

## PRARANCANGAN PABRIK MONOBASIK KALIUM FOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN KALIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 3.500 TON/TAHUN

Aceng Lesti <sup>\*1</sup>, Gita Cristy<sup>1</sup>

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Jln. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: [gecegitacristy@gmail.com](mailto:gecegitacristy@gmail.com)

### Abstrak

Monobasik kalium fosfat (MKP) merupakan salah satu jenis senyawa yang sering digunakan sebagai pupuk oleh para petani karena kandungan kalium dan fosfat yang tinggi. Pabrik MKP dari asam fosfat dan kalium hidroksida dirancang dengan kapasitas 3.500 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan monobasik kalium fosfat di Indonesia pada 2026 mendatang.

Proses reaksi pembentukan MKP terjadi secara eksotermis pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan temperatur 80 °C selama 1 jam di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan konversi 99%. Pembuatan MKP pada proses penyiapan bahan baku melalui proses pencampuran antara kalium hidroksida dan asam fosfat yang mana sebelum masuk ke dalam reaktor bahan baku tersebut diencerkan hingga konsentrasi 37% di dalam mixer. Kemudian keluaran dari reaktor masuk ke dalam homogenizer untuk menyamakan ukuran dan menghomogen produk keluaran. Selanjutnya produk akan diteruskan dengan bantuan pompa menuju evaporator untuk menguapkan air dalam produk. Kemudian akan diteruskan menuju spray dryer dengan temperatur 300 °C untuk menghilangkan kandungan air, hingga kemurnian produk (MKP) yang dihasilkan 99%. Setelah kemurnian produk tercapai, selanjutnya akan masuk ke dalam screen untuk disesuaikan ukurannya sebelum masuk ke dalam gudang penyimpanan produk. Pabrik direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang akan didirikan di daerah industri Gresik, Jawa Timur. Struktur organisasi line and staff dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 125 orang.

Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa Percent Return On Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 15,17%. Pay Out Time (POT) sesudah pajak adalah 3,97 tahun. Nilai Break Even Point (BEP) sebesar 44,79% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 21,53% kapasitas. Berdasarkan data-data di atas dapat disimpulkan, bahwa pabrik monobasik kalium fosfat dengan kapasitas 3.500 ton/tahun ini layak didirikan.

Kata Kunci: MKP, RATB, asam fosfat, kalium hidroksida.

### 1. Pendahuluan

Bangsa Indonesia saat ini tengah berusaha untuk tumbuh dan berkembang atas kemampuannya sendiri dan mengurangi ketergantungan dari negara lain. Sehingga berbagai sektor ditingkatkan dan salah satunya adalah sektor industri yang sangat diharapkan menjadi salahsatu tulang punggung perekonomian bangsa kita. Monobasik kalium fosfat (MKP) adalah sebuah senyawa yang dimanfaatkan sebagai pupuk, untuk buah-buahan dan tanaman sayuran. Selain menyuplai unsur fosfor juga sekaligus memberikan unsur kalium yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Dibandingkan dengan pupuk fosfat lainnya, pupuk MKP memiliki kelebihan yaitu memiliki kadar kalium dan fosfor yang tinggi sehingga dapat digunakan lebih banyak untuk tanaman. Disamping itu kemudahannya mengurai dalam air lebih besar sehingga distribusinya sebagai makanan tanaman lebih baik (Nurmalasari dan Talulembang, 2021). Perkiraan kebutuhan impor MKP di Indonesia yang akan kita rancang harus diketahui dari kapasitas ekspor dan impor, jumlah kapasitas pabrik yang sudah beroperasi di Indonesia

dan besarnya nilai konsumsi MKP di Indonesia. Tujuannya untuk dapat memperkirakan jumlah yang dibutuhkan oleh pasar, sehingga dapat diketahui jumlah kapasitas produksi MKP untuk beberapa tahun kedepan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik ekspor dan impor MKP tahun 2015 sampai 2019 pada Tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1. Data Ekspor dan Impor MKP (bps.go.id)

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan Impor (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2015	6.184	2,09	1.951	-938,18
2016	6.082	-1,67	8.275	76,42
2017	8.172	25,57	43.283	80,88
2018	7.624	-7,18	42.602	-1,59
2019	6.605	-15,42	28.860	-47,61
Total	34.667	3,39	124.971	-829,9
Rata-rata		0,67		-166





Berdasarkan data yang diperoleh dapat diperkirakan banyaknya kebutuhan MKP pada tahun 2026 yang diperoleh dengan perhitungan *discounted method* (Ulrich, 1984) :

$$F = P (1+i)^n$$

Keterangan:

- F = Nilai kebutuhan pada tahun-2026
- P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)
- I = Kenaikan data rata-rata
- n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Hasil perhitungan *discounted method*, diperoleh peluang kapasitas produksi MKP di Indonesia pada tahun 2026 adalah sebesar 3.500 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

Perbandingan proses untuk pembuatan MKP terdiri dari dua proses yang ditunjukkan pada Tabel 2. berikut:

**Tabel 2.** Pemilihan Proses Pembuatan MKP

Kondisi Operasi	Hidrolisis	Biosintesis
Tekanan	1 atm	1 atm
Suhu	80°C	265°C
Konversi	99%	60%
Waktu Reaksi	1 jam	2 jam
Produk Samping	H <sub>2</sub> O	HCl
Aspek Lingkungan	Tidak menghasilkan limbah	Suhu tinggi menghasilkan asap serta limbah produk samping HCl
Reaksi	Eksotermis	Endotermis
Energi Gibbs	-7,79 kkal/mol	11,33 kkal/mol

Dari aspek tersebut, maka dipilih proses pembuatan dari H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH dengan pertimbangan :

1. Keuntungan penjualan lebih tinggi
2. Kondisi operasi yang mudah dicapai.
3. Kemurnian produk yang lebih tinggi (>80 %).
4. Nilai konversi yang tinggi (99%).

### 2.1 Proses Pembuatan Monobasik Kalium Fosfat

Proses pembuatan monobasic kalium Fosfat dengan proses netralisasi dibagi dalam beberapa tahap yaitu tahap penyiapan bahan baku tahap reaksi dan tahap pemurnian dan pengepakan sebagai berikut.

#### 1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Proses pembuatan MKP dilakukan dengan mencampurkan antara asam fosfat dengan kalium hidroksida, dimana kalium hidroksida padat dimasukkan ke dalam *mixer* untuk diencerkan hingga konsentrasi 37% dan dipanaskan menggunakan *heater* hingga suhu 80°C. Sementara itu asam fosfat yang memiliki konsentrasi 90% dari *storage tank* juga diumpangkan menggunakan pompa kedalam *heater* untuk dipanaskan hingga suhu 80°C. Kemudian kedua larutan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor.

#### 2. Tahap Reaksi

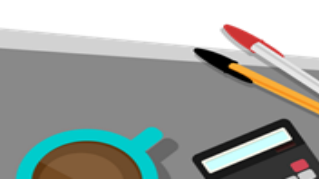
Reaksi antara kalium hidroksida dan asam fosfat merupakan reaksi eksotermis yang berjalan spontan, reaksi yang terjadi pada reaktor sebagai berikut



Tahap reaksi terjadi didalam reaktor. Asam fosfat dan kalium hidroksida yang sudah berada di fase cair diumpangkan kedalam reaktor yang akan direaksikan dengan suhu 80°C dimana suhu reaktor dijaga konstan dan tekanan 1 atm dan serta konversi 90%. Pengontrolan reaksi dilakukan dengan waktu tinggal dalam reaktor selama 1 jam agar hasil produk optimal. Produk yang dihasilkan dari reaktor yaitu berupa KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O serta bahan baku KOH dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang tidak bereaksi. Selanjutnya produk hasil dari reaktor akan dialirkan menuju cooler untuk didinginkan sebelum dialirkan ke hopper homogenizer dan masuk ketahap pemurnian dan pengepakan produk.

#### 3. Tahap Pemurnian dan Pengepakan

Produk keluaran reaktor yang berupa KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O serta bahan baku KOH dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang tidak bereaksi akan mengalir melalui bagian bawah reaktor, yang selanjutnya akan masuk ke homogenizer. Pada homogenizer produk akan diaduk agar MKP mendekati jenuh dan untuk menyamakan ukuran partikel keluaran dari reaktor. Kemudian feed dari homogenizer diumpangkan menuju evaporator untuk dikurangi kadar air yang terdapat pada produk, yang selanjutnya akan diumpangkan ke dalam spray dryer menggunakan pompa, spray dryer yang berfungsi untuk menguapkan air dan



mengeringkan slurry sampai kering dengan cara termal, sehingga didapatkan hasil berupa zat padat yang kering Umpan akan masuk kedalam spray dryer melalui spray disk atomizer yang dipasang diatas alat. Umpan tersebut dikabutkan menjadi butir-butir halus, yang kemudian dilemparkan secara radial kedalam arus udara panas yang masuk melalui puncak spray dryer, sehingga umpan tadi akan mengering. Udara panas yang digunakan tersebut merupakan udara yang dinaikkan temperaturnya menjadi 300°C dalam heater dan dialirkan menggunakan blower. Sebagian besar  $KH_2PO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $KOH$  dan  $K_2CO_3$  kering mengendap keluar dari udara ke dasar pengering dan dikeluarkan dari ruangan tersebut dengan bantuan katup putar. Gas yang telah mendingin disedot dengan kipas pembuangan melalui saluran pembuangan horizontal, gas tersebut dilewatkan melalui cyclone separator dimana partikel-partikel yang terbawa ikut didalam gas lalu dipisahkan. Zat padat kering yang keluar dari spray drying digabungkan dengan partikel-partikel yang keluar dari cyclone separator menuju ball mill, sedangkan gas akan naik kebagian atas cyclone separator dilepaskan untuk disaring menggunakan bag filter yang kemudian dibuang ke udara. Zat padat yang keluar dari spray dryer dan cyclone separator akan jatuh menuju ball mill dan digiling hingga ukuran 600 mesh sehingga lolos ayak pada screening. Padatan yang tidak lolos screen akan direcycle kembali menuju ball mill menggunakan pneumatic conveyor menuju ke solid storage.

### 3. Utilitas

Sumber air pada pabrik MKP diperoleh dari Sungai Kalimas. Air yang digunakan adalah sebesar 2.267.268,4612 kg/jam. Kebutuhan Listrik pabrik diperoleh dari PT. PLN Persero Gresik dan digunakan generator sebagai cadangan energi. Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik MKP dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

**Tabel 3.** Kebutuhan Utilitas Pabrik MKP

Kebutuhan	Jumlah
Steam	70,1499 kg/jam
Bahan Bakar	390,1576 L/jam
Listrik	860,8848 kW

### 4. Analisa Ekonomi

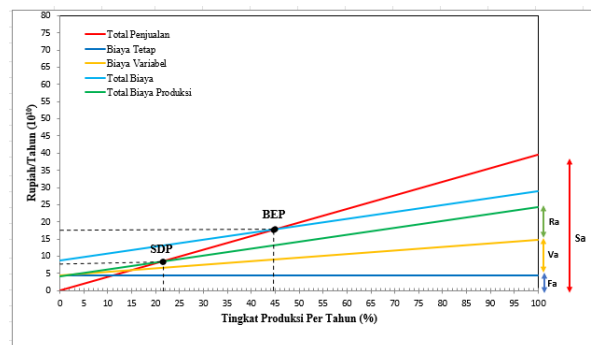
Analisa ekonomi perlu dilakukan agar mengetahui berapa besar keuntungan yang didapatkan oleh pabrik ini sehingga bisa dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik MKP dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut:

**Tabel 4.** Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	15,17%	Min. 11%	Layak
POT	3,97 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	44,79%	40-60%	Layak
SDP	21,53%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

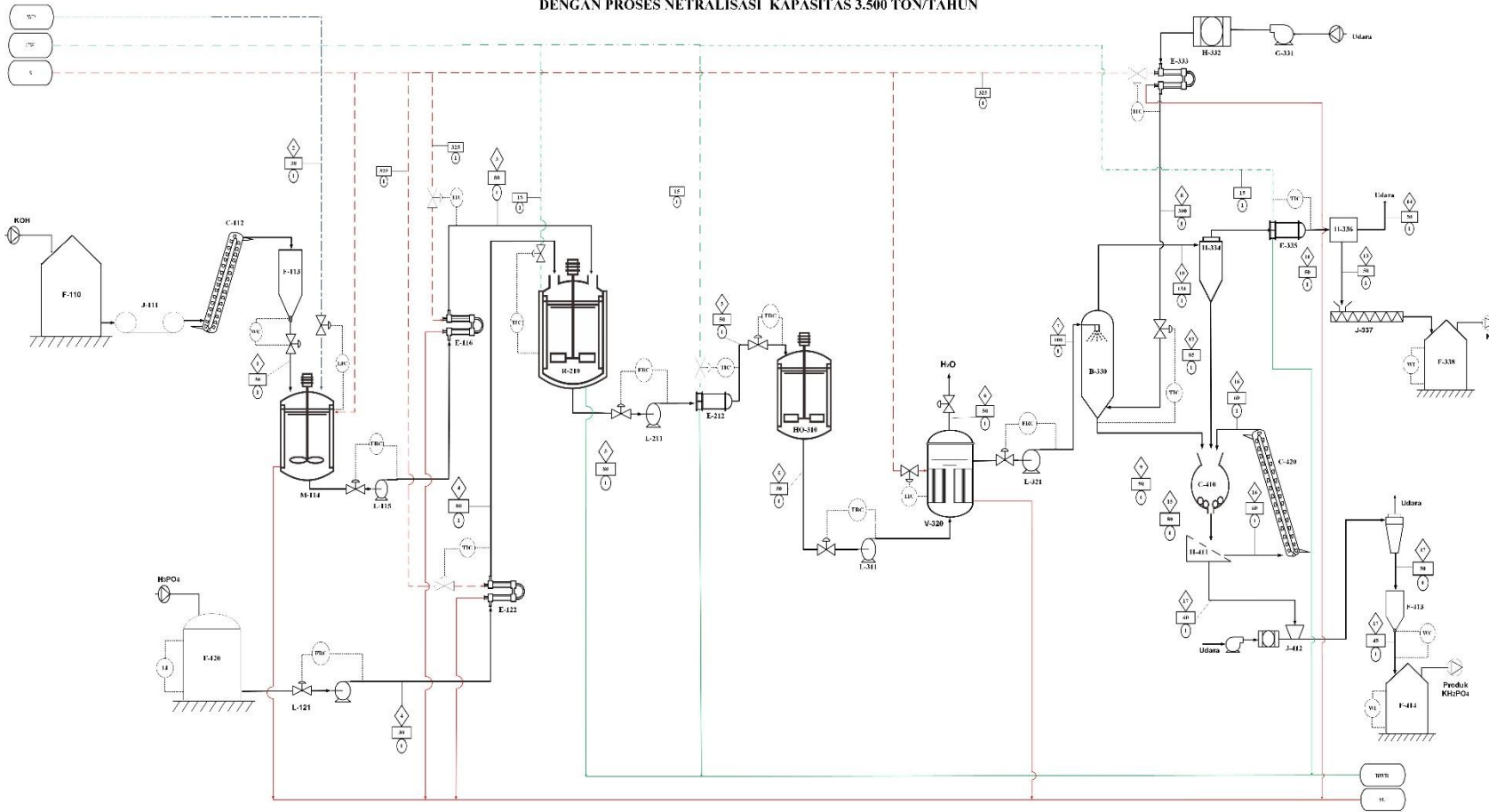
*Return on Investment* (ROI) merupakan tingkat laba yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) yaitu *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan berdasarkan profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik MKP dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.** Grafik BEP dan SDP



**FLOW DIAGRAM PROCESS**  
**PRARANCANGAN PABRIK MONOBASIK KALSIUM FOSFAT DAN KALSIUM HIDROKSIDA**  
**DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 3.500 TON/TAHUN**



Simbol Proses		Simbol Proses	
(F)	Storage Tank	◇	Steam (Uap)
(M)	Mixer	□	Temperature Pt
(R)	Reaktor	○	Flow Meter
(E)	Evaporator	○	Flow Valve
(C)	Cyclone	○	Control
(J)	Conveyor	○	Weight Control
(T)	Temperature Control	○	Flow Control
(L)	Level Indicator Control	○	Flow Rate Control

NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH
32	F-414	GUDANG PRODUK MKP	1
31	F-412	BIN	1
30	J-412	PENUMPUK CONVEYOR	1
29	C-420	BUCKET ELEVATOR	1
28	H-411	SCREENING	1
27	C-410	BALL MILL	1
26	F-338	GUDANG PRODUK KOH	1
25	F-337	SRUK CONVEYOR	1
24	H-336	BAK FILTER	1
23	E-335	COOLER CYCLONE	1
22	H-334	CYCLONE	1
21	E-333	HEATER UDARA	1
20	H-332	FILTER UDARA	1
19	G-331	BLOWER UDARA	1
18	B-330	SPRAY DRYER	1
17	L-321	POMPA EVAPORATOR	1
16	B-320	EVAPORATOR	1
15	L-311	POMPA HOMOGENIZER	1
14	HO-310	HOMOGENIZER	1
13	E-212	COOLER REAKTOR	1
12	L-211	POMPA REAKTOR	1
11	R-210	REAKTOR	1
10	E-121	HEATER ASAM FOSFAT	1
9	L-121	POMPA ASAM FOSFAT	1
8	F-120	TANGKI ASAM FOSFAT	1
7	E-116	HEATER KOH	1
6	L-115	POMPA KOH	1
5	M-114	DISSOLUTION TANK/MIXER	1
4	F-113	HOPPER KOH	1
3	C-112	BUCKET ELEVATOR	1
2	J-111	BELT CONVEYOR KOH	1
1	F-110	GUDANG KOH	1
NO	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

Dibuat oleh :  
 Gita Cvidy (1710814120007)  
 Arang Lestri (1710814120004)

Dosen Pembimbing :  
 JEFFRIADI, S.T., M.Eng  
 NIP. 19890827 201509 100050

PRARANCANGAN PABRIK MONOBASIK KALSIUM FOSFAT DAN KALSIUM HIDROKSIDA DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 3.500 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS SUMBER HIDUP SURABAYA  
 SURABAYA  
 2021

Komponen	Neraca Massa (Kg/Jam)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	-	438,5397	-	438,5397	-	412,2273	26,3124	0,0263	26,2861	0,0263	-	447,2837	8,7703	438,5134
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	318,9464	3,1901	-	3,1901	-	0,0638	3,1263	3,1253	0,0010	3,1253	-	0,0661	0,0013	0,0648
KOH	337,7080	-	337,708	-	156,8845	-	156,8845	-	3,1377	153,7468	153,6960	0,0507	153,696	-	3,2522	0,0638	3,1884
H <sub>2</sub> O	30,0185	382,5856	412,6041	56,2847	526,9289	521,6596	5,2693	-	-	5,2693	5,2693	-	-	5,2693	-	-	-
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,5046	-	7,5046	-	7,5046	-	7,5046	-	0,1501	7,3545	7,3521	0,0024	7,3521	-	0,1556	0,0031	0,1525
UDARA	-	-	-	-	-	-	-	524,6224	-	524,6224	524,6224	-	-	524,6224	-	-	-
TOTAL	375,2311	382,5856	787,8167	375,2311	1133,0478	821,6596	611,3882	524,6224	415,5789	720,4317	694,0914	26,3402	164,1997	529,8917	450,7576	8,8385	441,9191

Gambar 1 Process Flow Diagram



## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik MKP dari Kalium Hidroksida dan Asam Fosfat dengan Proses Netralisasi Kapasitas 3.500 ton/tahun, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Kawasan industri Gresik, Provinsi Jawa Timur pada tahun 2026 dengan kapasitas 3.500 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang berbentuk PT atau Perseroan Terbatas sedangkan bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Total tenaga kerja yang dibutuhkan sebesar 125 orang. Dari evaluasi ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 15,17% dan POT sebesar 3,97 tahun. Kemudian diperoleh BEP sebesar 44,79% dan SDP sebesar 21,53% sehingga berdasarkan hasil analisa yang didapat bahwa pabrik MKP ini layak untuk didirikan di Indonesia.

## Daftar Pustaka

- Aries, R. S. dan Newton, R. D. (1955): *Chemical engineering cost estimation*.
- Biro Pusat Statistik. (2020): *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor*. Badan Pusat Statistik.
- Biro Pusat Statistik. (2020): *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor*. Badan Pusat Statistik.
- Bird, R.B., dkk. 1960. *Transport Phenomena*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Brown, G. G et all. 1950. *Unit Operations*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc., New York
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Willey and Sons
- Evans, F.L., 1980. *Equipment Design Handbook*, Volume 2. Gulf Publishing Company. London

