

**APLIKASI ELEKTROLISIS
DALAM PEMBUATAN PRODUK KIMIA
DI PT PABRIK KERTAS TJIWI KIMIA TBK.**

LAPORAN STUDI ESKKURSI BIDANG STUDI KIMIA



Disusun Oleh:

Kelompok Studi Ekskursi Kimia Kelas XI MIPA 1

Tahun Pelajaran 2020/2021

SMA Katolik St. Louis 1

Surabaya

2021

**APLIKASI ELEKTROLISIS
DALAM PEMBUATAN PRODUK KIMIA
DI PT PABRIK KERTAS TJIWI KIMIA TBK.**

Laporan ini disusun untuk memenuhi penilaian kognitif Bidang Studi Bahasa
Indonesia, Bahasa Inggris, dan Kimia.



Disusun Oleh:
Kelompok Studi Ekskursi Kimia Kelas XI MIPA 1
Tahun Pelajaran 2020/2021

**SMA Katolik St. Louis 1
Surabaya
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan studi ekskursi yang berjudul “Aplikasi Elektrolisis dalam Pembuatan Produk Kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.” telah disahkan dan disetujui pada oleh:

Guru Pembimbing Mata Pelajaran
Bahasa Indonesia



Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd.

Guru Pembimbing Mata Pelajaran
Bahasa Inggris



V. Marie Prihatini, S.Pd.

Guru Penguji Mata Pelajaran Kimia



F.X. Novan Ali, ST.

DAFTAR NAMA KELOMPOK KIMIA XI MIPA 1

| | |
|--------------------------|----------------|
| Amelia Wibisono | XI MIPA 1 / 03 |
| Axel Jostanto | XI MIPA 1 / 07 |
| Christine Natalia | XI MIPA 1 / 11 |
| Malvin Leonardo | XI MIPA 1 / 21 |
| Nathan Adhitya | XI MIPA 1 / 23 |
| Renata Cornelia Putri | XI MIPA 1 / 30 |
| Stanley | XI MIPA 1 / 34 |
| Stefanus William Sudargo | XI MIPA 1 / 35 |
| Trista Avrilia Santoso | XI MIPA 1 / 37 |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan studi ekskursi yang berjudul “Aplikasi Elektrolisis dalam Pembuatan Produk Kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.” ini dengan baik.

Adapun tujuan dari laporan ini untuk melaporkan hasil observasi perusahaan yang dilakukan pada program ekskursi dalam rangka menerapkan ilmu dan materi bidang kimia yang dipelajari di sekolah dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, laporan ini disusun untuk memenuhi nilai kognitif bidang studi Kimia, Bahasa Indonesia, dan Bahasa Inggris.

Kami hendak memberikan apresiasi kepada berbagai pihak terkait yang membantu dan membimbing kami dalam menyusun laporan ini hingga selesai dengan baik. Oleh karena itu, kami hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku kepala sekolah SMAK St. Louis 1 Surabaya.
2. Bapak F. Asisi Subono, S.Si., M.Kes, selaku Wakasek Kurikulum SMAK St. Louis 1 Surabaya.
3. Drs. Hermawan Yohanes, selaku wali kelas XI MIPA 1.
4. Bapak F.X. Novan Ali, ST., selaku guru bidang studi mata pelajaran Kimia.
5. Ibu Anastasia Rina Wiasdianti, S.Pd., selaku guru pembimbing mata pelajaran Bahasa Indonesia.
6. Ibu V. Marie Prihatini, S.Pd., selaku guru pembimbing mata pelajaran Bahasa Inggris.
7. Bapak dan Ibu guru Panitia Ekskursi SMA Katolik St. Louis 1 Tahun Ajaran 2020-2021.
8. Bapak Sugiono, Bapak Sam, Bapak Darwin Junaidi, dan Bapak Handoko selaku perwakilan Pihak PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.
9. Orang Tua siswa SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya.

10. Semua pihak lain yang sudah membantu dan tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Kami selaku tim penulis menyadari bahwa laporan studi ekskursi yang kami susun ini memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar dapat menjadi masukan untuk evaluasi serta acuan bagi tim penulis agar menjadi lebih baik di masa yang mendatang.

Akhir kata, kami berharap laporan studi ekskursi ini dapat menambah wawasan para pembaca dan bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Februari 2021

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| DAFTAR NAMA KELOMPOK KIMIA XI MIPA 1..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 3 |
| C. Maksud dan Tujuan | 4 |
| D. Metode Pengumpulan Data | 4 |
| BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN | 5 |
| A. Sejarah..... | 5 |
| B. Visi dan Misi | 6 |
| C. Struktur Organisasi..... | 9 |
| BAB III PEMBAHASAN | 10 |
| A. Teori Elektrolisis | 10 |
| 1. Pengertian Elektrolisis..... | 10 |
| 2. Elektrolisis pada Katoda (Reaksi Reduksi)..... | 10 |
| 3. Elektrolisis pada Anoda (Reaksi Oksidasi)..... | 11 |
| 4. Macam-Macam Elektrolisis | 12 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| B. Proses Pembuatan Produk Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk..... | 13 |
| C. Aplikasi Elektrolisis dalam Pembuatan Produk Kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk..... | 14 |
| 1. Peranan Elektrolisis pada Proses <i>Klor-Alkali</i> | 14 |
| 2. Macam-Macam Metode Elektrolisis pada Proses <i>Klor-Alkali</i> | 14 |
| 3. Aplikasi Elektrolisis <i>Klor-Alkali</i> pada PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. | 18 |
| D. Bahan dan Senyawa Kimia dalam Industri Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk..... | 19 |
| 1. Pengolahan Senyawa Kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. . | 19 |
| 2. Kegunaan Senyawa-Senyawa Kimia Hasil Produksi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. dalam Berbagai Bidang Industri..... | 20 |
| BAB IV PENUTUP | 22 |
| A. Kesimpulan..... | 22 |
| B. Saran | 23 |
| REFERENCES | 25 |
| LAMPIRAN..... | 26 |

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** Diagram Struktur Organisasi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.
- Gambar 3.1** Metode Diafragma
- Gambar 3.2** Metode Ion *Exchange Membrane*
- Gambar 3.3** Metode Merkuri
- Gambar 3.4** Diagram Pengolahan Senyawa Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.

ABSTRACT

The chlor-alkali industry is one of the most impactful industrial sectors in Indonesia. One of the prime examples of a factory in this industrial sector is PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. Established in 1972, initially producing caustic soda, the factory started expanding to the paper industry in 1978, peaking at 12,000 tons of paper per year. Despite paper being the main product they produce, the chemicals that create paper which are produced from the chemical factory are just as crucial. This study aims to observe and analyse the processes used in the chlor-alkali industry to mass produce chlor-alkali chemicals effectively.

To investigate the processes, a meeting was arranged with representatives from the factory to discuss the procedure behind the chlor-alkali industry. Representatives from the factory gave further insights on the processes used within the chlor-alkali industry by answering multiple questions from the participants. Additional data regarding the processes were gained through literature review done by the writers from articles and papers from the web.

From the observations, it is found that the method of electrolysis used by the factory, which is facilitated by an ion-exchange membrane is one of the most efficient methods of electrolysis up to date. It has the lowest energy demands compared to previous older methods, whilst still being able to produce high-concentration solutions without big negative environmental impacts. This is proven by the lower energy requirements needed for producing NaOH compared to the older methods.

To conclude, despite having lower purity levels in its NaOH production when compared to the mercury method, the ion-exchange membrane method is considered more superior for its appropriate cost, use of energy, as well as its environmentally friendly characteristics.

Keywords: electrolysis, chlor-alkali, caustic soda, ion-exchange membrane

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada zaman sekarang, industri menjadi salah satu bidang yang berperan penting dalam menyokong perekonomian di Indonesia. Adanya perkembangan industri pada suatu negara memungkinkan terjadinya kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi. Industri membantu mengolah bahan baku dan mentah dari kekayaan sumber daya alam yang ada untuk dijadikan bahan produk yang bernilai lebih tinggi. Salah satu bagian dari industri yang membantu perkembangan ini adalah industri kimia. Industri ini memiliki peran yang penting dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada makanan, minuman, obat-obatan, kosmetik, dan produksi bahan-bahan industri lainnya.

Industri kimia memiliki spesialisasi dalam memproduksi zat-zat kimia. Industri ini dikenal menggunakan proses kimia dalam prosedur produksinya, seperti menggunakan reaksi kimia untuk menghasilkan zat baru; melakukan transformasi zat menggunakan panas; melakukan pemisahan senyawa berdasarkan sifat kelarutan atau muatan ionnya; dan sebagainya.

Industri kimia telah menjadi salah satu sektor industri yang berperan besar dan terus berkembang di Indonesia. Hal ini dikarenakan permintaan masyarakat akan produk-produk kimia yang terus meningkat. Peralnya,

hampir semua alat dan bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan bahan yang berasal dari industri kimia.

Dalam industri kimia, ada beberapa sektor produksi umum. Salah satu sektor produksi yang paling berperan adalah industri *klor-alkali*. Sektor ini menghasilkan produk-produk kimia seperti soda api (NaOH), hidrogen, kaporit, sodium hipoklorit, klorin cair, serta turunan klor lainnya yang berbahan baku NaCl dan H₂O. Dalam aplikasinya, industri *klor-alkali* memanfaatkan elektrolisis sebagai penggerak utamanya. Elektrolisis sendiri merupakan proses penguraian larutan elektrolit dengan arus listrik. Pada proses elektrolisis, reaksi kimia terjadi ketika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit seperti larutan NaCl.

Proses elektrolisis memanfaatkan prinsip redoks, di mana elektron dari katoda akan mengalir ke anoda. Akibatnya, ion-ion positif Na⁺ dalam lelehan NaCl akan tertarik ke katoda yang menyerap elektron sehingga terjadi reaksi reduksi dan menghasilkan Na netral. Di sisi lain, ion-ion negatif Cl⁻ dalam lelehan NaCl akan tertarik ke anoda di mana ion-ion tersebut mengalami reaksi oksidasi menjadi gas Cl₂ yang netral. Dapat disimpulkan bahwa elektrolisis memanfaatkan perubahan energi listrik (arus listrik) yang dapat diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks).

Elektrolisis dalam proses *klor-alkali* ini dimanfaatkan oleh berbagai perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang kimia, salah satunya PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. Selain terkenal akan produk-produk kertasnya, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. juga bergerak dalam

memproduksi produk-produk lain seperti alat tulis, kotak kardus, kemasan produk, dan bahkan bahan kimia. Meskipun tidak sebesar divisi pulp dan kertasnya, divisi kimia dari PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. merupakan aset penting dalam keseluruhan kinerja perusahaan ini.

Pada awalnya, pabrik kertas ini sendiri berdiri sebagai pabrik soda api. Meskipun melalui berbagai perubahan dan perkembangan, hingga saat ini PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. masih aktif memproduksi berbagai produk kimia seperti NaOH, Cl₂, HCl, NaOCl, dan Ca(OCl)₂ karena produk-produk tersebut sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan pulp dan kertas. Selain itu, keputusan ini juga dipengaruhi tingginya minat masyarakat akan produk-produk kimia tersebut.

PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. mempertimbangkan pentingnya kegunaan bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari masyarakat serta tingginya kebutuhan pada sektor industri pabrik. Oleh karena itu, proses kimia seperti proses elektrolisis dinilai sangat berperan dan berpengaruh dalam menjaga kualitas, kuantitas, dan efisiensi produksi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. Dalam laporan ini dibahas hasil observasi aplikasi elektrolisis yang digunakan oleh Tjiwi Kimia dalam memproduksi produk-produk kimianya, terutama pada proses produksi soda api (NaOH).

B. Rumusan Masalah

1. Apa yang dimaksud dengan proses elektrolisis pada industri kimia?
2. Bagaimana proses pembuatan produk kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. ?

3. Bagaimana PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. mengaplikasikan elektrolisis dalam kegiatan produksinya?
4. Apa saja bahan dan senyawa kimia yang digunakan dan diproduksi oleh PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. melalui proses elektrolisis tersebut?

C. Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui dan memahami peranan proses elektrolisis dalam industri kimia.
2. Mendalami proses kimia yang digunakan dalam pembuatan produk-produk kimia.
3. Mempelajari aplikasi proses elektrolisis dalam pembuatan produk-produk kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.
4. Mengetahui dan memahami bahan serta senyawa kimia yang terlibat dalam industri kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.

D. Metode Pengumpulan Data

Dalam program Studi Ekskursi ini, metode pengumpulan data dilakukan melalui metode kualitatif yaitu dengan cara mendatangkan Bapak Handoko dan Bapak Darwin selaku perwakilan dari Divisi Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. untuk menjadi narasumber bagi para siswa dan melayani tanya jawab. Selain itu, tim penulis melakukan studi pustaka dari berbagai sumber di internet, laporan, serta makalah-makalah yang terkait.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

A. Sejarah

Dikutip dari situs PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. sendiri, berikut ini sejarah perusahaan secara singkat. PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. (Tjiwi Kimia) dibentuk pada tanggal 2 Oktober 1972 di Sidoarjo, dekat Surabaya di Jawa Timur, Indonesia. Pabrik kertas ini mula-mula dimulai sebagai pabrik soda api (NaOH) yang memproduksi berbagai macam produk kimia. Kini, pabrik kertas milik Tjiwi Kimia menjadi salah satu produsen kertas dan alat tulis terbesar di Indonesia dan bahkan di dunia. Sejak tahun 1978, Pabrik Kertas Tjiwi Kimia berhasil memproduksi 12,000 ton kertas per tahun.

Asal usul nama Tjiwi Kimia sendiri diambil dari nama pendiri PT Tjiwi Kimia, Bapak Eka Tjipta Widjaja. Beliau juga merupakan pelopor perubahan produksi pabrik dari yang semula berpacu dalam produksi soda api menjadi pabrik penggilingan dan pembuatan kertas. Pilihan ini sendiri didasari hasil observasi beliau yang mempertimbangkan potensi banyaknya tanaman tebu di sekitar pabrik dan melonjaknya kebutuhan dan keinginan akan kertas di Indonesia.

Di tahun 2006 sendiri, kapasitas produksi kertas dan karton di PT Tjiwi Kimia berkembang hingga 1.200.000 ton per tahun disertai kapasitas konversi produk alat tulis mereka yang juga berkembang hingga 320.000 ton per tahun. Variasi jenis produk yang diproduksi pun juga semakin

berkembang. Saat ini, Tjiwi Kimia menjadi bagian dari grup pabrik kertas *Asia Pulp and Paper (APP)* di Indonesia yang mendukung daur ulang atau penggunaan kertas bekas pasca-konsumen yang seratnya dimanfaatkan kembali untuk produksi kertas dan produk-produk lainnya.

Selain kertas, Pabrik Tjiwi Kimia juga masih aktif dalam memproduksi bahan-bahan kimia seperti soda api, kaporit, klorin, HCl, dan berbagai produk lainnya dalam bentuk padatan maupun cair yang digunakan dalam berbagai proses industri. Belakangan ini, di Mojokerto juga dibangun cabang Sindopex Perotama yang dikhususkan dalam memproduksi H₂O₂ (Hidrogen Peroksida).

B. Visi dan Misi

Untuk memastikan adanya kinerja perusahaan yang baik dengan kualitas yang tinggi, penting bagi sebuah perusahaan untuk memiliki tujuan yang harus dicapai. Dengan adanya visi dan misi, sebuah perusahaan memiliki arah dan tujuan dalam membuat kebijakan dan pilihan. Visi dan misi juga menjadi sebuah standar kesuksesan dan standar kerja yang optimal sehingga sangat esensial bagi sebuah perusahaan.

Untuk memastikan terwujudnya sebuah perusahaan yang maju dan global dengan kualitas yang tinggi, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. memiliki visi sebagai berikut:

“Become a leading and respected global paper company that provides superior values to customers, community, employees, and stakeholders responsibly and sustainably.”

“Menjadi perusahaan pulp & kertas global yang maju dan terhormat, memberi nilai unggul kepada pelanggan, masyarakat, karyawan, dan pemegang saham secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.”

Dari ulasan visi di atas tampak nilai-nilai yang turut menjadi prioritas bagi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. Perusahaan ini mengedepankan nilai-nilai unggul pada para pelanggan, masyarakat, karyawan, dan pemegang saham secara bertanggung jawab dan berkelanjutan. Hal ini patut diapresiasi sebagai sorotan utama tujuan yang ingin dituju PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. atas penghargaan perusahaan ini terhadap semua pihak yang terlibat dalam kinerjanya. Perusahaan ini mengedepankan baik pelanggan maupun karyawan sebagai dasar untuk mencapai kemajuan dan kesuksesannya.

Dalam mewujudkan visi tersebut secara nyata, dibutuhkan misi sebagai alat dan aksi nyata yang dilakukan perusahaan untuk mencapai tujuannya. PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. memiliki beberapa misi sebagai berikut:

- a. *Increase global market shares.*
- b. *Use cutting edge technology in the development of new products.*
- c. *Improve the quality of human resources through training.*
- d. *Realize sustainability commitment in all operation.*

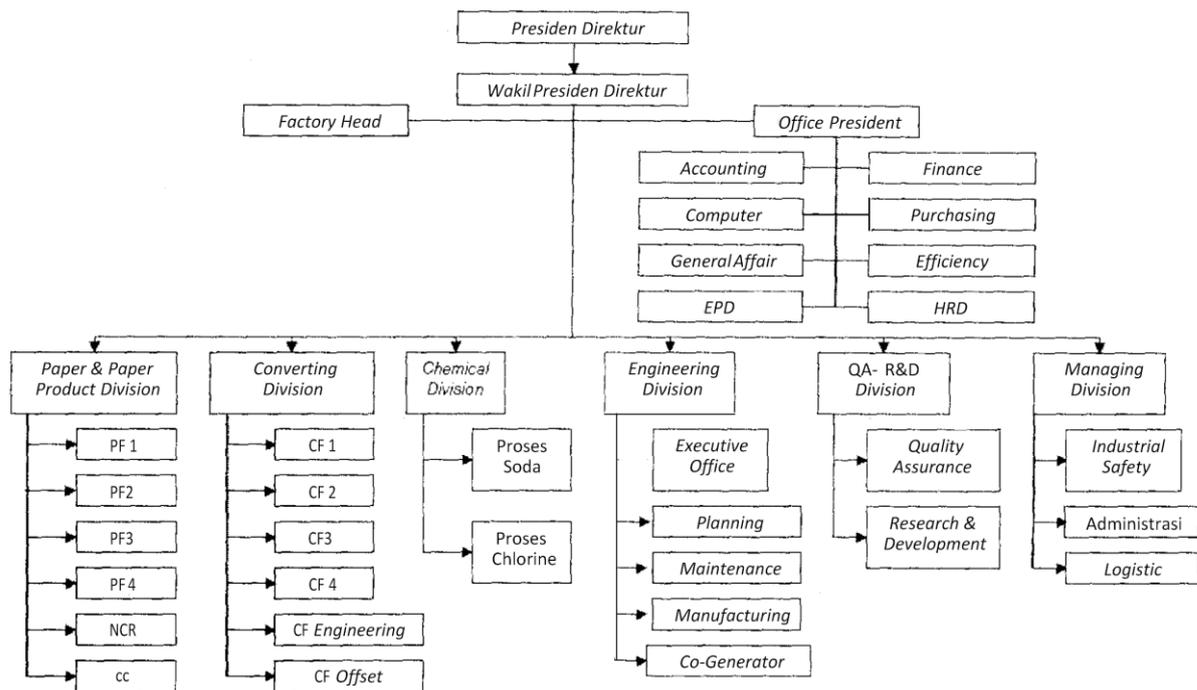
- a. Meningkatkan penjualan pasar global.
- b. Menggunakan teknologi modern dalam pengembangan produk baru.
- c. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pelatihan.
- d. Mewujudkan komitmen prinsip keberlanjutan dalam semua operasi.

Dari uraian di atas, dapat dilihat bahwa PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk., sesuai dengan visi dan misinya, merupakan sebuah perusahaan kimia global yang mengedepankan nilai-nilai unggul dan semua pihak yang terlibat dalam kinerjanya. Hal ini dilakukan PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. dengan memanfaatkan semua sumber daya yang ada secara bijak dan maksimal untuk mewujudkan sebuah perusahaan yang berkualitas tinggi dan terus berkembang baik di Indonesia maupun dunia.

C. Struktur Organisasi

Struktur organisasi di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. secara langsung dipimpin oleh Presiden Direktur dan Wakil Presiden Direktur yang dibantu oleh *Factory Head* dan *Office President*.

Presiden Direktur dan Wakil Presiden Direktur juga membawahi beberapa bagian, diantaranya: *Paper & Paper Product Division*, *Converting Division*, *Chemical Division*, *Engineering Division*, *QA-R&D Division*, dan *Managing Division*. Berikut diagram struktur organisasi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.



Gambar 2.1 Diagram Struktur Organisasi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk

BAB III

PEMBAHASAN

A. Teori Elektrolisis

1. Pengertian Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses penguraian suatu zat atau larutan elektrolit oleh arus listrik. Elektrolisis berfungsi menghantarkan arus listrik melalui zat elektrolit untuk memecah ion⁺ dan ion⁻. Di dalam elektrolisis terdapat dua elektroda yang dibagi menjadi dua kutub, katoda dan anoda. Katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi sedangkan anoda adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi. Kedua elektroda ini kemudian dihubungkan dengan sumber listrik DC.

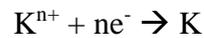
2. Reaksi Elektrolisis pada Katoda (Reaksi Reduksi)

Pada saat terjadinya reaksi elektrolisis pada suatu larutan atau senyawa elektrolit, akan terjadi reaksi reduksi di katoda. Hal ini berarti senyawa atau zat akan menerima elektron. Hasil reaksi reduksi yang terjadi ini sangat bergantung pada wujud dan jenis zat yang hendak di elektrolisis. Pada elektrolisis larutan, jika kation yang hendak direduksi berasal dari golongan IA, IIA, mengandung Aluminium (Al), atau Mangan (Mn), dilakukan reduksi terhadap air.



Sedangkan jika larutan mengandung kation dari golongan selain IA, IIA, dan tidak mengandung Aluminium maupun Mangan, maka

terjadi reduksi terhadap kation itu sendiri. Hal yang sama juga terjadi pada zat dan senyawa kimia yang berupa lelehan/leburan, contoh:

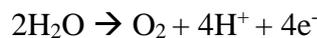


3. Reaksi Elektrolisis pada Anoda (Reaksi Oksidasi)

Di sisi lain, pada anoda terjadi reaksi oksidasi, di mana suatu zat atau senyawa melepaskan elektron. Berbeda dengan reaksi pada katoda, hasil reaksi yang terjadi di anoda tak hanya bergantung pada jenis anion atau zat kimia yang direaksikan, melainkan juga bahan penyusun anodanya.

Pada anoda yang bersifat *inert* atau tersusun atas bahan-bahan yang tidak mudah bereaksi (Pt, C, dan Au) akan terjadi oksidasi terhadap air pada anion oksida (anion yang mengandung oksigen) dan oksidasi terhadap anion itu sendiri pada anion yang non-oksidasi (tidak mengandung oksigen).

Reaksi pada anion oksida:



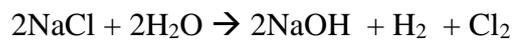
Reaksi pada anion non-oksidasi:



Anoda yang bersifat tak *inert* atau tersusun atas bahan-bahan yang mudah bereaksi (zat selain Pt, C, dan Au) akan menyebabkan senyawa mengalami reaksi dioksidasi, contohnya:



Dengan menggunakan gabungan dari kedua elektroda tersebut dapat disimpulkan bahwa reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis adalah reaksi redoks. Contoh penggabungan hasil dari reaksi elektrolisis pada katoda dan anoda yang umum dijumpai ada dalam proses pembuatan NaOH dengan reaksi sebagai berikut:



4. Macam-Macam Elektrolisis

a. Elektrolisis leburan elektrolit

Merupakan proses elektrolisis pada padatan elektrolit yang dilebur. Dapat digunakan untuk menghantarkan ion-ion pada leburan zat elektrolit tanpa menggunakan air/cairan pelarut. Contohnya pada garam industri (NaCl).

b. Elektrolisis air (H₂O)

Merupakan proses elektrolisis pada larutan elektrolit seperti CuSO₄ / KNO₃ yang ditambahkan air murni dengan konsentrasi rendah.

c. Elektrolisis larutan elektrolit

Merupakan proses elektrolisis yang reaksinya tidak hanya melibatkan ion-ion dalam larutan saja, tetapi juga air. Contohnya adalah larutan KI.

B. Proses Pembuatan Produk Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.

Dalam memproduksi NaOH, garam industri (NaCl) yang digunakan PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. merupakan hasil impor dari Australia yang digunakan sebanyak 300 ton per hari dengan total 100.000 ton per tahun. Karena besarnya penggunaan garam di perusahaan ini, impor yang dilakukan dibagi menjadi 4 pengiriman per tahun (24.000-28.000 ton per kiriman). Setiap pengiriman, NaCl yang baru datang akan diuji dengan metode *sampling* pada beberapa titik (4-6 titik) serta dianalisa parameter untuk memeriksa spesifikasi yang terkandung sebagai perwakilan keseluruhan produk NaCl tersebut.

Garam industri tersebut melalui proses *klor-alkali* menggunakan elektrolisis untuk diuraikan dan diproses menjadi bahan-bahan kimia yang dapat digunakan oleh masyarakat dan pabrik industri kimia lainnya. Proses elektrolisis larutan garam industri (NaCl) ini dilakukan melalui metode *ion-exchange membrane*.

Melalui proses elektrolisis ini, dihasilkan soda api (NaOH) sebagai bahan utama yang diproduksi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. Namun di luar itu, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. juga memanfaatkan hasil senyawa kimia lainnya dari proses elektrolisis *klor-alkali* untuk diproses dan didagangkan juga berupa senyawa kimia seperti kaporit dan HCl yang digunakan dalam industri kimia produk-produk pembersih dan sebagainya.

C. Aplikasi Elektrolisis dalam Pembuatan Produk Kimia di PT Pabrik

Kertas Tjiwi Kimia Tbk.

1. Peranan Elektrolisis pada Proses *Klor-Alkali*

Proses *klor-alkali* merupakan proses elektrolisis yang menghasilkan produk Cl_2 , H_2 , serta NaOH dari bahan baku larutan NaCl atau air laut (*brine*). Hasil produk dari proses *klor-alkali* ini sangat dibutuhkan dalam industri, terutama dalam industri kimia.

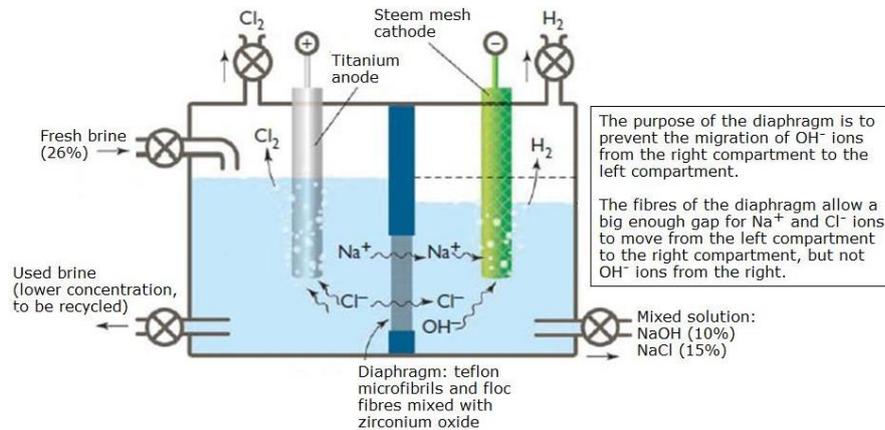
2. Macam-Macam Metode Elektrolisis pada Proses *Klor-Alkali*

Dalam sejarahnya, elektrolisis dapat diaplikasikan dalam mengolah NaCl pada proses *klor-alkali* melalui beberapa metode :

a. Metode Diafragma

Pada metode ini asbes dipakai sebagai sel diafragma yang berfungsi menghalangi bertemunya Cl_2 yang terbentuk di anoda dengan NaOH dan H_2 pada katoda agar tidak terjadi arus balik reaksi yang dapat menghasilkan produk lain. Konsentrasi larutan NaOH yang dihasilkan berkisar antara 10-12% dan mengandung sekitar 15% NaCl yang tidak bereaksi.

Kelemahan dari metode diafragma ini adalah kemurnian hasil produksi NaOH yang rendah dan perlu dipekatkan, serta adanya sisa NaCl yang harus diendapkan. Hal ini disebabkan kurangnya kualitas filtrasi pada proses ini. Akibatnya, dibutuhkan biaya yang besar untuk memurnikan kembali hasil produksi. Selain itu, bahan asbes yang digunakan juga kurang ramah lingkungan.



Gambar 3.1 Metode Diafragma

b. Metode Ion Exchange Membrane

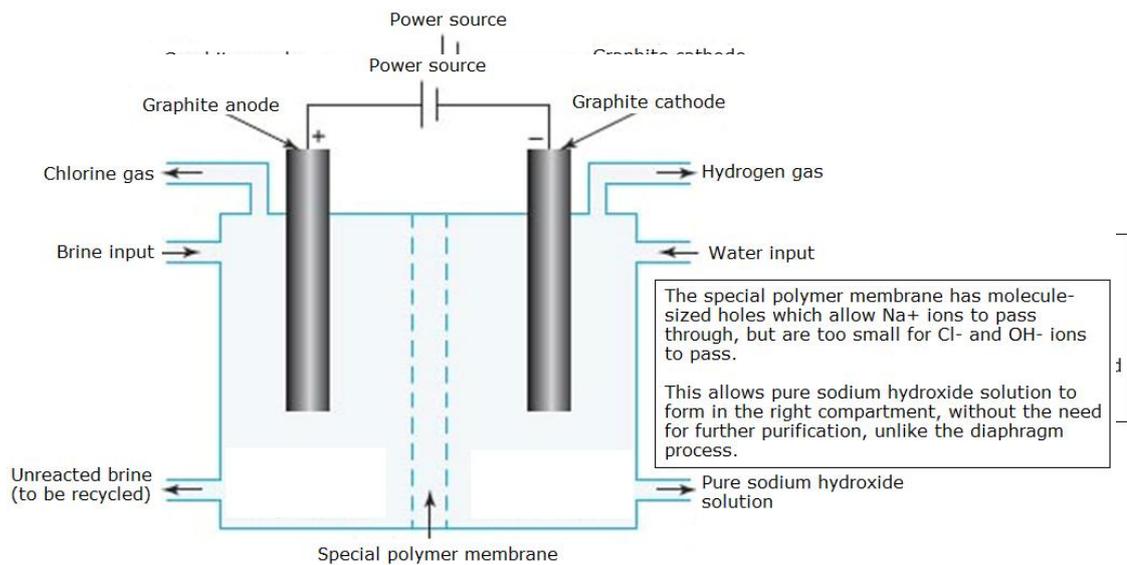
Pada metode ini, ruang antara katoda dan anoda dibatasi *ion exchange membrane* yang menggunakan *corrosion-resistant perfluoro carbonic acid* atau *sulfonic acid polymer*.

Dalam aplikasinya, NaCl jenuh dimasukkan ke ruang anoda dan air murni dimasukkan ke dalam katoda. Setelah proses elektrolisis, Cl_2 dihasilkan di anoda sedangkan H_2 dan NaOH dihasilkan di katoda. NaOH yang dihasilkan melalui proses ini memiliki konsentrasi sekitar 30%.

Metode elektrolisis membran ini mempunyai kelebihan dibandingkan dengan proses diafragma dan merkuri, yaitu:

- 1.) Total energi yang diperlukan (listrik dan *steam*) lebih rendah.
- 2.) Lebih ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polutan (merkuri maupun asbes)
- 3.) Memerlukan *voltage* yang lebih rendah.

Di sisi yang lain, proses ini sangat sensitif terhadap kemurnian garam industri yang digunakan (NaCl 97%) sehingga membutuhkan biaya yang cukup besar.



Gambar 3.2 Metode Ion-Exchange

c. Metode Merkuri

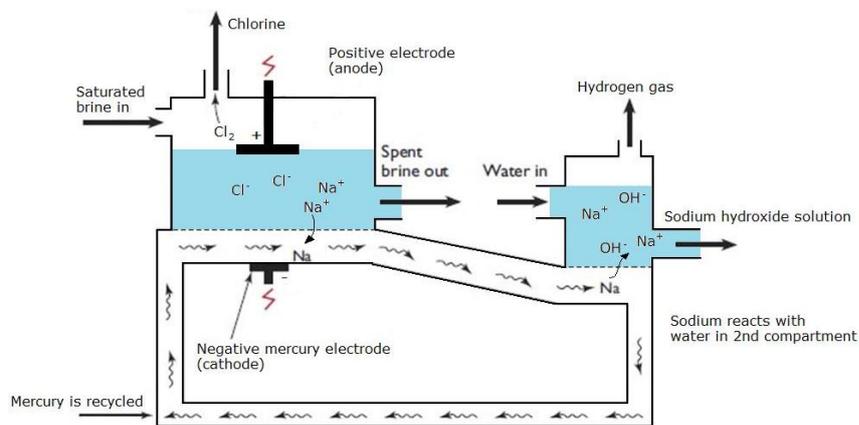
Pada metode ini, bahan yang digunakan sebagai katoda adalah merkuri (Hg) sedangkan grafit (C) digunakan sebagai anoda. Pada proses ini, larutan NaOH terjadi melalui pembentukan amalgam (NaHg). Tahapan pembentukan NaOH pada proses ini dibagi menjadi 3 tahap atau unit, yaitu:

- 1.) Tahap sel elektrolisis (*primary cell*): NaCl dielektrolisis menjadi Na⁺ dan Cl⁻, selanjutnya Na⁺ berikatan dengan Hg membentuk amalgam NaHg.

- 2.) Tahap *secondary cell (Denude/decomposer)*: amalgam Na bereaksi dengan air membentuk NaOH dan H₂, serta melepas Hg yang kemudian digunakan kembali/di-recycle.
- 3.) Tahap *Mercury pump*: memompa Hg dari *secondary cell* ke *primary cell* untuk digunakan kembali.

Kelebihan penggunaan sel merkuri adalah: kemurnian hasil NaOH yang tinggi (sekitar 50%) sehingga tidak perlu pemurnian kembali dan kapasitas yang lebih besar dan fleksibel.

Dibalik itu, kekurangan metode ini di antaranya: membutuhkan biaya yang sangat besar, kebutuhan bahan baku yang banyak, berbahaya bagi lingkungan karena merkuri yang bersifat racun dan polutan, dan penggunaan energi listriknya



yang besar.

Gambar 3.3 Metode Merkuri

3. Aplikasi Elektrolisis *Klor-Alkali* pada PT Pabrik Kertas Tjiwi

Kimia Tbk.

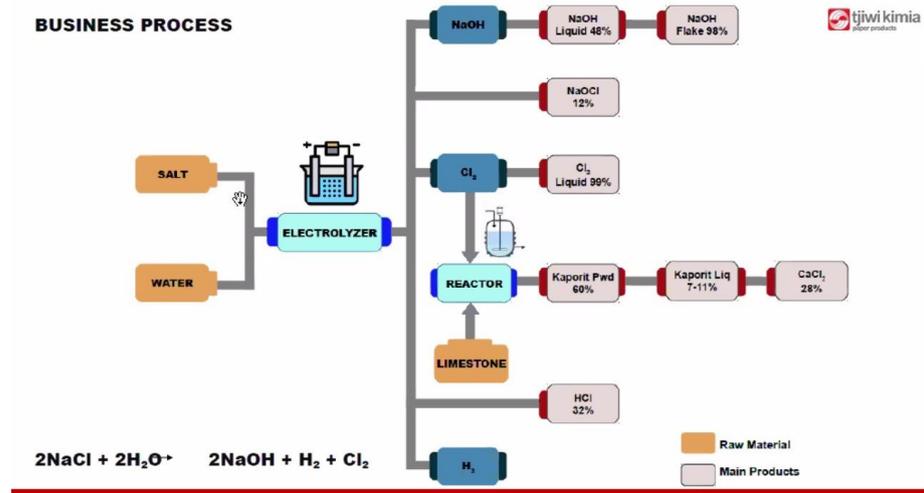
Dalam sejarahnya, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. telah memanfaatkan proses *klor-alkali* dengan menggunakan berbagai macam metode elektrolisis, diantaranya metode diafragma, metode merkuri, dan metode *ion-exchange membrane*. Saat ini, metode yang dinilai paling efektif dan yang digunakan oleh pabrik ini adalah metode *ion-exchange-membrane*. Hal ini dilakukan dengan memproses garam industri yang sudah disampling dan spesifikasi kandungannya melalui tahap-tahap berikut untuk dijadikan produk utama NaOH:

- a. Tahap Pretreatment: tahap pemurnian garam sebelum diproses menggunakan *clarifier*, filtrasi dengan menggunakan *sand filter* dan *plate and frame filter*, serta proses pertukaran ion dengan *kation-anion exchanger*.
- b. Tahap Elektrolisis: tahap pembentukan NaOH dengan melakukan proses elektrolisis pada NaCl dengan *ion-exchange membrane* pada *electrolyzer*.
- c. Tahap Pemekatan: tahap pemekatan kembali hasil produk NaOH dengan menggunakan *multiple effect evaporator* yang menghasilkan NaOH cair (kemurnian $\pm 50\%$) dan NaOH padat/flakes (kemurnian $\pm 98\%$)

D. Bahan dan Senyawa Kimia dalam Industri Kimia PT Pabrik Kertas

Tjiwi Kimia Tbk.

1. Pengolahan Senyawa Kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia



Tbk.

Gambar 3.4 Diagram Pengolahan Senyawa Kimia PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.

Berdasarkan diagram diatas, dapat disimpulkan bahwa bahan dasar pembuatan produk-produk kimia di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. terdiri atas air (H₂O) dan garam (NaCl) yang berasal dari air laut (*brine*) atau larutan garam industri dalam air. Dengan menggunakan *electrolyzer*, bahan-bahan baku tersebut dapat diolah menjadi soda api (NaOH) dalam wujud cair (tingkat kemurnian 48%) dan padatan/*flakes* (tingkat kemurnian 98%) dengan produk samping berupa gas Hidrogen (H₂) dan Klorin (Cl₂).

Senyawa-senyawa kimia seperti Hidrogen dan Klorin ini pun dapat dimanfaatkan sebagai produk-produk dagangan lainnya melalui proses dan pengolahan tertentu. Contohnya, gas hidrogen dan klorin yang ada dapat menjalani proses lebih lanjut menjadi Asam Klorida (HCl) Cair 32%, klorin (Cl₂) Cair 99% dan Sodium Hipoklorit (NaOCl) Cair 12% dapat dibentuk sebagai hasil olahan dari klorin, dan Kalsium Diklorida (CaCl₂) 28%. Kaporit (Ca(ClO)₂) Cair 7-11% dan Padatan/*Powder* 60% merupakan hasil pengolahan klorin (Cl₂) dengan batu gamping industri (CaCO₃).

Klorin yang akan diolah menjadi kaporit dan kalsium diklorida dimasukkan ke dalam tangki reaksi bersama batu gamping industri yang mengandung Kalsium (Ca). Melalui reaksi penetralan, pemanasan, dan penguapan, senyawa klorin dan batu gamping dapat menghasilkan kaporit (Ca(ClO)₂) dan kalsium diklorida (CaCl₂).

2. Kegunaan Senyawa-Senyawa Kimia Hasil Produksi PT Pabrik

Kertas Tjiwi Kimia Tbk. dalam Berbagai Bidang Industri

a. Soda Api (NaOH) Cair 48% dan Padatan/*Flake* 98%

Kegunaan: sebagai produk industri umum, seperti sabun dan deterjen, *pulp and paper*, tekstil, rayon, pertambangan, dan sebagainya.

b. Asam Klorida (HCl) Cair 32%

Kegunaan: untuk bidang industri, seperti pencucian besi dan fermentasi MSG, petroleum, biodiesel, PAC, dan sebagainya.

- c. Kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) Cair 7-11% dan Padatan/*Powder* 60%

Kegunaan: sebagai pembersih kolam renang, budidaya/tambak udang, desinfektan, pemutih/pemucat (bleaching), dan sebagainya.

- d. Sodium Hipoklorit (NaOCl) Cair 12%

Kegunaan: sebagai pembersih kolam renang, budidaya/tambak udang, desinfektan, pemutih/pemucat (bleaching), dan sebagainya.

- e. Klorin (Cl_2) Cair 99%

Kegunaan : untuk budidaya/tambak udang, desinfektan, membunuh kuman pada air PDAM, perusahaan pembersih lainnya.

- f. Kalsium Diklorida (CaCl_2) 28%

Kegunaan: sebagai *road de-icing* (untuk menghilangkan salju atau es pada permukaan jalan), *precast* (untuk mempercepat pengerasan semen & jalan), pulp dan kertas (untuk meningkatkan ketajaman printing), dan pupuk.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. merupakan salah satu pabrik kertas dan alat tulis terbesar di Indonesia, bahkan di dunia. Di balik produk kertasnya yang cukup ternama, awalnya pabrik kertas ini dimulai sebagai pabrik soda api (NaOH) yang memproduksi produk-produk kimia. Meskipun terjadi banyak perubahan, hingga saat ini, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. masih aktif dalam pembuatan soda api dan produk kimia lainnya untuk digunakan sebagai bahan industri, dipasarkan, dan untuk kebutuhan sehari-hari.

Pembuatan soda api yang dilakukan di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. memanfaatkan elektrolisis dalam proses *klor-alkali*, yakni elektrolisis yang melibatkan larutan NaCl untuk menghasilkan NaOH, H₂, dan Cl₂. Elektrolisis untuk *klor-alkali* diaplikasikan dengan berbagai metode seperti metode sel diafragma, metode *ion-exchange membrane*, dan metode merkuri. Adanya berbagai kelebihan dan kelemahan pada tiap metode harus dipertimbangkan untuk menjaga produktivitas dan keamanan sebuah perusahaan atau pabrik. Dalam hal ini, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. menggunakan metode *ion-exchange membrane* untuk membuat produk-produk kimia mereka karena dinilai sebagai metode yang paling efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Dari proses *klor-alkali* ini dihasilkan berbagai senyawa kimia seperti Soda Api (NaOH), Asam Klorida (HCl), kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), Sodium Hipoklorit (NaOCl), Klorin cair (Cl_2), dan Kalsium Diklorida (CaCl_2). Melalui berbagai proses, senyawa-senyawa ini dapat dibentuk menjadi produk-produk yang dapat digunakan dalam industri, peternakan/budidaya, perkebunan, pembersih, dan banyak lagi.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, ditemukan bahwa terdapat berbagai metode dan aplikasi dari elektrolisis dalam prosedur produksi produk-produk dalam industri kimia, terutama yang menggunakan proses *klor-alkali*. Dari berbagai metode-metode tersebut terdapat berbagai kelebihan dan kekurangan yang harus turut menjadi pertimbangan bagi suatu perusahaan industri agar dapat menjaga kualitas, kuantitas, dan efektivitas kegiatan produksi yang dilakukannya.

Sebagai salah satu pabrik industri kimia *klor-alkali* di Indonesia, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. juga memanfaatkan elektrolisis dengan metode *ion-exchange membrane* untuk menghasilkan produk-produk seperti soda api dan produk kimia lainnya. Berdasarkan pengamatan yang kami lakukan, metode ini merupakan metode yang paling ramah lingkungan, efektif, dan efisien untuk digunakan.

Meskipun kemurnian hasil soda api yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan metode merkuri, metode *ion-exchange membrane* ini diakui dunia sebagai metode paling berkembang dan efektif.

Terkenal akan karakteristiknya yang hemat energi dan biaya, ramah lingkungan, serta produktif dengan kualitas yang memadai, metode ini berkembang pesat di dalam maupun luar negeri. Oleh karena itu, menurut kami bijak bagi PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. untuk mempertahankan penggunaan teknologi metode *ion-exchange membrane* ini dan terus mengembangkan industri kimianya. Baik dari sisi teknologi yang digunakan maupun pemanfaatan produk yang dihasilkan.

REFERENCES

- Abqari, F. (2012). *Universitas Indonesia Aplikasi Teknologi Elektrolisis Plasma Pada Proses Produksi Klor-alkali*. Retrieved from <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20311747-S43378-Aplikasi%20teknologi.pdf>
- Administrator (2021). *About us*. Tjiwi.co.id. Retrieved from <http://www.tjiwi.co.id/index.php/about-us>
- Alfari, S. (2017, December). *Reaksi-Reaksi pada Sel Elektrolisis | Kimia Kelas 12*. Retrieved from <https://blog.ruangguru.com/reaksi-reaksi-pada-sel-elektrolisis>
- Crimson Academies Dux College. (n.d.). *HSC Chemistry – Industrial Chemistry notes*. Retrieved from <https://dc.edu.au/hsc-chemistry-industrial-chemistry/>
- Fauzan.(2014). *Pembuatan Natrium Hidroksida / NaOH dengan Sel Elektrolisis*. Retrieved from <https://www.meongnium.com/2019/08/pembuatan-natrium-hidroksida-naoh-dengan-sel-elektrolisis.html>
- Panaie, V. A. E., & Goncalves, E. F. (2017). *Prarencana pabrik NaOH dari garam industri kapasitas 4900 ton/tahun* (Doctoral dissertation, Widya Mandala Catholic University S). Retrieved from <http://repository.wima.ac.id/11170/2/BAB%201.pdf>
- Susianto, N. (n.d.). *Pengertian, Reaksi, Proses, Susunan Sel, Contoh Soal*. Retrieved from <https://www.studiobelajar.com/sel-elektrolisis/>
- Viandari, E. (2019, June). *Yuk, Perdalam Materi Elektrolisis Kelas 12 Ini dan Cari Tahu Manfaatnya buat Kamu!*. Retrieved from <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/kimia/materi-elektrolisis-kelas-12/>

LAMPIRAN

