

## PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Lisa Nulfasihah<sup>1\*</sup>, Rusimah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jalan A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

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

### Abstrak

Magnesium karbonat terjadi di alam dalam berbagai bentuk mineral seperti hidrat, *basic* dan paduan garam. Dua mineral utamanya yaitu magnesit ( $MgCO_3$ ) dan dolomit, garam paduan ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ). Kegunaan terbesar dari magnesium karbonat adalah pada bidang industri logam magnesia, khususnya pada bidang industri insulasi atau bahan baku isolasi pada beberapa industri peralatan kimia. Kegunaan lainnya dari magnesium karbonat dapat kita lihat pada industri bahan bangunan. Magnesium karbonat juga dikalsinasi untuk memproduksi bata tahan api. Penggunaan lain dari Magnesium karbonat adalah sebagai bahan lantai, *fireproofing*, *fire-extinguishing*, sebagai bahan pengisi dan *suppresant* dalam plastik, sebagai *agent* pengembang pada karet, sebagai *agent* pengering dan *color retention* pada makanan.

Pembuatan magnesium karbonat diawali dengan memecah batuan dolomit menggunakan *crusher* yang kemudian akan di *screen* untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Selanjutnya dolomit diumpukan pada *rotary kiln* dengan suhu  $900\text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Pada *rotary kiln* terjadi proses pembentukan dolomit menjadi Magnesium Oksida ( $MgO$ ). Kemudian  $MgO$  didinginkan menggunakan *cooler* hingga suhunya mencapai  $70\text{ }^\circ\text{C}$ . Hasil reaksi berupa  $MgO$  dihidrasi dengan air maka akan membentuk Magnesium Hidroksida ( $Mg(OH)_2$ ). Magnesium Hidroksida kemudian dikarbonasi dengan  $CO_2$  membentuk Magnesium karbonat ( $MgCO_3$ ). Selanjutnya dilakukan pengkristalan di dalam *crystalizer* kemudian dilakukan proses pengeringan dan pengayakan hingga ukuran 100 *mesh*. Produk Magnesium Karbonat lalu *dipacking* dan disimpan dalam gudang. Magnesium Karbonat diproduksi dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun dan dioperasikan mulai tahun 2024. Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di Kabupaten Manyar, Gresik dengan luas area  $16.752\text{ m}^2$ . Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 180 orang dan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staf. Kebutuhan utilitas diambil dari sungai Kalianyar sebanyak  $11555,3526\text{ m}^3/\text{hari}$ . Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar  $903,5452\text{ kW}$ .

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, didapat nilai *Return on Investment* (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 42%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 1,9 tahun. Sedangkan nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 45% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 33%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci :** Dolomit, Magnesium Karbonat, Hidrasi, *Break Event Point* dan *Shut Down Point*

### 1. Pendahuluan

Dalam upaya bersama untuk meningkatkan kinerja perekonomian nasional, sektor industri kimia tetap menjadi salah satu tumpuan dan harapan. Peluang yang cukup baik dalam sektor industri kimia dimasa-masa yang akan datang diharapkan mampu berperan dalam meningkatkan pendapatan negara. Kondisi tersebut sangat ditunjang dengan kebijakan pemerintah Indonesia dalam bidang industri kimia yang mendukung berkembangnya industri-industri kimia. Selain itu, peningkatan kegiatan penelitian dan pengembangan dibidang teknologi industri merupakan salah satu

faktor penunjang dalam mempercepat pertumbuhan industri-industri di Indonesia.

Sebagaimana diketahui pemanfaatan sumber daya alam dalam bidang industri khususnya dalam bidang industri kimia merupakan tantangan terhadap pendirian pabrik-pabrik kimia di Indonesia, dimana hal ini akan berdampak positif terhadap bangsa Indonesia. Salah satunya dapat mengurangi pengangguran dan meningkatkan taraf hidup serta menambah devisa negara. Selain itu pembangunan industri kimia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor





bahan kimia dari negara luar. Indonesia memiliki kandungan mineral dolomit yaitu mineral yang banyak mengandung kalsium dan magnesium yang terdapat dalam jumlah besar di Indonesia. Sumber daya mineral dolomit tersebar di daerah Aceh, Lampung, Sumatera Barat, Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan beberapa pulau kecil di Indonesia bagian timur, dimana hingga saat ini belum diberdayakan secara optimal. Sebagian besar dolomit masih digunakan hanya pada sektor pertanian dan peternakan sebagai pupuk dan makanan ternak. Baik secara langsung dalam bentuk dikalsinasi terlebih dahulu, maupun dalam bentuk kimia dolomit. Adapun kegunaan magnesium karbonat ini sangat luas terutama dipakai sebagai bahan baku semen, cat, pelapis pipa, suplemen makanan hewan, industri karet, industri pengontrolan gas  $SO_2$  dan lain sebagainya.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut di atas maka pendirian pabrik magnesium karbonat dari dolomit sangat diperlukan. Data impor magnesium karbonat di Indonesia tahun 2013-2018 dapat dilihat pada **Tabel 1** (UNData, 2013-2018).

**Tabel 1** Data Kebutuhan Magnesium Karbonat di Indonesia Tahun 2013-2018

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2013	4.218, 662	0
2	2014	3.047,349	-0,28
3	2015	2.619,513	-0,14
4	2016	7.196,695	1,75
5	2017	11.573, 991	0,61
6	2018	11. 890,547	0,03
Pertumbuhan Rata-rata			0,33

Dengan pertimbangan kapasitas yang ditentukan setidaknya masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di Dunia. Adapun data pabrik Magnesium Karbonat yang telah beroperasi di Dunia dapat dilihat pada **Tabel 2** (Ahmad, 2017)

**Tabel 2** Data Pabrik Magnesium Karbonat di Indonesia

No.	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Australia	100.000
2	China	50.000
3	Greenlad	1,7
4	Yordania	60.000
5	Belanda	10.000
6	Turki	5.000

Dari data tersebut maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan Magnesium Karbonat pada tahun 2024 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P (1+i)^n \quad \dots(1.1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan *discounted method* dan data Magnesium Karbonat pada tahun 2013 sampai 2018 menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik Magnesium Karbonat yang akan didirikan pada tahun 2024 yaitu 40.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan impor. Sebagai pertimbangan kapasitas pabrik, dilihat juga kapasitas produksi pabrik Magnesium Karbonat di Dunia. Dengan pertimbangan ini kapasitas yang ditentukan setidaknya masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di Dunia.

## 2. Deskripsi Proses

Pada perancangan pabrik Magnesium Karbonat ini, proses pembuatan Magnesium Karbonat dalam skala industri dibedakan berdasarkan bahan baku yang digunakan. Untuk bahan baku jenis mineral (hasil tambang) metode yang digunakan adalah hidrasi atau penambahan air. Untuk bahan baku jenis limbah cair maupun air laut, digunakan metode aerasi atau menghembuskan dengan udara bebas.

Berikut adalah perbandingan proses pembuatan Magnesium Karbonat, dapat dilihat pada **Tabel 3**.

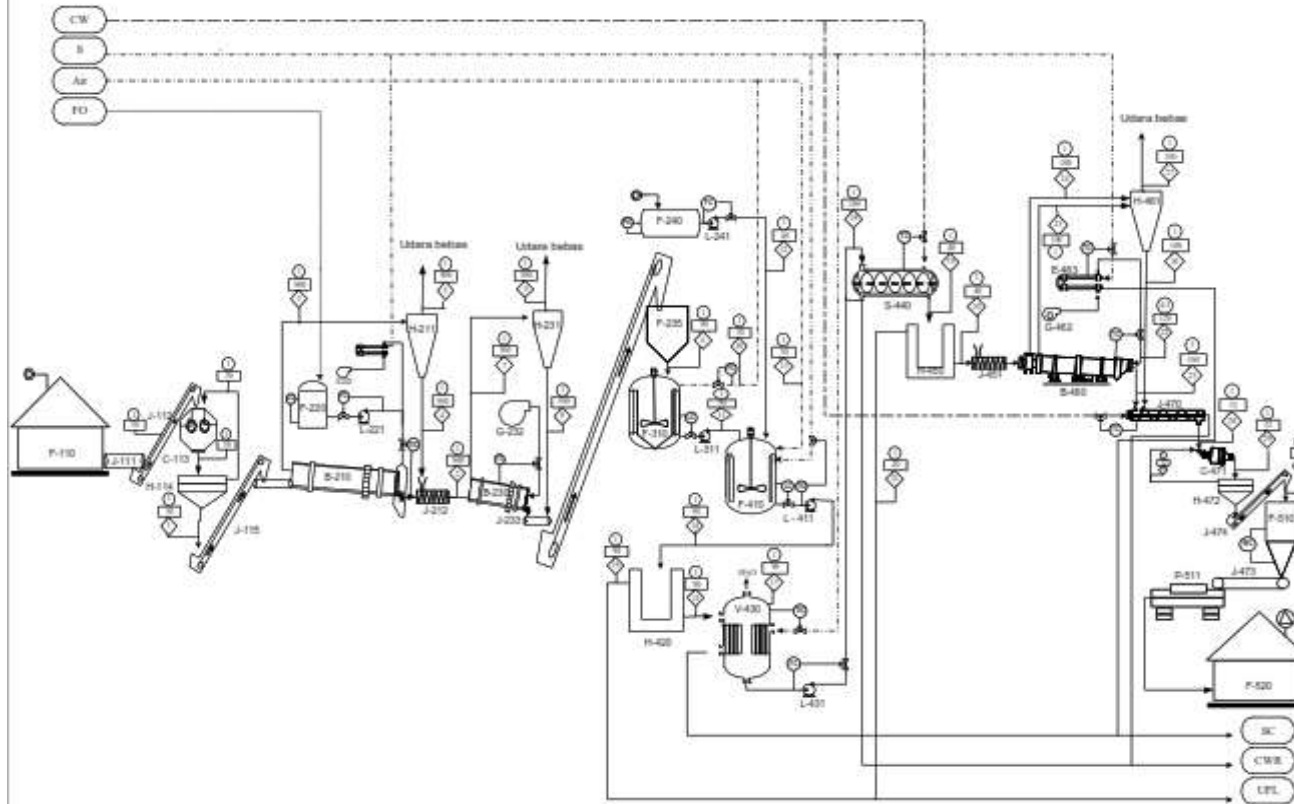
**Tabel 3.** Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

No	Parameter	Proses Hidrasi	Proses Aerasi
1	Bahan Baku	Dolomit	Slurry $Mg(OH)_2$
2	Asal Bahan Baku	Penambangan	Limbah <i>Solvey</i>
3	Media Presipitator	Steam	Udara bebas
4	Suhu Karbonator	90 °C	90 °C
5	Suhu <i>Dryer</i>	100 °C	100 °C
6	Konversi	97%	45%
7	Kelebihan	Bahan baku yang sangat melimpah di alam	Bahan baku didapat tidak melalui proses penambangan
8	Kelemahan	Bahan baku berbentuk bongkahan besar	Bahan baku tidak mudah didapatkan



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



**KETERANGAN**

CW	Cooling Water	W	Water	◇	Nomor Aliran
CWS	Cooling Water Sistem	S	Steam	□	Salin (°C)
S	Steam	FO	Fuel Oil	○	Tekanan (atm)
FO	Fuel Oil	UPL	Unit Pengalir Limbah	⊗	Bahan Bakar
UPL	Unit Pengalir Limbah	TC	Temperature Control	LC	Level Control
TC	Temperature Control	FC	Flow Control	WC	Weight Control
FC	Flow Control	PI	Pressure Indicator Control	TI	Temperature Indicator Control

No	Unit	Nama	Spesifikasi
41	F-210	GEDUNG MAGNESIUM KARBONAT	1
42	F-211	PELAGINDI END	1
43	F-212	BLOK MAGNESIUM KARBONAT	1
44	J-274	BUCKET ELEVATOR - 4	1
45	J-275	BELT CONVEYER - 4	1
46	B-272	SCRAPER - 2	1
47	C-471	BELT MILL	1
48	J-470	CYCLONE CONVEYER	1
49	E-463	BLAYES	1
50	G-462	BLOWER - 3	1
51	B-461	CYCLONE - 3	1
52	B-460	ROTARY MIXER	1
53	J-461	SEIF CONVEYER - 2	1
54	B-459	CENTRIFUGE - 2	1
55	B-460	CENTRIFUGE	1
56	L-458	POMPA FITTING	1
57	V-459	FITTING	1
58	B-459	CENTRIFUGE - 1	1
59	L-461	POMPA CARBONATOR	1
60	F-410	TANGKI KARBONASI (CARBONATOR)	1
61	L-511	POMPA SPINATOR	1
62	F-510	TANGKI PENGOSEK (SPINATOR)	1
63	L-501	POMPA TANGKI KARBON DOKSIDA	1
64	F-500	TANGKI KARBON DOKSIDA	1
65	F-213	SCRAPER	1
66	J-214	BUCKET ELEVATOR - 1	1
67	J-215	BELT CONVEYER - 1	1
68	G-212	BLOWER - 2	1
69	B-211	CYCLONE - 2	1
70	B-210	ROTARY MIXER	1
71	G-213	BLOWER - 1	1
72	L-211	POMPA PUTI OR	1
73	F-210	TANGKI PUTI OR	1
74	J-212	SEIF CONVEYER - 1	1
75	B-211	CYCLONE - 1	1
76	B-210	ROTARY MIXER	1
77	J-210	BUCKET ELEVATOR - 2	1
78	J-211	BELT CONVEYER - 2	1
79	B-214	SCRAPER - 1	1
80	C-213	CRUDER	1
81	J-212	BUCKET ELEVATOR - 1	1
82	J-211	BELT CONVEYER - 1	1
83	F-110	GEDUNG PENAMPUNG DOLOMIT	1
84	KODE	NAMA ALAT	BUMILAH

Table with 28 columns (Materi 1 to Materi 28) and 15 rows (Materi 1 to Materi 15). It contains numerical data representing material flows and process parameters.

Diketahui Oleh:  
**LENA NULFARAH (180110001)**  
**MENYAH (180110002)**

Diperiksa Oleh:  
**MELANA HARMA PUTRA, S.T., M.Sc., Ph.D**  
**(18020100001 & 1814)**

PLACEMENT  
 PRARANCANGAN PABRIK KIMIA MAGNESIUM KARBONAT DARI DOLOMIT  
 DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 40000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S.1 TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS LAHONG MATARAM

2019

Gambar 1. Process Flow Diagram Prarancangan Pabrik Magnesium Karbonat dari Dolomit dengan Proses Hidrasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun

Proses pembuatan Magnesium Karbonat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Dolomit dari gudang bahan baku lalu diumpankan ke dalam hammer mill untuk dipecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Setelah itu dolomit dengan bongkahan yg lebih kecil akan masuk di *screening* untuk memisahkan dolomit yang belum berukuran 6 mesh. Dolomit di pindahkan pada *belt conveyor* lalu diumpankan pada *rotary kiln* dengan suhu 900 °C. Di dalam *rotary kiln* terjadi reaksi berikut :



b. Tahap Reaksi

*Dolomite* dan air di reaksikan dalam *hydrator* dalam suhu 90°C. Kandungan yang terdapat pada dolomit adalah sebagai berikut (PT. Anugerah Dolomit Lestari):

- CaCO<sub>3</sub> = 51,30 %
- MgCO<sub>3</sub> = 45,35 %
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20 %
- H<sub>2</sub>O = 2,01 %
- SiO<sub>2</sub> = 0,09 %
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,05 %

Lalu dipompa ke dalam Carbonator mengalami proses karbonasi yang ditambahkan CO<sub>2</sub> dari tangki karbon dioksida dan menghasilkan produk MgCO<sub>3</sub> sebagai produk utama dan CaCO<sub>3</sub> sebagai produk samping (mengendap).

c. Tahap Pemisahan Produk

Produk yang keluar dari Carbonator dipompakan ke dalam kristalisasi, Kristalisasi berlangsung pada tekanan *atmospheric* dengan suhu 40°C dan dibantu dengan pengadukan untuk memisahkan CaCO<sub>3</sub> dan MgCO<sub>3</sub>. Campuran kristal kemudian diumpankan pada *centrifuge* untuk proses pemisahan *cake* (kristal) dan *filtrate* (*mother liquor*). Produk dari *centrifuge* selanjutnya diangkut dengan *screw conveyor* menuju *rotary dryer* untuk dikeringkan dengan bantuan udara panas. Kemudian masuk *cooling conveyer* untuk mendinginkan produk MgCO<sub>3</sub>. Kristal magnesium karbonat kering, kemudian diangkut dengan menggunakan *belt conveyor* menuju *ball mill* dan *screener* agar ukuran kristal sesuai dengan spesifikasi produk pasaran. Setelah melewati *screener* produk diangkut dengan *bucket elevator* menuju silo penyimpanan produk MgCO<sub>3</sub>.

Reaksi pembentukan Magnesium Karbonat merupakan reaksi orde 1 dengan nilai k sebesar 0.1773 menit<sup>-1</sup> dengan konversi sebesar 93% (US2802720). Adapun persamaan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut:

$$-r_A = k \cdot C_A$$

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk & keluar rotary kiln dapat dilihat pada **Tabel 4**

**Tabel 4.** Neraca Massa Rotary Kiln (R-210)

Komponen	Masuk	Keluar (Kg/jam)		
	(kg/jam)	5	6	7
CaMg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	10.271,6043	-	-	-
CaCO <sub>3</sub>	-	-	-	-
MgCO <sub>3</sub>	-	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	20,5021	0,0411	-
H <sub>2</sub> O	-	-	206,4592	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	107,6361	0,2157	-
SiO <sub>2</sub>	-	9,2260	0,0185	-
CaO	-	2.944,9248	5,9017	-
MgO	-	2.242,3895	4,4938	-
CO <sub>2</sub>	-	-	4.729,7958	-
Total	10.271,6043	5.324,6785	4.946,9258	-
<b>Setimbang</b>	<b>10.271,6043</b>	<b>10.271,6043</b>		

3. Utilitas

Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, direncanakan menggunakan air kawasan dari sungai Kalianyar. Pembangkit listrik utama pada pabrik ini menggunakan generator dan sebagian kebutuhan listrik dari PLN. Kebutuhan total utilitas yang dibutuhkan pada pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kebutuhan Utilitas Pabrik Magnesium Karbonat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	29.966,2375 kg/jam
Air	11.555,3526 kg/jam
Listrik	422,4481 kW
Bahan Bakar	22.820,1840 kg/jam

4. Analisis Ekonomi

Berikut adalah daftar harga bahan baku dan produk pada prarancangan pabrik Magnesium Karbonat

**Tabel 6.** Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/Kg)
Dolomit	300
Karbon dioksida	3.500
Magnesium Karbonat	90.000
Kalsium Karbonat	20.000





Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 7.** Total Biaya Pabrik Magnesium Karbonat

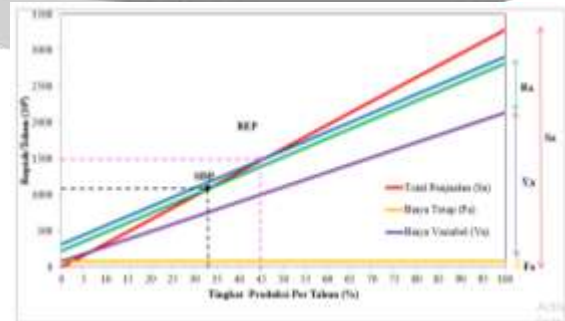
Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	495.341.890.650,55
WC	536.501.920.741,00
TCI	1.068.535.803.291,60
TPC	2.913.086.695.213,75

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit On Sales* (POS), *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisa ekonomi pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 8.** Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	42%	Min. 11%	Layak
POT	1,9 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	45%	40-60%	Layak
SDP	33%	20-40%	Layak

*Return On Investment* (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas atau suatu kondisi dimana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan tidak rugi. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus produksi. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomis nya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan profit (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Magnesium Karbonat dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik BEP dan SDP Pabrik Magnesium Karbonat dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun

## 5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Magnesium Karbonat dari Dolomit dengan Proses Hidrasi Kapasitas 40.000 ton/tahun akan didirikan di Kabupaten Manyar, Gresik pada tahun 2024. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yaitu *line* dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan yaitu 180 orang. Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor analisa ekonomi. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 42%, POT sebesar 1,9 tahun, BEP sebesar 45% dan SDP sebesar 33%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik Magnesium Karbonat ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

## Daftar Pustaka

- Ahmad, A. A. 2017. *Prarancangan Pabrik Magnesium Carbonate dari Magnesium Chloride Carbonate Kapasitas 30.000 Ton/Tahun*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw Hill Book Company inc.
- Alfan, M. A. & Zukhrufiansyah, A. R. 2017. *Pra Rencana Pabrik Pabrik Magnesium karbonat Dari Dolomit Dengan Proses Hidrasi*. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Brown, G.G., Katz, D., Foust, AS and Sc eidewind, R. 1950. *Unit Operation*. John Wiley & Sons. New York.
- Brownel, L.E., and Young, E.H. 1959. *Proces Equipment Design*. John Wiley & Sons. New York.
- Coulson, J., Richardson, J., Backhurst, J. & Harker, J. 1991. Vol. 2: *Particle technology and separation processes*, Oxford [etc.]: Butterworth - Heinemann.



