

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES

Unit pendukung proses atau utilitas merupakan hal yang penting dalam suatu industri kimia. Selain bahan baku, diperlukan juga bahan penunjang lain seperti air, *steam*, bahan bakar, listrik, udara tekan dan sebagainya. Unit pendukung proses sendiri berguna sebagai sarana penunjang proses produksi yang menyediakan bahan-bahan tersebut. Unit pendukung proses yang ada pada perancangan pabrik Asam Akrilat meliputi:

1. Unit Penyediaan Air

Meliputi air umpan *boiler*, air pendingin, air untuk sistem *cleaning* atau *maintenance*, air hidran untuk pemadam kebakaran, dan air sanitasi untuk rumah tangga pabrik.

2. Unit Penyediaan Uap Air (*Steam*)

Meliputi *steam* untuk pemanas proses, menjalankan sistem vakum, dan penggerak turbin uap.

3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Meliputi listrik penggerak motor listrik peralatan pabrik dan listrik untuk perkantoran dan penerangan pabrik.

4. Unit Penyediaan *Thermal Fluid*

Thermal fluid untuk pendingin proses di reaktor

5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Meliputi bahan bakar *boiler*, bahan bakar motor generator listrik, dan bahan bakar pembangkit tenaga listrik (batubara, gas alam, solar).

6. Unit Penyediaan Udara Bertekanan (*Instrument Air*)

Meliputi udara bertekanan untuk sistem *control pneumatic* dan proses produksi.

4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Dalam memenuhi kebutuhan air didalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan. Pada umumnya air permukaan dapat diambil dari air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Asam Akrilat ini, sumber air baku yang digunakan berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk dan sumur bor untuk

sanitasi. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada tidak terlalu jauh dengan pabrik.
4. Kandungan PH netral (6-7), DO cukup baik (>4 mg/L), serta memiliki kandungan mineral alami (Ca^{2+} , Mg^{2+}), sedangkan untuk BOD (8–12 mg/L) & COD (25–40 mg/L) sehingga perlu dilakukan beberapa pretreatment .

Air yang diperoleh digunakan untuk :

1. Air untuk proses

Air proses ialah satu dari sekian jenis air yang digunakan dalam beberapa proses yang terdapat pada suatu industri. Dalam reaksi kimia, air proses berperan sebagai pelarut yang efektif karena kemurniannya. Air ini bebas dari mineral dan memiliki pH netral, sehingga tidak mengganggu reaksi yang berlangsung. Pada penggunaannya di sektor air proses, terdapat hal – hal yang perlu diperhatikan, diantaranya sebagai berikut :

- a. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
 - b. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
 - c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.
2. Air Pendingin

Air pendingin (Cooling water) ialah salah satu unit pengadaan air yang digunakan untuk proses pendinginan dari suatu instrumen yang terdapat pada industry. Unit ini bertanggung jawab untuk menyediakan air pendingin yang memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk operasi reaktor dan kristalizer. Spesifikasi air pendingin yang dibutuhkan tercantum dalam Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Cooling Water (ASME, 2017)

Parameter	Circulating water	Make Up Water	Transient Water
pH	6,5-8,2	6,0-8,0	6,8-8,0
Konduktivitas Elektrik (mS/m)	<80	<30	<40
Klorin (mg/l)	<200	<50	<50
Sulfat (mg/l)	<200	<50	<50
Alkali (mg/l)	<100	<50	<50
Total Hardness (mg/l)	<200	<70	<70
Ca ²⁺ (mg/l)	<150	<50	<50
Silica (mg/l)	<40	<30	<50

3. Air umpan *boiler*

Air umpan boiler merupakan jenis air yang digunakan untuk penghasil steam pada boiler, dimana air ini akan berubah fase menjadi uap didalam boiler. Air yang digunakan untuk umpan boiler dilakukan beberapa perlakuan seperti penjernihan dan proses pelunakan, hal ini bertujuan untuk menekankan kandungan garam-garam yang mampu membuat boiler atau ketel mengalami korosi. Sejumlah faktor krusial perlu dipertimbangkan saat menjalankan proses pengolahan air umpan boiler, termasuk :

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

korosi yang timbul disebabkan oleh air umpan yang digunakan mengandung beberapa senyawa yang memiliki pH asam dan juga gas-gas terlarut seperti O₂ dan CO₂. Selain itu terjadinya korosi dapat disebabkan karena penggunaan kembali air kondensat yang didalamnya banyak kandungan senyawa-senyawa bersifat korosif.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale reforming*)

kerak yang terjadi dapat disebabkan karena air umpan yang digunakan memiliki nilai kesadahan yang tinggi seperti garam-garam karbonat. Apabila permukaan boiler berkerak dapat menyebabkan terhalangnya proses perpindahan panas sehingga akan mengalami overheating dan juga bisa menyebabkan pipanya pecah..

c. Zat yang menyebabkan *foaming* dan *Priming*

Foaming adalah terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama steam. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik dan anorganik dalam jumlah cukup besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Priming adalah adanya tetes air dalam steam (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi steam dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. Priming dapat disebabkan oleh konstruksi boiler yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba-tiba dalam aliran.

Untuk menghindari hal-hal yang berpotensi merusak boiler maka air umpan perlu dilakukan beberapa *pre-treatment* sebelum digunakan untuk proses yang terjadi pada boiler. Air umpan untuk boiler harus memiliki beberapa persyaratan yang dijelaskan pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Cooling Water (ASME, 2017)

Tekanan Boiler (Psig)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Total Hardness (ppm CaCO ₃)	TDS (mg/l)	Padatan Tersuspensi (mg/l)	Silika (ppm)
0-300	0,1	0,05	0,3	3500	300	150
301-450	0,05	0,025	0,3	3000	250	90
451-600	0,03	0,2	0,2	2500	150	40
601-750	0,025	0,2	0,2	2000	100	20
751-900	0,2	0,15	0,1	1500	60	20
901-1000	0,2	0,15	0,05	1250	40	8
1001-1500	0,1	0,1	0	1000	20	2
1501-2000	0,1	0,1	0	750	10	1

4. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dari suatu industri biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan harian dari karyawan, perkantoran dan laboratorium. Air sanitasi berbeda dengan air proses dimana air ini hanya dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga pabrik, sehingga harus memenuhi beberapa persyaratan yang telah ditetapkan pada

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 4.3 Standar Baku Mutu Air Sanitasi (PERMEN KES, 2017).

Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Parameter Fisika Air Sanitasi		
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
Suhu	°C	suhu udara $\pm$ 3
Rasa		tidak berasa
Bau		tidak berbau
Parameter Kimia Air Sanitas		
pH	mg/l	6,5 - 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	mg/l	1,5
Kesadahan (CaCO_3)	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat, sebagai N	mg/l	10
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Air raksa	mg/l	0,001
Arsen	mg/l	0,05
Kadmium	mg/l	0,005
Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
Selenium	mg/l	0,01
Seng	mg/l	15

Sulfat	mg/l	400
Timbal	mg/l	0,05
Parameter Biologi Air Sanitasi		
Total coliform	CFU/100ml	50
E. coli	CFU/100ml	0

5. Air Hydrant

Air *Hydrant* merupakan jenis air yang dipergunakan untuk membantu apabila terjadi kebakaran di suatu industri. Berdasarkan proses penggunaannya jenis air ini berbeda dengan air-air yang lain, air ini hanya difungsikan dalam terjadinya proses kebakaran sehingga jenis air yang digunakan tidak memiliki ketentuan yang spesifik dalam pemilihan airnya. Jumlah kebutuhan air hydran yang dibutuhkan menurut SNI 03-1735-2000 sebanyak 24.00 liter/m dengan jumlah hydran 20.

4.1.1 Unit Pengolahan Air

a. Pengolahan air proses dari air sungai

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia. Tahapan–tahapan pengolahan air sebagai berikut.

1. Penyaringan Awal / *Screen*

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan screen (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran - kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak Pengendap

Air sungai setelah melalui penyaringan awal kemudian dialirkan ke bak pengendap awal dengan tujuan untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang lolos dari penyaring awal (screen) dibantu dengan adanya pengaduk.

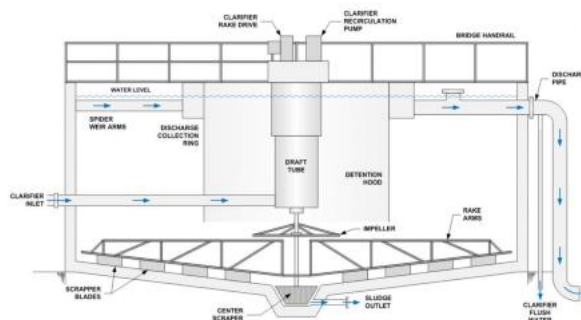
3. Bak Penggumpal

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan

(larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah:



4. Clarifier



Gambar 4.1 Design Clarifier (Wiggins, 2019)

Air yang telah melewati bak penggumpal kemudian dialirkan menuju clarifier, dengan tujuan untuk memisahkan serta mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam clarifier, akan diaduk dengan agitator dimana variable control pada proses ini terdiri dari laju debit flow air dan kecepatan putaran dari agitator. Air yang telah terbebas dari flok akan keluar melalui bagian pinggir dari clarifier secara overflow, sedangkan sludge (*flok*) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blow down secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring (*sand filter*)

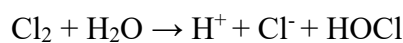
Setelah air keluar dari clarifier, air kemudian di umpankan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Bak penyaring yang digunakan (*sand filter*) terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak Penampung Sementara

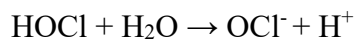
Setelah keluar dari bak penyaring, air kemudian dialirkan ke tangki penampungan sementara yang kemudian akan di distribusikan sebagai air sanitasi, air umpan boiler, air pendingin dan sebagai air proses.

7. Tangki Karbon Aktif

Setelah keluar dari bak penampung sementara, kemudian air hasil pemurnian di alirkan ke tangka karbon aktif. Pada proses ini air ditambahkan dengan kaporit dengan tujuan untuk membunuh mikroorganisme seperti amuba, ganggang, dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga air yang dihasilkan aman untuk digunakan. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut:



Asam hipoklorid di uraikan sesuai dengan reaksi berikut :



Kemudian air yang telah selesai di murnikan dialirkan ke tangki air bersih pada setiap bak perkantoran untuk keperluan sehari - hari.

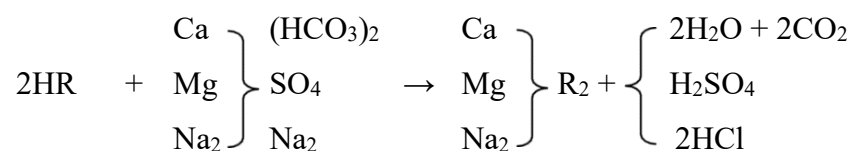
8. Tangki Air Bersih

Tangki air bersih berfungsi sebagai tempat penampungan dari air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air perkantoran.

9. Tangki Kation *Exchanger*

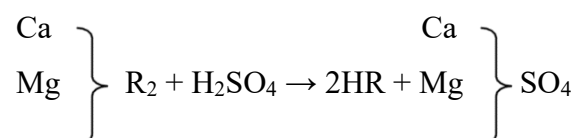
Proses pengolahan air ini hanya diperuntukan pada air yang diperuntukan sebagai air *make up boiler*, dimana pada tangka ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4).

Reaksi:



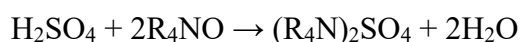
Na₂

Na₂

10. Tangki Anion *Exchanger*

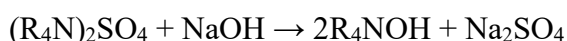
Air yang keluar dari tangki kation exchanger kemudian diumpankan ke tangka anion exchanger. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO₃²⁻, Cl⁻, dan SO₄²⁻ akan terikat dengan resin.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

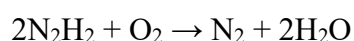
Reaksi:



Setelah melalui tanki anion *exchanger* air kemudian diumpankan ke unit *deaerator* dan unit pendingin.

11. Unit Deaerator

Deaerasi merupakan proses pemurnian air yang akan digunakan untuk umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂). Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N₂H₂) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi:



Hal ini merupakan upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi pada tube *boiler*. Air yang keluar dari dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

12. Bak Air Pendingin

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam cooling tower. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya blow down di cooling tower diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.

- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat dispersant, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.

b. Pengolahan Air Sanitasi dari Air Tanah atau Sumur Bor

Air sanitasi merupakan air yang diperlukan untuk sarana pemenuhan kebutuhan para pegawai. Air sanitasi digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air minum, laboratorium, dan perkantoran. Merujuk pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang syarat syarat dan standar pengawasan dari kualitas air. Proses pengolahan air sumur menjadi air sanitasi terdiri dari beberapa tahapan utama diantaranya sebagai berikut:

1. *Well Water*

Air yang digunakan sebagai air sanitasi, dan air proses diperoleh dari beberapa sumur, yang kemudian akan di umpankan ke *Aerator* untuk kemudian dilakukan proses pengolahan air.

2. *Aerator*

Air sumur dipompakan ke aerator secara counter current dengan udara yang dihisap oleh blower dan turun melalui tumpukan raschig ring. Ferro (Fe^{2+}) yang larut dalam air sumur hasil pengeboran dioksidasi menjadi Ferri (Fe^{3+}) yang mudah mengendap sehingga mudah dipisahkan.

Proses oksidasi dapat berjalan sempurna pada $\text{pH} \pm 7$, oleh karena itu pada proses pengendapan di aerator, diberikan penambahan NaOH untuk menaikkan nilai pH dari air sumur yang bersifat asam.

3. *Iron Removal Filter*

Pada tahapan ini, endapan endapan kadar besi yang telah terbentuk akan dipisahkan, hal ini bertujuan untuk membebaskan air dari zat zat yang dapat menimbulkan korosi pada peralatan. Kadar besi pada air keluar dari filter ini tidak boleh lebih dari 0,2 ppm. *Iron removal filter* berisi *Manganese Dioxide Coated Filter*. *Manganese dioxide* ini berfungsi untuk menyempurnakan oksidasi ion-ion ferro menjadi ion-ion ferri. Selain itu dengan adanya media padat seperti pasir, zat padat yang mengambang dalam air (*suspended solid*) akan tersaring secara mekanis. Air yang keluar kemudian akan dipompakan ke *filtered water tank*, sebagian digunakan sebagai air sanitasi setelah diinjeksikan chlorine 1,5 ppm dan ditampung di

water tank. Berikut merupakan standar baku mutu air Sanitasi berdasarkan Peraturan

4.1.1 Unit Penyediaan Air

a. Kebutuhan air untuk kebutuhan *steam*

Air yang digunakan untuk kebutuhan *steam* diperoleh dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk yang merupakan sungai terbesar dan berdekatan dengan Kawasan industri di Indramayu. *Steam* dihasilkan dari *Waste heat boiler* (WHB) yang memanfaatkan panas *molten salt* yang keluar dari reaktor R-01 (291,34°C) dan reaktor R-02 (236°C) sebagai pendingin reactor serta *water-tube boiler*. WHB dibuat *multistage* (3 *stage*) untuk menghasilkan kebutuhan *steam* yaitu *steam* 1823,85 kPa (207,77°C) dan dibantu oleh boiler untuk menghasilkan 2 *steam* dengan tekanan sama yaitu 1554,9 kPa (200°C). Berikut ini panas yang dibutuhkan pada proses pembuatan asam akrilat ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.4 Kebutuhan Panas Pembuatan Asam Akrilat

Alat	P <i>steam</i> (kPa)	T <i>steam</i> (°C)	Panas (kJ/jam)	M BFW (kg/jam)
Reaktor (R-01)	1823,85	118.03	7.914.489,22	40.937,20
Reaktor (R-02)	1554,9	218	133.071.599,305	362.128,0661

Panas ini akan dimanfaatkan untuk menghasilkan *steam* sekaligus mendinginkan *molten salt* kembali agar dapat digunakan sebagai pendingin reaktor. Kebutuhan total *mass flow molten salt* yang digunakan untuk mendingin reaktor sebesar 1.446.544,4620 kg/jam.

1. WHB Stage 1-1 (Membuat *steam* 186,44 kPa / 118,03°C)

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ serap}$$

$$Q \text{ molten salt} = Q \text{ (BFW menjadi steam)}$$

Berikut ini perhitungan panas BFW (*Boiler feed water*) untuk diubah menjadi *steam* 118,03°C

$$\text{Kebutuhan steam } 118,03^\circ\text{C} = 40.937,20 \text{ kg/jam}$$

$$H \text{ sensibel BFW } (30^\circ\text{C ke } 118,03^\circ\text{C}) = 16.836.714,031 \text{ kJ/jam}$$

$$H \text{ laten steam } 118,03^\circ\text{C} = 2.207,83 \text{ kJ/kg (Smith dkk.,2001)}$$

$$= 40.937,20 \text{ kg/jam} \times 2.207,83 \text{ kJ/kg}$$

$$= 90.382.378,276 \text{ kJ/jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Total panas yang diserap} &= (16.836.714,031 + 90.382.378,276) \text{ kJ/jam} \\ &= 107.219.092,307 \text{ kJ/jam}\end{aligned}$$

Berikut ini merupakan perhitungan suhu keluar *molten salt* dari WHB Stage 1-1 setelah diserap panasnya untuk membuat *steam* 118,03°C.

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m \times C_p}$$

$$\text{Mass Flow } \textit{molten salt} = 1.451.906,426 \text{ kg/jam}$$

$$C_p \textit{ molten salt} = 0,373 \text{ BTU/lb.}^\circ\text{F} = 1,5615 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\text{Diperoleh } \Delta T = 8,37^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{in}1-1} = 238^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{out}1-1} = 246,37^\circ\text{C}$$

2. WHB stage 1-2 dilanjutkan ke *Boiler* (*steam* 186,44 kPa / 218 °C)

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$$

$$Q_{\text{molten salt}} = Q \text{ (BFW menjadi steam)}$$

Berikut ini perhitungan panas BFW (*Boiler feed water*) untuk diubah menjadi *steam* 218°C.

$$\text{Kebutuhan steam } 218^\circ\text{C} = 362.128,0661 \text{ kg/jam}$$

$$H_{\text{sensible BFW}} (30^\circ\text{C ke } 218^\circ\text{C}) = 56.316.517,05 \text{ kJ/jam}$$

$$\begin{aligned}H_{\text{laten steam } 218^\circ\text{C}} &= 1864,9 \text{ kJ/kg (Smith dkk., 2001)} \\ &= 362.128,0661 \text{ kg/jam} \times 1864,9 \text{ kJ/kg} \\ &= 675.332.630,469 \text{ kJ/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total panas yang diserap} &= (56.316.517,05 + 675.332.631) \text{ kJ/jam} \\ &= 731.649.147,57 \text{ kJ/jam}\end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan suhu keluar BFW pada stage 1-2 yang memanfaatkan panas dari *molten salt* reaktor -01 (suhu 172,2°C ke 155°C).

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$\text{Sisa panas } \textit{molten salt} = 7.157.643,38 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Mass flow BFW} = 362.128,0661 \text{ kg/jam}$$

Dengan melakukan *trial goal seek* pada Ms.Excel diperoleh

$$T_{\text{outBFW}} = 35,38$$

$$\text{Sisa panas yang dibutuhkan BFW} = 120.406.530,7425 \text{ kJ/jam}$$

Sehingga, dapat disimpulkan jumlah kebutuhan BFW untuk menghasilkan steam yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total Kebutuhan BFW} &= (40.937,20 + 362.128,0661) \text{ kg/jam} \\ &= 9.702,67 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

b. Kebutuhan air pendingin

Air pendingin untuk pabrik diambil dari air Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk yang merupakan sungai terbesar dan berdekatan dengan Kawasan industri di Indramayu. Air tersebut terlebih dahulu dilakukan treatment agar sesuai dengan standar baku mutu air pendingin industri. Kebutuhan air pendingin dapat dirinci pada table 4.3 berikut:

Tabel 4.5 Kebutuhan Air Pendingin

Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Destilasi (D-01)	6.953.733,156
Cooler (CO-01)	121.898,5052
Cooler (CO-02)	13.301,23612
Cooler (CO-03)	17.215,86261
CW WHB	240.919,434
	7.347.068,194 kg/jam
Total	176.860,2173 m ³ /hari

c. Kebutuhan air sanitasi

1) Kebutuhan Air Karyawan

Kebutuhan air untuk sanitasi dapat diambil dengan melakukan pengeboran sumur dan memompa air sumur tersebut ke bagian water treatment agar dapat memenuhi kebutuhan air sanitasi.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, kecukupan air untuk keperluan *hygiene* dan sanitasi dihitung dari kebutuhan minimal dikaitkan dengan perlindungan kesehatan dasar dan *hygiene* perorang. Ketersediaan air sebanyak 20 liter/orang/hari hanya mencukupi untuk kebutuhan *hygiene* dan sanitasi minimal, sehingga untuk menjaga kondisi kesehatan pekerja yang optimal diperlukan volume air yang lebih, biasanya berkisar antara 50-100

liter/orang/hari.

Diperkirakan jumlah karyawan yang akan bekerja adalah 100 orang dengan kebutuhan air *hygiene* dan sanitasi diasumsikan 50 liter/orang/hari, maka dapat dihitung kebutuhan air karyawan yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= 263 \text{ orang} \times 50 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 13150 \text{ liter/hari} = 13.15 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

2) Kebutuhan Air untuk Laboratorium

Kebutuhan air untuk laboratorium diperkirakan sebesar 2,5 m³/hari.

3) Kebutuhan Air Sehari-Hari

Kebutuhan air untuk kegiatan sehari-hari yang meliputi pembersihan ruangan, kantin, musholla, pertamanan, dan lainnya diperkirakan sebanyak 15 m³/hari.

4) Total Kebutuhan Air Sanitasi

Total kebutuhan air sanitasi merupakan total penjumlahan dari kebutuhan air karyawan, air untuk laboratorium, dan kebutuhan air sehari-hari. Dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Total air sanitasi} = (13,15 + 2,5 + 15) \text{ m}^3/\text{hari} = 30,65 \text{ m}^3/\text{hari}$$

d. Kebutuhan air hidran

Air hidran diambil dari air sumur bor dimana pre-treatmentnya sama seperti air sanitasi untuk keperluan rumah tangga pabrik. Diasumsikan kebutuhan air hidran sebesar 5 m³/hari kemudian ditampung didalam tangki air hidran.

e. Total kebutuhan air

Total kebutuhan air merupakan total kebutuhan dari air pendingin, air untuk sanitasi dan air untuk pengadaan *steam*. Berikut ini dapat dihitung total kebutuhan air untuk pabrik:

$$\text{Total kebutuhan air} = 176.926,5173 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk air yang bersumber dari air sumur yakni air sanitasi dan air hidran memiliki kebutuhan sebesar:

$$\text{Total kebutuhan air sumur} = (30,65 + 5) \text{ m}^3/\text{hari} = 35,65 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk air yang bersumber dari air Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk yakni air pendingin dan air untuk penyediaan steam memiliki faktor keamanan sebesar 10% untuk menjaga apabila terdapat air yang hilang ditengah proses berlangsung. Sehingga dapat dihitung kebutuhan air sungai sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan air sungai} &= (9.702,67 + 176.860,2173) \times 110\% \\ &= 205.219,181 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

4.2 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik suatu industri dapat diperoleh dari :

- Suplay listrik dari PLN atau kawasan industri balongan
- Generator pembangkit tenaga listrik (Generator Set) sebagai cadangan

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) dengan jenis generator 3 phase, berdasarkan pertimbangan :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tenaga dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.
- Daya lebih besar
- Tenaga listrik stabil
- Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit

Motor 3 phase harganya relatif lebih murah dan sederhana. Kebutuhan listrik untuk pabrik cumene ini akan dipenuhi oleh PLN dan generator sebagai cadangan. Kebutuhan listrik di pabrik ini meliputi :

- a. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- b. Listrik untuk penerangan
- c. Listrik untuk AC
- d. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

a. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan utilitas dapat dirincikan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.6 Kebutuhan untuk Peralatan Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah	Daya (HP)	Total Daya (HP)
Pompa feed solvent	P-01	1	6,896	6,896
Pompa umpan D-01	P-02	1	13,095	13,095
Pompa Masuk Reflux	P-03	1	6,869	6,869
Pompa masuk T-01	P-04	1	0,71767	0,71767
Blower umpan R-02	BW-01	1	158,607	158,607
Kompresor udara	C-01	1	21,63	21,63
Expander	EX-01	1	66	66
Total Daya				273,816 HP
				204,184 kW

Tabel 4.7 Kebutuhan untuk Peralatan Utilitas

Nama Alat	Jumlah	Daya (HP)	Toyal Daya (HP)
Pompa molten salt ke R-01	1	50	50
Pompa molten salt ke R-02	1	50	50
Pompa CW ke CO-01	1	3	3
Pompa CW ke CO-02	1	3	3
Pompa CW ke CO-03	1	3	3
Pompa CW ke CD-01	1	3	3
Pompa BFW ke WHB 01	1	3	3
Pompa BFW ke WHB 02	1	3	3
Pompa BFW ke Boiler	1	5	5
Pompa intake air sungai	3	20	60
Pompa air dari unit klorinasi	2	25	50
Pompa air dari unit demin	2	25	50
Pompa air dari unit deaerasi	1	30	30
Pompa injeksi bahan kimia	4	2	8
Pompa ke tangka BFW	1	10	10
Pompa ke tangki CW	1	20	20
Total Daya			348 HP
			259,956 kW

b. Kebutuhan Lisrik untuk Penerangan

Perkiraan besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk keperluan penerangan dapat ditentukan dengan melakukan pendekatan menggunakan konsep Luminous Efficacy, yaitu tenaga radiasi cahaya yang dikeluarkan oleh lampu dalam bentuk lumen. Kebutuhan pencahayaan per luas area dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Lumen} = \text{Area} \times \text{Lux}$$

Dimana:

Area = luas daerah yang membutuhkan pencahayaan (m²)

Lux = Kebutuhan energi cahaya per satuan luas (lumen/m²)

Besarnya lux nilainya berbeda tergantung pada area yang akan diberi penerangan.

Dalam perancangan ini digunakan nilai lux standar berdasarkan Peraturan Menteri

Kesehatan RI No.70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Kebutuhan lumen ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Pabrik (PERMENKES, 2016).

Area	Lux (lumen/m ²)	Luas (m ²)	Lumen
Kantor Pusat	200	800	160.000
Aula	200	500	100.000
Poli Klinik	500	400	200.000
Control Room	500	400	200.000
Kantor RnD	200	350	70.000
Kantor Diklat	200	350	70.000
Kantor HSE	200	350	70.000
Kantin & Koperasi	200	300	60.000
Perpustakaan	200	200	40.000
Masjid	150	300	45.000
Laboratorium	500	400	200.000
Fire Station	150	150	22.500
Gudang	150	250	37.500
Maintaince	200	100	20.000
Pos Keamanan	150	50	7.500
Total Area Indoor		4.900	1.302.500
Area Utilitas	200	1.500	300.000
Area Proses	200	7.500	1.500.000
Area Pengolahan Limbah	200	1.200	240.000
Area Penyimpanan	200	1.500	300.000
Area Pengembangan	200	900	180.000
Safety Point	50	100	5.000
Area Parkir Kendaraan Operasional	150	300	45.000
Area Parkir Kendaraan Umum	150	450	67.500
Taman	5	500	2.500
Jalan	5	2.000	10.000
Total Area Outdoor		13.100	2.650.000

Bagian dalam ruangan, akan digunakan lampu LED Philips 19 W yang memiliki 2300 lumen (www.philips.co.id). Maka, dapat dihitung kebutuhan lampu dalam ruangan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan lampu LED 19 W} &= 1.302.500 \text{ lumen} / 2300 \text{ lumen} \\ &= 566 \text{ buah} \\ \text{Daya lampu LED 19 W} &= 19 \text{ watt} \times 566 \text{ buah} \\ &= 10.759,78261 \text{ watt} \\ &= 10,75978 \text{ kW}\end{aligned}$$

Bagian luar ruangan, akan digunakan lampu LED Philips 50 W yang memiliki 4500 lumen (www.philips.co.id). Maka, dapat dihitung kebutuhan lampu luar ruangan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan lampu LED 50 W} &= 2.650.000 \text{ lumen} / 4500 \text{ lumen} \\ &= 589 \text{ buah} \\ \text{Daya lampu LED 50 W} &= 50 \text{ Watt} \times 589 \text{ buah} \\ &= 29444,44 \text{ watt} \\ &= 29,44 \text{ kW}\end{aligned}$$

Maka, total daya penerangan untuk dalam dan luar ruangan adalah :
 $10,75978 + 29,44 = 40,204 \text{ kW}$

c. Kebutuhan Listrik untuk Pendingin Ruangan

Pendingin ruangan menggunakan AC (Air Conditioner) 1 pK low watt yang memiliki daya sebesar 660 watt. Diperkirakan AC 1 pK akan cukup untuk memenuhi kebutuhan ruangan berukuran 5×5 meter (luas 25 m^2). Sehingga, dapat dihitung total kebutuhan daya AC:

$$\begin{aligned}\text{Total luas area dalam ruangan} &\text{ adalah } 4.150 \text{ m}^2. \\ \text{Jumlah AC yang digunakan} &= 4.900 \text{ m}^2 / 25 \text{ m}^2 \\ &= 196 \text{ buah} \\ \text{Total kebutuhan daya AC} &= 196 \text{ buah} \times 660 \text{ watt} \\ &= 129.360 \text{ watt} = 129,36 \text{ kW}\end{aligned}$$

d. Kebutuhan Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Kebutuhan listrik pada laboratorium dan untuk instrumentasi diperkirakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan listrik laboratorium} &= 10 \text{ kW} \\ \text{Kebutuhan listrik instrumentasi} &= 10 \text{ kW} \\ \text{Total kebutuhan daya lab} &= 20 \text{ kW}\end{aligned}$$

e. Total Kebutuhan Listrik

Total kebutuhan listrik merupakan jumlah dari kebutuhan daya pada penerangan unit proses/utilitas, kebutuhan daya pendingin ruangan (AC), kebutuhan daya di laboratorium dan instrumentasi, serta energi tambahan dari turbin expander. Dapat dihitung total kebutuhan listrik pabrik asam akrilat adalah sebagai berikut :

$$\text{Total Kebutuhan Listrik} = 653,705 \text{ kW}$$

$$\text{Faktor Keamanan (10\%)} = 719,075 \text{ kW}$$

f. Perancangan Generator

Generator hanya digunakan sebagai cadangan apabila ada gangguan supply dari PLN, sebagai tenaga cadangan, digunakan generator dengan efisiensi sebesar 80 %, dengan nilai kebutuhan listrik sebesar 630,26 kW, maka kebutuhan daya aktual generator adalah :

$$\begin{aligned}\text{Daya aktual (P)} &= 719,075 \text{ kW} / 0,80 \\ &= 575,260 \text{ kW} \sim 576 \text{ kW} \\ &= 1.928.294,389 \text{ BTU/jam}\end{aligned}$$

Bahan bakar dari generator menggunakan solar (fuel oil no. 2). Berikut ini data karakteristik dari solar (Flagan dan Sinfield, 1988) :

$$\text{Heating value} : 45.500 \text{ kJ/kg} = 19.561,49 \text{ BTU/lb}$$

$$\text{Specific gravity} : 0,865$$

Maka, dapat dihitung densitas solar adalah :

$$\text{Specific gravity} = \frac{\rho}{\rho_{air}}$$

Jika densitas air pada suhu 25°C adalah 1,0274 kg/L, maka densitas solar :

$$\begin{aligned}\rho_{\text{solar}} &= 0,865 \times 1,0274 \text{ kg/L} \\ &= 0,8887 \text{ kg/L} = 55,4826 \text{ lb/ft}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}m &= \frac{P}{\text{heating value}} \\ m &= \frac{1.928.294,389 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}}{19.561,49 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}} = 98,5760 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diperlukan 1 generator sebagai tenaga cadangan untuk keperluan industri. Spesifikasi Generator :

Tipe	: Genset Diesel
Kapasitas	: 1300 kW (1,3 MW)
Tegangan	: 380 V
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: Solar

4.3 Unit Penyediaan *Thermal Fluid*

Thermal fluid digunakan pada proses yang membutuhkan pendingin dengan nilai C_p lebih besar daripada air, sehingga heat transfer-nya lebih besar dan zatnya tidak mudah menguap. Jenis thermal fluid yang digunakan adalah molten salt HITEC yang mengandung 53%w KNO_3 , 40%w $NaNO_2$, 7%w $NaNO_3$ (Felthouse dkk., 2001). Nilai C_p dari molten salt HITEC adalah 0,373 BTU/lb. $^{\circ}$ F. Molten salt dipilih karena memiliki range suhu yang besar agar dapat diaplikasikan sebagai pendingin reaktor yang reaksinya sangat eksotermis. Range suhu molten salt untuk digunakan sebagai media pemanas atau pendingin dapat mencapai 149 - 538 $^{\circ}$ C (Coastal Chemical Co.).

Molten salt digunakan sebagai fluida pendingin yang mengalir pada shell reaktor fixed-bed multitubular. Kebutuhan molten salt untuk mendinginkan R-01 dan pada R-02 sebesar 1.883.533 kg/jam.

4.4 Unit Penyediaan Uap Air (*Steam*)

Steam digunakan untuk memenuhi kebutuhan pemanas pada beberapa alat seperti *heat exchanger* atau *reboiler*. *Steam* yang digunakan diperoleh dari pemanfaatan panas melalui WHB (*Waste heat boiler*) *multistage* yang terdiri dari 3 *stage*. Sebagai umpan, digunakan air umpan *boiler* (*Boiler feed water* atau BFW) yang diolah dari air Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk, Indramayu. *Steam* yang digunakan sebagai pemanas adalah *steam* jenuh (*saturated steam*) yang masing-masingnya adalah:

- MPS (*Medium Pressure Saturated Steam*) pada tekanan 1823,85 kPa dan suhu 207,77 $^{\circ}$ C sebagai bahan baku masuk Reaktor (R-01) melalui Furnace (F-01).
- MPS (*Medium Pressure Saturated Steam*) pada tekanan 1554,9 kPa dan suhu 200 $^{\circ}$ C untuk Reboiler pada Kolom Destilasi (D-01).

Seperti yang telah dipaparkan di sub-bab kebutuhan air untuk pengadaan *steam*, *steam* yang dihasilkan WHB perlu dibantu dengan keberadaan *boiler*. *Boiler* yang digunakan merupakan jenis *fired-tube* karena memiliki nilai *annual cost* yang lebih murah dibandingkan jenis *water-tube*. Berikut merupakan jumlah kebutuhan *steam* pada proses yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.9 Kebutuhan *steam* pada proses

Alat	Suhu (°C)	Kapasitas (kg/jam)	Presentase	H vapor (kJ/kg)
Reaktor (R-01)	118,03	40.937,20	10,16 %	574,15
Reboiler (D-01)	218	362.128,07	89,84 %	367,47
Total		403.065,269	100%	941,11

4.4.1 Kapasitas *Boiler*

$$\begin{aligned}
 \text{Total kapasitas kebutuhan steam} &= 403.065,269 \text{ kg/jam} \\
 \text{Blowdown (10\% kapasitas steam)} &= 10\% \times 403.065,269 \text{ kg/jam} \\
 &= 40.306,52696 \text{ kg/jam} \\
 \text{Umpan masuk boiler (BFW)} &= \text{Total kapasitas} + \text{Blowdown} \\
 &= (403.065,269 + 40.306,52696) \text{ kg/jam} \\
 &= 443.371,7966 \text{ kg/jam} \\
 \text{Kondensat kembali (95\% steam)} &= 95\% \times 403.065,269 \text{ kg/jam} \\
 &= 382.912,0062 \text{ kg/jam} \\
 \text{Kondensat yang hilang (5\% steam)} &= 5\% \times 403.065,2696 \text{ kg/jam} \\
 &= 20.153,26348 \text{ kg/jam} \\
 \text{Make-up air boiler (BFW)} &= \text{Blowdown} + \text{Kondensat Hilang} \\
 &= (40.306,52696 + 20.153,26348) \text{ kg/jam} \\
 &= 60.459,79044 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan jumlah kondensat kembali dan *make-up* air yang masuk ke *boiler* serta suhu campuran keduanya:

$$H = m \times \int C_p dT$$

- Kondensat suhu 118,03°C = (10,16%) × 403.065,2696 kg/jam
= 2.267,989 kmol/jam

$$\text{Panas kondensat } 118,03^{\circ}\text{C} = 23.458.329,01 \text{ kJ/jam}$$

- Kondensat suhu 218°C $= (89,84\%) \times 403.065,2696 \text{ kg/jam}$
 $= 20.062,49674 \text{ kmol/jam}$

$$\begin{aligned}\text{Panas kondensat } 218^{\circ}\text{C} &= 20.062,49674 \text{ kmol/jam} \times 14.975,5 \text{ kJ/kmol} \\ &= 300.445.919,9 \text{ kJ/jam}\end{aligned}$$

- Kondensat suhu 218°C $= (6,9\%) \times 394432,88 \text{ kg/jam}$
 $= 27221,81 \text{ kg/jam} = 1511,063 \text{ kmol/jam}$

$$\text{Panas kondensat } 218^{\circ}\text{C} = 136.566.327,2 \text{ kJ/jam}$$

- *Make-up* air suhu 30°C

$$\begin{aligned}\text{Panas } \textit{make-up} \text{ air } 30^{\circ}\text{C} &= 3349,572878 \text{ kmol/jam} \times 377,49 \text{ kJ/kmol} \\ &= 1.264.430,266 \text{ kJ/jam}\end{aligned}$$

Maka, suhu campuran dapat ditrial dan diperoleh suhu campuran kondensat dan *make-up* air adalah $122,01^{\circ}\text{C}$. Dari suhu campuran, dapat diperoleh nilai *H liquid* campuran yaitu $793,1035 \text{ kJ/kg}$ (Smith dkk., 2001).

Dapat dihitung *Q total boiler* adalah:

$$Q_{\text{boiler}} = 16.375.105,49 \text{ kJ/jam}$$

Dengan efisiensi *boiler* yaitu 85%, maka *Q actual boiler* adalah:

$$\begin{aligned}Q_{\text{boiler}} \text{ aktual} &= 13.918.839,67 \text{ kJ/jam} \\ &= 13.195.060,01 \text{ BTU/jam} \\ &= 5.185,853 \text{ HP}\end{aligned}$$

Dapat menggunakan *boiler* sebesar 42.000 – 43.000 HP.

4.4.2 Kebutuhan Bahan Bakar *Boiler*

Bahan bakar dari *boiler* menggunakan solar (fuel oil no. 2). Berikut ini data karakteristik dari solar (Flagan dan Sinfield, 1988):

$$\text{Heating value} : 45.500 \text{ kJ/kg} = 19565 \text{ BTU/lb}$$

$$\text{Specific gravity} : 0,86581$$

Maka, dapat dihitung densitas solar adalah:

$$\text{Specific gravity} = \frac{\rho}{\rho_{\text{air}}}$$

Diketahui densitas air pada suhu 25°C adalah $1,02745 \text{ kg/L}$, sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Densitas solar} &= 0,865 \times 1,02745 \text{ kg/L} \\ &= 0,888746 \text{ kg/L} = 55,48268 \text{ lb/ft}^3\end{aligned}$$

Laju bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$m = \frac{\text{daya boiler}}{\text{heating value} \times \mu}$$

$$= \frac{13.195.060,01 \frac{BTU}{jam}}{19.565 \times 0,8} = 843,027 \text{ lb/jam}$$

Atau laju volumetrik dari bahan bakar *boiler* dapat dihitung sebagai berikut:

$$v = \frac{\text{laju bahan bakar}}{\text{densitas bahan bakar}} = \frac{843,027 \text{ lb/jam}}{55,532 \text{ lb/ft}^3} = 15,181 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

4.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace dan boiler, pada furnace digunakan bahan bakar berupa batu bara sebesar 1698,857 kg/jam. Batu bara diperoleh dari PT. Menambang Muara Enim, pemilihan batu bara didasarkan karena harganya murah dan memiliki nilai kalor yang tinggi.

Sifat fisis batu bara :

- Berat Jenis : 1,25 – 1,70 gr/cm³
- Nilai Kalor : 5.800 kkal/kg

Bahan bakar solar digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler dan standby- generator dengan kebutuhan sebesar total sebesar 843,027 lb/jam dan 98,576 lb/jam. Bahan bakar ini diperoleh dari Pertamina atau distributornya. Pemilihan bahan bakar cair didasarkan pada pertimbangan:

- Mudah didapat
- Kesetimbangannya terjamin
- Mudah dalam penyimpanan

Sifat fisis bahan bakar solar:

- Heating value = 19565 Btu/lb
- Efisiensi bahan bakar = 85%
- s.g. solar = 0,8691
- ρ solar = 55,53177824 lb/ft³

4.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara instrument digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan yang digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi di seluruh area proses dan utilitas, dihasilkan dari kompresor dan didistribusikan melalui pipa-pipa. Udara tekan yang dihasilkan harus bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-

partikel lainnya. Sistem udara tekan terdiri dari komponen utama berikut: Penyaring udara masuk, pendingin antar tahap, after-coolers, pengering udara, traps pengeluaran kadar air, penerima, jaringan pemipaan, penyaring, pengatur dan pelumasan.

Kompresor reciprocating paling banyak digunakan untuk mengkompresi baik udara maupun refrigerant. Prinsip kerjanya seperti pompa sepeda dengan karakteristik dimana aliran keluar tetap hampir konstan pada kisaran tekanan pengeluaran tertentu. Juga kapasitas kompresor proporsional langsung terhadap kecepatan. Keluarannya seperti denyutan. Kompresor reciprocating tersedia dalam berbagai konfigurasi; terdapat empat jenis yang paling banyak digunakan yaitu horizontal, vertikal, horizontal balance-opposed dan tandem.

- Filter Udara Masuk: Mencegah debu masuk kompresor. Debu menyebabkan lengketnya katup/kran, merusak silinder dan pemakaian berlebihan.
- Pendingin Antar Tahap: Penurunan suhu udara sebelum masuk ke tahap berikutnya untuk mengurangi kerja kompresi dan meningkatkan efisiensi. Biasanya digunakan pendingin air.
- After-Coolers: Tujuannya adalah membuang kadar air dalam udara dengan penurunan suhu dalam penukar panas berpendingin air.
- Pengering Udara: Sisa-sisa kadar air setelah after-coolers dihilangkan dengan menggunakan pengering udara, karena udara tekan untuk keperluan instrumen dan peralatan pneumatic harus bebas dari kadar air. Kadar air dihilangkan dengan menggunakan adsorben seperti gel silika/karbon aktif atau pengering refrigeran atau panas dari pengering kompresor itu sendiri.
- Traps Pengeluaran Kadar Air: Trap pengeluaran kadar air digunakan untuk membuang kadar air dalam udara tekan. Trap tersebut menyerupai steam trap. Berbagai jenis trap yang digunakan adalah kran pengeluaran manual, klep pengeluaran otomatis atau yang berdasarkan waktu, dll.
- Penerima: Penerima udara disediakan sebagai penyimpan dan penghalus denyut keluaran udara mengurangi variasi tekanan dari Komputer

Pada proses pembuatan udara instrumen, udara pabrik yang berasal kompressor masuk ke Instrument Air Receiver untuk dipisahkan kandungan airnya dan sebagai penampung udara sementara pada tekanan 8.0 kg/cm^2 . Dari Receiver ini, udara masuk ke filter inlet yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran dan minyak yang terbawa dan kemudian udara masuk melalui 4-way valve ke salah satu Dryer (A atau B) yang berisi Silica Gel

atau Activated Alumina. Kandungan air di udara (moisture) akan diserap oleh Silica Gel atau Activated Alumina yang bersifat higroskopis. Setelah keluar dari Dryer, udara yang telah kering disaring kembali di filter outlet. Udara Instrumen yang keluar dari Dryer mempunyai tekanan 7.0 kg/cm^2 dan titik embun (dew point) sekitar 40°C .

4.7 Unit Pengolahan Limbah

4.7.1 Unit Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair pada perancangan pabrik cumene ini secara garis besar berasal dari limbah proses dan limbah rumah tangga. Secara umum proses pengolahan limbah yang akan digunakan ialah menggunakan pengolahan biologis dengan bantuan activated sludge untuk menurunkan nilai BOD dari limbah air yang dihasilkan. Pengolahan sebagian limbah cair berlangsung di water treatment. Sedangkan untuk lokasi pemantauan dari limbah ini terletak pada bak netralisasi, drainage, outfall dalam, outfall luar, dan air laut. Teknik pemantauan dilakukan dengan alat water sampler dan kemudian diukur dalam laboratorium

4.7.2 Unit Pengolahan Limbah Gas

Pengolahan limbah buangan gas pada unit proses perlu mendapatkan penanganan khusus, terutama gas-gas mudah terbakar (flammable) yang dapat menyebabkan ledakan. Untuk mencegah terjadinya ledakan, penanganan limbah gas dilakukan gas scrubbing kemudian dialirkan ke stack. Namun, sebelum dibuang ke atmosfer, gas hasil proses dari Absorpsi (AB-01) dialirkan ke venturi (gas scrubber) untuk di-spray air agar air dapat mengikat gas-gas yang berbahaya jika dibuang ke lingkungan. Air yang telah bercampur dengan dapat dialirkan ke pengolahan limbah cair. Sedangkan, gas yang lolos dari venturi akan dialirkan ke stack yang berisi packing dan dilakukan spray air lagi di dalam stack lalu dibuang ke atmosfer

4.7.3 Unit Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat berasal dari unit proses, yaitu reaktor R-01, reaktor R-02, dan kegiatan domestik/rumah tangga. Limbah padat dari kegiatan proses berupa katalis bekas diserahkan ke PT. Pasadena Metric Indonesia sebagai pihak ketiga pengolah limbah B3. Limbah padat dari kegiatan domestik dibuang terlebih dahulu pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di dalam area pabrik yang terletak di unit

pengolahan limbah. TPS berjumlah 3. Setelah limbah padat terkumpul, limbah tersebut akan dikirimkan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terdekat.

4.7.4 Unit Pengolahan Limbah B3

Sesuai definisi pada Undang Undang 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang dimaksud dengan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan, merusak lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Air buangan dari laboratorium dan limbah cair proses mempunyai karakteristik yang mengandung bahan – bahan kimia berbahaya dan harus dipisahkan dengan proses kimia. Bahan-bahan ini termasuk limbah B3 karena beracun, menyebabkan infeksi, dan bersifat korosif. Selain itu, katalis yang telah habis umurnya juga termasuk limbah B3. Berikut merupakan baku mutu air limbah B3 berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2019 yang dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.10 Baku Mutu Air Limbah B3 (PERMEN LHK, 2019)

Parameter	Konsentrasi Maksimal	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	mg/L
Besi terlarut (Fe)	5	mg/L
Mangan terlarut (mn)	2	mg/L
Barium (Ba)	2	mg/L
Tembaga (Cu)	2	mg/L
Seng (Zn)	5	mg/L
Krom valensi enam	0,1	mg/L
Krom total (Cr)	0,5	mg/L
Kadmium (Cd)	0,05	mg/L
Merkuri (Hg)	0,002	mg/L
Timbal (Pb)	0,1	mg/L
Stanum (Sn)	2	mg/L
Arsen (As)	0,1	mg/L
Selenium (Se)	0,05	mg/L

Nikel (Ni)	0,2	mg/L
Kobalt (Co)	0,4	mg/L
Sianida (CN)	0,05	mg/L
Sulfida	0,05	mg/L
Fluorida (F ⁻)	2	mg/L
Klorin bebas (Cl ₂)	1	mg/L
Amonia bebas (NH ₃ ⁻)	1	mg/L
Nitrat (NO ₃ -N)	20	mg/L
Nitrit (NO ₂ -N)	1	mg/L
Senyawa aktif biru	5	mg/L
Fenol	0,5	mg/L
AOX	0,5	mg/L
PCBs	0,05	mg/L
PCDFs	10	mg/L
PCDDs	10	mg/L

(PERMEN LHK, 2019)

4.8 Unit Pemeliharaan (*Maintenance*)

Untuk menjaga kestabilan mesin dan operasi seluruh peralatan yang ada di unit-unit pesawat pemipaan, pompa-pompa, maka perlu adanya satu unit pemeliharaan (*maintenance*) yang mampu memberikan service dan pelayanan pada setiap unit yang ada. Tugas dan pekerjaan yang ditangani unit pemeliharaan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. *Unit maintenance*, yang meliputi pekerjaan pemeriksaan, pengecekan, pembersihan, dan identifikasi masalah.
- b. *Refresive maintenance*, yang meliputi bidang pekerjaan service, ganti suku cadang dan modifikasi alat.
- c. *Rehabilitasi maintenance*, yang meliputi bidang pekerjaan penggantian seperangkat alat proses, perencanaan suku cadang maupun peralatan baru.

Unit maintenance yang ada dipabrik ini dibagi dalam tiga sub unit, yaitu:

1. Unit pemeliharaan mekanik, bertugas mengontrol, memperbaiki alat proses, pompa-pompa, dan pipa-pipa.
2. Unit pemeliharaan listrik, bertugas mengontrol, memperbaiki dan pemasangan bila terjadi gangguan pada aliran listrik.

3. Unit instrument, bertugas mengontrol, memperbaiki peralatan-peralatan instrumentasi apabila terjadi gangguan atau kerusakan.

Sedangkan pemeliharaan secara keseluruhan (overhaul) dilakukan dua tahun sekali pada bulan Januari. Pelaksanaan perawatan secara total meliputi pembersihan vessel-vessel dari kerak, pembersihan exchanger dan service terhadap pompa-pompa.

4.9 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan Hidup

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu ketentuan yang berperan penting dalam menjaga, meminimalkan resiko kecelakaan kerja yang mampu menyebabkan kerusakan, cedera, kerugian hingga kematian. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang menerangkan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selanjutnya disingkat K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan serta kesehatan pekerja melalui upaya pencegahan kecelakaan dan penyakit yang diakibatkan baik oleh pekerjaan atau tidak. Adapun tujuan dari dilaksanakannya program K3 diantaranya yaitu:

- Menjamin keselamatan dan kesehatan kerja karyawan secara menyeluruh, meliputi aspek fisik, sosial, dan psikologis di lingkungan pabrik.
- Memanfaatkan dalam penggunaan perlengkapan dan peralatan kerja dengan benar serta sesuai dengan ketentuan
- Menjamin keamanan dari produk hasil proses produksi
- Menjamin pemeliharaan dan peningkatan kesehatan gizi bagi para pegawai dan karyawan yang bekerja di pabrik.
- Meminimalisir adanya potensi kecelakaan kerja yang diakibatkan dari proses kerja
- Meningkatkan semangat, keserasian kerja dan partisipasi kerja
- Menjamin keamanan dan perlindungan bagi para pegawai yang bekerja di pabrik.

4.9.1 Fasilitas Kesehatan

Untuk menjamin keselamatan dan kesehatan kerja bagi para pekerja/pegawai, perusahaan harus menerapkan aturan K3 dengan baik dan benar selain itu perusahaan harus menyediakan unit-unit yang mendukung dalam pelaksanaan program keselamatan dan kesehatan kerja diantaranya sebagai berikut:

1. Kotak P3K

Kotak P3K menjadi peralatan keselamatan yang wajib ada pada setiap tempat yang ada di pabrik baik di setiap unit operasi maupun di kantor, biasanya kotak

P3K akan dilakukan inspeksi rutin setiap bulannya untuk melakukan pengecekan isi kotak P3K. biasanya isi dari kotak P3K yakni berisikan *Oxygen Spray*, kasa steril, perban, sarung tangan karet, kaca mata *safety*, tourniquet dan lainnya.

2. Petugas P3K

Petugas P3K bertanggungjawab dalam pengecekan dan pemenuhan kelengkapan dalam pemberian pertolongan pertama terhadap semua karyawan yang mengalami kecelakaan kerja ataupun cedera sebelum dibawa ke rumah sakit. Setiap unit atau department dalam pabrik memiliki petugas P3K yang akan menangani apabila terjadi kegawat darurat.

3. Kendaraan Gawat Darurat

Kendaraan gawat darurat merupakan suatu fasilitas yang dipergunakan untuk menangani suatu kejadian yang berpotensi terjadinya kecelakaan kerja. Kendaraan gawat darurat terdiri dari mobil *ambulance* yang berperan untuk mengevakuasi apabila terdapat pekerja yang mengalami kecelakaan kerja. Semua kendaraan gawat darurat harus siap sedia kapan pun apabila dibutuhkan sewaktu terjadi suatu insiden di pabrik. Pemeliharaan mobil, penggunaannya, dan semua fasilitas di dalamnya merupakan tugas pengemudi yang bekerja berdasarkan jadwal *shift*.

4. Asuransi Kesehatan

Semua pekerja atau pegawai pabrik harus terdaftar dalam asuransi kesehatan yang diberikan oleh pabrik misalkan Jamsostek. Jamsostek ini akan memberikan jaminan hari tua, jaminan kecelakaan kerja, jaminan kematian dan jaminan pemeliharaan kesehatan.

5. Poliklinik

Unit poliklinik di perusahaan memiliki tanggung jawab untuk menyelenggarakan pelayanan kesehatan yang komprehensif dan terpadu bagi para pekerja dan keluarganya, baik untuk masalah kesehatan yang timbul akibat pekerjaan maupun kondisi medis umum lainnya.

6. Tenaga Kesehatan

Tenaga kesehatan berperan dalam menjalankan proses pertolongan bagi karyawan atau tenaga kerja yang mengalami kecelakaan ataupun gangguan kesehatan. Tenaga kesehatan sendiri bisa berupa seorang dokter umum dan perawat yang bertugas untuk membantu dokter dalam tugasnya.

7. Pelayanan Kesehatan

Pelayanan Kesehatan merupakan bentuk upaya yang dilakukan oleh suatu pabrik atau perusahaan dalam menjalankan dan menjamin fasilitas kesehatan bagi para pegawai atau tenaga kerja. Pelayanan kesehatan yang diberikan oleh perusahaan berupa di antaranya:

- Pelayanan pencegahan yang bertujuan untuk memberikan pemeriksaan secara rutin bagi para pegawai dan keluarganya, misalkan imunisasi bagi bayi dan ibu hamil
- Rawat jalan dokter umum
- Pelayanan kesehatan pra masa kehamilan, persalinan dan nifas
- Pemeriksaan kesehatan kerja, meliputi pemeriksaan kesehatan berkala, serta penanganan kecelakaan kerja.

8. Gizi Kerja

Dalam upaya peningkatan dan pemenuhan gizi bagi para pegawai atau tenaga kerja maka perusahaan harus memberikan pelayanan kantin khusus yang diperuntukan bagi pegawai atau tenaga kerja. Kantin tersebut harus memberikan makanan dan minuman sehat dengan cara menjaga keseimbangan kalori, vitamin, protein dan karbohidrat disetiap makanan dan minuman yang diberikan kepada para pegawai.

4.9.2 Sistem Keamanan Kerja

Pada perancangan pabrik Sodium Nitrat yang akan dibangun diberikan kelengkapan pada masing-masing area proses dilengkapi sistem keamanan yang meliputi:

a. Tangki penampungan

Pada tangki penampungan yang bersifat korosif harus dilengkapi dengan sistem keamanan:

- Pemberian label dan spesifikasi bahannya
- Pengecekan secara berkala oleh petugas K3

b. Pompa

Unit pompa yang terdapat di pabrik harus memiliki penutup dan harus dilakukan pengecekan secara berkala oleh petugas K3.

c. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan yang terdapat pada pabrik sodium nitrat harus dilakukan pengecatan atau pemberian warna sesuai dengan fungsi masing-masing, misalnya

fluida panas dengan pipa yang dicat warna merah, sedangkan aliran fluida dingin dicat dengan warna biru. Selain itu harus dilakukan pemeriksaan secara berkala guna mencegah adanya penyumbatan yang terjadi pada pipa, dan harus dilakukan inspeksi atau pengecekan secara rutin oleh petugas K3.

d. *Heat Exchanger*

Pada area dekat unit pertukaran panas dipasang sebuah *heater* yang dilengkapi oleh isolator sehingga dapat meredam apabila terjadi radiasi panas yang tinggi, kemudian untuk bagian unit boiler harus mempunyai level suara dengan batas 85dB.

e. Alat Pelindung Diri (APD)

Guna menjamin perlindungan pekerja dari potensi bahaya, perusahaan mengimplementasikan sistem keselamatan kerja yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas keselamatan bagi tenaga kerja, antara lain:

- Helm

Helm adalah alat pelindung kepala yang dirancang untuk mencegah cedera akibat benturan atau benda jatuh.

- *Safety Glass*

Kacamata pengaman dirancang khusus untuk melindungi mata dari potensi bahaya di tempat kerja. Alat ini sangat penting bagi karyawan yang bekerja di area perawatan, bengkel, dan ruang kontrol kualitas atau laboratorium.

- Sarung Tangan

Sarung tangan untuk melindungi tangan pekerja dari kontak langsung dengan bahan berbahaya atau kondisi yang menyebabkan panas atau iritasi.

- *Safety Shoes*

Sepatu keselamatan atau safety shoes, adalah pelindung kaki yang dirancang untuk mencegah cedera akibat benda berat yang jatuh dan tumpahan bahan kimia.

- *Earplug*

Penyumbat telinga berfungsi untuk melindungi indra pendengaran pekerja dari suara bising yang berlebihan.

- Masker

Sebagai alat pelindung diri, masker berfungsi untuk mencegah tenaga kerja menghirup debu, gas beracun, dan zat korosif yang terdapat di udara.

- *Wearpack*

Baju keselamatan kerja memiliki fungsi untuk memberikan perlindungan kepada pekerja dari berbagai risiko dan bahaya yang mungkin timbul selama aktivitas pekerjaan, seperti terjatuh, terkena benda tajam, dan melindungi dari suhu ekstrem.

f. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Untuk proteksi kebakaran, pabrik dilengkapi dengan APAR jenis *Foam and Powder*. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam pemasangan APAR adalah:

- Tinggi APAR harus berada 150 cm dari lantai
- Standar jarak penempatan antar APAR yang satu dengan yang APAR yang lain sekitar 15 meter
- Setiap APAR memiliki Instruksi Kerja (IK) terlampir yang memuat informasi penting seperti jenis APAR, tanggal dilakukannya pemeriksaan, serta batas waktu penggunaannya (tanggal kedaluwarsa).
- Lokasi pemasangan APAR wajib memiliki penomoran yang jelas serta keterangan tertulis mengenai status APAR, seperti kondisi fisik (baik)

g. Sistem Izin Kerja

Guna meminimalisir potensi kecelakaan pada pekerjaan dengan tingkat risiko tinggi, penerapan sistem izin kerja sangat penting di lingkungan pabrik. Sistem ini mencakup berbagai jenis pekerjaan, seperti pekerjaan yang melibatkan panas, pengelasan, ketinggian, ruang terbatas, dan instalasi listrik. Sebelum memulai pekerjaan, pekerja wajib mengajukan izin kepada atasan atau pengawas yang kemudian akan diteruskan ke petugas keselamatan.

h. Area pabrik secara umum atau keseluruhan

- Pada setiap *plant* diberikan *hydrant* yang berguna untuk mencegah atau menanggulangi potensi terjadinya kebakaran.
- Memberikan alarm peringatan pada setiap *plant* sebagai tanda peringatan apabila terjadi keadaan gawat darurat
- Setiap *plant* atau *department* diberikan tangga darurat yang berfungsi untuk jalan evakuasi pegawai apabila terjadi kebakaran

- Disetiap plant diberikan jalan yang cukup untuk dilewati oleh kendaraan sehingga mudah dilalui kendaraan apabila terjadi insiden.

4.9.3 Potensi Bahaya di Sekitar Pabrik

Proses produksi di pabrik ini menunjukkan adanya potensi bahaya yang kompleks, meliputi kondisi lingkungan kerja, tahapan produksi, dan peran penting faktor manusia dalam menjalankan operasi. Beberapa potensi bahaya tersebut meliputi:

a. Terjatuh

Jatuh dari ketinggian merupakan ancaman serius bagi keselamatan pekerja, dengan potensi menyebabkan cedera berat, disabilitas permanen, bahkan kematian. Pekerjaan yang memiliki risiko tinggi terjatuh meliputi aktivitas di ketinggian, penggunaan tangga, dan inspeksi material yang dimuat di atas truk.

b. Percikan Bahan Kimia

Dalam operasional pabrik Sodium Nitrat, penting bagi seluruh tenaga kerja untuk selalu waspada terhadap berbagai risiko kecelakaan. Ini meliputi bahaya percikan akibat tumpahan bahan kimia, kebocoran dari pipa, tangki, maupun alat produksi, serta ancaman paparan gas-gas sisa reaksi yang mungkin terlepas ke lingkungan.

c. Tertabrak

Pabrik merupakan area dengan lalu lintas kendaraan berat yang padat, di mana truk dan forklift bergerak secara terus-menerus, menciptakan potensi risiko kecelakaan yang tinggi.

d. Terpapar Bahan Panas

Dalam konteks ini, sumber panas yang dimaksud merujuk pada suhu tinggi yang dihasilkan oleh pembakaran atau peralatan kerja, bukan yang berasal dari sifat bahaya kimia suatu zat.

e. Kebakaran

Percikan api dari aktivitas pengelasan dan pemotongan logam di area pemeliharaan, serta bahan mudah terbakar di gudang, adalah penyebab utama risiko kebakaran. Korsleting listrik juga berperan signifikan dalam memicu kebakaran.

4.10 Unit Laboratorium

Bagian laboratorium memegang peranan penting dalam pabrik, karena dari laboratorium ini data-data tentang raw material dan produk akan diperoleh. Dengan data-

data yang diberikan maka proses produksi dapat dikontrol dan dijaga standar mutu sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu juga dapat digunakan untuk menganalisa baku mutu limbah yang keluar dari unit pengolahan limbah yang ada di pabrik. Tugas pokok laboratorium adalah sebagai berikut:

- Sebagai pengontrol kualitas bahan baku, apakah sudah memenuhi spesifikasi atau tidak.
- Sebagai pengontrol kualitas produk, apakah sudah memenuhi standar spesifikasi atau belum.
- Melakukan kontrol dan analisa terhadap jalannya proses produksi yang ada kaitannya dengan tingkat pencemaran lingkungan yang meliputi polusi udara, limbah cair, maupun limbah padat yang dihasilkan unit-unit produksi
- Melakukan analisa dan kontrol terhadap mutu air, air pendingin, air umpan boiler, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

4.10.1 Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya penegndalian mutu produk, diperlukan upaya untuk mengoptimalkan aktivitas laboratorium pengujian mutu. Adapun analisa yang dilakukan pada proses pembuatan maleic anhydride adalah sebagai berikut:

- Analisa bahan baku Propylene meliputi: analisa kadar hidrokarbon, viskositas, specific gravity. Sedangkan, analisa untuk udara yang digunakan dalam reaksi adalah humiditas dan specific gravity.
- Analisa terhadap produk utama yaitu asam akrilat, yang meliputi analisa kemurnia, kadar impuritas, viskositas, specific gravity.

Sedangkan analisa di unit utilitas meliputi:

- Analisa boiler feed water (BFW), meliputi analisa dissolved oxygen, pH, hardness, total solid, suspended solid, serta oil dan organic matter
- Analisa air proses penjernihan, yang dianalisa adalah pH, SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , sulfur sebagai SO_4^{+} , chlor sebagai Cl_2 dan zat terlarut.
- Analisa penukar ion, meliputi kesadahan CaCO_3 , silikat sebagai SiO_2
- Analisa cooling water meliputi pH jenuh CaCO_3 dan indeks langelier
- Analisa air minum meliputi analisa pH, chlor sisa dan kekeruhan.

Berikut ini tabel perincian program kerja dari laboratorium di Pabrik Asam Akrilat untuk menganalisa bahan baku, produk, air yang digunakan dalam proses, maupun pada unit

utilitas. Berikut merupakan Parameter yang akan diuji pada Laboratorium yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 dibawah ini:

Tabel 4.11 Parameter Uji Program Laboratorium

Parameter Uji	Tujuan Pengujian	Alat Uji
Analisa Bahan Baku Propylen	• Analisa kemurnian propylene, kadar propylene dan propane	GC-MS
	• Analisa <i>specific gravity</i>	<i>Effusiometer</i>
Analisa Udara	• Analisa humidity dan temperature	<i>Hygrometer</i>
	• Analisa <i>specific gravity</i>	<i>Effusiometer</i>
Analisa Produk Asam Akrilat	• Analisa kemurnian, kadar As. Akrilat, As. Asetat dan air	GC-MS
	• Analisa <i>specific gravity</i>	<i>Effusiometer</i>
	• Analisa viskositas	Viskosimeter
Analisa Air Sanitasi	• Analisa kekeruhan air	<i>Turbidity meter</i>
	• Analisa pH	pH meter
	• Analisa kadar TDS (Total Dissolved Solid)	TDS meter
	• Analisa kandungan logam pada air	AAS
	• Analisa dissolved oxygen (oksigen terlarut dalam air)	DO Meter
Analisa BFW (<i>Boiler feed water</i>) dan CW (<i>Cooling Water</i>)	• Analisa kadar BOD (Biological Oxygen Demand)	BOD Meter
	• Analisa kadar TDS (Total Dissolved Solid)	TDS Meter
	• Analisa pH	pH Meter
	• Analisa kesadahan air	<i>Water Hardness</i>
	• Analisa kandungan logam pada air	<i>Tester</i>
	• Analisa <i>specific gravity</i>	

A. Laboratorium Fisik

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan pemeriksaan dan pengamatan terhadap semua stream yang berasal dari proses produksi maupun angkiserterta mengeluarkan “Certificate of Quality” untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir, dan produk samping. Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat fisika dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir seperti specific gravity, viskositas kinematik, kandungan air dan lain-lain.

B. Laboratorium Analitik

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah malakukan analisa terhadap sifat–sifat kandungan kimiawi bahan baku, bahan penunjang, produk intermediate, produk akhir, kadar air dan bahan–bahan kimia yang digunakan misalnya zat adiktif, kadar impuritas bahan baku maupun produk akhir.

C. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dengan proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan dan senantiasa melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan.

D. Metode Analisa

Metoda analisa dan instruksi kerja untuk analisa dikerjakan sesuai dengan instruksi kerja yang disusun sedemikian rupa dengan acuan dari berbagai standar analisa, antara lain ASTM, SII, DIN, dan JIS.

Alat Analisa

- a. *Atomic Absoption Spectrofotometer* (AAS), untuk menganalisa kandungan Fe, Si, Cu, dan logam lainnya pada air, serta analisa silikat sebagai SiO₂ pada resin penukar ion.
- b. *Gas Cromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS), untuk meng-analisa kandungan dan besar komposisi dari bahan baku gas dan produk cair.

- c. *Effusiometer*, untuk mengukur spesifik gravity fluida gas.
- d. *Hydrometer*, untuk mengukur specific gravity fluida cair.
- e. *Hygrometer*, untuk mengukur kelembaban (humidity) dan suhu gas.
- f. *Viscosimeter*, untuk mengukur viskositas cairan
- g. pH-meter, untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan cairan.
- h. *Turbidity meter*, untuk mengukur tingkat kekeruhan air.
- i. DO (*Dissolved oxygen*) meter, untuk mengukur jumlah oksigen terlarut pada air.
- j. BOD (*Biological Oxygen Demand*) meter, untuk mengukur jumlah oksigen dalam air yang dibutuhkan untuk mikroorganisme hidup di air tersebut.
- k. *Water Hardness Tester*, untuk menganalisa kesadahan air.
- l. TDS (*Total Suspended Solid*) meter, untuk mengukur jumlah padatan terlarut dalam air.