

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SULFAT DARI SODIUM KlorIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Riska Aryani^{1,*}, Dewi Rachmadanti Puspitasari¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal A. Yani KM 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

*E-mail: riskaaryani03@gmail.com

Abstrak

Pabrik Sodium Sulfat dibangun untuk memenuhi permintaan natrium sulfat di Indonesia 2027 mendatang. Sodium sulfat berfungsi sebagai zat pengisi pada industri deterjen, juga digunakan dalam industri kertas dan gelas. Kebutuhan akan sodium sulfat diprediksi akan meningkat dalam beberapa tahun mendatang, dikarenakan tingginya indeks impor terhadap sodium sulfat.

Proses yang digunakan dalam produksi natrium sulfat yaitu dengan mereaksikan natrium klorida dan asam sulfat dalam furnace dengan suhu 843°C, tekanan 1 atm dan reaksi bersifat endotermis dan irreversible sehingga membentuk sodium sulfat sebagai produk utama dan asam klorida sebagai produk samping. Asam klorida dipompa menuju condensor untuk selanjutnya disimpan dalam tangki asam klorida. Natrium sulfat diumpankan ke tangki netralizer untuk bereaksi dengan kalsium hidroksida dan natrium karbonat sebelum sebelum dialirkan ke RDVF. Produk RDVF dalam bentuk sodium sulfat dikirim ke kristalizer untuk membentuk kristal kemudian ke centrifuge untuk memisahkan kristal dan larutan induk. Setelah kering, kristal natrium sulfat dikirim ke rotary dryer untuk dikeringkan, kemudian ke ball mill untuk dikecilkan ukurannya lalu dimasukkan ke dalam kemasan. Produk yang dikemas disimpan pada gudang produk. Pabrik dibangun di kawasan industri Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan total karyawan yang dibutuhkan 148 orang.

Pabrik natrium sulfat bekerja 330 hari setahun. Analisa ekonomi menunjukkan Return On Investment (ROI) setelah pajak adalah 14%. Pay Out Time (POT) setelah pajak adalah 4,6 tahun. Nilai Break Even Point (BEP) sebesar 44,1% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 23%. Berdasarkan data analitik di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik natrium sulfat dengan kapasitas 70.000 ton/tahun ini layak diteliti lebih lanjut.

Kata kunci: Sodium Sulfat, Furnace, BEP, SDP.

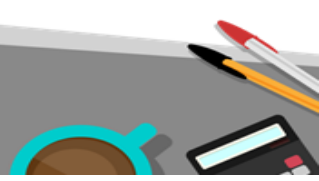
1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang semakin mengalami peningkatan pembangunan di berbagai bidang perindustrian sebagai penggerak perekonomian, tidak terkecuali pembangunan dalam bidang industri kimia. Salah satu jenis industri yang berpengaruh terhadap perindustrian Indonesia adalah industri sodium sulfat. Rumus molekul sodium sulfat adalah Na₂SO₄ dan mempunyai nama IUPAC yaitu *disodium sulfate*.

Sodium sulfat merupakan bahan kimia yang digunakan pada berbagai industri kimia, seperti pada industri detergen dimana sodium sulfat sebagai zat pengisi yakni memperbesar volume produk. Sodium sulfat juga digunakan pada industri kertas, sodium sulfat akan diubah menjadi natrium sulfida untuk melarutkan lignin dari kayu, selain itu dalam industri tekstil sebagai zat pewarna dan pada industri kimia lainnya seperti industri gelas, keramik, farmasi dan lain sebagainya (Kirk, 1991).

Kebutuhan Na₂SO₄ di Indonesia masih sangat banyak setiap tahunnya. Hal ini ditandai dengan data statistik impor sodium sulfat umumnya dari Malaysia, Kamboja dan Vietnam seperti yang ditunjukkan jumlah import dari ketiga negara tersebut mencapai 372.820,173 ton pada tahun 2020 (BPS, 2016 – 2020).

Karena kebutuhan Na₂SO₄ yang dipenuhi melalui import, maka pemerintah mengambil kebijakan untuk mengurangi impor dari negara lain dan memenuhi kebutuhan Na₂SO₄ di Indonesia. Selain itu dengan adanya perkembangan industri di Indonesia diharapkan dapat menciptakan lapangan pekerjaan untuk masyarakat Indonesia dan menekan jumlah pengangguran.



Tabel 1. Data Impor Sodium Sulfat di Indonesia

Tahun	Import (Ton)	Pertumbuhan (%)
2016	286.891,486	0,0000
2017	264.695,175	-7,7368
2018	324.819,238	23,0000
2019	211.446,573	-34,9033
2020	317.659,116	50,2313
	Rata - rata	6,0611

Dari tabel di tersebut, jika pabrik ingin didirikan pada tahun 2027 maka perkiraan kebutuhan Na_2SO_4 didapat menggunakan metode *discounted* dengan persamaan :

$$F = P (1 + i)^n \quad \dots(1.2)$$

Dimana :

F = Nilai pada tahun ke - n

P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

i = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Pada tahun 2027 direncanakan pendirian pabrik Na_2SO_4 dalam negeri dengan perkiraan konsumsi (m_5) sebanyak:

$$m_5 = P (1 + i)^n \quad \dots(1.3)$$

Dimana :

P = Besar impor tahun 2021 (ton/tahun)

i = Kenaikan data impor rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

sehingga:

$$m_5 = 26.131,65 (1 + (- 2,60))^5 \\ = 479.572,434 \text{ ton/tahun}$$

Jika pabrik mulai beroperasi, kegiatan import tidak dihentikan namun diperkirakan nilai impor berkurang hingga 90%. Untuk nilai m_1 dapat diperhitungkan dengan :

$$m_1 = 10\% \times m_5 \\ = 0,1 \times 479.572,434 = 47.957,243$$

Peluang kapasitas produksi tahun 2027 (m_3) dapat ditentukan dengan rumus :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad \dots(1.4)$$

Keterangan:

m_1 = nilai import 2027 (ton/tahun)

diambil 10% dari nilai impor pada data terakhir,

m_2 = produksi pabrik dalam negeri (ton / tahun)

m_3 = kapasitas pabrik yang didirikan pada tahun 2027 (ton/tahun)

m_4 = nilai ekspor tahun 2027 (ton/tahun)

m_5 = nilai konsumsi tahun 2027 (ton/tahun)

Jadi, $m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$

$$m_3 = (116.024,983 + 479.572,434) - \\ (47.957,243 + 265.000) \\ = 283.000 \text{ Ton/Tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas perancangan pabrik Na_2SO_4 pada tahun 2027 akan dibangun kapasitas 70.000 ton/tahun agar dapat memenuhi kebutuhan Na_2SO_4 dalam negeri.

2. Uraian Proses

Terdapat beberapa jenis proses dalam pembuatan Sodium sulfat. Berikut adalah perbandingan jenis proses produksi sodium sulfat (Faith WL, Keyes BD, 1975).

Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Sulfat

ASPEK	PROSES	
	Mannheim	Hargreaves-Robinson
Bahan Baku Utama	Garam	Garam
Bahan Pembantu	Asam Sulfat (H_2SO_4)	Sulfur Oksida (SO_2)
Produk Samping	HCl	Gypsum
Teknis	Proses lebih sederhana	Reaksi SO_2 dan O ₂ dalam keadaan gas lebih rumit dalam perencanaannya
Ekonomi	1. Bahan baku lebih murah 2. Tidak membutuhkan desain khusus untuk menyimpan bahan baku	1. Bahan baku SO_2 lebih mahal, dan treatment bahan baku membutuhkan alat dan biaya yang lebih mahal 2. Membutuhkan desain khusus untuk menyimpan bahan baku
Ease	Solid-Aqueous	Liquid-Gas
Alat Utama	Mannheim Furnace	Fluidized-Bed Reactor
Suhu Operasi	843°C	426,67°C
Jenis Reaksi	Endotermis	Eksotermis
Yield	98%	93-98%

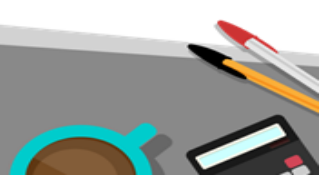
Dalam prarancangan pabrik Na_2SO_4 ini dipilih yaitu proses pembuatan Sodium Sulfat dengan Proses Mannheim :

1. Proses kontinyu dan sederhana sehingga biaya proses lebih murah.
2. Konversi reaksi tinggi yaitu 98% sehingga produk akan lebih banyak terbentuk.
3. Bahan baku yang mudah diperoleh dan dari segi ekonomi nilai jual produk lebih mahal daripada nilai beli bahan baku.
4. Produk samping mempunyai nilai jual tinggi.

Dalam proses pembuatan sodium sulfat dari sodium klorida dan asam sulfat dengan proses manheim, terbagi menjadi beberapa tahap diantaranya :

1. Persiapan Bahan Baku

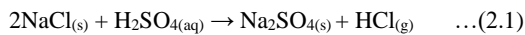
Common salt dari *storage* dipindahkan dengan *belt conveyor* dan *bucket elevator* diumpahkan pada bin menuju *furnance* dengan suhu operasi 843°C. Larutan H_2SO_4 98% dialirkan dari tangka ke *furnance*. Pada *furnance*



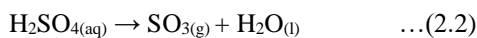
terjadi reaksi pembakaran antara sodium sulfat dan asam sulfat dalam fase *solid-aquoeos* dimana bahan masuk untuk reaksi perlahan dipanaskan sampai suhu mendekati titik lelehnya (Faith, WL, Keyes BD, 1975). Ruangan utama tempat berlangsungnya pancaran panas di dalam tungku disebut pancaran api atau ruang bakar, tempat berlangsungnya pembakaran bahan bakar di ruangan ini. Bahan bakar berupa metana dimasukkan ke burner sesudah dicampur menggunakan udara pembakaran. Pembakar dapat diletakkan di lantai atau di dinding samping (Kern, 1965).

2. Tahap Reaksi

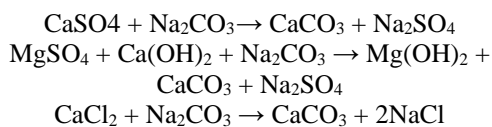
Common Salt yang dialirkan ke dalam *furnace* direaksikan dengan larutan asam sulfat. Kondisi operasi *furnace* pada suhu 843°C. Reaksi yang terbentuk :



Konversi yang didapatkan adalah 98% dengan reaksi pembatas adalah NaCl. Karena H_2SO_4 memiliki titik didih 249°C maka H_2SO_4 terurai dalam reaksi berikut.



Produk utama berupa Na_2SO_4 dan campuran garam keluar pada *nozzle* bagian bawah menuju ke *cooling conveyor* menurunkan suhunya, kemudian dialirkan menuju netralizer. *Slurry* natrium sulfat dan campuran garam ditambahkan dengan Na_2CO_3 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ didalam netralizer agar mengendapkan garam dengan penambahan *water process* sebagai pelarut di dalam. Reaksi yang terjadi sebagai berikut.



Campuran yang terbentuk kemudian di pompa menuju RDVF untuk dipisahkan.

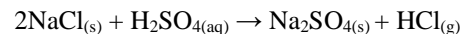
3. Tahap pengkristalan produk

Kristal $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dapat didapat dengan kristalisasi larutan dengan menurunkan suhu di kristalizer ke suhu kristalisasi (5°C). Kristal $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yang keluar dari kristalizer dipindahkan ke *centrifuge* untuk pemisahan kristal yang terbentuk dengan larutan induk. Sebagian larutan induk dibuang ke *waste water treatment* dan sebagian di *recycle* ke netralizer.

Kristal $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipindahkan ke *rotary dryer* melalui *screw conveyor*. Sebagai media panas yang digunakan pada *rotary dryer* adalah udara panas yang telah dipanaskan oleh *heat exchanger*. Udara yang digunakan untuk mengeringkan kristal kemudian mengalir ke siklon sebelum dilepaskan ke atmosfer. Kristal $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yang ditangkap oleh siklon kemudian dimasukkan ke dalam *ball mill*. Produk sodium sulfat kering yang keluar dari *rotary dryer* kemudian didinginkan menggunakan *cooling conveyor*. Kristal sodium sulfat kemudian dihancurkan menjadi 200 mesh di dalam *ball mill*. Produk kemudian disaring pada *screen*, bagi produk yang tidak sesuai ukurannya dikembalikan pada *ball mill*. Produk dari *screen* dengan ukuran 200 mesh dan kemurnian 99% untuk memenuhi kebutuhan pasar sebagai produk akhir akan diteruskan ke *storage* dan packaging dikemas dan diangkut ke gudang produk.

4. Tahap Pengolahan HCl

Dari Mannheim Furnance terbentuk :



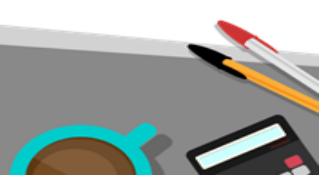
Dari reaksi diatas terbentuk produk samping HCl berbentuk gas, kemudian diumpankan menggunakan blower ke *switch condenser* untuk dikondensasi sekaligus didinginkan hingga berubah fasa dari gas menjadi liquid, lalu disimpan dalam tangki penyimpanan.

3. Utilitas

Utilitas merupakan fasilitas yang paling penting untuk kelancaran proses produksi. Agar proses produksi dapat berkelanjutan, harus ditunjang dengan sarana dan prasarana yang sesuai dengan keperluannya. Utilitas pada Prarancangan Pabrik Sodium Sulfat meliputi:

1. Unit Pengolahan Air
2. Unit Penyedia Uap (*steam*)
3. Unit Penyedia Listrik
4. Unit Penyedia Bahan Bakar

Kebutuhan air pendingin pada keseluruhan pabrik adalah 23492,1082 kg/jam, kebutuhan air umpan boiler sebanyak 607,2517 kg/jam, *water process* sebanyak 7237,9252 kg/jam dan unit listrik sebanyak 367,3450 kW. Untuk *safety factor* diambil sebesar 20% sehingga kebutuhan total listrik untuk pabrik yaitu 804,8950 kW atau 9,4694 kva.



Listrik diambil dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tuban, sebesar 35000 MW dan dibackup oleh generator dengan *power* 1500 kW.

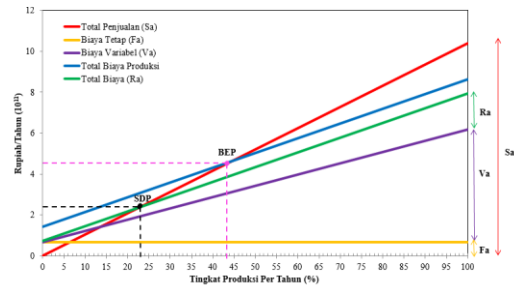
5. Kebutuhan Evaluasi Ekonomi

Layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan ditinjau dari evaluasi ekonomi. Hal ini ditujukan agar dapat mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh dari kapasitas produksi tertentu. Adapun hasil evaluasi ekonomi pabrik sodium sulfat tertera pada **Tabel 6.** berikut.

Tabel 6. Evaluasi Ekonomi Pabrik Sodium Sulfat

Analisa	Nilai	Range	Keterangan
ROI	14%	11 - 44%	Pengembalian lambat
POT	4,6 tahun	2- 5 tahun	Pengembalian Lambat
BEP	44,1%	40%-60%	Layak
SDP	23%	20%-40%	Layak

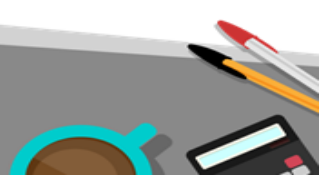
Return On Investmen adalah tingkat keuntungan yang bisa didapatkan dari investasi yang dijalankan. ROI dinyatakan dalam persentase tahunan. Untuk industri kimia persentase ROI sebelum pajak 44% merupakan pengembalian cepat dan 11% pengembalian lambat. *Pay Out Time* yaitu periode pengembalian yang timbul berdasarkan laba yang diterima. Perhitungan ini digunakan agar dapat mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi. POT untuk industri kimia dengan pengembalian cepat selama 2 tahun dan pengembalian labat selama 5 tahun. *Break Even Point* (BEP) adalah keadaan pabrik menandakan biaya dan pendapatan sama atau tidak ada keuntungan. Dengan BEP, bisa menentukan harga jual dan total minimum yang harus dijual untuk mencapai keuntungan, serta harga dan unit yang perlu dicapai agar mendapat keuntungan. *Shut Down Point* merupakan titik saat kegiatan manufaktur harus berhenti karena lebih murah menutup pabrik dan menutupi biaya tetap (F_a) daripada memproduksi. Penyebabnya adalah *variable cost* yang kelebihan tinggi karena inefisiensi dalam kegiatan produksi (tidak menguntungkan) atau keputusan manajemen. Grafik evaluasi ekonomi pabrik natrium sulfat tertera pada gambar berikut.



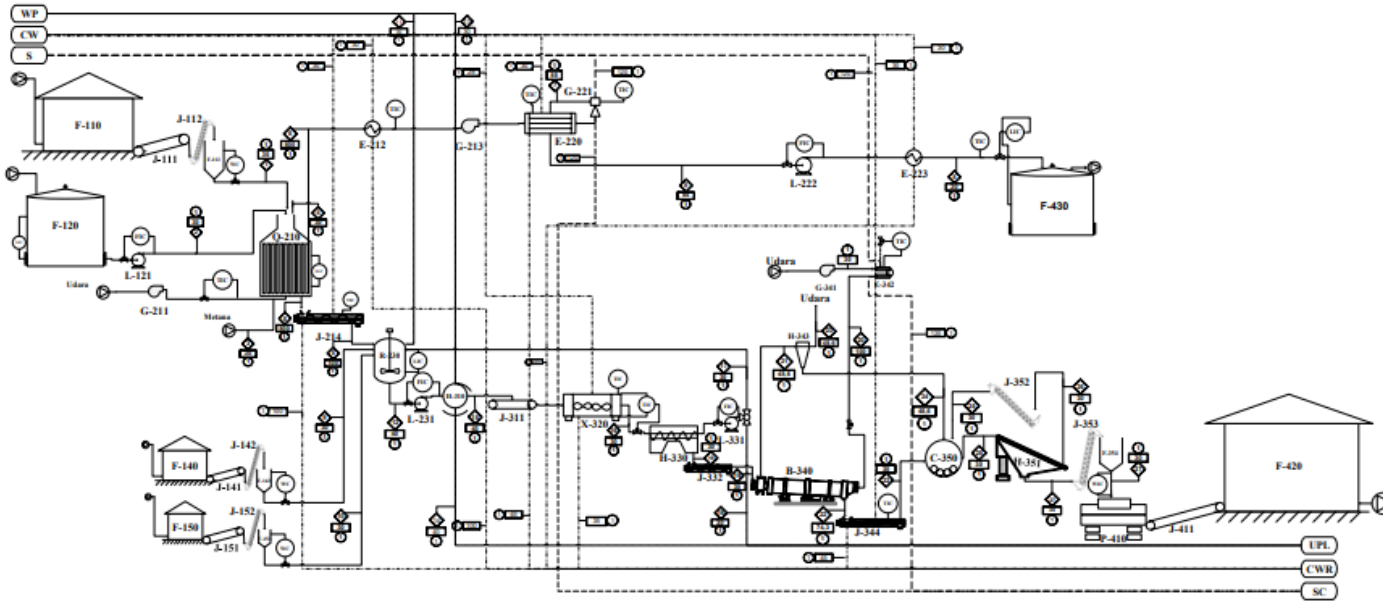
Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik Sodium Sulfat

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomis Prarancangan Pabrik Sodium Sulfat dari Sodium Klorida dan Asam Sulfat dengan Proses Manheim Kapasitas 70.000 Ton/Tahun dapat disimpulkan bahwa pabrik dirancang pada tahun 2027 dan didirikan di Kawasan Industrial Tuban, Jawa Timur. Bentuk perusahaan adalah PT atau Perseroan Terbatas dengan struktur organisasi *line and staff*. Adapun jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 148 orang. Evaluasi ekonomi diperoleh persentase ROI sebesar 14% dan POT selama 4,6 tahun. Analisa titik BEP dan SDP berturut-turut sebesar 44,1% dan 23%. Dari analisa titik BEP dan SDP dapat dikatakan bahwa pabrik sodium sulfat ini layak untuk dikaji lebih lanjut untuk didirikan.



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SULFAT DARI SODIUM KLORIDA DAN
ASAM SULFAT DENGAN PROSES MANNHEIM KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN



KETERANGAN

Steam	Airman Proses	Nomor Aliran	Temperatur (°C)
Cooling Water Return	Airman	Tankan (area)	Bahan Baku
Cooling Water	Airman	SCREW	Produk
Steam Condensate	Airman	Level Indicator Control	Pressure Indicator Control
Sisa Pengolahan Limbah	Airman	Flow Indicator Control	

45	F-420	GUDANG SODIUM SULFAT	1
44	J-411	BELT CONVEYOR PRODUK	1
43	F-410	UNIT PACKAGING	1
42	F-354	BIN SODIUM SULFAT	1
41	J-353	BUCKET ELEVATOR PRODUK	1
40	J-352	BUCKET ELEVATOR RECYCLE	1
39	H-351	SCREEN	1
38	C-350	ROLL MILL	1
37	J-344	COOLING CONVEYOR 2	1
36	H-343	CYCLONE	1
35	E-342	HELPER UDARA	1
34	G-241	BLOWER 2	1
33	H-340	ROTARY DRYER	1
32	J-332	SCREW CONVEYOR	1
31	L-331	POMPA MOTHER LIQUOR	1
30	H-330	CENTRIFUGE	1
29	X-320	CRYSTALLIZER	1
28	J-311	BELT CONVEYOR KDV	1
27	H-310	ROTARY DRYUM VACUUM FILTER	1
26	L-231	POMPA ROTARY DRYUM VACUUM FILTER	1
25	H-230	NETRALIZER	1
24	J-214	COOLING CONVEYOR 1	1
23	F-430	TANGKI PENYIMPANAN ASAM KLORED	1
22	E-223	COOLER 2	1
21	L-222	POMPA ASAM KLOREDA	1
20	G-221	JET EJECTOR	1
19	E-220	BAROMETRIC CONDENSOR	1
18	G-213	BLOWER 2	1
17	E-212	COOLER 1	1
16	G-211	BLOWER 1	8
15	Q-210	FURNACE	6
14	F-153	BIN KALSIUM HIDROKSIDA	1
13	J-151	BUCKET ELEVATOR KALSIUM HIDROKSIDA	1
12	F-150	BELT CONVEYOR KALSIUM HIDROKSIDA	1
11	F-151	GUDANG KALSIUM HIDROKSIDA	1
10	F-143	BIN SODIUM KARBONAT	1
9	J-142	BUCKET ELEVATOR SODIUM KARBONAT	1
8	J-141	BELT CONVEYOR SODIUM KARBONAT	1
7	F-140	GUDANG SODIUM KARBONAT	1
6	L-121	POMPA ASAM SULFAT	1
5	F-120	TANGKI ASAM SULFAT	1
4	F-113	BIN COMMON SALT	1
3	J-112	BUCKET ELEVATOR COMMON SALT	1
2	J-111	BELT CONVEYOR COMMON SALT	1
1	F-110	GUDANG COMMON SALT	1

No.	Komposisi	NERACA MASSA (kg/jam)																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
1	NaCl	3336,6167	-	-	-	66,7323	-	-	-	-	-	-	-	149,5438	-	-	149,5438	149,5438	56,4110	56,4110	36,7218	-	0,2672	36,3946	0,0004	0,3669	38,6541	1,9227	36,7214		
2	CaCl ₂	24,4497	-	-	-	24,4497	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	CaSO ₄	14,8367	-	-	-	14,8367	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	MgSO ₄	1,3184	-	-	-	1,3184	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	H ₂ O	21,5685	68,4715	-	-	-	218,8792	21,0879	189,7913	-	-	-	-	7234,4122	86,40,872	3,5130	4,7328	86,39,6265	37,28,4411	1488,4450	1488,4450	915,5511	-	897,7854	17,8456	897,7854	-	18,7849	0,9292	17,8456	
6	Na ₂ CO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	35,8034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	H ₂ SO ₄	-	3355,1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	Mg(OH) ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6521	0,6521	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	Ca(OH) ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	CaCl ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,2546	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	HCl	-	-	-	-	-	537,1247	53,5942	483,4122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	Na ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	2085,9417	208,9342	1885,3475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	Na ₂ SO ₄ 10H ₂ O	-	-	-	-	-	3963,8823	-	-	-	-	-	-	-	4887,8778	-	-	4887,8778	88,9354	38,4823	38,4823	19,7989	-	0,1979	19,5938	0,0002	0,1977	20,8325	1,0416	19,7987	
15	Impurities	25,2345	-	-	-	25,2345	-	-	-	-	-	-	-	-	48,6797	-	-	48,6797	15,3452	15,3452	9,9892	-	0,0999	9,8894	0,0001	0,0998	10,5449	0,5257	9,9891	-	
16	Udara Kering	-	-	3345,8603	3345,8603	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		3423,5795	3423,5795	3345,8603	3345,8603	4093,2054	2753,9456	275,3946	2478,8510	35,8034	0,8430	7234,4122	12872,867	3,5130	38,6435	12837,7378	12837,7378	1508,6035	1508,6035	9828,5380	1964,1040	2955,7224	8828,9136	2861,9853	93,8170	9392,3481	469,6174	8922,7307	-	-	

Gambar 1. Process Flow Diagram Pabrik Sodium Sulfat

Dibuatkan Oleh:
DEWI RACHMADANTI PUSPITASARI (18180422080)
MESKA ARIYANI (18180422080)

Dosen Pembimbing:
Prof. Dr. MELIANA BHARMA PUTRA, S.T., M.Sc., Ph.D
 NIP. 198201 28061 1 014

FLOWSHEET
 PRARANCANGAN PABRIK SODIUM SULFAT
 DARI SODIUM KLORIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES
 MANNHEIM KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS LAHORE MANGARUKAT
 BANJARABAI
 2022



Daftar Pustaka

- BPS. 2020. *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor dan Ekspor Sodium Sulfat*. www.bps.go.id
- Brown, G.G. 1950. *Unit Operation*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Brownell, L. E. dan Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design – Vessel Design*. John Wiley & Son. New York.
- CN1915823A. 2006. *Method For Preparing Sodium Sulfate*.
- Considine, D. M. 1985. *Process Instrument and Controler*. McGraw-Hil. New York
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2019. *Standart Kualitas Air Bersih*.
- Engineering ToolBox. 2001. www.engineeringtoolbox.com
- Faith, W.L., Keyes, D.B and Clark, R.L. 1975. *Industrial Chemistry*. John Wiley and Sons. London.
- Geankoplis, C.J. 1997. *Transport Process and Unit Operation, 3 rd edition*. Prentice Hall. New Delhi.
- Himmeblau, DM. 1982. *Basic Principle and Calculations in Chemical Engineering 4th Edition*. Prentice-Hal Inc. New Jersey.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw Hil. New York.
- McCabe, W.L., dkk. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering, 5 th ed*. McGraw - Hil Inc. Singapore
- Ojeda Toro, J. C., Dobroz-Gómez, I., & Gómez Gracia, M. Á. 2015. *Kinetic Study on Sodium Sulfate*. *Industrial & Engineering Chemistry Researc*, 54(8), 2311–2316.
- Ullman. 2003. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 7th Edition, Vol.25,Wiley-VCH.
- Ulrich, G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Proces Design and Economic*. John Wiley and Son. New York.
- UNData, C. 2020. *Sodium Sulfate*. www.comtrade.un.org/data/
- Wallas, Stanley M. 1990. *Chemical Proses Equipment*. Butterworth-Heinemann. USA
- Yaws, C. L. 1999. *Thermodynamic and Physical Properties*. McGraw Hill Book Co, Inc. New York

