

PRARANCANGAN PABRIK DISODIUM FOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 2.500 TON/TAHUN

Dian Septiana Tri Sejati¹, Adella Vadia Artamevia¹, Syeikh Maulana Bima Suci¹, Zuhriah Mumtazah¹, Gaguk Jatisukamto¹, Meta Fitri Rizkiana¹, Bekti Palupi¹

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
Jl. Kalimantan No. 37, Jember

*Email : dianseptianaats@gmail.com

Abstrak

Disodium fosfat merupakan perantara dalam produksi trisodium fosfat (Na_2HPO_4) dan sodium tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$). Disodium fosfat banyak digunakan sebagai pengemulsi, zat penyangga pH, penstabil dalam produksi makanan, dan sebagai zat penyangga dalam produksi tekstil. Pabrik disodium fosfat didirikan dengan tujuan mengurangi impor disodium fosfat. Pabrik disodium fosfat didirikan di Desa Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan akses bahan baku, air, listrik dan kebutuhan lain mudah untuk didapatkan. Produksi disodium fosfat ini menggunakan proses kristalisasi dikarenakan lebih ekonomis, bahan baku mudah didapatkan dan instalasi pabrik tidak sekompleks seperti pabrik dengan proses netralisasi. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dengan kapasitas produksi 2.500 ton/tahun

Kata kunci : Disodium fosfat, asam fosfat, natrium karbonat

1. Pendahuluan

Disodium fosfat merupakan perantara dalam produksi trisodium fosfat (Na_2HPO_4) dan sodium tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) (Faith, 1975). Disodium fosfat banyak digunakan sebagai pengemulsi, zat penyangga pH, penstabil dalam produksi makanan, dan sebagai zat penyangga dalam produksi tekstil (Faith, 1975).

$$m = P(1 + i)^n \quad (1)$$

dengan:

P: jumlah impor/ekspor pada tahun pertama, (ton)

m: Jumlah impor/ekspor pada akhir tahun, (ton)

i: Rata-rata kenaikan impor/ekspor tiap tahun, (%)

n: Selisih tahun yang diperhitungkan

Perkiraan konsumsi tahun 2028 yaitu:

$$m_5 = P(1 + i)^n \quad (2)$$

$$m_5 = 1.843,5980 (1 + 0.0131)^6$$

$$m_5 = 1.993,37 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan ekspor tahun 2028 yaitu:

$$m_4 = P(1 + i)^n \quad (3)$$

$$m_4 = 20,75 (1 + 2941,871)$$

$$m_4 = 9,57 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan kapasitas pabrik disodium fosfat pada tahun 2028 dari hasil diatas dapat dihitung dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (4)$$

$$m_3 = m_4 + m_5 - (m_1 + m_2) \quad (5)$$

Sehingga,

$$m_3 = (9,57 + 1.993,37) - (0 + 0) \\ = 2.002,95 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan peluang kapasitas produksi diatas, maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik disodium fosfat pada tahun 2028 dibulatkan sebesar 2.500 ton/tahun.

2. Uraian Proses

Pada pembuatan disodium fosfat terdapat dua jenis proses yaitu proses kristalisasi dan netralisasi. Proses netralisasi membutuhkan bahan baku berupa batuan fosfat, asam sulfat, dan bahan pembantu berupa NaOH serta Na_2CO_3 . Proses kristalisasi bahan baku utama Na_2CO_3 dan H_3PO_4 . Hal ini menunjukkan bahwa

dalam nilai ekonomis proses kristalisasi lebih unggul daripada proses netralisasi. Selain itu, instalasi pabrik disodium fosfat dengan proses kristalisasi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan bahan yang digunakan sedikit dan tidak membutuhkan *pretreatment* yang banyak. Sedangkan instalasi pabrik proses netralisasi lebih kompleks karena bahan yang digunakan lebih banyak. *Yield* yang dihasilkan dari proses kristalisasi yaitu 90-95%, sedangkan dengan proses netralisasi yaitu 93-95% (Faith, 1975) (Coleman, 1934). Dari perbandingan





kedua proses tersebut menunjukkan bahwa proses yang dipilih yaitu proses kristalisasi yang jauh lebih ekonomis, bahan baku mudah didapatkan dan instalasi pabrik tidak sekompleks seperti pabrik dengan proses netralisasi.

Pabrik disodium fosfat didirikan dengan tujuan mengurangi impor disodium fosfat, sehingga dapat mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan kerja, mengurangi pengangguran dan diharapkan dapat menumbuhkan perekonomian di Indonesia (Toama, 2017). Penentuan kapasitas pabrik disodium fosfat dapat dihitung dengan menggunakan **persamaan 1**.

Terdapat 4 tahapan pada pembuatan disodium fosfat yaitu:

a. Persiapan Bahan Baku

Pabrik disodium fosfat dengan proses kristalisasi menggunakan bahan baku asam fosfat (H_3PO_4) dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Natrium karbonat disimpan pada silo, sedangkan asam fosfat disimpan dengan tangki asam fosfat. Selain itu, bahan tambahan seperti air yang digunakan untuk melarutkan natrium karbonat disimpan pada tangki penyimpanan. Semua bahan disimpan pada suhu $30^\circ C$. Pertama, melarutkan natrium karbonat dengan air pada *mixer*. Pemindahan natrium karbonat menuju *mixer* dan air di alirkan menuju *mixer*. Pelarutan natrium karbonat dengan air dilakukan dengan suhu $30^\circ C$ tekanan 1 atm. Larutan hasil pencampuran pada *mixer* dipompa menuju *heater* untuk disesuaikan suhunya dengan suhu reaksi yaitu $90^\circ C$. Setelah itu, larutan akan di alirkan menuju reaktor untuk direaksikan dengan asam fosfat.

b. Reaksi Pembentukan Disodium Fosfat

Proses pencampuran larutan Na_2CO_3 dan H_3PO_4 dilakukan dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk. Asam fosfat dari tangki penyimpanan akan dipompa menuju *heater* untuk disesuaikan dengan suhu reaksi dan selanjutnya dialirkan menuju reaktor. Kondisi operasi pada reaktor menggunakan suhu reaksi $90^\circ C$ tekanan 1 atm. Kondisi reaktor berlangsung secara eksotermis.

c. Tahapan Pemisahan dan Pemurniaan

Keluaran reaktor yang berupa cairan dipompa menuju *rotary filter* untuk memisahkan pengotor padatan yang dihasilkan oleh reaktor.

Filtrat dari *rotary filter* kemudian dipompa menuju *heater* akan dialirkan menuju *crystallizer* untuk menghasilkan kristal disodium fosfat. Kondisi operasi pada *crystallizer* yaitu pada suhu $100^\circ C$ dan dengan tekanan 1 atm. Keluaran dari *crystallizer* berupa padatan kristal yang masih mengandung air dialirkan menuju *heater* untuk menurunkan suhunya kemudian dialirkan menuju *centrifuge* untuk memisahkan padatan dan cairan. Cairan keluaran *centrifuge* akan dipompa menuju UPL. Padatan kristal yang telah dipisahkan dari air dengan *centrifuge* akan dipindahkan menuju *rotary dryer*. Kondisi operasi pada *rotary dryer* dilakukan pada suhu $95^\circ C$ tekanan 1 atm

d. *Screening* dan *Ball Mill*

Keluaran dari *rotary dryer* berupa padatan kristal dengan ukuran besar perlu dikecilkan dengan *ball mill*. Sebelum ke *ball mill*, padatan kristal yang perlu dialirkan ke *blower box* untuk diturunkan suhunya menjadi $30^\circ C$ dengan mengalirkan udara pendingin, kemudian akan disaring dengan *screener*. Kristal yang tidak lolos pada *screener* akan dikembalikan lagi menuju ke *ball mill*. Kristal yang lolos dari *screener* akan dimasukkan ke dalam silo.

3. Utilitas

Utilitas yaitu bagian pada pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan atau memberikan kebutuhan penunjang supaya pada proses produksi berjalan dengan lancar sesuai dengan yang sudah direncanakan. Pada unit utilitas menyediakan berbagai kebutuhan yaitu: kebutuhan air, listrik, *steam*, bahan bakar dan pengolahan limbah.

Air yang digunakan pada proses pabrik dan kegiatan dipabrik diperoleh dari proses pemurnian dari air Sungai Brantas dan Sungai Bengawan Solo. Kebutuhan air antara lain: kebutuhan air sanitasi, air umpan boiler, air pendingin, dan air proses. Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan pabrik seperti kebutuhan kantin, masjid, dan lain – lain. Air umpan boiler digunakan untuk pemenuhan kebutuhan *steam* pada boiler. Air pendingin digunakan untuk proses produksi pada alat yang menghasilkan energi panas.





Air proses digunakan untuk kebutuhan proses pada pembuatan disodium fosfat

Pada unit utilitas juga dibutuhkan bahan bakar yang digunakan pada unit pengadaan *steam* dan kebutuhan listrik. Bahan bakar yang digunakan yaitu natural gas dan *diesel fuel*. Natural gas digunakan pada unit pengadaan *steam*. Sedangkan *diesel fuel* digunakan pada kebutuhan listrik.

Kebutuhan listrik yang diperlukan pabrik disodium fosfat dipenuhi dari PLN dengan cadangan listrik pada generator set. Kebutuhan listrik antara lain kebutuhan listrik alat proses, alat utilitas, penerangan, dan fasilitas listrik lainnya.

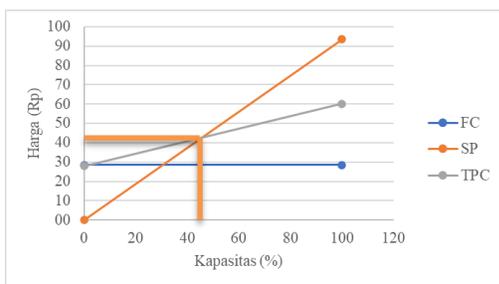
Pabrik disodium fosfat menghasilkan berbagai limbah antara lain limbah cair dan limbah padat. Limbah cair tersebut diolah kembali dengan ditampung pada bak dan dinetralkan pH-nya. Limbah padat yang dihasilkan diolah lebih lanjut dengan menggunakan pengolahan biologis.

4. Evaluasi Ekonomi

Pabrik disodium fosfat ini layak didirikan dengan beberapa perhitungan hasil evaluasi ekonomi dapat dilihat pada parameter **Tabel 1**. Pabrik dapat dikatakan layak berdiri apabila nilai BEP berkisar 40% - 60% (Kusnarjo, 2010). Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, menghasilkan BEP sebesar 48%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa telah sesuai dengan *range* yang diatur dalam literatur. Sehingga pabrik disodium fosfat ini layak didirikan. Analisa BEP dengan cara grafik juga dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Tabel 1. Parameter Kelayakan Pendirian Pabrik

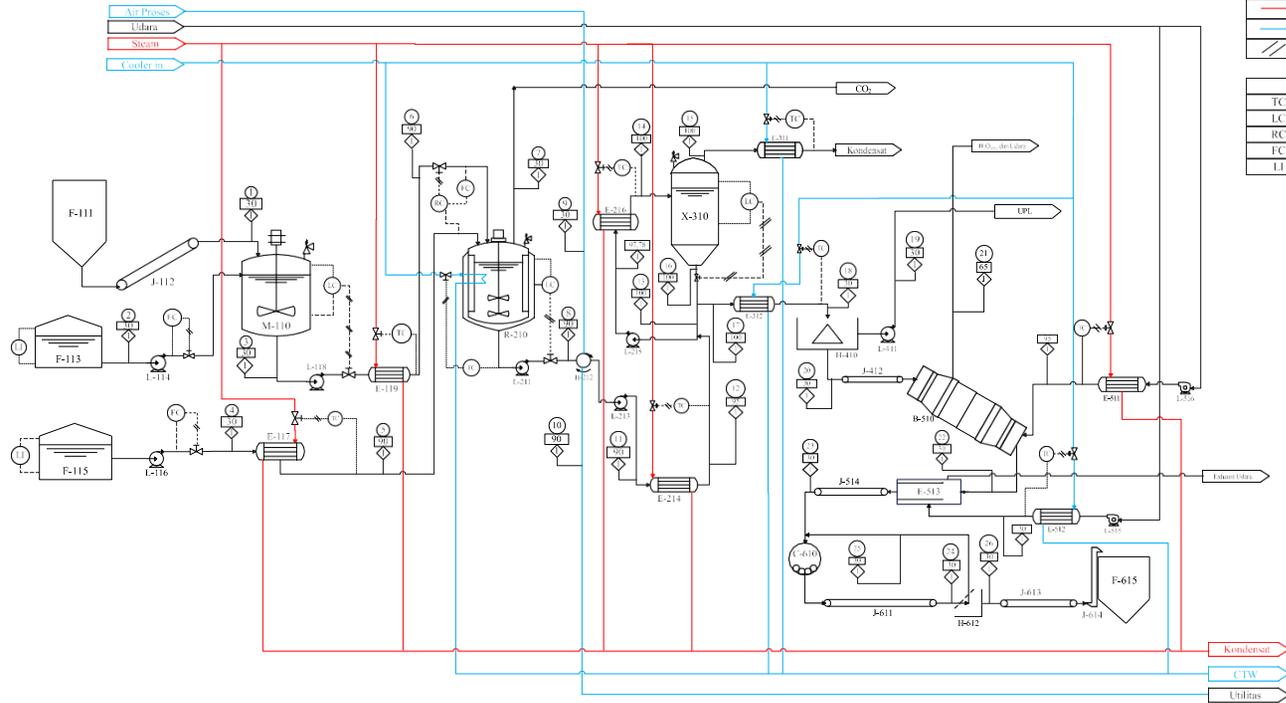
Parameter	Hasil	Syarat
ACF	35%	> dari bunga bank 6,25%
POT	3.00 tahun	< ½ umur pabrik
ROR	26.38%	> dari bunga bank 6,25%
DCF-ROR	37.71%	> dari bunga bank 6,25%
TCS	Rp. 225.847.591.755	> dari TCI
BEP	48%	40% < BEP < 60%



Gambar 4. Analisa BEP



PRA-RANCANGAN PABRIK DISODIUM FOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN KAPASITAS 2.500 TON/TAHUN



Notasi	
○	Neon Arus
□	Suhu
◇	Tekanan
⊗	Control Valve
⊕	Spring Loaded Relief Valve
→	Laju Proses
→ (red)	Laju Pemanas
→ (blue)	Laju Pendingin
—	Sinyal Pneumatik

Keterangan Instrumen	
TC	Temperature Controller
LC	Level Controller
RC	Ratio Controller
FC	Flow Controller
LI	Level Indikator

Kode Alat	Keterangan
M-110	Mixer
F-111	Silo
J-112	Belt conveyer
F-113	Tangki penyimpanan air
L-114	Pompa air
F-115	Tangki penyimpanan asam fosfat
L-116	Pompa asam fosfat
E-117	Heater
L-118	Pompa
E-119	Heater
R-210	Reaktor
L-211	Pompa
H-212	Rotary filter
L-213	Pompa
E-214	Heater
L-215	Pompa
E-216	Heater
X-310	Crystallizer
E-311	Kondensator
E-312	Kondensator
H-410	Centrifuge
L-411	Pompa
J-412	Belt conveyer
B-510	Rotary dryer
E-511	Heater
E-512	Kondensator
E-513	Blow-box
J-514	Belt conveyer
L-515	Blower
L-516	Blower
C-610	Ball mill
J-611	Belt conveyer
H-612	Screener
J-613	Belt conveyer
J-614	Bucket Elevator
F-615	Tangki penyimpanan produk

Komponen	Arus Massa (kg/jam)																												
	1	2	3	4,5	7	8	9	10	11,12	13	14	15	16	17,18	19	20	21	22,23	24	25	26								
Na ₂ CO ₃	251,753		251,753			12,588		0,126	12,462	1,385	13,846		13,846	12,462	12,462														
H ₃ PO ₄			232,753			11,638		0,116	11,521	1,280	12,801		12,801	11,521	11,521														
H ₂ O	83,918	51,642	135,559	65,171		241,343	119,675	122,088	238,930	2,655	241,584	217,426	24,158	21,504	19,353	0,430	0,022	2,129	2,241	0,112	2,129								
CO ₂					119,675																								
Na ₃ HPO _{4(sg)}						320,391		3,204	317,187	0,054	317,242		0,545	0,490	0,490														
Na ₃ HPO _{4(s)}										35,189	35,189		351,886	316,697		316,697	3,167	315,659	330,032	16,502	313,530								
Fe ₂ O ₃				2,017		2,017		2,017																					
Al ₂ O ₃				4,345		4,345		4,345																					
MgO				6,052		6,052		6,052																					
Total	335,67	51,64	387,31	310,34	119,67	598,37	119,67	137,95	580,10	40,56	620,66	217,43	403,24	362,67	43,83	317,13	3,19	317,79	332,27	16,61	315,66								

Gambar 5. Process Flow Diagram Pabrik Disodium Fosfat



5. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik disodium fosfat didirikan di Desa Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.
2. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dengan kapasitas produksi 2.500 ton/tahun.
3. Evaluasi ekonomi diperoleh nilai BEP sebesar 48% dapat disimpulkan bahwa pabrik disodium fosfat layak didirikan

Daftar Pustaka

- Coleman, J.H., 1934, "Making Disodium Phosphate", United States Patent, US 1961127 A
- Faith, W.L., Keyes, D.B., dan Donald, B. 1950, Industrial Chemistry, John Wiley and Sons, London
- Toama, H. Z. (2017). World Phosphate Industry. Iraqi Bulletin of Geology and Mining Special Issue, 7(7), 5–23.
- Kusnarjo. (2010). Perancangan Pabrik Kimia. ITS Press.

