

BAB IV

PENDUKUNG PROSES

Beberapa komponen penting yang menunjang operasional dalam industri kimia adalah unit utilitas atau unit penunjang proses. Unit ini berperan sebagai fasilitas pendukung yang menyediakan berbagai kebutuhan dasar dalam proses produksi, seperti air, uap (steam), bahan bakar, udara bertekanan, listrik, dan lainnya (Lingxun, 2016). Dalam pabrik ammonium nitrat, beberapa unit utilitas yang digunakan meliputi :

1. Unit Penyediaan Air

Unit ini berperan dalam penyediaan berbagai kebutuhan air di pabrik, termasuk air umpan untuk boiler, air sanitasi, air untuk keperluan pemadam kebakaran, air yang digunakan dalam sistem pembersihan atau pemeliharaan, serta air pendingin.

2. Unit Pengadaan Uap Air (*steam*)

Unit ini berfungsi untuk menghasilkan uap (steam) dari boiler yang digunakan sebagai media pemanas dalam proses produksi, mendukung sistem vakum, serta berperan sebagai penggerak turbin uap.

3. Unit Penyediaan Udara Bertekanan

Unit ini berfungsi sebagai penyedia udara bertekanan yang digunakan untuk sistem kontrol pneumatik, kebutuhan operasional bengkel, serta mendukung proses produksi.

4. Unit Pengadaan Listrik

Unit ini berfungsi Unit ini berperan dalam menyediakan pasokan listrik sebagai sumber energi untuk berbagai kebutuhan, seperti peralatan proses, perangkat elektronik, sistem pengolahan air, penerangan, dan keperluan lainnya.

5. Unit penyediaan bahan bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk keperluan generator.

6. Unit laboratorium

Unit ini berfungsi untuk pengawasan mutu proses dan hasil produk pabrik.

7. Unit pengendali pencemaran air dan udara

Unit ini berfungsi untuk pengendalian proses dalam hal pencemaran air dan udara.

4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

4.1.1 Unit Pengadaan Air

Unit penyediaan air memiliki fungsi utama dalam memenuhi kebutuhan air baik untuk keperluan industri maupun domestik, sehingga keberadaannya sangat vital dalam menunjang kelancaran proses produksi di suatu pabrik. Umumnya, air yang digunakan dalam kegiatan industri berasal dari sumber air permukaan. Sumber tersebut dapat berupa air sumur, air sungai, maupun air laut. Dalam rancangan pabrik Ammonium Nitrat ini, air baku diperoleh dari aliran Sungai Citarum, sedangkan air dari sumur bor dimanfaatkan untuk kebutuhan sanitasi (Guo, 2007). Pemilihan air sungai sebagai sumber pasokan air didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain :

1. Air Sungai merupakan sumber air yang memiliki kontinuitas yang tinggi dibandingkan air sumur, sehingga dapat mengurangi resiko kekurangan air.
2. Biaya yang dikeluarkan jauh lebih murah jika dibandingkan dengan air laut yang prosesnya begitu rumit dan mengeluarkan biaya yang cukup besar dalam pengolahannya.
3. Jarak antara sungai dan pabrik yang relatif dekat.

1. Air Umpan Boiler

Air yang digunakan dalam proses pembangkitan uap untuk mendukung jalannya produksi umumnya dikenal sebagai air umpan boiler. Dalam perancangan pabrik ini, air tersebut bersumber dari aliran Sungai Citarum. Ketika proses penguapan berlangsung di dalam ketel uap (boiler), uap yang terbentuk merupakan uap air murni (H_2O) tanpa membawa serta ion-ion yang terdapat dalam air tersebut. Akibatnya, konsentrasi ion dalam sisa air boiler akan terus meningkat seiring waktu. Air umpan boiler harus memenuhi standar kualitas yang sangat ketat. Walaupun tampak bening, air hasil dari unit pengolahan biasanya masih mengandung zat terlarut seperti garam, mineral, maupun asam yang berpotensi merusak komponen logam pada sistem pembangkit uap. Untuk mengontrol jumlah ion dalam air boiler, dilakukan proses pembuangan sebagian air secara terus-menerus yang disebut *blow-down*, dengan tujuan agar konsentrasi ion tetap berada dalam batas aman yang telah ditetapkan (Hongmei, 2022).

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam pengelolaan air umpan boiler meliputi:

- a. Zat-zat yang menyebabkan korosi. Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , dan H_2S .
- b. Zat yang menyebabkan *foaming* air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada air yang kadar alkalinitasnya tinggi.
- c. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*). Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

Oleh karena itu air umpan *boiler* harus melewati pengolahan lebih lanjut untuk mengendalikan jumlah zat-zat tersebut. Umumnya air umpan *boiler* diolah dengan cara demineralisasi menggunakan *ion-exchanger* dan dilanjutkan dengan proses deaerasi dan *stripping* untuk menghilangkan gas terlarut seperti yang bisa dilihat pada Tabel 4.1 (Branan, 1976).

Tabel 4.1 Persyaratan Air Umpan Boiler (Branan, 1976)

Parameter	Nilai
pH	8,3-10
Kadar SiO_2	Maks 125 ppm
Kadar Fe	Maks 0,1 ppm
Kadar O_2	Maks 0,007 ppm
Total <i>Hardness</i>	Maks 0,3 ppm
Total alkalinitas	Maks 700 ppm
Total <i>solid</i>	Maks 3500 ppm
<i>Suspended solid</i>	Maks 300 ppm

Kebutuhan air untuk *steam* berdasarkan neraca panas:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah kebutuhan } \textit{steam} &= 2029,439644 \text{ kg/jam} \\
 &= 4474,14 \text{ lb/jam atau } 2,029439644 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 48,70 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Jumlah *steam* dilebihkan 20% untuk mengatasi terbentuknya uap air saat distribusi *steam*.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan steam} &= 48,70 \times 120\% \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 58,44 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 58 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Jumlah *makeup water* yang dibutuhkan sebesar 10% karena adanya *blowdown*. *Blowdown* bertujuan untuk menjaga agar ion-ion yang ada didalam air boiler tidak melebihi batas yang telah ditentukan:

$$\begin{aligned}\text{Make up water} &= 58 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10\% \\ &= 5,8 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air umpan boiler start-up} &= \text{Kebutuhan steam} + \text{Make up water} \\ &= 58 \text{ m}^3/\text{hari} + 5,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 63,8 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Kebutuhan air umpan boiler saat normal operasi adalah 63,8 m³/hari

2. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang dibutuhkan untuk sarana dalam pemerintahan kebutuhan pegawai. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/X/2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, syarat-syarat air sanitasi adalah sebagai berikut:

Syarat Fisika:

- Tidak berbau
- Tidak berwarna
- Warna maksimal 15 TCU (*True Colour Units*)
- Maksimal 5 NTU (*Nephelometric Turbidity Units*)
- Jumlah zat padat terlarut maksimum 1000 mg/L
- Temperatur $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari temperatur udara

Syarat kimia:

- Ph 6,5-8,5
- Tidak mengandung zat kimia beracun dan berbahaya
- Tidak mengandung bakteri *pathogen*

a. Air Untuk Karyawan

Pada pabrik ammonium nitrat mempunyai total 154 karyawan dengan jam kerja karyawan 8 jam/hari. Oleh karena itu perlu diperhitungkan air untuk karyawan dengan kebutuhan karyawan sebesar 120 liter/hari (Permenkes No 32, 2017) tiap orangnya. Kebutuhan air sanitasi:

$$\begin{aligned} &= 120 \text{ liter/orang/hari} \times 154 \text{ orang} \\ &= 18.480 \text{ liter/hari} = 18,480 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Air Untuk Laboratorium

Diperkirakan kebutuhan air untuk laboratorium sebanyak 80% dari kebutuhan karyawan. Kebutuhan air laboratorium:

$$\begin{aligned} &= 80\% \times 18.480 \\ &= 14.784 \text{ liter/hari} = 14,784 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

c. Air Untuk Pertamanan dan Kebersihan

Diperkirakan kebutuhan air untuk pembersihan dan pertamanan sebanyak 20 m³/hari Total kebutuhan air bersih untuk perkantoran dan laboratorium (sumber dari air sumur).

Total kebutuhan air sanitasi:

$$\begin{aligned} &= (\text{kebutuhan air karyawan} + \text{kebutuhan air laboratorium} + \text{kebutuhan air pertamanan dan sistem hidrasi keselamatan}) \\ &= (18,480 + 14,784 + 20) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 53,264 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3. Air Hydrant

Air hydrant merupakan jenis air yang digunakan khusus untuk keperluan pemadaman kebakaran. Ketersediaan air ini sangat penting apabila terjadi insiden kebakaran di salah satu area pabrik. Penggunaan air hydrant bersifat insidental, artinya hanya digunakan saat kondisi darurat kebakaran. Dalam sistem distribusinya, air hydrant dialirkan melalui jaringan pipa khusus yang terhubung ke seluruh area pabrik. Pipa-pipa tersebut dipasang di titik-titik strategis untuk memastikan akses yang cepat dan mudah ke seluruh bagian fasilitas. Menurut standar SNI 03-1735-2000, sistem hydrant harus mampu menyediakan pasokan air minimal sebesar 2.400 liter per menit dengan tekanan 3,5 bar, dan harus dapat mempertahankan aliran tersebut setidaknya selama 45 menit.

Perhitungan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran:

$$\begin{aligned} &= 20\% \times \text{total kebutuhan air sanitasi} \\ &= 20\% \times (18,480 + 14,784 + 20) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 10,65 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media untuk menyerap panas dalam sistem *heat exchanger*. Penggunaan air sebagai media pendingin sangat umum dan dianggap esensial karena menawarkan berbagai keuntungan dibandingkan dengan jenis pendingin lainnya (Claudia, 2022). Pemilihan air sebagai media pendingin didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain :

- Air merupakan materi yang mudah diperoleh dalam jumlah besar
- Dapat menyerap panas dalam jumlah yang besar
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- Tidak dapat terdekomposisi

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada media pendingin air:

- Air memiliki kesadahan yang dapat menyebabkan kerak
- Pada logam besi, air dapat menimbulkan korosi

Kebutuhan air pendingin dapat diperhitungkan dari kebutuhan air pada alat *Condenser* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Kebutuhan Air (kg/jam)
Condenser	H-01	96.416,69
Reaktor	R-01	127.162,94
Cooling Belt	CB-01	24.867,27
Total		248.446,90

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Air untuk pendingin} &= 248.446,90 \text{ kg/jam} \\
 &= 5.962.725,758 \text{ kg/hari} \\
 &= 5.962,72 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan air yang hilang 20%

$$\text{Kebutuhan } make \text{ up air pendingin} = 5.962,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Total kebutuhan air pendingin} = 7.155,27 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kebutuhan Air Total

No	Keterangan	Kebutuhan (m ³ /hari)
1	Air Umpan Boiler	63,8
2	Air Sanitasi	53,264
3	Air Hydrant	10,65
4	Air Pendingin	7.155,27
Total		7.282,98

Pengolahan air baku bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat air untuk dapat digunakan sesuai dengan keperluan. Pengolahan air ini meliputi pengolahan secara fisik dan kimia. Secara khusus unit pengolahan air ini meliputi:

4.1.2 Unit Pengolahan Air

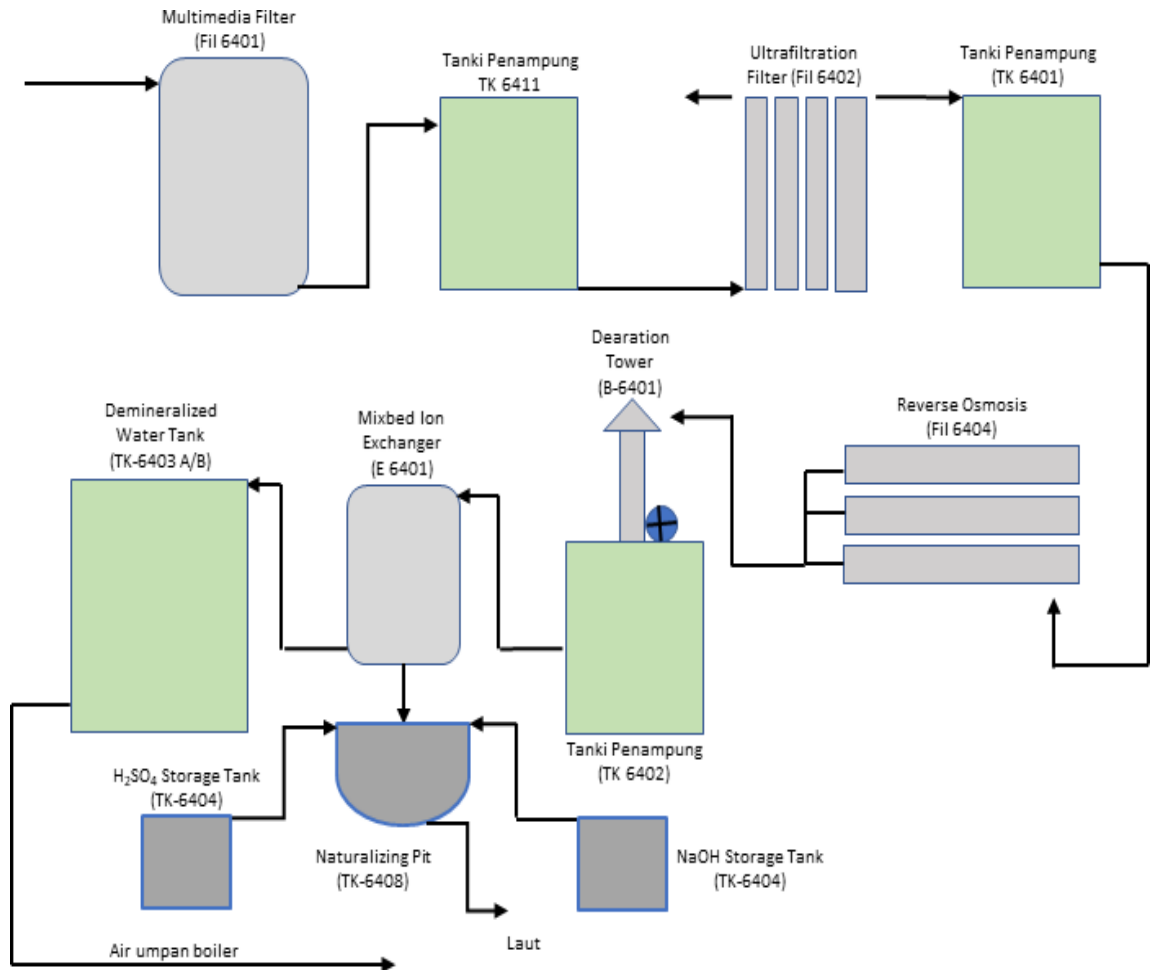
Pengolahan air baku bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat air untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

4.1.2.1 Unit Pengolahan Awal

Pengambilan air dari aliran sungai citarum dan sumur dihisap menggunakan pompa lalu dilewatkan screen untuk menyaring partikel pengotor yang berukuran besar.

4.1.2.2 Unit Demineralisasi

Unit Demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan mineral yang terkandung dalam air bersih, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , dan ion-ion lainnya. Air yang telah bebas dari kandungan mineral selanjutnya akan diproses menjadi air umpan ketel. Unit ini terdiri atas beberapa tahapan, yaitu:



1) **Multimedia Filter (Fil-6401 A/B)**

Alat yang mengandung adsorben yang berfungsi sebagai penyerap *organic matters*, *chlorine*, dan *suspended solid* yang terkandung dalam *raw clarified water*. Laju *filtering* pada multimedia filter jenuh adalah apabila *pressure drop* sudah mencapai 6-10 mmH₂O.

Material adsorben yang terdapat dalam multimedia filter terbagi atas 2 lapisan, yaitu lapisan atas dan lapisan bawah. Lapisan bawah merupakan gravel yang memiliki kapasitas sebesar 1,3 m³/unit dan terbagi atas 4 layer dengan ukuran yang berbeda-beda dimana pada layer 1 gravel memiliki ukuran 12-20 mm, dan layer 2 dengan ukuran 8-12 mm, layer 3 dengan ukuran 4-8 mm, dan layer ke 4 dengan ukuran 2-4 mm. Setiap layer pada lapisan bawah ini memiliki ketinggian 100 cm.

Lapisan atas multimedia filter berupa karbon aktif dengan kapasitas sebesar 3,1 m³/unit. Air yang telah melewati multimedia filter akan ditampung pada *multimedia filter water tank*. Regenerasi *filter* dilakukan dengan beberapa tahap, meliputi:

1. *Surface Washing*, dilakukan dengan menggunakan RO *Water* untuk mencegah lapisan *Slurry* yang terbentuk akibat akumulasi
2. *Suspended solid* tidak menutupi lapisan filter untuk memudahkan proses back washing dengan waktu proses selama 5 menit.
3. *Back Washing*, dilakukan dengan menggunakan RO *Water* yang dialirkan melalui bagian bawah filter dan didistribusikan dalam multimedia filter dengan waktu proses selama 15 menit.
4. *Settling Bed*, bertujuan untuk mendapatkan kembali karbon aktif yang terbawa aliran saat proses *backwashing*. Proses ini berlangsung selama 5 menit.
5. *Rinse*, bertujuan untuk membersihkan kembali multimedia filter dengan RO *Water*. Proses ini berlangsung selama 15 menit.

2) ***Ultrafiltration Unit (Fil-6402 A/B)***

Unit dari multimedia *filter water tank* di-pompa dengan *ultra filtration feed pump* (P-6412 A/B) yang kemudian masuk ke *ultra filtration unit* untuk mengurangi kandungan bakteri yang terlarut dalam air; mengurangi tingkat kekeruhan air; menstabilkan kualitas air; dan meringankan beban *membrane semipermeabel* pada proses RO, yang kemudian akan ditampung di *ultra filtration filtered water tank* (TK-6401). Selanjutnya, air dari *ultra filtration filtered water tank* di-pompakan dengan *reverse osmosis feed pump* (P-6404 A/B) menuju ke unit *reverse osmosis package*.

3) *Reverse Osmosis Package*

Air dari ultra filtration unit akan dipompakan menggunakan *reverse osmosis feed pump* (P-6404 A/B) menuju ke *reverse osmosis package*. Prinsip dari proses RO adalah kebalikan proses osmosis dimana terjadi perpindahan molekul dari larutan dengan konsentrasi garam tinggi (*concentrated solution*) menuju ke konsentrasi garam rendah (*dilute solution*) dengan cara memberikan tekanan tinggi pada larutan tersebut. Pada *reverse osmosis*, molekul garam tidak dapat menembus *membrane semi permeabel* sehingga hanya molekul air yang dapat melewati membrane.

Kemudian akan diperoleh air murni dari larutan dengan konsentrsi garam yang tinggi. Proses *reverse osmosis* selalu membutuhkan dua komponen inti yang meliputi pompa tekan. Air dari *ultra filtration unit* akan dipompakan menggunakan *reverse osmosis feed pump* (P-6404 A/B) menuju ke *reverse osmosis package*. Prinsip dari proses RO adalah kebalikan proses osmosis dimana terjadi perpindahan molekul dari larutan dengan konsentrasi garam tinggi (*concentrated solution*) menuju ke konsentrasi garam rendah (*dilute solution*) dengan cara memberikan tekanan tinggi pada larutan tersebut. Pada *reverse osmosis*, molekul garam tidak dapat menembus membrane semi permeabel sehingga hanya molekul air yang dapat melewati membrane. Kemudian akan diperoleh air murni dari larutan dengan konsentrsi garam yang tinggi. Proses *reverse osmosis* selalu membutuhkan dua komponen inti yang meliputi pompa tekan.

4) **Deaeration Tower (B-6401)**

Alat ini berfungsi utama untuk menghilangkan kandungan CO₂ dalam air melalui aliran udara yang dihembuskan oleh Deaeration Tower Blower (C-6401). Di dalam Deaeration Tower, terjadi proses pelepasan gas CO₂ dari senyawa karbonat (H₂CO₃) melalui reaksi berikut :



Dengan terlepasnya CO₂, maka beban kerja pada Mixed Bed Exchanger menjadi lebih ringan. Setelah melalui proses di Deaeration Tower, air akan ditampung dalam Deaeration Water Tank (TK-6402) dan kemudian dipompa menuju Mixed Bed Ion Exchanger (E-6401 A/B) untuk tahap pemurnian selanjutnya.

5) **Mixed Bed Ion Exchanger (E-6401 A/B)**

Mixed bed ion exchanger berfungsi untuk mengambil ion-ion positif (Ca, Mg, Na) dan ion-ion *negative* (SO₄, Cl, SiO₂) yang masih terkandung di dalam air. Prinsip dari pengambilan ion-ion tersebut adalah dengan pertukaran ion oleh resin kation dan resin anion. Resin yang dipakai adalah *Strong base exchanger resin* (R=N-OH) dan *strong acid exchange resin* (RSO₃H).

6) **Neutralizing Pit (TK-6408)**

Naturalizing Pit (TK-6408) berfungsi untuk menetralkan air buangan bekas regenerasi dari demineralized unit dan *blow down cooling tower* yang kemudian pH air buangan akan dijaga antara 6,5 - 8,5 di dalam *Neutralizing Pit* (TK-6408) dengan cara menginjeksikan larutan asam sulfat dan *caustic soda*. Jika pH sudah selesai dan memenuhi syarat maka akan dibuang ke lingkungan dengan *neutralising water pump*. Unit ini dilengkapi dengan beberapa fitur, antara lain:

- *Neutralized Water Pump* (P-6408 A/B) yang berfungsi untuk sirkulasi dan mengirimkan air dari *waste water* ke *open ditch* laut bila pH sudah sesuai (normal)
- *Mixed Blower* pada *Neutralized Pit Pump* (C-6402 A/B) berfungsi untuk mengaduk *waste water* di *Neutralizing Pit* (TK-6408) agar kualitas pH *waste water* merata
- Penginjeksian H_2SO_4 atau NaOH guna mengatur Ph

7) ***Demineralized Water Tank* (TK-6403 A/B)**

Tangki ini berfungsi sebagai bak penampungan dari *demineralized water* dengan kapasitas $2 \times 400 \text{ m}^3$.

8) ***H₂SO₄ Storage Tank* (TK-6404)**

Tangki ini berfungsi untuk menyimpan larutan H_2SO_4 98,5 % untuk kebutuhan regenerasi di *Mixed Bed Ion Exchanger* (E-6401 A/B) dan *Neutralizing Pit* (TK-6408) dengan kemampuan penyimpanan sampai dengan keperluan 7 hari proses operasi.

9) ***NaOH Storage Tank* (TK-6405)**

Tangki ini berfungsi untuk menyimpan larutan NaOH 40% untuk kebutuhan regenerasi di *Mixed Bed Ion Exchanger* (E-6401 A/B) dan *Neutralizing Pit* (TK-6408) dengan kemampuan penyimpanan sampai dengan keperluan 10 hari proses operasi.

4.1.2.3 Unit Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan pada cooling tower dengan proses open recirculating cooling. Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya blow down di basin cooling tower diganti dengan air yang diperoleh dari filtered water storage. Peralatan yang digunakan dalam sistem pendinginan air ini adalah:

- *Cooling Tower* dengan *Induce Draft (ID) Fan*
- Basin
- Pompa Sirkulasi Cooling Water
- Sistem Injeksi Bahan Kimia

Air pendingin yang telah menyerap panas proses pabrik dialirkan kembali ke cooling tower untuk didinginkan. Air dialirkan masuk ke bagian atas cooling tower kemudian dijatuhkan ke bawah dan terjadi kontak dengan aliran udara. Udara yang digunakan adalah udara lingkungan yang masuk dari sisi bawah cooling tower dan mengalir ke atas dihisap oleh induce draft (ID) fan. Akibat kontak dengan aliran udara, terjadi proses pengambilan panas dari air oleh udara dan terjadi proses penguapan sebagian air dengan melepas panas laten yang akan mendinginkan air yang jatuh ke bawah. Air yang telah dingin selanjutnya ditampung di basin dan dapat dipergunakan kembali sebagai air pendingin. Air pendingin dari basin ini dikirim kembali untuk mendinginkan proses di pabrik menggunakan pompa sirkulasi cooling water.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal di atas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- *Corrosion Inhibitor*

Korosi adalah suatu peristiwa perusakan logam oleh reaksi kimia atau reaksi elektrokimia. Untuk menghindari hal ini maka diinjeksikan senyawa pospat yang dapat melapisi permukaan logam (protective film) agar terhindar dari pengaruh korosi dan dapat menurunkan kecepatan korosi.

- *Dispersant (Scale Inhibitor)*

Scale terjadi karena adanya endapan deposit/kerak di dalam pipa yang dapat mengakibatkan:

- Penyumbatan pipa
- Terganggunya perpindahan panas
- Penyebab korosi.

Terbentuknya kerak ini juga dipengaruhi oleh:

- pH, semakin tinggi pH maka pengendapan lebih mudah terjadi
- Suhu, semakin tinggi suhu maka kelarutan garam Ca semakin tinggi sehingga bertendensi untuk terjadinya pengendapan.
- Laju alir, semakin rendah laju alir akan memperbesar kemungkinan terjadinya pengendapan.

- *Biodispersant dan Biocide (Slime Inhibitor)*

Slime adalah lendir berwarna coklat kehitaman yang menempel di permukaan pipa. Slime ini mempengaruhi dan mengurangi efek pencegahan korosi. Untuk mencegah bakteri atau mikroorganisme yang dapat menyebabkan slime maka diinjeksikan senyawa klorin yang juga mampu menghilangkan fungi, alga, dan lumut.

4.2 Unit Pengadaan Listrik

Suatu industri membutuhkan tenaga listrik dalam proses produksinya. Kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari:

- Suplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)
- Pembangkit tenaga listrik sendiri (*Generator Set*)

Pada Prarancangan pabrik ammonium nitrat dengan kapasitas 55.000 ton/tahun ini, kebutuhan energi listrik dipenuhi dari pembangkit tenaga listrik PLN dan *generator*. *Generator* yang akan digunakan merupakan *generator* dengan arus bolak-balik (AC), dengan berdasarkan pertimbangan:

- 1) Listrik yang dihasilkan berkapasitas besar
- 2) Tenaga dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan

Generator AC yang digunakan merupakan jenis generator AC 3 phase dengan keuntungan:

- a) Tenaga listrik stabil dan Daya lebih besar
- b) Motor dengan 3 *phase* lebih terjangkau harganya
- c) Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit

- 1) Penggunaan arus AC 1 *phase* 220V untuk keperluan penerangan, kantor dan laboratorium.
- 2) Penggunaan arus AC 3 *phase* 380 V untuk keperluan proses dan utilitas.
- 3) Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:
 - Listrik untuk keperluan proses dan untuk keperluan pengolahan air
 - Listrik untuk penerangan dan AC
 - Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

4.2.1.1 Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

Tabel 4.4 Data Jumlah Kebutuhan Listrik Peralatan Proses

No	Nama Alat	Jumlah	Hp	Total Hp
1	Pompa asam nitrat	1	2	2
2	Pompa Condenser	1	2	2
3	Blower Air Heater	1	287	287
4	Compressor	1	141	141
5	Belt Conveyor	4	2	8
6	Bucket Elevator	1	10	10
Total				450 Hp

$$\begin{aligned} \text{Maka total power yang dibutuhkan} &= 450 \text{ HP} \times 0,746 \text{ kW/HP} \\ &= 335,7 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.2.1.2 Kebutuhan Listrik Utilitas

Kebutuhan listrik untuk utilitas dapat diperkirakan melalui Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jumlah Kebutuhan Listrik Utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Hp	Jumlah Hp
1	Pompa air pendingin	3	5	15
2	Pompa air sanitasi	3	3	9
3	Pompa air <i>hydrant</i>	2	3	6
4	Pompa air umpan boiler	2	4	8
5	Fan Cooling Tower	1	4	4
6	Pompa bahan bakar boiler	1	3	3
7	Kompresor udara	1	6	6
Total				51 hp

Power yang dibutuhkan = 51 HP x 0,746 kW/HP

= 38,046 kW

Kebutuhan total Listrik yang diperlukan untuk proses dan utilitas:

= Kebutuhan listrik proses + Kebutuhan listrik utilitas

= 355,7 kW + 38,046 kW

= 393,746 kW

4.2.2 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

Besarnya tenaga listrik bangunan indoor,outdoor,dan AC yang dibutuhkan untuk penerangan proses yang dipakai sesuai standar dapat dilihat pada Tabel 4.6, 4.7, dan 4.8.

Tabel 4.6 Jumlah Kebutuhan Listrik Penerangan Bangunan Indoor

Bangunan	Luas (m ²)	Lux (lumen/m ²)	<i>Lumen</i>
Pos keamanan	15	50	750
Pos pemeriksaan	15	50	750
Kantor	400	500	200.000
Masjid	300	200	60.000
Poliklinik	200	300	60.000
Kantin	200	400	80.000
Kantor K3	300	500	150.000
<i>Control Room</i>	300	500	150.000
Laboratorium	200	500	100.000
Unit <i>maintenance</i> alat	150	500	75.000
Gudang penyimpanan bahan baku	800	300	240.000
Gudang penyimpanan produk	800	300	240.000
Aula	450	500	225.000
Unit pematik kebakaran	300	100	30.000
Total			1.611.500

Tabel 4.7 Jumlah Kebutuhan Listrik Penerangan Bangunan Outdoor

Bangunan	Luas (m²)	Lux (lumen/m²)	Lumen
Area parkir tamu dan karyawan	600	15	9.000
Area parkir truk	700	15	10.500
Area loading bahan	500	15	7.500
Area produksi	6000	300	1.800.000
Area utilitas	1200	100	120.000
Area pengolahan limbah	500	100	50.000
Jalan	800	25	20.000
Taman	600	25	15.000
Total			2.032.000

Untuk semua area didalam bangunan direncanakan menggunakan lampu philips 20-watt dikarenakan lampu LED philips sangat hemat energi dibanding lampu konvensional seperti mercury atau halogen. Ini penting untuk pencahayaan dalam ruangan yang menyala terus-menerus selama jam kerja dengan lumen output lampu adalah 2100 lumen (Teguh, 2017).

Jumlah lumen dalam ruangan = 1.611.500 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan = 1.611.500 : 2100

= 767,38 lampu $\approx$ 767 lampu

Untuk area diluar ruangan menggunakan lampu mercury 250- watt dikarenakan lampu mercury memiliki intensitas cahaya yang kuat dan cocok untuk penerangan area luas seperti parkir, jalan pabrik, atau halaman gudang, lumen output tiap lampu adalah 10.000 lumen (Perry, hal 17-58).

Jumlah lumen diluar ruangan = 2.032.000 lumen

Jumlah lampu yang dibutuhkan = 2.032.000 : 10.000

= 203,2 lampu $\approx$ 203 lampu

Total daya untuk penerangan = (20 x 767) + (250 x 203)

= 15.340 + 50.750

= 66.090 watt

Tabel 4.8 Jumlah Kebutuhan Listrik untuk AC

Keterangan	Luas (m ²)
Kantor	400
Poliklinik	200
Laboratorium	200
Masjid	300
<i>Control Room</i>	300
Aula	450
Total	1850

Listrik yang dipakai untuk AC dihitung sebagai berikut:

AC menggunakan LG inverter dengan 1 PK yang memerlukan daya Listrik sebesar 520 Watt

Setiap AC dapat digunakan per ruangan $7 \times 7 = 49 \text{ m}^2$

Jumlah AC yang dibutuhkan = Total luas bangunan : 49 m^2
= $1850 : 49 \text{ m}^2$
= $37,755 \text{ AC} \approx 38 \text{ AC}$

Total daya AC = (Daya 1 AC x Jumlah AC) : 1000
= $(520 \text{ W} \times 38) : 1000$
= $19,76 \text{ kW}$

4.2.3 Kebutuhan Listrik Untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi digunakan SNI 03-6197-2000:

Laboratorium = 20 kW

Instrumentasi = 20 kW

Total kebutuhan listrik yang diperlukan:

= Proses + Utilitas + Penerangan + AC + Laboratorium + Instrumentasi
= $355,7 \text{ kW} + 38,046 \text{ kW} + 66,09 \text{ kW} + 19,76 \text{ kW} + 20 \text{ kW} + 20 \text{ kW}$
= $519,596 \text{ kW}$

Faktor keamanan dipilih 10% dari total kebutuhan, maka total kebutuhan listrik sebesar $571,56 \text{ kW}$

4.2.4 Generator

Digunakan generator dengan efisiensi 80%, maka input generator:

$$\begin{aligned} \text{Input} &= 571,56 \text{ kW} / 0,8 \\ &= 714,45 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ditetapkan input generator 1200 kW, sehingga listrik tersedia aktual sebesar 960 kW, untuk keperluan lain masih tersedia:

$$\begin{aligned} &= (960 - 714,45) \text{ kW} \\ &= 245,55 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas input generator} &= 1200 \text{ kW} \\ &= 1200 \times 56,86 \text{ Btu/menit} \times 60 \text{ menit/jam} \\ &= 4.094.642,800 \text{ Btu/jam} \\ \text{Kebutuhan solar generator} &= 4.094.642,800 \text{ Btu/jam} / (0,865 \times 0,8 \times 19.561) \\ &= 302,495 \text{ lb/jam} \\ &= 5,575 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 3.788,755 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Pada perancangan ini digunakan bahan bakar jenis *Solar* pada generator pada spesifikasi berikut:

Tipe	: AC Generator
Jenis bahan bakar	: Solar
Tegangan	: 220/360
Frekuensi	: 100 hz
Efisiensi generator	: 80 %
Phase	: 3 phase
Jumlah	: 1 Buah
Kapasitas input generator	: 1200 kW

4.3 Unit Pengadaan Steam

Unit pengadaan Steam bertugas untuk menyediakan kebutuhan Steam sebagai media pemanas untuk Reboiler dan heat exchanger.

4.3.1 Unit Air Umpan Boiler

Steam pada perancangan Pabrik Ammonium Nitrat digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada alat penukar panas, steam diproduksi dengan menggunakan boiler dan ketel uap. Media pemanas yang digunakan untuk proses adalah saturated steam. Air sebagai umpan boiler diambil dari *boiler feed water* (air umpan boiler), air umpan boiler adalah air yang dimasukkan kedalam boiler untuk mengganti kehilangan air karena penguapan atau blow down (pembuangan air boiler) selama operasi berjalan. Jika umpan air boiler mutunya rendah, maka dapat menimbulkan kerak pada permukaan pipa atau seluruh sistem boiler seperti yang bisa dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Jumlah Kebutuhan Steam pada Unit Pengadaan Steam

Nama Alat	Kode	Kebutuhan Steam (kg/Jam)
<i>Vaporizer</i>	V-01	97.29
<i>Heater Nirtric Acid</i>	HE-01	1415.82
<i>Heater Amonia</i>	HE-02	173,15
Total		2029.439644

Jumlah kebutuhan air untuk *Steam* = 2029,439644 kg/jam
= 4474,14 lb/jam

Diperkirakan *Steam* hilang sebanyak 20% karena kebocoran

Kebutuhan *Steam make up* = 894.8286458 lb/jam

Total kebutuhan air untuk *Steam* = 5368.971875 lb/jam

Blow Down = 10% dari *Steam* yang dihasilkan

= 0,1 x 5368,971875 lb/jam

= 536,8971875 lb/jam

Umpan air masuk *boiler* = *blow down* + *Steam* yang dihasilkan

= 536,8971875 lb/jam + 5368,971875 lb/jam

= 5905,869062 lb/jam

Kondensat yang kembali = 85% dari Umpan air masuk boiler

= 0,85 x 5905,869062 lb/jam

= 5019,988703 lb/jam

Kondensat yang hilang = *Steam* yang dihasilkan – Kondensat yang kembali

= 5368,971875 lb/jam - 5019,988703 lb/jam

= 348,9831719 lb/jam

Make up air untuk *boiler* = Kondensat yang hilang + *blow down*

= 348,9831719 lb/jam + 536,8971875 lb/jam

= 885,8803593 lb/jam

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Make up air} &= \text{Make up air : Umpan air masuk} \times 100\% \\
 &= (885,8803593 \text{ lb/jam} : 5905,869062 \text{ lb/jam}) \times 100\% \\
 &= 15\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Make up kondensat} &= \text{Kondensat yang kembali : Umpan air masuk} \times 100\% \\
 &= (5019,988703 \text{ lb/jam} : 5905,869062 \text{ lb/jam}) \times 100\% \\
 &= 85\%
 \end{aligned}$$

1) Perhitungan Kapasitas *Boiler*

$$Q = m_s (H - H_f)$$

Keterangan:

Q = Kapasitas *boiler*

m_s = Massa *steam*

H = Entalpi air umpan *boiler* (Btu/lb)

H_f = Entalpi *steam* yang dihasilkan (Btu/lb)

Pada pra-rancangan pabrik ammonium nitrat, *steam* yang dihasilkan adalah *saturated steam* dengan temperatur 186°C dan tekanan 11,3 atm. *Steam* dihasilkan dari 85 % kondensat dan 15 % air make up. Kondensat kembali pada temperatur 186°C dan air *make up* masuk pada temperatur 30°C, sehingga didapat:

Nilai H_f dan H_v didapat dari (Smith et al., 1996)

$$H_{f\ 30^\circ\text{C}} = 54,0413211 \text{ BTU/lb}$$

$$H_{f\ 186^\circ\text{C}} = 339,5101931 \text{ BTU/lb}$$

$$H_{186^\circ\text{C}} = 1195,701848 \text{ BTU/lb}$$

Steam yang dihasilkan dari 70% kondensat dan 30% air *make up*:

$$\begin{aligned}
 H_f &= (0,15 \times H_{\text{liq}\ 30^\circ\text{C}}) + (0,85 \times H_{\text{liq}\ 186^\circ\text{C}}) \\
 &= (0,15 \times 54,0413211 \text{ BTU/lb}) + (0,85 \times 339,5101931 \text{ BTU/lb}) \\
 &= 8,1105 \text{ BTU/lb} + 200,572 \text{ BTU/lb} \\
 &= 296,6898623 \text{ BTU/lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 296,6898623 \text{ lb/jam} \times (1195,701848 \text{ BTU/lb} - 339,5101931 \text{ BTU/lb}) \\
 &= 4.596.868,912 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

Efisiensi *boiler* 80%, maka panas yang diperlukan untuk pembentukan *Steam*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{aktual}} &= 4.596.868,912 \text{ Btu/jam} \times 0,8 \\
 &= 3.677.495,13 \text{ Btu/jam}
 \end{aligned}$$

2) Menentukan Luas Perpindahan Panas

Rumus konversi panas menjadi daya:

$$\begin{aligned} \text{Hp} &= \frac{Q}{970,3 \times 34,5} \\ &= \frac{3.677.495,13 \text{ Btu/jam}}{970,3 \times 34,5} \\ &= 109,856809 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Ditentukan luas bidang pemanasan adalah $10 \text{ ft}^2/\text{Hp}$

Jadi total permukaan pemanasan adalah $1098,56809 \text{ ft}^2$

3) Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan oleh boiler dalam menghasilkan steam adalah solar.

Data solar (flagan & Seinfeld, 1988):

$$\text{Density} = 59,26 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Efisiensi} = 80\%$$

$$\text{Heating Value} = 19561 \text{ Btu}$$

$$\text{S.g} = 0,865$$

massa bahan bakar

$$mf = \frac{Q}{\eta \times f}$$

Keterangan:

mf = Massa bahan bakar yang dipakai (lb/jam)

Q = Kapasitas *boiler* (Btu/jam)

η = Efisiensi *boiler* (80%)

f = *Heating value* (Btu/lb)

$$\begin{aligned} mf &= \frac{3.677.495,13 \text{ Btu/jam}}{0,865 \times 19561 \text{ Btu/lb}} \\ &= 217,342 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$vf = mf : \rho$$

$$= 217,342 \text{ lb/jam} : 59,26 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 3,6676 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 103,854 \text{ liter/jam}$$

4) Spesifikasi Boiler

Tipe	= <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	= 1
<i>Heat Surface</i>	= 109.856809 ft ²
Tekanan	= 11,3 atm
Bahan Bakar	= Solar
Rate Feed	= 2492,49 liter/hari

4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar cair yang diperoleh dari Pertamina atau distributornya. Pemilihan didasarkan pada pertimbangan bahan bakar cair:

- 1) Mudah didapat
- 2) Murah
- 3) Kesenimbangannya terjamin
- 4) Mudah dalam penyimpanan

- **Spesifikasi Bahan Bakar**

Jenis	: Solar
<i>Heating value</i>	: 19561 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar	: 80%
<i>Density</i>	: 59,26 lb/ft ³
Sg solar	: 0,865

- **Kebutuhan solar yang harus disuplai pengadaan bahan bakar**

Kebutuhan bahan bakar untuk <i>boiler</i>	: 2492,49 liter/hari
Kebutuhan bahan bakar untuk <i>generator</i>	: 3788,7 liter/hari
+	
Total kebutuhan bahan bakar :	6.281,19 liter/hari

4.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Dalam perancangan pabrik amonium nitrat ini, udara bertekanan dimanfaatkan untuk mengoperasikan sistem instrument air dan plant air pada peralatan proses, seperti penggerak katup kontrol yang dikendalikan melalui DCS. Udara tekan yang digunakan harus memiliki karakteristik kering, bebas minyak, serta tidak mengandung partikel pengotor. Udara terkompresi ini dihasilkan oleh kompresor IA/PA dengan jenis screw tipe package. Udara dari tangki penyimpanan IA/PA kemudian dialirkan ke dua jalur utama, yaitu untuk kebutuhan proses (plant) dan instrumentasi. Udara untuk instrumentasi terlebih dahulu melewati unit prefilter dryer berbentuk paket untuk proses penyaringan dan pengeringan. Proses ini penting karena udara yang digunakan dalam sistem instrumentasi tidak boleh mengandung uap air. Media pengering yang digunakan dapat berupa activated alumina atau silica gel.

Setelah melalui proses pengeringan di air bed dryer, udara disaring kembali menggunakan dust filter guna menghilangkan partikel debu yang mungkin masih terbawa. Udara yang telah bersih ini kemudian ditampung dalam tangki IA dan dialirkan untuk kebutuhan sistem instrumentasi. Salah satu aplikasinya adalah sebagai media transmisi pneumatik dalam sistem kontrol instrumen.

Dalam perancangan pabrik Ammonium Nitrat ini, kebutuhan udara tekan diperkirakan berada pada rentang tekanan sekitar 50-100 psi, dengan suhu operasional berkisar antara 30°C-85°C. Kompresor yang direncanakan untuk digunakan merupakan jenis *single stage compressor*. Spesifikasi Kompresor yang digunakan :

Kode	: KR-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: Single Stage Reciprocating Compressor
Jumlah	: 2 Buah (1 buah ready dan 1 buah cadangan)
Kapasitas	: 100 m ³ /jam
Tekanan <i>Suction</i>	: 14,7 psi (1 atm)
Tekanan <i>Discharge</i>	: 100 psi (6,8 atm)
Suhu Udara	: 35°C
Efisiensi	: 90 %
Daya Kompresor	: 250 k

4.6 Unit Pengolahan Limbah

Unit ini merupakan salah satu fasilitas yang wajib disediakan oleh pabrik. Jenis limbah yang dihasilkan dari proses produksi ammonium nitrat antara lain meliputi :

4.6.1 Penanganan Limbah Gas

Penanganan limbah gas berguna untuk mencegah pencemaran udara akibat emisi gas buangan, dilakukan pengolahan khusus terhadap gas tersebut. Limbah gas yang mengandung partikel debu ammonium nitrat perlu ditangani secara khusus agar tidak mencemari lingkungan. Penanganan debu pada gas buangan umumnya dilakukan dengan menggunakan cyclone separator. Dalam alat ini, partikel debu ammonium nitrat dipisahkan melalui mekanisme gaya gravitasi, di mana partikel dengan massa jenis lebih tinggi akan tertarik ke bawah mengikuti arah gravitasi, sementara udara yang lebih ringan akan mengalir ke atas dan dilepaskan ke lingkungan.

4.6.2 Penanganan Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan dari unit amonium nitrat berasal dari sisa produk yang tercecer selama proses pengeringan serta dari produk yang termasuk kategori ANOS (Ammonium Nitrate Off Spec) yang dihasilkan dalam tahap screening dan sizing. Ammonium Nitrate Off Spec merupakan partikel amonium nitrat berukuran kecil (debu) yang masih memiliki nilai ekonomis. Meskipun volume limbah padat ini tidak terlalu besar, namun karena amonium nitrat bersifat eksplosif, pengelolaannya tidak boleh diabaikan untuk mencegah potensi bahaya. Penanganan limbah padat jenis Ammonium Nitrate Off Spec dibedakan menjadi dua kategori, yaitu berdasarkan ukuran partikel yang dihasilkan. Ammonium Nitrate Off Spec dengan ukuran di bawah standar akan dikembalikan ke tangki pencampur (mixing tank) untuk diproses ulang, sedangkan ANOS dengan ukuran di atas standar, yang masih bernilai secara ekonomis, akan dipasarkan sebagai produk dengan spesifikasi second grade.

4.6.3 Penanganan Limbah Cair

- Buangan air sanitasi
- Limbah cair proses
- Air pengolahan yang tercampur bahan bakar
- Buangan air demineralisasi

4.6.3.1 Pengolahan Air Buangan Sanitasi

Pengolahan Limbah sanitasi merupakan air buangan yang berasal dari aktivitas perkantoran dan operasional pabrik, seperti kegiatan pencucian serta keperluan sanitasi lainnya. Karena sifatnya mirip dengan limbah domestik, penanganan limbah ini tidak memerlukan perlakuan khusus. Namun, yang tetap perlu diperhatikan adalah jumlah limbah yang dibuang dan tujuan pembuangannya. Limbah sanitasi juga dapat dimanfaatkan kembali, misalnya untuk penyiraman tanaman di area pabrik. Air limbah ini dikumpulkan dan diolah melalui unit stabilisasi dengan menggunakan proses lumpur aktif, sistem aerasi, serta penambahan desinfektan berupa kalsium hipoklorit (*Ca-hypoclorite*).

4.6.3.2 Pengolahan Limbah Cair Proses

Pengolahan limbah cair yang dihasilkan dari proses merupakan limbah B3 yang berasal dari unit kondensor (C-01). Limbah ini akan dikirim ke PT PPLI (Prasadha Pamunah Limbah Industri) untuk menjalani proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

4.6.3.3 Pengolahan Air yang Tercampur dengan Bahan Bakar

Pengolahan air berminyak merupakan limbah yang berasal dari sisa pelumas pada pompa dan peralatan lain yang menggunakan sistem pelumasan. Pengolahan limbah jenis ini dilakukan dengan metode pemisahan berdasarkan perbedaan massa jenis antara minyak dan air. Minyak yang mengapung di permukaan akan dialirkan menuju tungku pembakaran, sementara air yang berada di lapisan bawah akan dialirkan ke bak penampungan akhir sebelum diteruskan ke instalasi pengolahan air limbah (WWTP).

4.6.3.4 Pengolahan Air Buangan Unit Demineralisasi

Air limbah hasil proses regenerasi dari unit demineralisasi mengandung senyawa NaOH dan H_2SO_4 . Air ini akan melalui proses penetralan di dalam kolom penetralisasi untuk menyesuaikan kadar pH sebelum dibuang ke badan sungai. Jika limbah bersifat basa, maka penetralan dilakukan dengan menambahkan larutan asam sulfat (H_2SO_4). Sebaliknya, jika limbah bersifat asam, maka dinetralkan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH).

4.7 Laboratorium

Laboratorium Pabrik Ammonium Nitrat mendukung proses manufaktur, menjaga kualitas produk, dan mengendalikan pencemaran lingkungan dari limbah yang dihasilkan. Di laboratorium, bahan baku dan produk diperiksa dan kualitasnya dikontrol. Analisis yang dilakukan di laboratorium meliputi analisis bahan baku, analisis proses dan analisis kualitas produk.

4.7.3 Fungsi Laboratorium

- a) Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang digunakan
- b) Menganalisa dan meneliti produk yang dipasarkan
- c) Melakukan riset/percobaan terkait proses produksi
- d) Memeriksa zat – zat yang menyebabkan pencemaran pada limbah pabrik

4.7.4 Program Kerja Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk mengendalikan hasil produksi. Laboratorium memiliki program kerja untuk analisis proses di setiap unit yang sangat penting. Adapun analisis dalam rangka pengendalian mutu meliputi:

1. Analisis Bahan Baku

Dalam menganalisis bahan baku ini, dilakukan beberapa analisis, antara lain:

- Analisis gas Amonia (NH_3)

Amonia ditetapkan dengan mengukur volume yang diperlukan untuk menetralkan larutan standar H_2SO_4 menggunakan indikator methyl red dengan metode analisa volumetri. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kadar gas amonia.

- Analisis Asam Nitrat (HNO_3)

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi asam nitrat dengan menggunakan metode titrasi

2. Analisis Bahan Setengah Jadi

Analisa bahan setengah jadi bertujuan menganalisa larutan amonium nitrat sebelum menjadi flake amonium nitrat untuk pengendalian mutu. Dalam menganalisa bahan setengah jadi dilakukan beberapa analisa, antara lain:

- Analisa Konsentrasi Larutan Amonium Nitrat

Analisa ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi amonium nitrat dengan menggunakan hubungan antara specific gravity dengan suhu pengukuran.

- Analisa Suhu kristalisasi Larutan Ammonium Nitrat

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui suhu kristalisasi larutan amonium nitrat dengan melakukan pengukuran suhu amonium nitrat.

3. Analisis Bahan Jadi

Analisa bahan jadi bertujuan untuk menganalisis produk flake ammonium nitrat sebagai pengendali mutu produk. Adapun analisa yang dilakukan adalah:

- Analisa Ukuran Flake Amonium Nitrat

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui ukuran flake amonium nitrat dengan cara melewatkan flake amonium nitrat pada ayakan yang ukurannya berbeda-beda sehingga flake amonium nitrat tertahan di masing-masing ayakan tersebut.

- Analisa Kadar Air Amonium Nitrat

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kadar air pada produk amonium nitrat dengan melakukan metode gravimetri.

Adapun untuk analisa limbah meliputi: Pemeriksaan BOD dan COD limbah.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian:

1. Labrotatorium Pengamatan
2. Laboratorium Analitik
3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan, dan Lindungan Lingkungan

4.7.4.1 Laboratorium Pengamatan

Laboratorium memiliki peran dan tanggung jawab untuk melakukan pengujian dan pemantauan terhadap seluruh aliran material yang berasal dari proses produksi maupun dari tangki penyimpanan. Hasil dari pengujian tersebut akan dituangkan dalam bentuk *Certificate of Quality* yang memuat spesifikasi produk berdasarkan hasil analisis. Pengujian ini mencakup bahan baku, produk akhir, serta produk samping. Secara khusus, laboratorium bertugas menganalisis sifat fisik dan kandungan kimia dari bahan baku maupun produk akhir guna memastikan kualitas sesuai standar yang telah ditetapkan.

4.7.4.2 Laboratorium Analitik

Laboratorium bertugas melakukan analisis terhadap sifat dan kandungan kimia dari bahan baku, produk akhir, kadar air, serta bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi.

4.7.4.3 Laboratorium Penelitian, Pengembangan, dan Lindungan lingkungan

Laboratorium ini memiliki tugas untuk melakukan riset dan pengembangan yang berkaitan dengan permasalahan kualitas material dalam proses produksi, dengan tujuan meningkatkan mutu hasil akhir. Kegiatan laboratorium bersifat non-rutin dan lebih difokuskan pada eksplorasi hal-hal baru untuk mendukung inovasi serta pengembangan proses. Selain itu, laboratorium juga secara berkelanjutan melakukan penelitian terkait kondisi lingkungan di sekitar fasilitas produksi.

4.7.5 Alat-Alat Utama Laboratorium

- Gas Analyzer, untuk menganalisa kadar NH_3
- High Performance Liquid Chromatography (HPLC), untuk menganalisa produk amonium nitrat dan bahan lainnya.
- Water Content Tester, untuk menganalisa kadar air dalam produk.
- Hydrometer, untuk mengukur spesifik gravity.
- Viscosimeter, untuk mengukur viskositas produk keluaran reaktor.
- pH-meter, untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan cairan.
- Turbidity meter, untuk mengukur tingkat kekeruhan air

4.8 Instrumentasi

Instrumentasi merujuk pada penggunaan sistem atau rangkaian peralatan yang dirancang untuk mengendalikan dan mengatur jalannya suatu proses, sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan target yang diinginkan. Peralatan instrumentasi dipasang pada berbagai unit proses dengan tujuan agar engineer dapat memantau serta mengontrol kondisi operasional secara langsung di lapangan. Keberadaan sistem ini juga memungkinkan deteksi dini terhadap potensi gangguan atau kejadian yang tidak diinginkan. Tujuan utama dari sistem pengendalian ini adalah untuk memastikan proses berjalan dengan tingkat kesalahan seminimal mungkin, sehingga kualitas produk yang dihasilkan tetap optimal.

Dalam perancangan pabrik amonium nitrat ini, direncanakan penerapan berbagai perangkat instrumentasi modern yang akan digunakan pada beberapa tahapan proses produksi. Di antaranya adalah:

4.8.1 *Temperatur Indicator Control (TIC)*

Perangkat yang digunakan untuk mengukur dan mengontrol suhu dalam proses produksi. Ini melibatkan pengukuran suhu menggunakan sensor seperti termokopel atau termistor dan mengatur suhu dengan bantuan pengontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*).

4.8.2 *Flow Indicator Control (FIC)*

Flow Indicator Controller digunakan untuk mengukur dan mengontrol laju aliran fluida atau cairan dalam proses produksi. Ini termasuk pengukuran aliran menggunakan sensor seperti flowmeter dan pengaturan aliran menggunakan pengontrol.

4.8.3 *Level Indicator Control (LIC)*

Level Indicator Controller digunakan untuk mengukur dan mengontrol tingkat atau level cairan dalam tangki atau reaktor dalam proses produksi. LIC ini pada proses produksi ammonium nitrat ini digunakan pada tangki penyimpanan, mixing tank, reaktor dan stripping.

4.8.4 *Pressure Transmitter (PT)*

Pressure Transmitter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam proses produksi. Ini melibatkan pengukuran tekanan menggunakan sensor dan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk memonitor dan mengatur tekanan.