

PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI MOLASSES (*SUGAR BEET*) DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES OKSIDASI DENGAN KATALIS VANADIUM PENTAOKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Fitri Halisyah^{1*}, Sifaun Nazirah¹

¹Program Studi S-1Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal Achmad Yani KM35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

*E-mail: fhalisyah@gmail.com

Abstrak

Asam oksalat dihidrat ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$) adalah jenis asam oksalat berupa kristal putih halus, dengan BM 126,07 kg/kgmol. Pembangunan pabrik asam oksalat dihidrat di Indonesia diupayakan menurunkan daya impor. Perancangan pabrik asam oksalat dihidrat direncanakan berjalan pada tahun 2027 kapasitas 10.000 ton/tahun di Purwakarta luas 32.110 m².

Proses yang digunakan menghidrolisis molasses dengan asam sulfat untuk menghasilkan glukosa. Selanjutnya mereaksikan glukosa & asam nitrat dengan katalis vanadium pentoksida menggunakan reaktor jenis RATB dengan konversi 70%, pada suhu 71°C, pressure 1 atm. Reaksi bersifat eksotermis, berlangsung selama 1 jam. Katalis dipisahkan dari keluaran reaktor pada centrifuge 2 sebelum diumpankan ke crystalizer. Keluaran crystalizer berupa kristal asam oksalat diumpankan menuju centrifuge 3, kemudian kristal menuju rotary dryer untuk dikeringkan lalu dihaluskan sampai ukuran 100 mesh dengan kemurnian 98,82%. Kebutuhan utilitas dari waduk Jatiluhur sebanyak 11252,0504 kg/jam, sedangkan kebutuhan listrik sebesar 955,1847 Kw. Mengantisipasi adanya pemadaman, dipersiapkan 1 buah generator. Bahan bakar generator dipakai diesel oil sebanyak 10,1103 L/jam.

Pemasaran asam oksalat dihidrat diutamakan untuk konsumsi domestik. Perusahaan berbentuk PT (perseroan terbatas) yang membutuhkan tenaga kerja sebanyak 126 orang. Berdasarkan tinjauan ekonomi TCI sebesar Rp. 122.552.171.380,- dan hasil penjualan yaitu sebesar Rp. 221.840.795.474,-. ROI sebelum pajak 17,00594% dan sesudah pajak 11,05386%. POT sebelum pajak 3,7 tahun dan sesudah pajak 4,75 tahun. Sehingga diperoleh BEP 40,28% dan SDP 22,83%. Sehingga pabrik asam oksalat dihidrat kapasitas 10.000 ton/tahun layak didirikan berdasarkan hasil tinjauan dan evaluasi.

Kata kunci: Molasses, asam oksalat dihidrat, asam nitrat, RATB, centrifuge.

1. Pendahuluan

Dalam mengembangkan sektor industri, Indonesia melaksanakan peningkatan pembangunan secara bertahap. Indonesia mengembangkan sektor industri kimia dengan harapan dapat berperan besar dalam penghasilan negara. Keperluan akan asam oksalat dihidrat dalam negeri terus meningkat setiap tahunnya, dilihat dari asam oksalat dihidrat yang sangat diperlukan karena pemanfaatannya. Dalam rangka mencukupi kebutuhan dalam negeri, asam oksalat dihidrat masih didatangkan dari berbagai negara, yaitu 79,7% dari China, 8,67% dari Jepang, 2,38% dari Korea Selatan, 2,29% dari Taiwan dan 0,96% dari Singapore (oec.world,2021).

Asam oksalat dihidrat ($C_2H_4O_2 \cdot 2H_2O$) adalah tipe asam oksalat yang tersedia secara komersial. Berat molekul $C_2H_4O_2 \cdot 2H_2O$ adalah 126,07 kg/kgmol serta memiliki titik leleh sebesar 101,5°C, tidak berbau dan jika dipanaskan hingga suhu 100°C dapat kehilangan

molekul air (Kirk dan Othmer, 1978). Kegunaan asam oksalat dalam laboratorium yaitu sebagai reagen sedangkan dalam proses penyamakan di industri kulit menggunakan asam oksalat sebagai asam pencuci. Asam oksalat juga diperlukan untuk pembersih radiator mesin, sebagai agen pemutih (untuk gabus,kayu), serta objek *finishing textile* (Retnawati dkk., 2017).

Aspek teknis, ekonomi dan keuangan wajib ditinjau saat menentukan suatu kapasitas pabrik. Dari segi teknis, yang wajib diperhatikan dalam perencanaan pendirian industri asam oksalat dihidrat adalah *market opprtunity*, ketersediaan dan konsistensi bahan baku, serta sarana lainnya yang berpengaruh (seperti sarana transportasi dan lain-lain). Penentuan kapasitas perancangan parik Asam oksalat dihidrat di dasarnya pada ketersediaan bahan baku, taksiran kisaran keperluan akan asam oksalat dihidrat dalam negeri, kapasitas yang menguntungkan dan kebutuhan dunia.



Pabrik asam oksalat dihidrat direncanakan beroperasi di tahun 2027. Sampai kini, asam oksalat dihidrat didatangkan dari luar negeri untuk memenuhi banyaknya yang dibutuhkan dalam negeri. Perkembangan impor asam oksalat dihidrat tertera pada **Tabel 1**. (Badan Pusat Statistik, 2021).

Tabel 1. Data pertumbuhan impor $C_2H_4O_2 \cdot 2H_2O$ di Indonesia tahun 2015-2020

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan (%)
2015	1543,604	67%
2016	1661,93	8%
2017	1922,646	16%
2018	2145,223	12%
2019	2129,786	-1%
2020	2932,375	38%
Total	13257,523	139%
Rata-rata		23%

Untuk memproduksi Asam oksalat dihidrat, kapasitas pabrik yang profitabel juga wajib dipertimbangkan. Kapasitas pabrik profitabel yang sudah jalan di dunia tertera pada **Tabel 2**. (Kirk dan Othmer, 1994)

Tabel 2. Kapasitas pabrik asam oksalat dihidrat di dunia

Proses	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas
Sodium formate		China	100.000
Dialkyl oxalate	UBE industries	Jepang	6.000
Propylene	Rhone-Poulenc	Prancis	65.000
Ethylene glycol	Mitsubishi Gas Chemical	Jepang	65.000
Oxidation of carbohydrate		Brazil, china, Taiwan, India, China & Spain	12.000

Berdasarkan data tersebut maka kapasitas pabrik asam oksalat yang didirikan tahun 2027 dapat dihitung menggunakan rumus *discounted method* (Ulrich, 1984):

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

Keterangan:

F = Angka kebutuhan di tahun-2027

P = Besarnya data saat ini (ton/tahun)

I = Rerata pertumbuhan(%)

n = Jarak tahun (tahun ke-n)

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh, perancangan pabrik asam oksalat dihidrat pada tahun 2027 akan dibangun dengan kapasitas 10.000 ton/tahun untuk memenuhi keperluan asam oksalat dihidrat di Indonesia.

2. Deskriptif Proses

2.1. Macam-macam Proses

Ada beberapa metode pembuatan asam oksalat dihidrat yang sering digunakan, yaitu proses oksidasi karbohidrat dengan asam nitrat, sintesis dari etilen glikol serta sintesis dari propilen. Perbandingan proses antara proses oksidasi asam nitrat, etilen glikol dan proses propilen dapat dilihat pada Tabel 3. (Kirk dan Othmer, 1978; Ullmann, 2005).

Tabel 3 Perbandingan jenis proses pembuatan asam oksalat dihidrat

No	Parameter	Proses		
		Oksidasi Asam Nitrat	Etilen Glikol	Proses Propilen
1.	Reaktan	Glukosa	Etilen glikol	Propilen
2.	Katalis	V_2O_5	NO_2 & V_2O_5	V_2O_5
3.	Tekanan operasi	1 atm	2,9608 atm	1 atm
4.	Waktu reaksi	1 jam	5 jam	10 jam
5.	Konversi reaksi	70%	-	77,5%
6.	Suhu reaksi	71°C	80°C	10-40°C(1) 40-100°C(2)

2.2 Penjabaran Proses

Pembuatan asam oksalat dihidrat dengan proses oksidasi asam nitrat ini berlangsung pada 3 tahap sebagai berikut.

2.2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

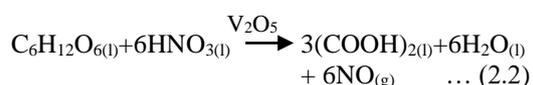
Molasses sebagai material utama di angkut dari tangki yang berfungsi sebagai tempat menyimpan molasses (F-120). *Molasses* di hidrolisis di dalam tangki *treatment molasses* (R-140) dengan katalis asam sulfat 98% dengan konsentrasi 20% dalam reaktor pada suhu 71 °C, tekanan 1 atm, selama 1 jam, dan konversi 95% untuk menghasilkan glukosa. Reaksi yang terjadi adalah:



Produk luaran reaktor hidrolisis berupa campuran glukosa dan impuritasnya dipisahkan menggunakan *centrifuge* (H-142). Produk atas *centrifuge* berupa glukosa dipompa menuju reaktor dan produk bawah menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL). Lalu memanaskan glukosa 60% dan asam nitrat 65% pada masing-masing *heater* dari suhu 30°C hingga 71 °C dan dialirkan ke reaktor(R-210) dengan pompa. Secara bersamaan katalis vanadium pentaoksida 7,5% dimasukkan dalam reaktor (R-210).

2.2.2. Tahap Sintesis Produk

Pada tahap pembentukan asam oksalat dihidrat reaksi bersifat eksotermis yang berlangsung pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-210) suhu 71 °C tekanan 1 atm selama 1 jam dengan konversi 70%. Reaksi yang terjadi adalah:



Hasil keluaran reaktor pada suhu 71 °C berupa asam oksalat anhidrat, air, gas nitrogen monoksida, dan katalis vanadium pentaoksida. Nitrogen monoksida keluar melalui *valve* yang terletak di bagian atas reaktor, sedangkan asam oksalat anhidrat, air dan katalis yang merupakan hasil bawah reaktor diumpangkan menuju *centrifuge 2* (H-213).

2.2.3. Tahap Pemurnian Produk

Hasil yang keluar dari reaktor selanjutnya diumpangkan menuju *centrifuge 2* (H-213) untuk memisahkan katalis vanadium pentoksida. Hasil pemisahan fasa padat berupa vanadium pentoksida dialirkan menuju UPL. Selanjutnya diumpangkan menuju *crystallizer* (X-310) dengan cara menurunkan suhu campuran dari 71 °C menjadi 30 °C menggunakan air pendingin. Keluaran *crystallizer* berupa kristal selanjutnya diumpangkan menuju *centrifuge 3* (H-312) untuk mengurangi kandungan larutan asam oksalat anhidrat, air, dan asam nitrat yang dibuang ke UPL. Tahap selanjutnya kristal memasuki *rotary dryer* (B-314) yang beroperasi pada suhu 100°C untuk menghilangkan kadar asam nitrat dan air yang tersisa sehingga menghasilkan kristal asam oksalat dihidrat. Air keluar dari *rotary dryer* (B-314) dalam fase gas yang terikut pada udara panas yang dibuang ke udara bebas. Luaran produk dari *rotary dryer* berupa padatan asam oksalat dihidrat di masukan kedalam *cooling conveyor* (J-315) dengan menurunkan suhu dari 100°C menjadi 30°C lalu

dimasukkan ke *ball mill* (J-316) dengan suhu 30°C untuk menyamakan ukuran partikel dan melewati *screen* (H-318) untuk mendapatkan asam oksalat dihidrat ukuran 100 mesh dengan kemurnian 98,8% dan selanjutnya disimpan di gudang penyimpanan (F-330).

3. Utilitas

Salah satu elemen yang menunjang kelancaran proses produksi pabrik asam oksalat dihidrat adalah utilitas. Pabrik Asam Oksalat Dihidrat ini menggunakan air yang berasal dari waduk jatiluhur. PLN merupakan sumber yang memenuhi seluruh kebutuhan pembangkit listrik, akan tetapi sebagai cadangan jika PLN mengalami pemadaman maka disiapkan 2 buah generator pembangkit listrik. Kebutuhan utilitas pabrik asam oksalat dihidrat tercantum **Tabel 4** di bawah ini.

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik

No.	Penggunaan	Jumlah
1	Air umpan <i>boiler</i>	690,7085 kg/jam
2	<i>Brine water</i>	4607,6422 kg/jam
3	<i>Cooling water</i>	3197,7507 kg/jam
4	<i>Process water</i>	58,1000 kg/jam
5	Air sanitasi	2697,8490 kg/jam
6	Listrik	1061,3096 kW
7	Bahan Bakar	160,1919 liter/jam

4. Evaluasi Ekonomi

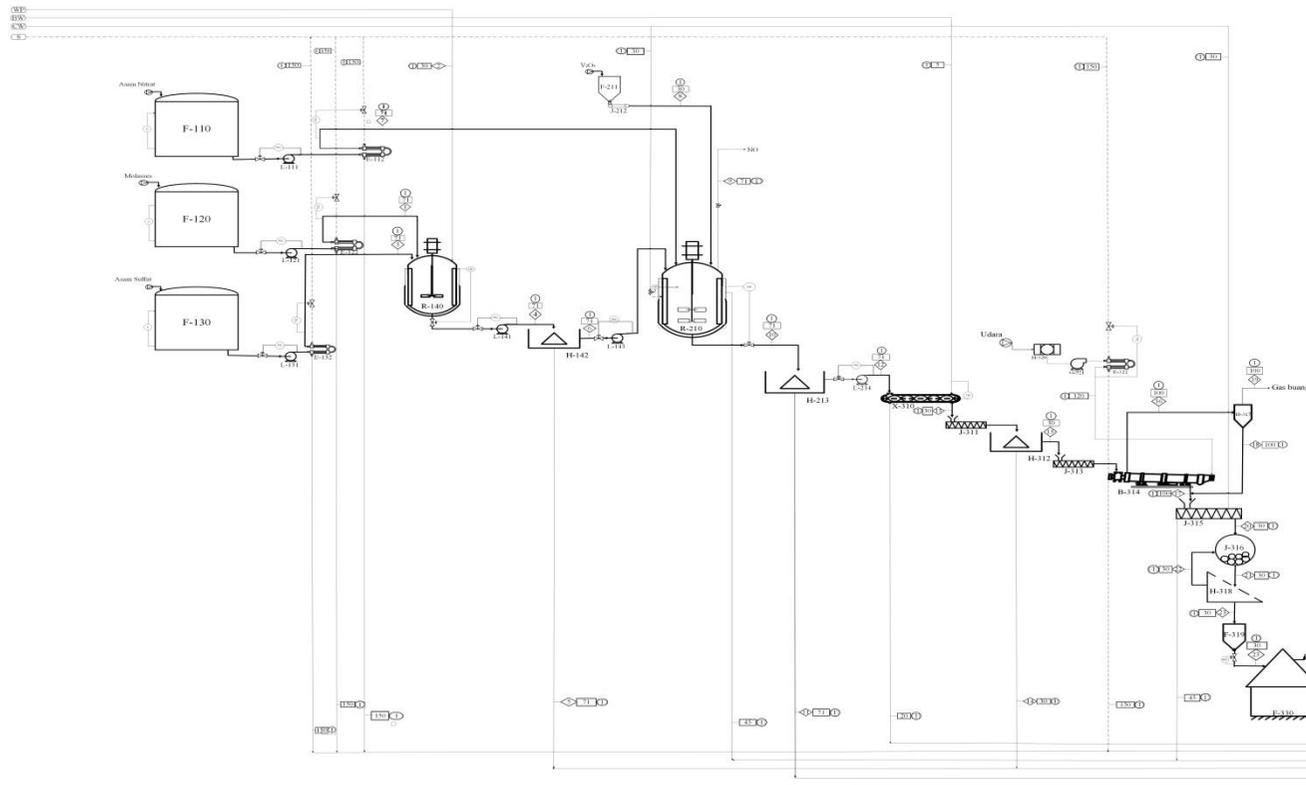
Pabrik dikategorikan layak untuk didirikan apabila dari analisa ekonomi yang dilakukan mengalami keuntungan. Hasil tinjauan ekonomi pabrik asam oksalat dihidrat tercantum dalam **Tabel 5.** berikut.

Tabel 5. Evaluasi Ekonomi Pabrik Asam Oksalat Dihidrat

<u>Tinjauan</u>	<u>Value</u>	<u>Jangkauan</u>	<u>Pernyataan</u>
ROI	17%	Min.11%	Layak
POT	3,7 tahun	Max.5 tahun	Layak
BEP	40,28%	40-60%	Layak
SDP	22,83%	20-40%	Layak



**PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI MOLASSES (SUGAR BEET) DAN ASAM NITRAT
DENGAN PROSES OKSIDASI DENGAN KATALIS VANADIUM PENTAOKSIDA DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**



Mekanis		Simbol	
	Cooling Water		Nitric Acid
	Molasses		Temperature (°C)
	Steam		Oxalic Acid
	Nitric Acid		Molasses Inlet
	Waste Water Treatment Plant		Produk
	Water Pumps		Weight Control
	Steam Pumps		Level Indicator
	Temperature Indicator Control		
	Flow Control		
	Level Indicator Control		

No	Code	Equipment Name	Quantity
32	E-122	HEATER MOLASSES	1
31	E-112	HEATER ASAM NITRAT	1
30	E-132	HEATER ASAM SULFAT	1
29	H-317	SIBLON	1
28	H-320	HEATER UDARA	1
27	H-329	FILTER UDARA	1
26	G-231	BLOWER	1
25	L-121	POMPA MOLASSES	1
24	L-131	POMPA ASAM SULFAT	1
23	L-111	POMPA ASAM NITRAT	1
22	J-312	BELT CONVEYOR VANADIUM PENTAOKSIDA	1
21	R-140	TANGKI TREATMENT MOLASSES	1
20	L-141	POMPA TANGKI TREATMENT MOLASSES	1
19	H-142	CENTRIFUGE	1
18	L-143	POMPA CENTRIFUGE	1
17	R-210	REAKTOR	1
16	H-215	CENTRIFUGE 2	1
15	L-214	POMPA CENTRIFUGE 2	1
14	N-310	CRYSTALIZER	1
13	J-314	SCREEN CONVEYOR	1
12	H-312	CENTRIFUGE 3	1
11	J-313	SCREW CONVEYOR	1
10	B-314	ROTARY DRYER	1
9	J-315	COILING CONVEYOR	1
8	J-316	BALL MILL	1
7	H-318	SCREEN	1
6	F-319	BIN PRIMER	1
5	F-330	GUDANG PRODUK ASAM OKSALAT DIHIDRAT	1
4	F-211	BIN VANADIUM PENTAOKSIDA	1
3	F-130	TANGKI PENYIMPANAN ASAM SULFAT	1
2	F-130	TANGKI PENYIMPANAN ASAM NITRAT	1
1	F-110	TANGKI PENYIMPANAN ASAM SULFAT	1
No	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

Dikerjakan Oleh :
FITRI HALESWAH 1810814220017
SIFAUN NAZIRAH 1810814120005

Dosen Pembimbing :
Prof. Ir Iryanti Fatmawati Nara, S.T., M.T., Phd

FLOW SHEET
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM OKSALAT DIHIDRAT DARI BEET DENGAN ASAM NITRAT DAN KATALIS VANADIUM PENTAOKSIDA DENGAN MOLASSES PADA PROSES OKSIDASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2022

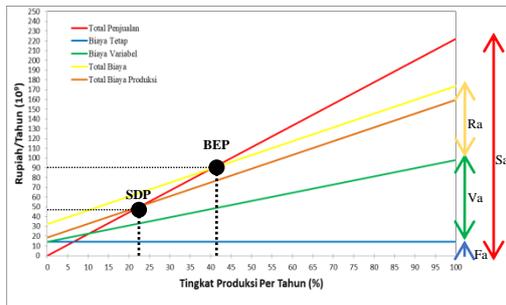
KOMPONEN	Norma Massa (kg/jam)																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	44.7017		44.7017																				
C ₁₂ H ₂₀ O ₁₀	804.033		804.033		849.33				254.70542		254.80	254.70542	254.80										
C ₁₂ H ₁₆ O ₈	11.206573		0.5243		0.5243																		
H ₂ O	340.57264	48.416967	55.827100	403.243	364.081	20.262	959.65		1.556.6		1.556.6	969.7	922.2	43.45	42.850	0.568	0.043	42.843	0.011	0.011	0.0003	0.011193	
Impurities																							
Vanadium	1.23.26226																						
Sulfur	59.675304																						
Nitrogen		15.2888																					
O ₂			19.5619	19.5619						801.27		801.27	14.262		14.262	0.143	14.119	0.143	0.00014	14.26	14.262	0.001676	14.26279
C ₁₂ H ₁₄ O ₆										65.23		65.23											
H ₂ O										1782.0		1782.0	65.23		849.66		844.7						
N ₂										824.00		824.0											
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (dry)	1.245.7	48.4	60.8	1.363.0	404.3	869.6	3741.0	68.2	528.0	3082.7	68.23	3017.0	1711.1	1346.1	1305.0	35.8	1250.3	13.7	43.0	1762.0	1762.1	0.14006	1.846.061
Energy																							

Gambar 1. Process Flow Diagram Pabrik Asam Oksalat Dihidrat dari Molasses (Sugar Beet) dan Asam Nitrat dengan Proses Oksidasi dengan Katalis Vanadium Pentaoksida dan Asam Sulfat Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Return on investment (ROI) merupakan rasio pengembalian investasi yang diterbitkan dibagi dengan pendapatan. Sedangkan periode pengembalian/ *payback period* (uang atau investasi) yang didapat dari keuntungan yang diperoleh disebut *Pay out time* (POT). *Break Event Point* (BEP) adalah titik yang menunjukkan tingkat biaya dan pendapatan sama. BEP memungkinkan kita untuk mempertimbangkan harga penjualan dan jumlah minimum unit yang terjual, serta berapa harga dan unit penjualan yang harus tercapai untuk memperoleh laba. Titik atau titik waktu dimana operasi produksi harus berhenti disebut *Shut down point* (SDP). Penyebab SDP seringkali yaitu biaya variabel yang terlalu tinggi, atau ketetapan manajemen karena operasi produksi yang tidak menguntungkan. Grafik evaluasi ekonomi pabrik asam oksalat dihidrat tertera pada **Gambar 2** berikut.

Daftar Pustaka

- BPS. (2021): *Badan Pusat Statistik Ekspor dan Impor*.
- Kirk, R. E. dan Othmer, D. F. (1978): *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd ed. A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc. New York
- Ullmann, F. (2005): *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. John Wiley & Sons. New York
- Ulrich, G. D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Willey and Sons. New York



Gambar 2. Grafik BEP&SDP

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis teknis dan perhitungan Prarancangan Pabrik Asam Oksalat Dihidrat dari Molasses (*Sugar Beet*) dan Asam Nitrat dengan Proses Oksidasi dengan Katalis Vanadium Pentaoksida dan Asam Sulfat Kapasitas 10.000 Ton/Tahun didapat kesimpulan bahwa pabrik dirancang pada tahun 2027 di Purwakarta, Jawa Barat. Perusahaan berbentuk PT atau (Perseroan Terbatas) dengan jumlah tenaga kerja yang diperlukan adalah 126 orang. Evaluasi ekonomi diperoleh persentase ROI sebesar 17% dan POTi elama 3,7 tahun. Analisa titik BEP&SDP berturut-turut sebesar 40,28% dan 22,83%. Dari analisis hasil ekonomi di atas, dapat dikatakan bahwa desain pabrik asam oksalat dihidrat ini layak untuk ditinjau lebih lanjut untuk dibangun.

