

## Prarancangan Pabrik Kalium Hidroksida (KOH) Dari KCl Dengan Proses Elektrolisis Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

Annisa Nurul Latif, Athiek Sri Redjeki

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

[annisanurullatif@gmail.com](mailto:annisanurullatif@gmail.com)

### Abstract (English)

Potassium hydroxide is made from the electrolysis of potassium chloride (KCl). Potassium chloride is obtained by import from Nanjing Jiayi Sunway Chemical Co, Ltd, China. The potassium hydroxide factory is planned to be established in 2021 in Bangkalan, Madura, East Java, with the sales target being to take over 60% of the domestic potassium hydroxide market share. To meet these needs, the production capacity of the potassium hydroxide factory to be established is 15,000 tons/year. Potassium hydroxide is formed by the electrolysis reaction in an electrolysis reactor. Membrane cell electrolysis uses a semipermeable membrane made of hydrolyzed copolymer material to separate the anode and cathode. At the anode KCl will ionize into  $K^+$  ions and  $Cl^-$  ions. Where the  $K^+$  ions will eventually bond with  $OH^-$  ions which are the result of  $H_2O$  ionization at the cathode. Meanwhile,  $Cl^-$  ions on the anode will combine to form chlorine gas ( $Cl_2$ ) and  $H^+$  ions on the cathode will combine to form hydrogen gas ( $H_2$ ). The potassium hydroxide that comes out of the reactor is still very dilute so it needs to be concentrated using a double evaporator. After that, the concentrated potassium hydroxide solution that comes out of the evaporator is crystallized with a crytalyzer and rotary dryer to get potassium hydroxide granules. Currently the market needs for potassium hydroxide are the potassium carbonate industry, fertilizer industry, phosphate industry, agro chemical industry, alkaline batteries, textile industry and soap industry. The utility requirements for this factory design include steam requirements of 15,828.67 kg/hour, electricity requirements of 853.155 kWh and water requirements of 418.96 m<sup>3</sup>/hour obtained from river water processing.

### Abstrak (Indonesia)

Kalium hidroksida dibuat dari hasil elektrolisis kalium klorida (KCl). Kalium klorida diperoleh dengan cara impor dari Nanjing Jiayi Sunway Chemical Co, Ltd, China. Pabrik kalium hidroksida direncanakan akan berdiri pada tahun 2021 di Bangkalan, Madura, Jawa Timur, dengan sasaran dalam penjualan nanti adalah mengambil alih 60% pangsa pasar kalium hidroksida di dalam negeri. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik kalium hidroksida yang akan didirikan sebesar 15.000 ton/tahun. Kalium hidroksida terbentuk dengan reaksi elektrolisis membran pada reaktor elektrolisis. Elektrolisis sel membran menggunakan membran semipermeabel dari bahan hydrolyzed copolymer untuk memisahkan anoda dan katoda. Pada anoda KCl akan terionisasi menjadi ion  $K^+$  dan ion  $Cl^-$ . Dimana ion  $K^+$  ini yang nantinya akan berikatan dengan ion  $OH^-$  yang merupakan hasil ionisasi  $H_2O$  pada katoda. Sementara ion  $Cl^-$  pada anoda akan bergabung membentuk gas klorin ( $Cl_2$ ) dan ion  $H^+$  pada katoda akan bergabung untuk membentuk gas hidrogen ( $H_2$ ). Kalium hidroksida yang keluar dari reaktor masih sangat encer sehingga perlu dipisahkan dengan double evaporator setelah itu larutan kalium hidroksida pekat yang keluar dari evaporator di kristalkan dengan

### Article History

Submitted: 10 September 2023

Accepted: 19 September 2023

Published: 20 September 2023

### Key Words

Factory Design; Potassium Hydroxide (KOH); KCl; Electrolysis

### Sejarah Artikel

Submitted: 10 September 2023

Accepted: 19 September 2023

Published: 20 September 2023

### Kata Kunci

Prarancangan Pabrik; Kalium Hidroksida (KOH); KCl; Elektrolisis

---

Cryztalizer dan Rotary dryer agar didapatkan hasil granul kalium hidroksida. Saat ini kebutuhan pasar kalium hidroksida adalah industri kalium karbonat, industri pupuk, industri fosfat, industri kimia agro, baterai alkaline, industri tekstil dan industri sabun. Kebutuhan utilitas pada prarancangan pabrik ini antara lain, kebutuhan steam sebanyak 15.828,67 kg/jam, kebutuhan listrik sebanyak 853,155 kWh dan kebutuhan air sebanyak 418,96 m<sup>3</sup>/jam yang diperoleh dari pengolahan air sungai.

---

## PENDAHULUAN

Bahan baku pembuatan kalium hidroksida berasal dari kalium klorida (KCl). Kalium klorida merupakan suatu garam logam halida yang terdiri dari kalium dan klorin. Kalium klorida saat ini masih diperoleh dengan mengimpor dari Nanjing Jiayi Sunway Chemical Co, Ltd, China. Selain dengan cara impor dari negara lain, kalium klorida sebenarnya dapat diperoleh dari air laut. Negara Indonesia yang merupakan negara maritim memiliki potensi air laut yang belum dimanfaatkan secara optimal. Potensi air laut yang mengandung banyak garam-garam (salah satunya garam kalium klorida) inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pembuatan kalium hidroksida tersebut.

Kalium hidroksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul KOH memiliki unsur kalium (K<sup>+</sup>) yang mengikat sebuah gugus hidroksil (OH<sup>-</sup>). Kalium hidroksida merupakan basa kuat yang banyak digunakan sebagai pengontrol derajat keasaman suatu larutan maupun campuran. Kalium hidroksida merupakan senyawa yang banyak digunakan dalam industri kimia, pupuk dan tekstil. Kalium hidroksida sangat diperlukan oleh berbagai industri kimia di Indonesia. Kalium hidroksida banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri kalium karbonat serta sebagai bahan baku pembantu pada industri pupuk, fosfat, kimia agro, baterai alkaline dan pada industri tekstil. Selain itu, kalium hidroksida dapat pula digunakan sebagai bahan pemucat pada industri sabun.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016 kebutuhan kalium hidroksida di Indonesia rata-rata meningkat setiap tahunnya. Rata-rata peningkatan kebutuhan dari data tahun 2009-2015 ialah 13.524 ton. Selama ini pemenuhan kebutuhan akan kalium hidroksida masih dilakukan dengan mengimpor dari negara lain. Meningkatnya kebutuhan terhadap kalium hidroksida tersebut dapat menjadi peluang yang baik untuk mendirikan pabrik pembuatan kalium hidroksida di Indonesia. Maka dari itu pendirian pabrik kalium hidroksida layak didirikan di Indonesia.

## KONSEP PRA RANCANGAN

### Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pra rancangan pabrik kalium hidroksida ini adalah kalium klorida (KCl) yang dibeli pada Nanjing Jiayi Sunway Chemical Co.,Ltd, serta air (H<sub>2</sub>O) yang didapat dari air sungai Serpang di daerah Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Kalium klorida yang dibeli dari Nanjing Jiayi Sunway Chemical Co.,Ltd, disimpan dalam gudang (G-01). Air

baku (air sungai) terlebih dahulu ditampung dalam bak penampungan kemudian dengan bantuan pompa dialirkan ke bak koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan kotoran-kotoran air sungai dengan bantuan  $Al_2(SO_4)_3$  dan  $Na_2CO_3$ . Dari bak koagulasi kemudian dengan bantuan pompa dialirkan pada bak penyaringan (sand filter) guna menghindari terbawanya kotoran-kotoran didalam badan air, dengan bantuan pompa dialirkan ke saringan pasir agar padatan tersuspensi berupa partikel halus, plankton dan lainnya dapat tersaring. Air yang keluar dari bak penyaringan kemudian ditampung pada bak penampungan air bersih.

### Tahap Reaksi Pembentukan Produk

Pada reaktor elektrolisis terdapat membran sel yang terbuat dari bahan hydrolzed copolymer yang akan memisahkan anoda dan katoda. Larutan KCl menjadi larutan KOH dengan melepas gas  $Cl_2$  dan  $H_2$ . Proses elektrolisis diawali dengan ionisasi larutan KCl menjadi ion  $K^+$  dan ion  $Cl^-$  pada bagian anoda. Ionisasi air yang terjadi pada katoda akan membentuk ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$ . Ion  $OH^-$  digunakan untuk berikatan dengan  $K^+$  membentuk KOH. Ion  $K^+$  akan bergerak ke katode melewati membran sel semipermeabel untuk berikatan dengan ion  $OH^-$  dan membentuk senyawa KOH. Sementara ion  $Cl^-$  pada anoda akan bergabung membentuk gas klorin ( $Cl_2$ ) dan ion  $H^+$  pada katoda akan bergabung untuk membentuk gas hidrogen ( $H_2$ ). Gas klorin dan hidrogen pada aliran lima ini akan disalurkan ke pabrik pengolah gas klorin dan gas hidrogen agar dapat bernilai ekonomis. Suhu dalam reaktor elektrolisis dijaga agar tetap pada range (80-90) $^{\circ}C$  agar tidak menaikkan tegangan dalam reaktor elektrolisis (RE-01). Jika tegangan naik maka daya yang digunakan untuk proses elektrolisis akan naik juga yang berakibat pada ketidak ekonomisan penggunaan listrik. Produk kalium hidroksida yang dihasilkan berupa larutan kalium hidroksida dengan konsentrasi rendah. Produk kalium hidroksida ini keluar dari reaktor elektrolisis pada aliran enam menuju ke double evaporator (EV-01) dan (EV-02).

### Tahap Reaksi Pemurnian

Larutan KOH yang terbentuk di reaktor diumpankan pada double evaporator. Evaporator yang digunakan yaitu tipe long tube vertical evaporator karena koefisien transfer panas yang cukup besar dan kapasitas besar sehingga tipe ini cocok untuk digunakan. Larutan kalium hidroksida yang berupa fasa cair keluar dari reaktor aliran enam bersuhu 80  $^{\circ}C$  dan bertekanan 1 atm, larutan yang keluar dari reaktor memiliki konsentrasi yang rendah dipompa menuju ke evaporator satu (EV-01) untuk dipampatkan menjadi 45% dengan kondisi operasi pada suhu 100  $^{\circ}C$  dan tekanan 1atm. Steam dialirkan melalui long tube secara horisontal larutan kalium hidroksida dialirkan secara vertikal melalui tube-tube dan dikontrol alirannya agar tidak berlebih yang kemudian akan terkumpul pada separator. Uap yang keluar dari (EV-01) dialirkan ke (EV-02) sebagai uap steam. Steam ini memiliki suhu 124 $^{\circ}C$  dan tekanan 7 atm. Steam masuk pada long tube secara horisontal dan larutan pekat kalium hidroksida dengan kadar 45% dialirkan secara vertical pada aliran delapan. Larutan cairan pekat dengan kadar 45% ini keluar dari evaporator 1 (EV-01) dipompa menuju ke evaporator dua (EV-02) untuk dipampatkan lagi menjadi 90% dengan kondisi operasi

suhu 120oC dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari evaporator dua (EV-02) berupa fasa cair dengan kadar kalium hidroksida 90% dan uap yang keluar dengan suhu 164oC dan tekanan 9atm ini dialirkan ke kondensat.

### **Tahap Pengeringan Produk**

Kalium hidroksida dengan kadar 90% di umpankan ke crystalizer (VCR-01) untuk di kristalkan. Pengkristalan ini dilakukan dengan cara divacum pada suhu 200oC dan tekanan 11 atm. Kristal kalium hidroksida di umpankan menuju ke rotary dryer (RD-01) dengan belt conveyor (BC-02) dan bucket elevator (BE-02). Pada rotary dryer (RD-01) kristal KOH dikeringkan dengan udara panas secara counter-current (berlawanan arah) pada suhu 250oC dan tekanan 12 atm. Udara panas dihembuskan oleh air heater (AH-01). Sehingga air yang masih tercampur dapat teruapkan menjadi uap air. Produk bawah rotary dryer berupa padatan KOH.

### **Tahap Penyimpanan Produk**

Padatan kalium hidroksida dari rotary dryer disimpan pada silo (SL-01) sebagai produk akhir. Kristal kalium hidroksida dari rotary dryer dialirkan ke belt conveyor (BC-03) dan bucket elevator (BE-03) sebelum menuju ke silo (SL-01). Produk di silo (SL-01) siap untuk dipacking dan dikontrol beratnya.

### **Fasilitas Utilitas**

Utilitas merupakan penunjang utama untuk memperlancar jalannya proses produksi. Oleh karena itu agar proses produksi dapat terus berlangsung secara berkesinambungan maka harus di dukung oleh sarana dan prasarana utilitas yang baik. Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pada pabrik pembuatan natrium nitrat terdiri dari unit sebagai berikut:

#### *Unit Penyediaan Uap*

Dalam pabrik pembuatan kalium hidroksida, kebutuhan uap digunakan oleh alat vaporizer dan boiler. Kebutuhan uap pada produksi tersebut dicukupi dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi :

Boiler tersebut dilengkapi dengan unit economizer safety valve system dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air yang akan digunakan sebagai umpan boiler sebelumnya diatur kadar silica, O<sub>2</sub>, Ca, dan Mg yang mungkin masih terikut dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam boiler feed water tank. Selain itu juga dilakukan pengaturan pH yaitu sekitar 10.5-11.5 karena pH yang tinggi menyebabkan korosifitasnya juga tinggi.

Api yang dikeluarkan dalam boiler bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, lalu dialirkan ke uap header untuk didistribusikan ke area-area proses.

### *Unit Penyediaan Air*

Untuk memenuhi kebutuhan air pada proses produksi pada umumnya menggunakan air sungai, air laut, atau air yang sudah diolah oleh suatu industri perusahaan air bersih. Dalam prancangan pabrik kalium hidroksida, sumber air diperoleh dari pengolahan air sungai. Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

#### 1. Air untuk Proses

Air pada proses produksi kalium hidroksida merupakan kebutuhan pokok. Karena air dalam proses ini digunakan untuk melarutkan kalium clorida. Tanpa adanya air proses elektrolisis tidak akan berjalan. Air sangat berpengaruh besar pada proses ini. Air yang di gunakan sebagai proses elektrolisis harus memenuhi kualitas yaitu tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak mengandung zat organic dan anorganik yang terlarut dalam air.

#### 2. Air untuk umum

Air untuk umum adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu yaitu tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak mengandung zat organic dan anorganik yang terlarut dalam air, dan tidak mengandung bakteri.

#### 3. Air umpan Boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi. Korosi dapat terjadi karena air mengandung larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , dan  $NH_3$ .
- b. Zat-zat yang menyebabkan kerak, biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.
- c. Zat yang dapat menyebabkan pembusaan. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan dapat menyebabkan pembusaan pada boiler karena adanya zat-zat organic yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

Sebagai media pemanas dalam proses produksi pada pabrik ini digunakan steam karena bersifat lebih ekonomis. Sebagai air umpan boiler, digunakan air telah mengalami pengolahan sampai tahap demineralisasi untuk mencegah terbentuknya endapan dan kerak pada boiler. Air yang telah didemineralisasi ditampung dalam bak penampung umpan boiler.

### *Unit Pengolahan Air*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik umumnya air berasal dari sungai, danau, atau laut. Namun air dari sumber manapun harus memenuhi syarat kualitasnya agar air tersebut dapat

digunakan untuk proses produksi. Salah satu tahap pengolahan air pada pabrik ini yaitu demineralisasi.

### **Unit Penyediaan Listrik**

Kebutuhan listrik dipenuhi oleh dua sumber yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, generator diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power yang dinilai penting seperti boiler, pompa, dan menara pendingin.

Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50%. Tetapi apabila listrik padam, maka operasi menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

### **Penanganan Bahan Baku, Produk, dan Keselamatan Kerja**

#### *Penanganan Bahan Baku*

##### a. Identifikasi Kimia

Kalium Klorida (KCl) adalah suatu garam logam halida yang terdiri dari Kalium dan Klorin. Dalam kondisi sebenarnya, senyawa ini tidak berbau dan memiliki penampilan kristal kaca tanpa warna, dengan struktur kristal yang mudah membelah dalam tiga arah. Kristal kalium klorida bersifat kubus berpusat muka. Kalium Klorida dahulu dikenal sebagai "muriat potasy". Warna potasy bervariasi dari merah muda atau merah sampai putih tergantung pada proses mining dan rehabilitasi yang digunakan. Kalium Klorida terbentuk secara alami sebagai silvit dan dapat di ekstraksi dari silvinit. Selain itu dapat juga di ekstrak dari air garam dan dapat di produksi oleh kristalisasi dari larutan, flotasi atau pemisahan elektrostatis dari mineral yang sesuai. Ini merupakan produk sampingan dari pembuatan asam nitrat dari kalium nitrat dan asam klorida.

##### b. Penggunaan

Sebagian besar Kalium Klorida yang dihasilkan digunakan untuk pembuatan pupuk, karena banyak tanaman dibatasi oleh asupan kalium mereka. Sebagian bahan baku zat kimia ini digunakan untuk pembuatan Kalium Hidroksida dan logam Kalium. Kalium Klorida juga digunakan dalam pengobatan, aplikasi ilmiah, pengolahan makanan dan sebagai pengganti natrium gratis untuk garam meja (Natrium Klorida). Kalium klorida yang digunakan pada pengolahan makanan sebagai bahan tambahan makanan yaitu penstabil (stabilizer). Penstabil (stabilizer) adalah bahan tambahan pangan untuk menstabilkan sistem dispersi yang homogen pada pangan.

##### c. Informasi Kesehatan, Keselamatan dan Lingkungan

Jika Kontak Mata maka periksa dan lepaskan jika memakai lensa kontak. Dalam kasus terjadi kontak, segera siram mata dengan banyak airsekurang-kurangnya 15 menit. Air dingin dapat digunakan. Dapatkan perawatan medis dengan segera. Jika kontak dengan kulit, segera basuh kulit dengan banyak air sedikitnya selama 15 menit dengan mengeluarkan pakaian yang terkontaminasi dan sepatu. Tutupi kulit yang teriritasi dengan sesuatu yang melunakkan. Cuci sepatu dengan bersih sebelum digunakan kembali. Dapatkan perawatan medis dengan segera. Jika

terkena kulit dengan serius, cuci dengan sabun desinfektan dan menutupi kulit yang terkontaminasi dengan krim anti-bakteri. Kemudian segera cari bantuan medis.

Jika terhirup, segera ke ruang terbuka untuk mendapat udara segar. Jika tidak bernapas, berikan pernapasan buatan. Jika sulit bernapas, berikan oksigen. Kemudian segera cari bantuan medis. Jika terhirup dengan serius, Evakuasi korban ke daerah yang aman secepatnya. Longgarkan pakaian yang ketat seperti kerah, dasi atau ikat pinggang. jika sulit bernapas, beri oksigen. Jika korban tidak bernafas, berikan nafas buatan. Usahakan untuk tidak muntah kecuali bila diarahkan berbuat demikian oleh personel medis. Serta jangan pernah memberikan apapun melalui mulut kepada korban yang sadar. Longgarkan pakaian yang ketat seperti kerah, dasi, ikat pinggang atau ikat pinggang. Dapatkan bantuan medis jika gejala muncul.

### *Penanganan Produk*

Produk utama yang dihasilkan adalah kalium hidroksida, sedangkan benzene sebagai produk samping.

#### a. Identifikasi Kimia

Kalium hidroksida adalah massa berbentuk batang, pellet atau bongkahan, putih, sangat mudah meleleh basah. Larut dalam 1 bagian air, dalam 3 bagian etanol (95%) P, sangat mudah larut dalam etanol mutlak P mendidih. Pada formulasi farmasetik, Kalium Hidroksida digunakan untuk mengatur pH larutan dan menjadi salah satu bahan dalam pembuatan obat untuk terapi dermatologi. Kalium hidroksida (KOH) adalah basa kuat yang terbentuk dari oksida basa kalium oksida yang dilarutkan dalam air.

#### b. Informasi Kesehatan, Keselamatan dan Lingkungan

Kalium hidroksida banyak digunakan pada industri. Kalium hidroksida dibutuhkan dalam jumlah besar bagi keperluan industri kimia proses berbasis kalium seperti industri kalium karbonat, kalium fosfat, kalium sulfat dan lainnya. Disamping untuk industri kimia, kegunaan kalium hidroksida dapat kita jumpai pada industri pertanian, agrochemical, tekstil, dan industri sabun.

#### c. Penyimpanan dan Transportasi

Hindari debu KOH ketika bernapas. Jangan sampai terkena mata, kulit, atau pakaian. Cuci bersih setelah penanganan. Pencampuran dengan air, asam atau bahan yang tidak kompatibel dapat menyebabkan tumpah dan pelepasan panas. Simpan sesuai dengan semua peraturan dan standar yang berlaku. Jaga agar wadah rapat, tertutup dan diberi label dengan benar. Jangan simpan dalam wadah aluminium atau alat yang menggunakan perlengkapan aluminium. Karena gas hidrogen mudah terbakar maka, jauhkan dari zat-zat yang tidak kompatibel.

Pakailah pelindung peralatan pribadi sesuai yang direkomendasikan. Sekop KOH kering ke dalam wadah yang sesuai. Jauhkan dari persediaan air dan selokan. Bahan ini adalah alkali dan dapat meningkatkan pH permukaan air dengan kapasitas buffering rendah. Dalam pembuangan,

hendaknya memproes ulang jika memungkinkan. Bahan ini telah dipamerkan menyebabkan toksisitas moderat untuk organisme air.

### *Keselamatan Kerja*

Untuk menjaga produktivitas dan efisien yang tinggi perlu diciptakannya lingkungan kerja yang sehat dan aman. Sehingga perlu diperhatikan sistem keamanan dan keselamatan kerja yang memadai, terlebih berhubungan dengan keselamatan manusia, keamanan bahan baku, produk, dan alat instrument. Keselamatan kerja merupakan prioritas utama dalam sebuah industry karena kesinambungan suatu perusahaan dipengaruhi oleh keadaan karyawannya. Dengan adanya keselamatan kerja dari suatu perusahaan berarti adanya suatu usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari kecelakaan, kebakaran, dan hal lain yang membahayakan. Ruang lingkup bagian keselamatan kerja secara umum meliputi:

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan, kebakaran, bahaya bahan kimia, dan penyakit yang timbul akibat kerja.
2. Mengamankan alat-alat instalasi, alat-alat produksi, dan bahan-bahan produksi.
3. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

Jika kecelakaan kerja terjadi, maka hal ini dapat menimbulkan banyak kerugian, baik dari segi ekonomi maupun sosial. Usaha-usaha yang dilakukan untuk menjaga keselamatan kerja para karyawan dan pabrik itu sendiri antara lain:

1. Membina dan memberikan keterampilan serta latihan keselamatan kerja bagi karyawan.
2. Mengadakan pengawasan yang ketat bagi proses.
3. Memberikan sanksi bagi yang melanggar ketertiban.

Pencegahan yang disebabkan oleh kondisi yang berbahaya, diprioritaskan sesuai dengan tingkatan bahaya yang terjadi, menghilangkan sumber bahaya, mengendalikan bahaya, dan memakai pelindung diri. Bahaya kecelakaan yang dapat terjadi pada pabrik natrium nitrat ini adalah bahaya dari bahan kimia dan bahaya mekanis lainnya. Usaha-usaha dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya tindakan ataupun kondisi yang membahayakan, namun tentunya harus disertai kesadaran dan disiplin yang tinggi dalam upaya menciptakan keselamatan kerja.

### **Tata Letak Pabrik**

Lokasi pabrik secara geografis akan sangat berpengaruh terhadap sukses atau tidaknya kegiatan industri di pabrik tersebut. Suatu pabrik sebaiknya ditempatkan pada suatu tempat dimana biaya produksi serta biaya distribusinya minimum. Tetapi faktor-faktor lain seperti daerah ekspansi dan lingkungan juga harus dipergunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan lokasi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa, agar penggunaan areal pabrik dapat seefisien mungkin, kelancaran proses produksi dapat terjamin, dan juga keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan terjamin.

Selain peralatan yang tercantum di dalam diagram alir proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan

dan sebagainya, hendaknya ditempatkan di bagian yang tidak mengganggu. Setelah proses flow diagram tersusun, sebelum desain pemipaan struktural dan listrik dimulai, maka lay out proses pabrik dan peralatan harus direncanakan lebih dahulu. Perencanaan lay out pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses, dan handling area.

## **Limbah dan Penanganannya**

### *Limbah Cair*

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik Kalium Hidroksida antara lain adalah limbah buangan sanitasi, air berminyak dari alat-alat proses dan air sisa proses.

### *Unit Pengolahan Air Buangan Sanitasi*

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik.

### *Air Berminyak Dari Mesin Proses*

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampung minyak dan pengolahannya dengan pembakaran didalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir kemudian dibuang.

### *Air Sisa Proses*

Limbah air sisa proses merupakan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi, seperti air sisa regenerasi. Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan unit demineralisasi dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan menggunakan  $H_2SO_4$  jika pH air buangannya lebih dari 7,0 dan dengan menggunakan NaOH jika PH nya kurang dari 7,0.

## **Analisa Ekonomi**

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang secara ekonomis bersifat menguntungkan atau tidak untuk dibangun. Untuk evaluasi ekonomi tersebut perlu diadakan estimasi atau perhitungan terhadap beberapa faktor, yaitu:

### 1. Estimasi modal tetap (*Total Capital Investment*)

*Total Capital Investment* adalah banyaknya dana yang dikeluarkan untuk mengadakan fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Total Capital Investment* terbagi menjadi dua, yaitu:

- Investasi kapital tetap (*Fixed Capital Investment*) adalah modal yang diperlukan untuk mengadakan suatu pabrik lengkap.
- Modal kerja (*Working Capital Investment*) adalah modal yang diperlukan untuk mengoperasikan pabrik sebelum memperoleh pendapatan dari penjualan produk (*income*).

## 2. Penentuan biaya (Production Cost)

Biaya produksi dibagi menjadi dua, yaitu biaya pembuatan (*manufacturing cost*) dan pengeluaran umum (*general expenses*).

- Biaya pembuatan (*manufacturing cost*), terbagi menjadi tiga yaitu biaya produksi langsung (*direct production costs*), pengeluaran tetap (*fixed charge*) dan plant overhead.
- Pengeluaran umum (*general expenses*)

## 3. Break Even Point (BEP)

Terjadi apabila penjualan pertahun besarnya sama dengan biaya produksi total per tahun. Jadi pada saat BEP, keuntungan sama dengan nol (0).

## Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan selalu mengalami perubahan setiap saat tergantung kepada keadaan ekonomi suatu Negara ataupun faktor lain yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti dan akurat setiap tahun sangat sulit, oleh karena itu diperlukan suatu metode untuk menaksir/memperkirakan harga peralatan pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan kimia pada tahun tersebut.

Asumsi kenaikan harga dianggap linier atau sebanding lurus setiap tahunnya. Awalnya dengan menggunakan cost index dari Majalah Chemical Engineering diketahui cost index sampai beberapa tahun. Karena pabrik direncanakan dibangun pada tahun 2020 maka digunakan sebuah metode yang disebut least square time, yang dapat memperkirakan cost index sampai tahun 2020 bahkan lebih.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada prarancangan pabrik KOH dengan proses elektrolisis dengan kapasitas 15.000 ton/tahun, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun.
2. Lokasi pabrik adalah di Bangkalan, Jawa Timur dengan luas tanah yang dibutuhkan sebesar 5600 m<sup>2</sup>.
3. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 104 orang. Badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan terbatas (PT) dan bentuk organisasi adalah organisasi garis dan staff.
4. Hasil analisa ekonomi adalah sebagai berikut :
  - Total modal investasi = Rp 125.646.624.659
  - Biaya produksi rata-rata = Rp 175.341.734.192
  - Hasil penjualan per tahun = Rp 243.000.648.000
  - Laba bersih = Rp 47.770.987.435
  - Break even point = 37,17 %
  - Return on investment = 38,02 %

- Pay out time = 2,63 tahun dari masa produksi
- Discounted Cash Flow of Return = 31,52%

Dari hasil aspek ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa pabrik KOH layak untuk didirikan.

### Saran

Dapat dilakukan analisa lebih lanjut dalam prarancangan pabrik KOH dengan menggunakan metode analisa ekonomi Double Declining Balance switch Straight Line atau DDB-GL untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adiwisastra, A.. 1989, *Sumber serta Penanggulangan Keracunan*, Bandung, Angkasa.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Willey and Sons Inc., New York.
- Cavitch, S.M., 2001, *Choosing Your Oil Properties of Fatty Acid*, [Http://users.siloverlinks.net /~ timer/ soapdesign. html](http://users.siloverlinks.net/~timer/soapdesign.html).
- Coulson and Richardson, 1983. *Chemical Engineering*, Vol. 6th. Pergamon Press, New York.
- Dogra, S.K., dan Dogra, S., 1984, *Kimia Fisik dan Soal-Soal*, Jakarta, UI-press
- Geankoplis, Christie. J., 1993, *Transport Processes Unit Operation*, Prentice-Hall International Inc.
- Hesse, W., 1991. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol. 19 Edisi 5, VCH Publishers, New York.
- Kern, D.Q., 1965, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd edition, Volume 1, 20.
- O'Brien, Bommaraju T.V., Hine, 2005, *History of the Chlor-Alkali Industry*, Handbook of Chlor Alkali, Springer.
- Partington, 1957, *A Text-Book Of Inorganic Chemistry Sixth Edition*, Prentice-Hall Of India (Private) Limited.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineers Hand Book*, 7<sup>th</sup> ed. Mc Graw Hill., Singapore.
- Peter.M.S., and Timmerhaus.K.D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3ed*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Schweitzer, P.A., 1979, *Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineering*, Mc.Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Ullmann, 2007. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, VCH Verlagsgesell Scahft, Wanheim, Germany.
- Williams, D.F., dan Schmitt, W.H., 2002, *Kimia dan Teknologi Industri Kosmetika dan Produk-produk Perawatan Diri*, Terjemahan: FATETA, IPB, Bogor.
- Zhang X., Yamamoto N., Soramoto S., Takenaka I., 2001, *Cisplatin-induced Germ Cell Apoptosis in Mouse Testes*, Archives of Andrology, 1(46): 43-49.
- Zumdahl and Steven, 2009, *Chemistry Seventh Edition*, Houghton Mifflin Company Boston New York.