

# Pra Desain Pabrik Tetrasodium Pyrophosphate dari Natrium Hidroksida dan Asam Fosfat Menggunakan Proses Dua Tahap dengan Pre-Treatment Netralisasi Kapasitas 44.000 ton/tahun

Citra Widiyawati <sup>1</sup>, Yustia Wulandari Mirzayanti <sup>2</sup>  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya<sup>1,2</sup>  
e-mail: citraya.82 @gmail.com

## ABSTRACT

*Tetrasodium pyrophosphate (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) is an inorganic compound used in the detergent manufacturing industry as a builder or stain remover. In addition, TSPP can also be used in the paint industry, construction industry, ceramic industry, and the culinary world. The location of the tetrasodium pyrophosphate factory is planned to be established in Gresik sub-district, Gresik district, East Java, which is south of the Java Sea. Its strategic location which is close to factories that supply raw materials such as PT. Tjiwi Chemistry. Beside that, its location is in an Industrial Estate so that it can support the utility section. The availability of empty land that is still wide allows for expansion of the factory for the future. The form of this company is a Limited Liability Company (PT) with line and staff organizational structure. A lot employees as many as 300 people. From the results of the economic analysis, the Internal Rate of Return (IRR) is 34,845%, the Pay of Time (POT) is 2,972 years, and the Break Even Point (BEP) is 33,02%. Based of the determined economic analysis, Tetrasodium pyrophosphate from sodium hydroxide and phosphoric acid is feasible to be established.*

**Keywords:** *Tetrasodium pyrophosphate, Economic analysis, Factory feasibility.*

## ABSTRAK

Tetrasodium pyrophosphate (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) merupakan senyawa anorganik yang digunakan pada industri pembuatan deterjen sebagai builder atau penghilang noda. Selain itu, TSPP dapat juga digunakan pada industri paint, industri konstruksi, industri keramik, dan dunia kuliner. Lokasi pabrik tetrasodium pyrophosphate rencananya akan di dirikan Gresik, Jawa Timur. Lokasinya dalam jangkaun mudah dengan pabrik penyedia bahan mentah seperti perusahaan Tjiwi Kimia. lokasi yang berada pada Kawasan Industri. Area daerah kosong yang memungkinkan pemekaran pabrik masa yang akan datang. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staff. Jumlah karyawan sebanyak 300 orang. Dari pengamatan analisa keuntungan tersebut dengan perhitungan Internal Rate of Return (IRR) sebesar 34,845%, Pay of Time (POT) sebesar 2,972 tahun, dan Break Even Point (BEP) sebesar 33,02%. Berdasarkan pengamatan dan pengembangan ekonomi yang telah ditentukan, Tetrasodium Pyrophosphate dari Natrium hidroksida dan asam fosfat memenuhi didirikan.

**Kata kunci:** Tetrasodium pyrophosphate, analisa ekonomi, kelayakan pabrik.

## PENDAHULUAN

Indonesia seharusnya mengembangkan unsur bidang yang mendukung untuk perkembangan pabrik atau pabrik bahan kimia. Jumlah industri kimia semakin bertambah dan meningkat, untuk industri detergen, pembersihan air dan cat yang pada dengan memakai tetrasodium pyrophosphate sebagai bahan utama. Dapat dilihat akan penyediaan tetrasodium pyrophosphate secara menyeluruh dan umum yang dominan dan mengalami pergerakan naikan dari waktu ke jenjang berikutnya. Kenyataan bahwa produksi dalam negeri tetrasodium pyrophosphate masih minim. Data yang di peroleh kebutuhan tetrasodium pyrophosphate di tahun 2020 mencapai 1.200.536 kg/tahun.

Penting sekali perencanaan pendirian pabrik *tetrasodium pyrophosphate* di Indonesia. Dengan harapan bisa menyediakan bahan utama dan menjadi barang ekspor Indonesia dan dapatkan dukungan dari pemerintah. Negara berkebutuhan peningkatan lagi sektor bidang yang memfasilitasi untuk perkembangan pengadaan bahan kimiawi. Jumlah industri di Indonesia semakin maju, khususnya industri pembersih cair seperti detergen, pemurnian air dari kotoran dan cat yang digunakan *tetrasodium pyrophosphate* sebagai bahan pembentuk produk baku. Selain

itu, dapat di amati dengan dilihat dari setok bahan *tetrasodium pyrophosphate* di Indonesia sangat berpengaruh dan bergerak dari tahun pertama ke tahun berikutnya. Yang jadi permasalahan namun pengadaan dalam negeri *tetrasodium pyrophosphate* belum dilaksanakan. Dari data yang di peroleh penggunaan *tetrasodium pyrophosphate* di era 2020 mencapai 1.200.536 kg/tahun. Penting sekali pendirian pabrik *tetrasodium pyrophosphate* di jaman sekarang. Pendirian pabrik diharapkan dapat menguntungkan bagi menyediakan bahan mentah serta menjadi bahan ekspor ke luar negeri dan negara dalam era jaman modern global.

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam membangun dan mengembangkan pabrik, seleksi dilakukan dari tahapan yang melalui beberapa jenjang yang ada. Pemilihan setiap proses dilakukan dengan tujuan pabrik dapat membuat hasil olahan secara hemat efisien dan mempertimbangkan unsur-unsur dari segala yang ada, baik sehubungan dengan factor dari bahan baku, bahan pelengkap dan penunjang, system penentu utilitas, hingga ongkos biaya produksi. Pada umumnya proses pembuatan Tetrasodium pyrophosphate sama jika dibandingkan dengan proses pembuatan Sodium Trypolyphosphate. Secara keseluruhan dengan pembuatan Tetrasodium pyrophosphate dapat di ujudksn dari :

- Proses Dua Tahap Pengeringan
- Proses Hoechst-Knapsack

### Proses Dua Tahap

Menurut Ullmann's (1990), dalam proses pembangunan dan pengembangan ini terdiri dari tahapan. Pada tahap pertama muncu dehidrasi dalam mencampurkan monofosfat anhidrat pada penerima dalam sebuah wah tertentu. Dari wadah di sedot menggunakan pompa ke perangkat penyemprot diteruskan ke pengeringan untuk membentuk butiran granul. Kejadian memicu kondensasi parsial menghasilkan difosfat sudah terjadi. Kondensasi aktual untuk mengubah triphosphate atau monodyle teejadi dtahap berikutnya. Umumnya, spray dryer digunakan menguragi air di dalam monofosfat. Pada spray tower gas suhu tinggi daari hasil pemanasan dari udara di sekitarnya dengan combustion chamber. Debu Spray tower ditambah silo nantinya akan di geser dalam wet dust removal from flue gas untuk proses di buang . Butiran granular dimasuk ke sieve dengan tujuna screening untuk dialirkan ket mill untuk di rubah jadi butiran monodyle menjadi yang lebih halus. Pneumatic conveyor supaya bisa dialirkan ke butiran granul monodyle ke silo sebagai wadah dan tempat tampungan sementara.

Pada tahap dua, sodium tripolyphosphate rotary kiln dilakukan konversi dalam bentuk menjadi trifosfat. Energi diperoleh dari gas suhu tinggi ruang pengering atau menggunakan yala api nyala api dari bahan minyak atau gas. suhu pada saat kalsinasi merupakan ukuran parameter pengendalian waktu pembentukan sodium tripolyphosphate pada penyelesaian produk. Phase I dan Phase II seringkali terjadi serentk. Produksi akan dihasilkan kandungan produk yang ain samping contohnya tetrasodium pyrophosphate dan sodium metaphosphate.

Proses awal ini sama dengan mengilangkankandungan air terjadi satu tahap, dengan melakukan proser kandunan mereaksikan pengasaman. Proses pengeringan dibarengi polikondensasi dilakukan dengan unit peralatan yang tidak sama. Proses produk dihasilkan melalui peralatan dengan *bulk density* yang lebih besar dari proses penghilangan ainya.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. *Mixing Tank*

2. *Dryer*

Dryer yang banyak jenis dan unsurnya. Dominansi diterapkan menggunakan *spray tower* supaya untuk dihasilkan butiran bentuknya dalam wujud kecil

### 3. *Calsiner*

Digunakan sebagai tempat terjadinya polikondensasi. Umumnya digunakan *calsiner*.

### 4. *Grinding* dan *screening*

## Proses Hoechst-Knapsack

Proses Hoechst-Knapsack pembuatan sodium tripolyphosphate pada saat berlangsung single stage yang bersamaan rotary kiln bisa juga menggunakan spray drying towers. caustic soda ditambah bahan phosphoric acid dari penampungan dialirkan ke menuju wadah dalam neutralization ruang pengolah pada proses ini di tambah larutan soda ditambah wash water. Larutan monofosfat di hamburkan dengan tekana pada 1-2 Mpa menuju tempat spray tower. Pengerinan diterukan dan gabungkan dengan struktur di area sekitar nosel dan di peroleh daerah nyala panas yang diarahkan menyatu ke daerah pusat menara. Penyemprotan melaju arah kebawah cocurrent menggunakan gas burner dan segera mengalami pengeringan menjadi trifosfat. Sebagian besar  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  bergabung keduanya di tower cone dan di buang. Partikel yang lebih kecil halus akan di jauhkan dari gas oleh cyclone. Gas di saring secara alami dengan cairan pembersih yang di sediakan. Produk dari sodium tripolyphosphate akan masuk ke bagian dalam rotary cooling drum. produk ini tungau panas nya kurang terlebih dulu menggunakan cooling water sehingga suhu produk berkisar  $T = 60^\circ\text{C}$ . berikutnya rotary cooling drum dipindahkan ke dalam cylo dan di kemas.

Produk menyerupai kristal akan mengasilkan produk akan mempunyai kandungan partikel triphosphate hingga 98%. Bentuk menyerupai kristal bentuk tertentu bisa diperoleh dengan mengabil contoh pengoperasian kristal benih secara serentak dengan merubah bentuk yang beda sesuai yang diinginkan. Partikel dalam bentuk kasar  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  ( $>0,15$  mm) di buat sedemikian rupa dengan cara kristal ini. Kristal yang dapat diambil berasal dari residu dalam wadah filter debu agar butiran sampah ini memiliki khas spray dan suspensi berguna.

## METODE

Seleksi proses produksi Tetrasodium pyrophosphate didasarkan kenyataan terjadinya kelebihan serta nilai merugikan proses sebahai contoh yang menjadi dasar dijelaskan tahap sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan dengan tabel seperti di bawah ini:

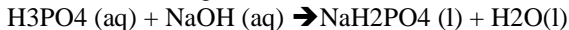
TSSP yang diproduksi dibuat dengan pengeringan berualan 2 tingkat. Proses ini karena emiliki kadar TSPP

### Tahap Persiapan Bahan Baku

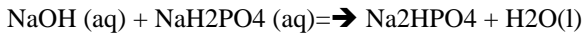
TSPP diolahdari mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dikenal *orthophosphate*.. Persiapan bahan mentah untuk menyiapkan bahan baku NaOH ditambah  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . NaOH berbentuk larutan 50% disebut larutan Sorensen. baahan NaOH 99% berupa flake dalam wadah penyimpanan (F-113) dilarutkan dengan air . Larutan NaOH dan larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85% dalam tangki penyimpanan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (F-111) centrifugal pump yang memiliki kode alat berturut-turut (L-112) dan (L-116).

Penetralisasi, digunakan 2 tempat proses brurutan atau seri. larutan NaOH 50% dari tangki pelarutan NaOH (M-115) dan larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85% dari wadah berupa tangka untuk penyimpanan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (F-111) dialirkan pindah menuju bejana reaktor I (R-110) dengan cara ditentukan menggunakan alat centrifugal pump yang diberikan memiliki lambang berturut-turut (L-112) dan

(L- 116) . larutan direaksikan didalam reaktor I (R-110). Dalam reaktor pertama proses terjadi reaksi dalam bentuk sebagai berikut :



Reaktor yang di gunakan dilengkapi pembungkus jaket dengan menurunkan suhu lebih dingin dari cooling tower untuk menjaga suhu pada 100oC, karena akan terjadi reaksi yang mungkin terjadi bersifat eksotermis. Hasilnya sisa pada reaktor I kemudian lanjutkan berikutnya dialirkan kea rah tempat menuju Reaktor II (R-120) dengan alat menggunakan sistem centrifugal pump (L-121),. Pada reaktor II dilakukan penambahan reaktan NaOH dari tangki pelarutan NaOH (M-115) yang dialirkan menggunakan centrifugal pump (L-116). Di dalam reaktor II terjadi reaksi sebagai berikut



Reaksi yang terjadi ini bersifat eksotermis untuk itu di reaktor II ditambah alat jaket pendingin yang di gunakan cooling tower. Larutan pendingin pada reaktor I dan II yang masuk jaket memiliki suhu 0oC dan keluar dari jaket dengan suhu 30oC.

### Tahap Penggilingan Akhir

Padatan TSPP akan di saring ukuran  $\pm 100$  mesh dan dilengkapi dengan peralatan *vibration screen* (H-313) untuk menghindari dan mencegah partikel ukuran lebih dari 100 mesh untuk lolos, Padatan tersaring *screen* dibawa menuju tempat *ball mill*. Padatan yan sdah jadi diteruskan kea rah menuju silo (F-317) melalui jembatan penghubung *screw conveyer V* (J-315) dan *bucket elevator II* (J-316).

Indikator untuk melihat kepatutan untuk dilaksanakan pengadaan adalah melihat keuntungan.. Proses produksi bertahap dengan kapasitas 60%, 80%, 100% produk. selama 10 tahun keuntungan dihitung memperhatikan penyusutan alat, bayar pajak dan suku bunga bank. Untuk mengamati perkiraan untung rugi dalam merencanakan mendirikan pabrik akan refinasi dilakukan peninjauan peluang pengembalian modal (pay out time), interest rate of return (IRR), dan titik impas (break event point)<sup>11</sup>. Persamaan yang digunakan yaitu :

$$BEP = \frac{FC + 0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\%$$

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi}$$

Dimana : n = Tahun

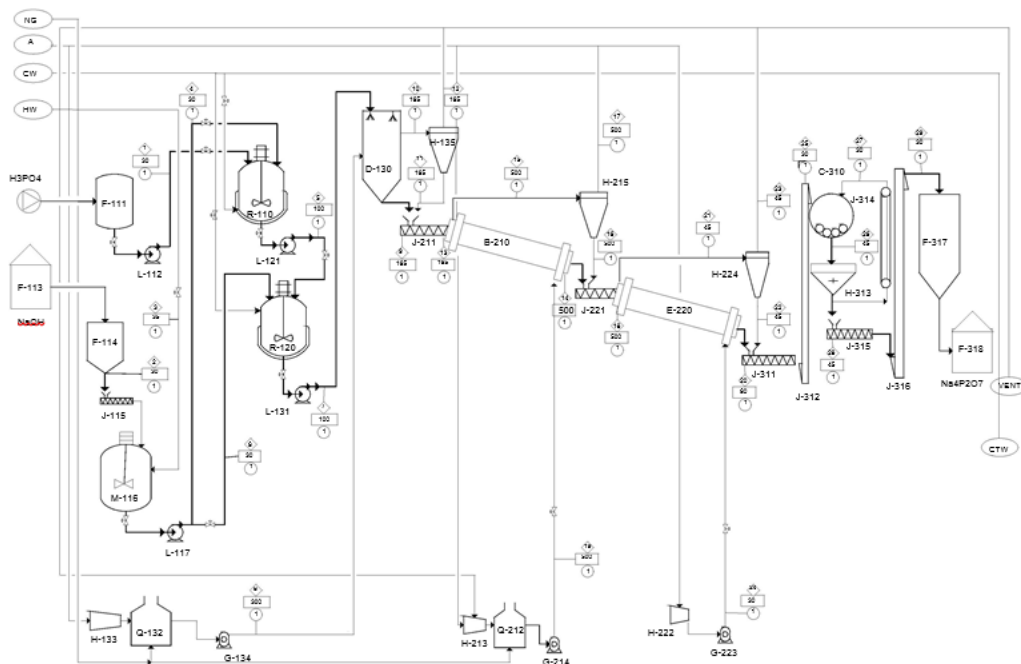
CF = Cash Flow pada suku ke-n

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{Discount factor (DF)}$$

Sedangkan untuk mengkalkulasi timing pengembalian biaya awal dapat menerapkan menggunakan table alir Cumulative Cash Flow. Tabel Cumulative Cash Flow yang di brian dengan jenjang tahun pertama hingga satu dekade dilihat pada tahun ke- berapa nilai total investasi Kembali modal akan terpenuhi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pabrik *tetrasodium pyrophosphate* ini akan didirikan di Manyar, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Lokasinya yang strategis yang dari jankauan dengan pabrik penyuplai bahan baku utama yang ada seperti PT. Tjiwi Kimia. Ketersediaan. Total karyawan yang dibutuhkan untuk memproduksi *tetrasodium pyrophosphate* ini direncanakan berjumlah 300 orang dengan 208 orang/hari karyawan proses. Jumlah karyawan ini dirasa mampu memenuhi kebutuhan *tetrasodium pyrophosphate* yang meningkat. Berikut adalah gambar *Flowsheet pabrik tetrasodium pyrophosphate*



Gambar 1. Flowsheet Pabrik Tetrasodium pyrophosphate

Pabrik Tetrasodium pyrophosphate ini akan didirikan diatas tanah dengan luas dan bangunan 15.000 m<sup>2</sup> dengan kapasitas 44.000 ton/tahun. Biaya untuk pembelian peralatan proses beserta peralatan utilitas sebesar Rp 111.522.891.660,00 menggunakan indeks harga tahun 2022. Modal investasi untuk pendirian pabrik tetrasodium pyrophosphate menggunakan 60% modal sendiri dan 40% pinjaman dari bank. Berdasarkan hasil dari perhitungan biaya total produksi untuk mencapai kapasitas 100% membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.437.199.039.133,00.

Ketika kapasitas mencapai 100%, total penjualan produk sebesar Rp. 1.980.000.000.000,00. Total biaya produksi dan total penjualan produk yang sudah diperoleh, kemudian dilakukan analisa ekonomi dengan mencari nilai waktu pengembalian modal (*pay of time*), *Interest Rate of Return* (IRR), dan titik impas (*Break Event Point*). Berdasarkan analisa ekonomi dengan harga jual produk Rp. 45.000,00 didapatkan nilai *Interest Rate of Return* (IRR) sebesar 34,845% yang mana lebih besar dari bunga pinjaman bank yaitu 11% berarti laju pengembalian modal lebih tinggi dari pada bunga bank. Waktu pengembalian modal (POT) berdasarkan analisa ekonomi yaitu 2,96 tahun. Sehingga, pendirian pabrik tetrasodium pyrophosphate ini sangat menguntungkan dan meningkatkan kepercayaan investor. Nilai *Break Event Point* (BEP) diperoleh sebesar 33,02% yang mana modal investasi sudah dapat dikembalikan pada kapasitas produksi 145 ton/tahun.

**Tabel 1. Cummulative Cash Flow**

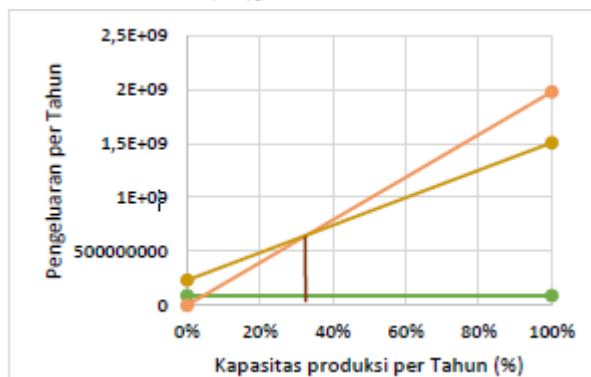
Tahun ke	Cash Flow		Cummulative Cash Flow	
1	Rp	197.665.666.270	Rp	197.665.666.270
2	Rp	281.994.797.727	Rp	479.660.463.997
3	Rp	366.323.929.183	Rp	845.984.393.180
4	Rp	369.232.916.509	Rp	1.215.217.309.689
5	Rp	372.141.903.835	Rp	1.587.359.213.525
6	Rp	375.050.891.162	Rp	1.962.410.104.686
7	Rp	377.959.878.488	Rp	2.340.369.983.174
8	Rp	380.868.865.814	Rp	2.721.238.848.988
9	Rp	383.777.853.140	Rp	3.105.016.702.128
10	Rp	386.686.840.466	Rp	3.491.703.542.594

**Tabel 2. Data Biaya Fixed Cost, Variable Cost, Semi Variable Cost, dan Sell**

No	Keterangan	Jumlah
1	Biaya Tetap (FC)	Rp 92.328.909.822
2	Biaya variabel (VC)	
	*Bahan Baku	Rp 763.219.184.400
	*Utilitas	Rp 150.822.127.746
	*Royalti	Rp 30.164.425.549
	Total Biaya Variabel	Rp 944.205.737.695
3	Biaya Semi Variabel (SVC)	
	*Tenaga Kerja	Rp 16.069.200.000
	*Pemeliharaan dan Perbaikan	Rp 14.204.447.665
	*Operating Supplies	Rp 1.136.355.813
	*Laboratorium	Rp 1.285.536.000
	*General Expenses	Rp 286.562.042.717
	*Plant Overhead Cost	Rp 150.822.127.746
	Total Biaya Semi Variabel (SVC)	Rp 470.079.709.941
4	Total Penjualan (S)	Rp 1.980.000.000.000

Apabila menggunakan perhitungan, maka BEP dapat dihitung menggunakan (5-3), Kusnarjo (2010).

$$\begin{aligned} BEP &= \frac{FC + 0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\% \\ &= \frac{Rp. 233.352.822.804}{Rp. 706.738.465.347} \times 100\% \\ &= 33,02\% \end{aligned}$$



Gambar 1. Break Event Point Pabrik Tetrasodium pyrophosphate

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa ekonomi yang telah dilakukan terhadap rencana pendirian pabrik *tetrasodium pyrophosphate*, dapat disimpulkan bahwa nilai POT selama 2,972 tahun, nilai IRR sebesar 34,845, dan nilai BEP sebesar 33,02%. Sehingga membuat pabrik ini layak untuk didirikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada YPTS dan Jurusan Teknik Kimia ITATS sehingga penelitian ini dapat terselenggara.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brownell, L.E and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design 1st Edition*. New York: John Willey and Sons Inc.
- [2] Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Process and Unit Operation 3rd Edition*. New Delhi: Prentice-Hall of India.
- [3] Hesse, H.C. 1945. *Process Equipment Design 1st Edition*. United States of America: Van Nostrand Company.
- [4] Himmelblau, D. M. 1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering 5th Edition*. Singapore: Prentice-Hall International.
- [5] Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Singapore: Mc. Graw-Hill Book Company.
- [6] Kirk-Othmer. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology 5th Edition*. John Wiley and Sons, Inc.
- [7] Klingsirn, C.F., Waag, A., Hoffmann, A., Geurts, J. 2010. *Zinc Oxide: From Fundamental Properties Towards Novel Applications*. New York: Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- [8] Kusnarjo. 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS.
- [9] Kusnarjo. 2010. *Pengantar Sintesa Proses*. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS.
- [10] Mc, Cabe, L.W., Smith, C.J., Harriot, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering 5th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill, Inc.

- [11] Mc, Cabe, L.W., Smith, C.J., Harriot, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering 5<sup>th</sup> Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill, Inc.
- [12] Perry, J.H. 1997. *Chemical Engineer's Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. United States of America: Mc. Graw-Hill Companies, Inc.
- [13] Peters, M.S., and Timmerhause, K.D. 1981. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers 3<sup>th</sup> Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill International Book Company.
- [14] Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. United States of America: John Willey and Sons, Inc.
- [15] US Patent 1781702. 1930. *Process of Manufacturing High-Grade Zinc Oxide* (diakses pada Desember 2021).
- [16] US Patent 380131619.1974. *Bicharge Zinc Oxide* (diakses pada Desember 2021).