PRARANCANGAN PABRIK *GYPSUM* DARI KALSIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 700.000 TON/TAHUN

Fathya Tariya[1*]

[1]Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 35,5 Banjarbaru 70714
*Email: fathyatariya21@gmail.com

ABSTRAK

Gypsum ($CaSO_4.2H_2O$)G merupakan suatu mineral alam yang memiliki rupa berwarna putih, dan massa padat yang dihasilkan dari penambangan. Gypsum dapat dibuat dengan proses netralisasi antara kalsium karbonat dan asam sulfat. Peluang didirikannya pabrik Gypsum cukup besar dalam Indonesia, sehingga diperlukan rencana untuk pracangan pabrik kimia dengan produk Gypsum. Pembuatan produk gypsum diperoleh dengan melalui proses netralisasi yaitu mereaksikan kalsium karbonat serta asam sulfat dengan proses padat-cair. Reaksi berlangsung pada reaktor Continious Stirrer Tank Reactor dan dioperasikan menggunakan suhu 60℃ pada tekanan 1 atm. Kondisi eksotermis berlangsung pada reaksi ini, sehingga diperlukan pendingin dan digunakan pendingin berupa jacket. Hasil kemudian masuk ke Rotary Drum Vacuum Filter untuk dipisahkan cake dan filtratnya. Cake masuk ke dalam Rotary Dryer untuk proses pengeringan. Hasil produk gypsum diperoleh dari hasil pengeringan yang mana selanjutkan akan masuk ke dalam packaging unit dan masuk ke dalam gudang penyimpanan produk.Pabrik ini akan berdiri pada tahun 2028 dengan kapasitas 700.000 ton/tahun di daerah Manyar, Jawa Timur. Pabrik ini direncanakan memiliki luas tanah sebesar ±31.385 m^2 termasuk dengan daerah perluasan. Pabrik akan beroperasi selama 1 tahun dengan tenaga kerja sebanyak 123 orang. Hasil berdasarkan analisa ekonomi modal tetap yang didapat sebesar Rp 4.212.875.049.717 dan hasil penjualan yang diperoleh sebesar Rp17.150.000.000.000. Selain itu juga diperolah Return of Investment sebesar 46% sebelum pajak dan Return of Investment sebesar 30% sesudah pajak. Pay Out Time sebelum pajak 1,78 tahun dan Pay Out Time sesudah pajak sebesar 2,50 tahun. Sehingga diperoleh Break Even Point (BEP) sebesar 45% dan Shut down point (SDP) sebesar 29%. Berdasarkan hasil pertimbangan evaluasi, maka pabrik Gypsum dengan kapasitas 700.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

***Kata kunci** : Kalsium karbonat, asam sulfat, reaktor, netralisasi, gypsum*

1. Pendahuluan

Seiring dengan era globalisasi, Indonesia melakukan berbagai upaya untuk melaksanakan perkembangan di berbagai sektor. Sektor yang sedang dibangun secara masif ialah sektor pembangunan. Pembangunan fisik serta industri yang meningkat di Indonesia, menyebabkan peningkatan akan kebutuhan bahan bangunan salah satunya adalah semen. Karena adanya peningkatan kebutuhan semen di Indonesia, maka akan berdampak juga pada peningkatan kebutuhan *gypsum*. Kebutuhan bahan baku gypsum di semen diperlukan sebanyak 3,5% pada semen sebagai pengatur laju kekerasan (Febriani dan Setiawati).

Gypsum atau kalsium sulfat dihidrat mempunyai rumus molekul yaitu $CaSO_4.2H_2O$ merupakan salah satu material non logam dan sangat banyak digunakan untuk bahan pembantu serta sebagai bahan baku dalam sektor pembangunanm kesehatan dan berbagai jenis industri lainny. *Gypsum* merupakan bahan yang bermanfaat dan serbaguna. *Gypsum* telah digunakan selama berabad-abad dan terus digunakan hingga saat ini. *Gypsum* dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan papan *Gypsum*, plester, mortar, semen yang akan memberikan kekuatan dan daya tahan pada struktur bangunan. Dalam industri kertas, *Gypsum* digunakan sebagai pengisi dan pigmen dalam kertas dan karton. Pada industri farmasi, dalam tablet dan kapsul *Gypsum* digunakan sebagai bahan tambahan dalam produk tersebut. Di industri pertanian, *Gypsum* digunakan untuk kondisi pada tanah yang rusak serta ingin mengurangi keasaman pada tanah dan mengurangi garam yang

berlebih. *Gypsum* juga digunakan pada industri plastik, cat dan keramik pada industri lainnya (Hartiningsih, 2023).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2024), didapatkan data konsumsi *Gypsum* di tahun 2023 yaitu sebesar 4.135.797,93 ton/tahun. Saat ini, pabrik *Gypsum* di Indonesia masih tergolong sedikit untuk memenuhi konsumsi *gypsum* di Indonesia. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka didirikan pabrik yang diharapkan pabrik ini nantinya dapat menjadi pemasok bahan baku produk yang berbahan baku *Gypsum* sehingga dapat memenuhi konsumsi dalam negeri dan meningkatkan ekspor. Pemilihan pabrik ini juga bertujuan sebagai upaya penghematan beban impor produk yang menggunakan *Gypsum* sebagai bahan baku serta membuka peluang pekerjaan.

Sehingga, dengan beberapa alasan tersebut pembangunan pabrik *Gypsum* sangat strategis untuk dilaksanakan. Pabrik yang akan dibangun ini dapat memenuhi lapangan pekerjaan yang dibutuhkan dan peningkatan devisa negara dengan peningkatan ekspor serta pengurangan impor. Data impor *gypsum* di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Impor *Gypsum* di Indonesia (BPS, 2024)

Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
2014	2.017.705,832	0
2015	2.230.296,645	0,105
2016	2.421.478,558	0,086
2017	2424786,9810	0,001
2018	2.726.284,837	0,124
2019	2.598.128,062	-0,047
2020	2.007.840,272	-0,227
2021	2.238.086,316	0,115
2022	2.179.842,398	-0,026
2023	1.985.797,931	-0,089
Total		-35,08
Pertumbuhan Rata-rata		**0,004**

Tabel 2. Data Konsumsi *Gypsum* di Indonesia (BPS, 2024)

Tahun	Konsumsi (ton)	Pertumbuhan (%)
2014	3.807.705,83	0,014
2015	4.820.296,65	0,266
2016	4.231.478,56	-0,122
2017	4.174.786,98	-0,013
2018	4.713.722,74	0,129
2019	4.838.016,06	0,026
2020	4.157.840,27	-0,141
2021	4.388.086,32	0,055
2022	4.329.842,40	-0,013
2023	4.135.797,93	-0,045
Total		-35,08
Pertumbuhan Rata-rata		**0,016**

Berdasarkan perhitungan dengan metode discounted, maka perhitungan ini menggunakan persamaan sebagai berikut (Ulrich, 1984) :

$$m_5 = P\,(1 + i)^n \quad \ldots(1.1)$$
$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \quad \ldots(1.2)$$

Keterangan:
P = tahun pertama data besar impor
i = kenaikan rata-rata impor pertahun
n = selisih 2023-2028

didapatkan nilai perkiraan konsumsi (m_5) yaitu sebesar 4.439.079,086 ton/tahun. Sebagai asumsi bahwa kegiatan ekspor dan juga nilai konsumsi pada tahun 2028 diasumsikan 0, sehingga ditetapkan nilai impor nilai produksi dalam negeri (m_2) sebesar yaitu sebesar 2.150,000 ton/tahun. Sehingga nilai peluang kapasitas produksi (m_3) pada tahun pembangunan adalah 2.289.079 ton/tahun. Dikarenakan pertimbangan untuk kebutuhan di Indonesia, maka diambil angka 30% kapasitas pembangungan dari peluang total kapasitas yaitu sebesar 700.000 ton/tahun.

Lokasi pabrik *gypsum* ini rencana akan dibangun di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Lokasi yang dipilih, didasari dengan tersedianya lahan yang cukup, lancarnya area transportasi, dan dekatnya sumber bahan baku, serta dekat dengan sungai bengawan solo sebagai penyedia air utilitas. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas dan bentuk organisasi yaitu *line* dan *staff* dengan total karyawan sebanyak 123 orang.

2. Uraian Proses

Pembuatan *Gypsum* dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu Proses dari *Gyspum Rock, Flue Gas Desulfurization* dan Proses Netralisasi. Perbandingan proses dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Perbandingan Proses Pembuatan *Gypsum*

Parameter	*Gypsum Rock*	*Flue Gas Desulfurization*	Netralisasi	Referensi
Bahan baku	*Gypsum Rock*	*Flue Gas*	Kalsium karbonat dan asam sulfat	(Kamarou dkk., 2020) (Tesárek dkk., 2007) (Kang dkk.,
Ketersediaan bahan baku	Terbatas	Terbatas	Berlimpah	
Kondisi	170°C	150°C	60°C	

Operasi			
Kemurnian Produk	Tergantung Bahan baku	Kadar 94%	Kadar 91%
Konversi	90%	96%	90%
Yield	85%	-	91%
Reaktor	*Bed Reactor*	*Jet Bubbling Reactor*	RATB
Aliran Proses	Sederhana	Rumit	Sederhana

2022) (Cave dan Holdich, 2000)

Berdasarakan beberapa proses yang telah ditinjau, dipilih proses netralisasi. Beberapa parameter yang lebih unggul yaitu dalam proses ini menggunakan bahan baku yang melimpah dan mudah didapat, kemurnian produk yaitu sebesar 91% dan memenuhi kebutuhan pasar dan proses yang digunakan sederhana.

Proses netralisasi lebih lanjut dapat dijelaskan dalam beberapa tahapan berikut:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Kalsium karbonat dalam gudang penyimpanan (F-110) disimpan dalam kondisi operasi suhu 30℃ dan tekanan 1 atm. Kalsium karbonat yang dengan benuk padatan dibawa menggunakan *belt conveyor* (J-111) dari gudang. Setelah itu, kalsium karbonat kemudian dihancurkan dengan alat *crusher* (C-130) dengan tipe yang digunakan adalah *jaw crusher* hingga berukuran 100 *mesh*. Bahan dari *crusher* dimasukkan kedalam *screening* (X-131) yang berfungsi untuk memisahkan *oversize* dan *undersize*, kemudian *oversize* umpan diangkut menggunakan *bucket elevator* (J-132) dan ditampung di *hopper* (F-133) untuk dipecahkan kembali menggunakan *crusher* (C-130). Sedangkan untuk *undersize* produk yang berfungsi sebagai *feeder*, dengan screw conveyor (J-134) dibawa lalu menggunakan *bucket elevator* (J-135) diangkut dan ditampung dalam *hopper* (F-136).Selain batu kapur, asam sulfat merupakan bahan utama yang digunakan. Asam sulfat sebelum diproses, disimpan dalam tangki penyimpanan (F-120) dengan kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm. Asam sulfat yang digunakan yaitu memiliki kadar 98%. Produk angki penyimpanan yaitu asam sulfat, dipompa ke dalam *mixer* (M-140) dengan menambahkan air untuk mengencerkan hingga kadar 50%. Setelah melalui *mixe*r (M-140) asam sulfat dengan kadar 50% disirkulasikan ke dalam *heater* I (E-142) untuk dipanaskan hingga suhu 60℃. Kemudian bahan baku ini masing-masing masuk ke dalam reaktor (R-210) untuk diproses.

2. Tahap Pembuatan Produk

Gypsum terbentuk dari reaksi antara $CaCO_3$ dengan H_2SO_4. Pada reaktor (R-210), CaCO3 dimasukkan dengan suhu 30℃ dan *mixer* H_2SO_4 (M-140) asam sulfat dengan kadar 50% masuk dengan suhu 60℃ dengan tekanan 1 atm. Reaktor yang digunakan ialah RATB (Reaktor Alir Tangki Berpengaduk). Reaksi eksotermis dalam reaktor terjadi sehingga memerlukan *jacke*t pendingin agar suhu produk di reaktor (R-210) tetap terjaga. Kalsium sulfat dihidrat (CaSO4.2H2O) yang terjadi pada reaksi di dalam reaktor (R-210) mengeluarkan suhu produk sebesar 60℃ dan menghasilkan gas karbon dioksida. Reaksi ini menghasilkan gas dan dibuang ke lingkungan. Setelah keluar dari reaktor (R-210), *slurry* dipompa ke *cooler* (E-212) lalu dipompa ke *rotary drum vacuum filter* (H-310).

3. Tahap Pemurnian

Langkah ini memiliki tujuan memisahkan *cake* dan filtratnya dari *slurry* yang telah didinginkan menggunakan *cooler* (E-212). *Rotary drum vacuum filter* (H-310) digunakan dalam proses pemisahan ini. Produk *gypsum* sebagai *cake* dan filtrat keluar dari *rotary drum vacuum filter* (H-310). *Screw conveyor* (J-311) mengalirkan *cake gypsum* ke dalam *rotary drum vacuum filter* (H-310) menuju *rotary dryer* (B-410). Purifikasi *cake gypsum* ($CaSO_4.2H_2O$) pada proses ini bertujuan agar *cake gypsum* ditingkatkan kemurniannya dari *filter* dikarenakan *cake* yang dihasilkan belum sesuai di pasaran dan kemurnian yang dihasilkan juga rendah. Filtrat yang telah dipisahkan dari *rotary drum vacuum filter* (H-310) kemudian dibuang ke WWTP.

4. Tahap Pengeringan

Rotary dryer (B-410) tipe *direct counter current* yang digunakan untuk proses pengeringan *gypsum* menggunakan udara yang kering yang panas untuk dihembuskan dengan metode pengeringan menggunakan udara kering yang telah dipanaskan dengan *heater* (E-142) sebagai pemanas dengan bantuan *steam*. Debu yang dihasilkan kemudian dibuang ke lingkungan. Pada suhu 77℃ *rotary dryer* (B-410) yang digunakan beroperasi dengan tekanan 1 atm sehingga terjadi proses pada *cake gypsum* mengalami pengurangan kandungan cairannya. Kadar produk *gypsum* yang keluar dari *rotary dryer* (B-410) yaitu 91% dan sisanya adalah *impurities* dari produk. Produk yang keluar *rotary dryer* (B-410) kemudian mengalir ke *cooling conveyor* (J-414) agar didinginkan hingga suhu

30°C. Agar ukuran produk bisa diseragamkan, *gypsum* dihancurkan kembali dengan menggunakan *crusher* (C-420) sampai ukuran 100 mesh (Felsing dan Potter, 1930)kemudian masuk ke *screening* (X-421) untuk memisahkan *oversize* dan *undersize* produk. *Oversize* produk diangkut menggunakan *bucket elevator* (J-423) lalu ditampung di *hopper* (F-424) untuk disesuaikan ukurannya menggunakan crusher (C-420). Menggunakan *screw conveyor* (J-422) produk yang keluar diangkut lalu diangkut menuju *bin* (F-426) menggunakan *bucket elevator* (J-425). Produk *gypsum* ditampung sementara sebelum menuju *unit packaging* (P-430) untuk dikemas dan diangkut menggunakan belt *conveyor* (J-431) lalu disimpan sebagai produk utama pada gudang penyimpanan produk (F-510) dalam suhu 30°C.

Entalpi pembentukan dari tinjauan termodinamika, dapat diketahui suatu reaksi yang berlangsung melepas panas (eksotermis) atau membutuhkan panas (endotermis) menggunakan data dan perhitungan berikut.

Tabel 3. Data ΔH_f pada suhu 298 K

Komponen	ΔH_{f298} (kJ/Kmol)	Referensi
$CaCO_3$	-1206,92	(Dean, 1999)
H_2SO_4	-813,989	
H_2O	-285,830	
$CaSO_4.2H_2O$	-2022,63	
CO_2	-393,509	

Perhitungan Entalpi pada suhu 298 K

$\Delta Hr298$ = (ΔHproduk – ΔHreaktan)
= (-2022,63+(-393,509) – (-1206,92)+(-813,989)+(-285,830)
= -109,4 kj/mol

Nilai $\Delta Hr298$ untuk reaksi pembentukan CaSO4.2H2O menujukkan nilai negatif, sehingga reaksi berlangsung secara eksotermis atau melepas panas. Selanjutnya, suatu reaksi diketahui bersifat spontan atau tidak spontan dengan menghitung nilai energi bebas Gibbs dengan perhitungan dan data berikut.

Tabel 4. Data ΔG_f pada suhu 298 K

Komponen	ΔH_{f298} (kJ/Kmol)	Referensi
$CaCO_3$	-1128,79	(Wagman dkk., 1989)
H_2SO_4	-690,003	
H_2O	-237,129	
$CaSO_4.2H_2O$	-1797,28	
CO_2	-394,359	

Perhitungan Energi Gibbs pada suhu 298 K

$\Delta Gr298$ = (ΔGproduk – ΔGreaktan)
= (-1797,28) +(-394,35)) – (-1128,79+(-690,003)+(-237,129)– 2(-16,380) – (-1106,417)
= -135,717 kj/mol

Nilai $\Delta Gr298$ untuk reaksi pembentukan $CaSO_4.2H_2O$ menujukkan nilai negatif, sehingga reaksi berlangsung secara spontan. Dan, untuk mengetahui suatu reaksi bersifat *irreversible* atau *reversibble* dengan menghitung nilai konstanta kesetimbangan (K) dengan perhitungan berikut.

K_{298} = $\exp[-\Delta G_{298}/(RT)]$
= exp[-(-135,717)/(0,008314 x 333)
= exp[54,7782]
= $1,94 \times 10^{21}$

Menurut perhitungan tersebut, maka reaksi pembentukkan $CaSO_4.2H_2O$ berlangsung ke arah kanan atau produk (*irreversible*).

Reaksi pembentukkan *gypsum* merupakan reaksi yang mengikuti kinetika reaksi orde dengan nilai konstanta laju reaksi (k) berikut (Hamid, 2005):

k = 0,9981 liter/mol.menit
t = 10 menit

laju reaksi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$-rA = k \cdot C_A \cdot C_B$

Keterangan:

k = konstanta laju reaksi (liter/mol.menit)
t = waktu reaksi (menit)
-rA = laju reaksi (mol/liter.menit)
C_A = konsentrasi akhir reaktan (mol/liter)

Menurut perhitungan neraca massa reaktor, laju alir massa masuk serta keluar reaktor (R-210) dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor (R-210)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 6	Arus 7	Arus 8
$CaCO_3$	59172,4804		8580,0096	
$MgCO_3$	573,7278		573,7278	
SiO_2	217,4126		217,4126	
Al_2O_3	150,981		150,981	
Fe_2O_3	48,3139		48,3139	
H_2O	229,4911	57989,0308	49111,8772	
H_2SO_4		57989,0308	8408,4094	
$CaSO_4.2H_2O$			87019,0496	
CO_2				22260,6871
Subtotal	60392,4068	115978,0616	154109,7811	22260,6871
Total	**176370,4686**		**176370,4686**	

3. Utilitas

Unit utilitas adalah bagian unit yang mendukung operasi dari unit produksi, di mana bekerja sebagai penyedia kebutuhan rutin baik sanitasi maupun produksi. Unit utilitas menyediakan beberapa unit yaitu adanya unit penyediaan *steam*, penyediaan air, penyediaan listrik, penyediaan bahan bakar, unit pengelolaan limbah, penyediaan udara. Sumber air yang digunakan berasal dari sungai bengawan solo, serta pembangkit listrik pada pabrik menggunakan AC-generator yang menggunakan bahan bakar berupa *diesel oil*. Kebutuhan listrik utama di*supply* dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Operasi pabrik *gypsum* yang memerlukan kebutuhan menyeluruh utilitas dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Kebutuhan utilitas pada Pabrik *Gypsum*

Kebutuhan	Jumlah
Steam	858,7566 kg/jam
Air	20080,0260 kg/jam
Listrik	1205,4125 kW
Bahan bakar	63899,3358 L/jam

4. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi sebagai upaya penentuan perhitungan apakah pabrik itu layak baik dari keuntungan maupun kerugian. Berdasarkan perhitungan, dapat dikatakan layak apabila suatu pabrik kewajiban finansial dapat memenuhi keuntungan serta kelayakan yang diberikan bagi perusahaan.

Harga bahan baku dan produk dapat dilihat pada data pabrik *gypsum* di **Tabel 7**.

Tabel 7. Harga Bahan Baku dan Produk (www.alibaba.com)

Komponen	Harga (Rp/kg)
$CaCO_3$	10.200
H_2SO_4	4.500
$CaSO_4.2H_2O$	24.500

Mendirikan pabrik *gypsum* ini membutuhkan biaya yang dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Total Biaya Pabrik *Gypsum*

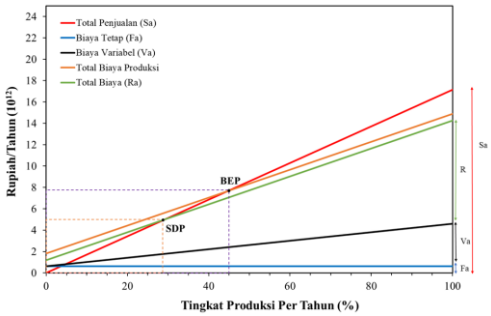
Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	4.212.875.049.717
TPC	14.728.799.720.662
TCI	7.409.698.648.397
WC	2.844.281.753.516

Untuk mengetahui suatu pabrik apakah layak untuk pembangunannya, dapat diketahui dari beberapa parameter ekonomi yaitu *Percent Profit on Sales* (POS), *Percent Return On Investement*, *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisis kelayakan pabrik *gypsum* dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Analisa Ekonomi

Parameter	Nilai	Batasan	Ket
ROI	30%	Minimal 11%	Layak
POT	2,5 th	Maksimal 5 th	Layak
IRR	18%	>13%	Layak
BEP	45%	40 – 60%	Layak
SDP	29%	20 – 40%	Layak

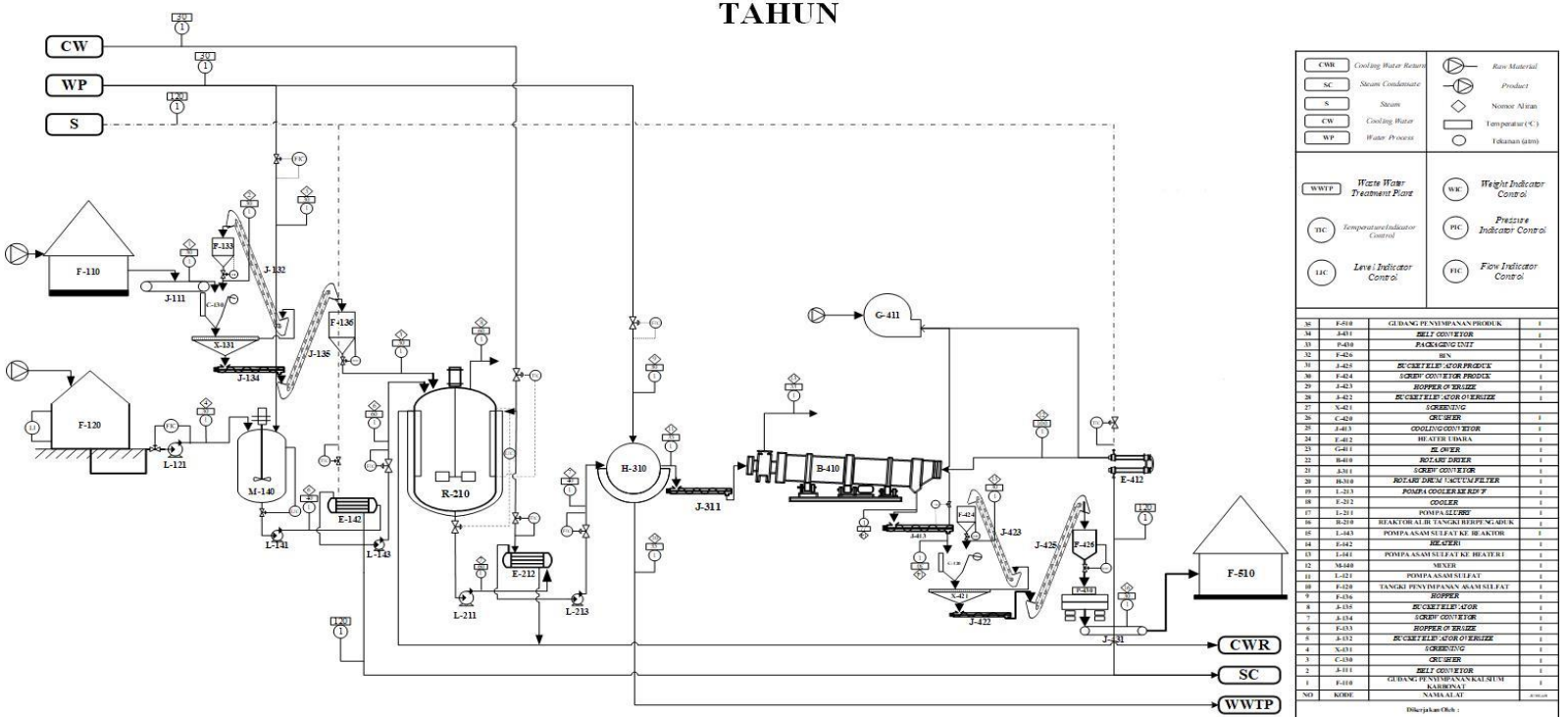
Return on investment merupakan untung parameter suatu pabrik yang didasarkan pada modal investasi. *Pay out time* (POT) adalah mengetahui waktu/lamanya modal yang daat kembali dengan keuntungan suatu pabrik . *Interest rate of return* (IRR) ialah tingkat bunga perkiraan yang mana di masa depan akan tepat dan dapat menutup pengeluaran modal. *Break Event Point* (BEP) merupakan suatu kondisi di mana tidak adanya keuntungan maupun kerugian sehingga kondisi ini merupakan kondisi minimum produksi suatu produk untuk pabrik dapat tetap berjalan. *Shut down point* merupakan kondisi di mana suatu pabrik lebih baik untuk ditutup karena lebih murah biaya pembelian daripada harus memproduksi. Penyebab dari adanya pengeluaran variabel yaitu dari beberapa nilai yang terlalu tinggi. Kelayakan pabrik berdasarkan grafik analisis untuk pabrik *gypsum* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik *Gypsum*

FLOWSHEET

PRARANCANGAN PABRIK *GYPSUM* DARI KALSIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES NETRALISASI DENGAN KAPASITAS 700.000 TON/ TAHUN



Komponen	(kg/jam) Aruş															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$CaCO_3$	62286,8214	3114,341	59172,48	-	-	-	8580,0096	-	-	343,2003	8236,8092	-	82,368	8154,4411	407,722	7746,7191
$MgCO_3$	603,924	30,1962	573,7278	-	-	-	573,7278	-	-	22,9491	550,7787	-	5,5077	545,2709	27,2635	518,0074
SiO_2	228,8554	11,4427	217,4126	-	-	-	217,4126	-	-	8,6965	208,7161	-	2,0871	206,6289	10,3314	196,2975
Al_2O_3	158,9273	7,9463	150,981	-	-	-	150,981	-	-	6,0392	144,9417	-	1,4494	143,4923	7,1746	136,3177
Fe_2O_3	50,8567	2,5428	48,3139	-	-	-	48,3139	-	-	1,9325	46,3813	-	0,4638	45,9175	2,2958	43,6216
H_2O	241,5696	12,0784	229,4911	1183,4496	56805,5811	57989,0308	49111,8772	-	15410,9781	62558,3802	336,3363	-	104,3,3216	921,1534	15,8345	905,3188
H_2SO_4	-	-	-	57989,0308	-	57989,0308	8408,4094	-	-	8072,073	1964,475	-	19,6447	316,6916	46,0576	270,6339
$CaSO_4.2H_2O$	-	-	-	-	-	-	87019,0496	-	-	3480,7619	83538,2877	-	835,3828	82702,9048	4135,1452	78567,76
CO	-	-	-	-	-	-	-	22260,6871	-	-	-	-	-	-	-	-
Udara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54920,20472	54920,20472	-	-	-
Total	**63570,9544**	**3178,5474**	**60392,407**	**59172,4804**	**56805,5811**	**115978,0616**	**154109,7811**	**22260,6871**	**15410,9781**	**74494,0327**	**95026,726**	**54920,20472**	**56910,42982**	**93036,5005**	**4651,8246**	**88384,676**

CWR	Cooling Water Return		Raw Material
SC	Steam Condensate		Product
S	Steam		Nomor Aliran
CW	Cooling Water		Temperatur (°C)
WP	Water Process		Tekanan (atm)
WWTP	Waste Water Treatment Plant	WIC	Weight Indicator Control
TIC	Temperature Indicator Control	PIC	Pressure Indicator Control
LIC	Level Indicator Control	FIC	Flow Indicator Control

NO	KODE	NAMA ALAT	
35	F-510	GUDANG PENYIMPANAN PRODUK	1
34	J-431	*BELT CONVEYOR*	1
33	F-430	*PACKAGING UNIT*	1
32	F-426	BIN	1
31	J-425	*BUCKET ELEVATOR PRODUCT*	1
30	F-424	*SCREW CONVEYOR PRODUCT*	1
29	J-423	*HOPPER OVERSIZE*	1
28	J-422	*BUCKET ELEVATOR OVERSIZE*	1
27	X-421	*SCREENING*	1
26	C-420	*CRUSHER*	1
25	J-413	*COOLING CONVEYOR*	1
24	F-412	HEATER TIARA	1
23	G-411	*BLOWER*	1
22	B-410	*ROTARY DRYER*	1
21	J-311	*SCREW CONVEYOR*	1
20	H-310	*ROTARY DRUM VACUUM FILTER*	1
19	L-213	*POMPA COOLER KE RDV F*	1
18	F-212	*COOLER*	1
17	L-211	POMPA *SLURRY*	1
16	R-210	REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK	1
15	L-143	POMPA ASAM SULFAT KE REAKTOR	1
14	E-142	*HEATER1*	1
13	L-141	POMPA ASAM SULFAT KE HEATER1	1
12	M-140	MIXER	1
11	L-121	POMPA ASAM SULFAT	1
10	F-120	TANGKI PENYIMPANAN ASAM SULFAT	1
9	F-136	*HOPPER*	1
8	J-135	*BUCKET ELEVATOR*	1
7	J-134	*SCREW CONVEYOR*	1
6	F-133	*HOPPER OVERSIZE*	1
5	J-132	*BUCKET ELEVATOR OVERSIZE*	1
4	X-131	*SCREENING*	1
3	C-130	*CRUSHER*	1
2	J-111	*BELT CONVEYOR*	1
1	F-110	GUDANG PENYIMPANAN KALSIUM KARBONAT	1

Dikerjakan Oleh :

FATHYA TARIYA (2008104320001)

Dosen Pembimbing :

Dr. Dani Rahmat Wicaksa S.T., M.Eng.
NIP. 198101 12 200812 1 001

FLOWSHEET

PRARANCANGAN PABRIK *GYPSUM* DARI KALSIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 700.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2024

Gambar 1. *Process Engineering Flow* Diagram Pabrik *Gypsum*

5. Kesimpulan

Prarancangan pabrik *gypsum* dari kalsium karbonat dengan asam sulfat menggunakan proses netralisasi kapasitas 700.000 ton/tahun diperoleh kesimpulan untuk pembangunan pabrik ini akan didirikan di Desa Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur pada tahun 2028 dengan luas tanah sebesar 31.385 m^2. Bentuk yang direncanakan untuk perusahaan hukum adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi direncanakan adalah *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 123 orang. Pembangunan pabrik ini memperoleh kelayakan dari beberapa faktor ekonomi, yaitu nilai ROI yang didapat 46%, POT 2,5 tahun, IRR 18%, BEP 45% dan SDP 29%. Kesimpulannya pabrik *gyspum* ini layak untuk pertimbangan pendiriannya sehingga dapat dipertimbangkan dan masuk ke dalam perencanaan pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

BPS (2024): Impor Konsumsi Gypsum [Online].

Cave, S. dan Holdich, R. (2000): The dehydration kinetics of gypsum in a fluidized bed reactor. *Chemical Engineering Research and Design*. 78. 971-978

Dean, J. A. (1999): *Lange's handbook of chemistry*. McGraw-Hill.

Febriani, S. dan Setiawati, L. PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL KETIGA PADA PRODUKSI SEMEN UNTUK MENINGKATKAN UTILITAS STORAGE DI PT SEMEN PADANG. *ABSTRACT OF UNDERGRADUATE RESEARCH, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, BUNG HATTA UNIVERSITY*. 20.

Felsing, W. dan Potter, A. (1930): Gypsum and gypsum products. *Journal of Chemical Education*. 7. 2788

Hartiningsih, E. (2023): Identifikasi Jenis Mineral Industri Dengan Xrd Pada Sampel Batupasir Formasi Ekmai, Distrik Ertsberg, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2. 169-180

Kamarou, M., Kuzmenkov, M., Korob, N., Kwapinski, W. dan Romanovski, V. (2020): Structurally controlled synthesis of calcium sulphate dihydrate from industrial wastes of spent sulphuric acid and limestone. *Environmental technology & innovation*. 17. 100582

Kang, C.-U., Ji, S.-W. dan Jo, H. (2022): Recycling of industrial waste gypsum using mineral carbonation. *Sustainability*. 14. 4436

Tesárek, P., Drchalová, J., Kolísko, J., Rovnaníková, P. dan Černý, R. (2007): Flue gas desulfurization gypsum: Study of basic mechanical, hydric and thermal properties. *Construction and Building Materials*. 21. 1500-1509

Ulrich, G. D. (1984): *A guide to chemical engineering process design and economics*. Wiley New York.

Wagman, D. D., Evans, W. H., Parker, V. B., Schumm, R. H., Halow, I., Bailey, S. M., Churney, K. L. dan Nuttall, R. L. (1989): Erratum: The NBS tables of chemical thermodynamic properties. Selected values for inorganic and C1 and C2 organic substances in SI units [J. Phys. Chem. Ref. Data 11, Suppl. 2 (1982)]. *Journal of physical and chemical reference data*. 18. 1807-1812