenuhi meliputi:

a. Bebas dari pembentukan busa

Air umpan tidak boleh menghasilkan busa, karena busa umumnya terbentuk akibat adanya partikel padat terlarut atau tersuspensi serta tingkat kebasaaan yang terlalu tinggi. Busa dapat menimbulkan berbagai masalah, seperti:

- Sulitnya mengukur ketinggian cairan dalam boiler secara akurat.
- Busa dapat memicu percikan hebat yang berpotensi menyebabkan penempelan padatan pada permukaan, yang jika terkena panas berlebih dapat mempercepat terjadinya korosi.

Untuk menghindari masalah ini, kualitas air umpan harus dikontrol dengan baik, terutama terhadap kandungan lumpur, kerak, serta tingkat alkalinitas.

b. Tidak membentuk kerak

Air umpan harus bebas dari zat yang dapat memicu pembentukan kerak di dalam boiler. Kerak dapat menimbulkan dampak negatif, seperti:

- Menghambat perpindahan panas karena sifatnya yang mengisolasi.
- Retaknya lapisan kerak yang dapat menyebabkan kebocoran pada sistem.

c. Tidak menimbulkan korosi pada pipa

Korosi biasanya terjadi akibat beberapa faktor, antara lain pH yang terlalu rendah, adanya minyak atau lemak, senyawa bikarbonat, senyawa organik, serta gas-gas terlarut seperti H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , dan O_2 . Korosi dapat dicegah melalui reaksi elektrokimia antara logam besi dengan air yang membentuk lapisan pelindung anti-korosi pada permukaan baja pipa.

2. Air Sanitasi

Air sanitasi di lingkungan pabrik digunakan untuk berbagai keperluan, seperti kebutuhan laboratorium, kantor, konsumsi harian, mandi, mencuci, irigasi taman, dan aktivitas lainnya. Untuk dapat digunakan secara aman, air sanitasi harus memenuhi beberapa kriteria berikut:

a. Persyaratan Fisika

- Tidak mengandung busa
- Jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau
- Kekeruhan (diukur sebagai kandungan SiO_2) harus di bawah 1 ppm
- Memiliki pH mendekati netral

b. Persyaratan Kimia

- Bebas dari zat-zat beracun
- Tidak mengandung senyawa organik atau anorganik yang sukar larut dalam air, seperti fosfat (PO_4^{3-}), merkuri (Hg), tembaga (Cu), dan sejenisnya

c. Persyaratan Bakteriologis

Tidak mengandung mikroorganisme berbahaya, terutama bakteri patogen yang dapat mempengaruhi karakteristik fisik air

3. Air Pendingin

Air pendingin (*cooling water*) merupakan salah satu komponen utilitas penting yang digunakan untuk mengontrol suhu dalam berbagai peralatan proses seperti kondensor, *cooler*, dan *heat exchanger*. Sistem ini menjaga kestabilan operasi peralatan dan mencegah overheating yang dapat menurunkan efisiensi maupun merusak unit proses. Air panas dari proses dialirkan ke cooling tower melalui pompa dan sistem perpipaan. Di cooling tower, air disemprotkan melalui nozzle, sementara udara segar ditiup secara

berlawanan arah oleh kipas (fan) untuk mempercepat proses pendinginan melalui evaporasi parsial. Air dingin yang terkumpul di basin (penampung bawah) dipompa kembali ke peralatan proses. Air dipilih sebagai fluida pendingin karena beberapa keunggulan, antara lain:

- Mudah diperoleh di berbagai lokasi
- Praktis dalam penanganan dan pengoperasian
- Mampu menyerap energi panas dengan efektif
- Tidak mudah menguap atau mengalami penyusutan saat terjadi penurunan suhu
- Tidak mudah mengalami kondensasi
- Harus bebas dari kandungan besi dan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan korosi
- Tidak boleh mengandung silika karena dapat membentuk kerak
- Tidak mengandung minyak, karena minyak dapat membentuk endapan, menurunkan efisiensi perpindahan panas, serta mengganggu kerja inhibitor korosi

4. Air Proses

Air proses utamanya digunakan pada Mixing Tank untuk mengencerkan Asam Sulfat sehingga didapatkan kadar yang dibutuhkan yaitu 66% untuk selanjutnya digunakan pada pencampuran dalam reactor CSTR.

Dalam proses produksi aluminium sulfat, unit pengolahan air berperan penting untuk menyediakan air dengan kualitas yang sesuai standar kebutuhan proses dan utilitas pabrik. Pengolahan dilakukan melalui tahapan fisik dan kimiawi agar air baku memenuhi spesifikasi sebagai air sanitasi, pendingin, serta umpan boiler.

1. Clarifier (Penjernih Air Awal)

Air baku yang diperoleh dari sumber di sekitar pabrik, seperti sumur atau sungai, pertama-tama dipompa dan disaring menggunakan screen untuk menghilangkan partikel kasar. Air ini kemudian diarahkan ke tangki pencampuran, di mana dilakukan pengadukan cepat dan penambahan bahan kimia koagulan seperti:

- Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) sebagai flokulan untuk mengikat partikel halus menjadi flok yang lebih besar.

- Coagulation aids seperti klorin, kapur (lime), dan polielektrolit untuk mempercepat pengendapan.

Setelah pencampuran, air dialirkan ke clarifier, di mana flok mengendap secara gravitasi sambil diaduk pelan. Lumpur hasil pengendapan dibuang (blowdown), sedangkan air jernih dari bagian atas ditampung sementara untuk tahap penyaringan lanjutan.

2. Sand Filter (Penyaring Pasir)

Air dari clarifier kemudian disaring menggunakan sand filter untuk menghilangkan partikel tersisa yang belum terendapkan. Air hasil filtrasi ini disimpan dalam dua tangki:

a. Filtered Water Storage Tank

Digunakan sebagai penyimpanan air untuk keperluan air pendingin (*make-up cooling water*) dan umpan boiler. Namun, untuk dapat digunakan sebagai air umpan boiler, air ini harus melalui proses lanjutan berupa demineralisasi.

- Demineralisasi

Agar air memenuhi standar sebagai air umpan boiler, kandungan ion-ion terlarut seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan silika harus dihilangkan. Target kualitas mencakup konduktivitas di bawah $0,3 \mu\text{S}/\text{cm}$ dan kadar silika kurang dari $0,02 \text{ ppm}$. Syarat air umpan boiler mencakup:

- Tidak menyebabkan kerak pada permukaan pemanas seperti boiler atau heat exchanger.
- Bebas dari gas korosif seperti O_2 dan CO_2 .
- Tidak menimbulkan busa akibat zat organik dan anorganik tak larut.

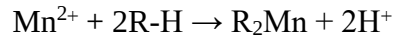
Tahapan pengolahan air demineralisasi meliputi:

1) Activated Carbon Filter

Air disaring melalui karbon aktif untuk menghilangkan bau, warna, dan kandungan organik. Hasilnya diharapkan memiliki pH netral (sekitar 7,0–7,5).

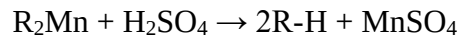
2) Cation Exchanger

Unit ini mengandung resin bermuatan H^+ yang menggantikan ion logam positif dalam air. Reaksinya adalah:



Air keluar dengan pH sekitar 3,2 – 3,3. Resin yang jenuh diregenerasi menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) melalui tiga tahap: pencucian balik (backwash), regenerasi kimia, dan pembilasan.

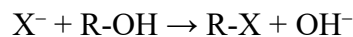
Reaksi regenerasi:



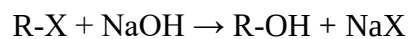
3) Anion Exchanger

Air dari kation exchanger diteruskan ke anion exchanger untuk menghilangkan anion seperti HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan SiO_4^{4-} . Resin $R-OH$ akan menggantikan anion-anion tersebut dengan ion OH^- .

Reaksi utamanya:



Regenerasi dilakukan menggunakan $NaOH$:



Air hasil unit ini memiliki pH 6,1 – 6,9 dan disimpan di Demineralized Water Storage Tank sebelum digunakan sebagai air umpan boiler.

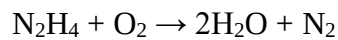
- Deaerasi

Setelah melewati proses demineralisasi, air umpan boiler masih mengandung gas-gas terlarut, terutama oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Kehadiran gas-gas ini sangat tidak diinginkan karena dapat menyebabkan korosi pada peralatan logam, terutama di bagian boiler dan pipa-pipa bertekanan tinggi.

Untuk mengatasi hal tersebut, air dialirkan ke dalam deaerator, yaitu unit yang dirancang untuk menurunkan kadar gas terlarut hingga mencapai sekitar 5 ppm. Deaerator beroperasi pada tekanan 6 – 8 atm dan suhu sekitar 413 K. Selama proses ini, dilakukan pula injeksi bahan kimia untuk mendukung efektivitas penghilangan gas dan menjaga kualitas air, yaitu:

1) Hidrazin (N_2H_4)

Berfungsi untuk mengikat oksigen terlarut dalam air dengan membentuk nitrogen dan air melalui reaksi kimia berikut:



Reaksi ini membantu menghilangkan sisa oksigen yang dapat menyebabkan korosi.

2) Larutan Amonia (NH_3)

Ditambahkan untuk menyesuaikan pH air agar tetap berada dalam kisaran 7,0–7,5, sehingga tidak bersifat terlalu asam maupun basa, yang keduanya dapat merusak komponen logam. Setelah keluar dari deaerator, air akan diberi tambahan larutan fosfat ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) untuk mengendalikan endapan silika dan kalsium di dalam steam drum dan pipa boiler. Selain itu, dispersan juga ditambahkan untuk mencegah pengendapan fosfat yang dapat menyumbat aliran air dan menurunkan efisiensi perpindahan panas.

b. *Portable Water Storage Tank* (Tangki Air Sanitasi)

Tangki ini digunakan untuk menyimpan air bersih yang diperuntukkan bagi keperluan sehari-hari di lingkungan pabrik maupun area permukiman, seperti mandi, mencuci, konsumsi, dan kebutuhan sanitasi lainnya.

Sebelum didistribusikan, air dari tangki ini dipompa ke dalam tangki desinfektan, di mana dilakukan proses sterilisasi menggunakan klorin (Cl_2). Penambahan klorin bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang mungkin masih terdapat dalam air, sehingga aman untuk digunakan oleh karyawan dan masyarakat sekitar pabrik.

4.1.2. Unit Penyediaan Steam

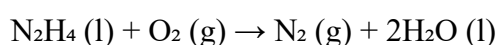
Unit ini bertugas menyediakan kebutuhan steam bagi proses di pabrik. Steam diperoleh dari boiler dan dimanfaatkan dalam berbagai tahapan produksi.

1. Deaerator

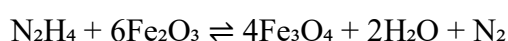
Selain harus bebas dari ion-ion penyebab kesadahan, air yang digunakan sebagai umpan boiler juga harus terbebas dari gas-gas terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida. Kehadiran gas-gas ini dapat menyebabkan korosi pada sistem perpipaan, boiler, serta peralatan proses lainnya.

Penghilangan gas-gas terlarut ini dilakukan melalui alat bernama *deaerator*. Proses deaerasi melibatkan perlakuan fisik dan kimia. Perlakuan fisik dilakukan dengan memanaskan air menggunakan steam. Air umpan boiler disemprotkan melalui nozzle dari bagian atas kolom deaerator yang dilengkapi dengan tray. Dari bagian bawah kolom, dialirkan steam dengan arah berlawanan (*counterflow*). Interaksi antara air dan uap ini meningkatkan suhu air sehingga kelarutan oksigen dan karbon dioksida menurun hingga mencapai kadar sangat rendah, yaitu sekitar 0,007 ppm.

Setelah perlakuan fisik, dilakukan juga perlakuan kimia menggunakan bahan kimia yang disebut *oxygen scavenger*. Salah satu zat yang umum digunakan adalah hidrazin (N_2H_4), yang bereaksi dengan oksigen membentuk air dan gas nitrogen, sehingga mampu menghilangkan sisa oksigen yang tidak terlepas secara fisik. Reaksinya sebagai berikut:



Hidrazin juga dapat bereaksi dengan senyawa besi oksida, misalnya:



Setelah proses ini, air yang telah bebas dari gas terlarut akan ditampung dalam *storage tank* di bagian bawah deaerator, lalu dialirkan ke boiler. Suhu air keluaran deaerator berada pada kisaran 102–104°C.

Air tersebut kemudian masuk ke dalam *boiler* (B-3801), yang merupakan jenis *fire tube boiler*. Dalam sistem ini, panas dari nyala api dialirkan melalui pipa-pipa (*tube*), yang memanaskan air di sekitarnya hingga berubah menjadi uap (baik *saturated steam* maupun *superheated steam*), tergantung kebutuhan proses. Steam yang dihasilkan memiliki suhu sekitar 200°C dan akan digunakan di berbagai peralatan penukar panas (*heat exchanger*) di pabrik. Setelah digunakan, uap yang terkondensasi akan dikembalikan ke deaerator (DE-3701) untuk didaur ulang.

4.1.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik dalam pabrik aluminium sulfat mencakup dua kategori utama, yaitu untuk keperluan non-proses seperti penerangan area perumahan, perkantoran, laboratorium, musholla, dan kantin; serta untuk keperluan proses, seperti pengoperasian pompa, sistem penerangan pabrik, peralatan instrumentasi, dan penggerak unit produksi lainnya.

Pasokan utama listrik berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Namun, untuk menjamin keberlangsungan operasi apabila terjadi gangguan pasokan dari PLN, pabrik juga dilengkapi dengan generator diesel (genset). Genset ini berfungsi sebagai sumber daya cadangan dan dapat digunakan untuk mengoperasikan peralatan penting seperti boiler, pengaduk reaktor, serta pompa-pompa proses, guna menjaga proses produksi tetap berjalan stabil.

4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar berperan dalam menyalurkan bahan bakar ke berbagai peralatan proses dan generator listrik, agar suplai energi di pabrik tetap terjaga. Ketersediaan bahan bakar yang stabil sangat penting agar proses produksi aluminium sulfat dapat berjalan tanpa gangguan.

1. Jenis Bahan Bakar dan Penyimpanan

Bahan bakar yang digunakan adalah High Speed Diesel (HSD) karena mudah didapat, memiliki nilai kalor tinggi, dan sesuai untuk kebutuhan boiler dan *genset*. Bahan bakar disimpan dalam tangki baja berkapasitas cukup untuk kebutuhan operasional selama satu minggu. Tangki dilengkapi alat pengukur level, katup pengaman, dan sistem pemanas untuk menjaga kualitas bahan bakar.

2. Distribusi dan Pemanfaatan

Bahan bakar dari tangki dialirkan ke boiler untuk menghasilkan uap (*steam*) dan ke generator sebagai cadangan listrik. Sistem distribusi menggunakan pompa dan pipa yang dilengkapi filter serta alat ukur aliran. Dengan sistem ini, suplai bahan bakar ke seluruh peralatan tetap terjaga stabil dan aman.

3. Keselamatan dan Pengendalian resiko

Untuk menjaga keamanan, area penyimpanan bahan bakar dilengkapi detektor kebocoran, sistem alarm, dan alat pemadam api. Selain itu, disusun prosedur operasi standar (SOP) untuk pengisian dan distribusi bahan bakar. Dengan sistem ini, risiko kebakaran atau kecelakaan dapat diminimalkan, sehingga operasional pabrik tetap aman.

4.1.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan berfungsi untuk menyuplai udara bertekanan yang digunakan dalam pengoperasian berbagai instrumen dan peralatan kontrol otomatis berbasis pneumatik di seluruh area proses dan utilitas pabrik. Udara tekan yang digunakan harus memenuhi standar kebersihan dan kekeringan agar

tidak merusak peralatan kontrol serta memastikan sistem berjalan dengan optimal. Udara bertekanan dihasilkan oleh kompresor, kemudian dialirkan melalui jaringan distribusi menuju titik-titik penggunaan. Unit ini merupakan bagian penting dalam mendukung kelancaran proses produksi dan menjaga kinerja sistem utilitas lainnya di pabrik aluminium sulfat.

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Dalam kegiatan operasional industri, limbah merupakan aspek yang tidak dapat dihindari. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah dapat mencemari lingkungan dan berdampak pada kesehatan masyarakat. Meskipun pabrik aluminium sulfat menghasilkan limbah dalam jumlah relatif kecil, pengelolaan tetap diperlukan untuk memastikan operasional yang ramah lingkungan.

1. Limbah Proses

Limbah utama berasal dari proses pemisahan pada alat *centrifuge*. Volume limbah cair dari proses ini cukup kecil, namun tetap perlu ditangani agar tidak mencemari lingkungan.

2. Limbah Sanitasi

Limbah ini berasal dari penggunaan air di area kantor dan fasilitas umum, seperti dari kegiatan mencuci, memasak, dan penggunaan toilet. Karena bersifat seperti limbah domestik, pengelolaannya tidak memerlukan perlakuan khusus, namun tetap harus diperhatikan volume pembuangannya dan saluran pembuangan akhir yang digunakan.

3. Air Berminyak dari Peralatan

Air limbah ini berasal dari pelumas pompa dan mesin. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis, di mana:

Minyak yang berada di permukaan dialirkan ke tungku pembakar.

Air yang berada di bagian bawah dialirkan ke bak penampungan sebelum dibuang.

4. Limbah dari Laboratorium

Air limbah laboratorium mengandung bahan kimia sehingga perlu pengolahan khusus melalui beberapa tahapan:

- Equalisasi: Untuk menyeragamkan sifat limbah.
- Netralisasi: Penyesuaian pH menggunakan NaOH agar mendekati netral.
- Mixing: Penambahan koagulan dan flokulan (seperti alum atau PAC), disertai pengadukan intensif agar partikel limbah menggumpal.
- Sedimentasi: Partikel flok mengendap di dasar bak, sedangkan air bersih diambil dari permukaan.
- Drying Bed: Lumpur dari sedimentasi dipompa ke lapisan pasir untuk dikeringkan. Air disaring dan dikembalikan ke sistem, sedangkan lumpur kering dibuang ke *landfill*.

5. Limbah dari Unit Demineralisasi

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung NaOH dan H₂SO₄. Limbah ini dinetralkan dalam kolam khusus hingga pH berada di kisaran 6,5 – 7,0, serta dipastikan mengandung oksigen minimal 3 ppm. Setelah dinetralisasi, air limbah tersebut dapat dibuang ke laut sesuai dengan standar baku mutu lingkungan.

4.1.7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan suatu bentuk perencanaan yang bertujuan untuk mengatur penempatan dan penggunaan peralatan pabrik secara tepat, guna melindungi karyawan, masyarakat sekitar, serta lingkungan dari potensi bahaya yang ditimbulkan oleh aktivitas industri. Disiplin kerja dari setiap individu sangat dibutuhkan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Penerapan sistem keselamatan kerja menunjukkan adanya komitmen untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari risiko kecelakaan, kerusakan, maupun kebocoran. Selain bahaya internal, potensi bahaya eksternal seperti angin kencang, gempa bumi, dan sambaran petir juga harus diperhitungkan.

Beberapa langkah pencegahan yang perlu diterapkan meliputi: pemilihan tangki yang tahan tekanan dan korosi serta dilengkapi dengan manhole dan handhole untuk inspeksi; penggunaan jaket pelindung untuk mencegah kebocoran pada sistem perpipaan; pemberian warna kontras pada pipa berisi fluida panas atau beracun dan penempatannya jauh dari jalur pekerja; pemasangan lampu dan kabel tahan panas di area proses; penyediaan penangkal petir pada bangunan tinggi; ventilasi yang memadai di laboratorium dan ruang penyimpanan bahan kimia; serta sistem pemadam kebakaran yang sesuai dengan karakteristik proses.

Pemeriksaan rutin terhadap peralatan dan instalasi pabrik juga wajib dilakukan untuk memastikan seluruh sistem berjalan dengan aman dan optimal.

4.2. Laboratorium

4.2.1. Program Kerja Laboratorium

Laboratorium berfungsi sebagai unit kendali mutu dan analisis teknis. Kegiatan utamanya meliputi analisis kadar aluminium sulfat, pH produk, kadar sisa reaktan (H_2SO_4), kadar air produk, serta uji kristalinitas. Selain itu, dilakukan pengujian air umpan dan steam serta pemantauan limbah sebelum dan sesudah pengolahan. Program kerja disusun secara periodik harian, mingguan, dan bulanan. Untuk mendukung pelaksanaan program kerja secara optimal, laboratorium dibagi ke dalam tiga bidang utama berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. Laboratorium Pengamatan

Laboratorium ini bertugas melakukan analisis fisik terhadap seluruh aliran (stream) dari proses produksi maupun dari tangki penyimpanan. Hasil analisis digunakan untuk menerbitkan *Certificate of Quality* yang mencantumkan spesifikasi mutu dari sampel yang dianalisis. Pengamatan dilakukan terhadap bahan baku, produk akhir, dan produk samping.

2. Laboratorium Analisis

Fungsi utama laboratorium ini adalah melakukan analisis kimia terhadap komposisi dan sifat bahan, termasuk bahan baku, produk utama, produk samping, serta bahan kimia tambahan seperti aditif dan bahan injeksi. Tujuannya adalah memastikan kualitas dan kesesuaian komposisi dengan standar proses.

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan, dan Lingkungan

Laboratorium ini fokus pada kegiatan non-rutin seperti penelitian dan pengembangan untuk mengatasi kendala kualitas, meningkatkan efisiensi proses, serta eksplorasi inovasi baru dalam produksi. Selain itu, laboratorium ini juga bertanggung jawab untuk melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap dampak lingkungan dari aktivitas pabrik secara berkelanjutan.

4.2.2. Alat – Alat Utama Laboratorium

Beberapa peralatan utama di laboratorium meliputi spektrofotometer UV-Vis untuk analisis logam, pH meter, timbangan analitik, oven pengering, desikator, water bath, buret dan peralatan titrasi, serta alat pengukur viskositas dan refraktometer. Peralatan ini mendukung pengawasan mutu produk serta validasi parameter proses untuk menjaga konsistensi dan keamanan produksi.