

PRARANCANGAN PABRIK CARBON DISULFIDA DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN BELERANG DENGAN PROSES CHARCOAL SULFUR KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Muhammad Fajar Awalludin^{1,*}, Fernando Yosua Moningka¹

¹Program S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Jalan.Ahmad Yani KM 35 Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: fajarm273@gmail.com

Abstrak

Pabrik karbon disulfida dengan kapasitas 40.000 ton per tahun direncanakan akan dibangun di Setanggung, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan, dengan luas 30.000 m². Pabrik bekerja 330 hari setahun dan mempekerjakan 173 orang. Proses reaksi di pabrik ini dilakukan dalam tungku reaktor dengan konversi 90%, suhu operasi 800 °C dan tekanan 1 atm selama 3 jam. Layanan meliputi kebutuhan air, pendingin, listrik, bahan bakar dan pengelolaan limbah. Dimana kebutuhan air diperoleh dari sungai Cantung yang berada di sekitar pabrik yang akan dibangun, sedangkan listrik dari generator dengan kapasitas 5000 kW yang membutuhkan minyak solar sebanyak 208 90,78 liter/bulan. Hasil analisis keuangan menunjukkan bahwa pengembalian investasi (ROI) sebelum pajak adalah 5 % ROI setelah pajak adalah 35%. Payback period (POT) sebelum pajak 1,5 tahun dan POT setelah pajak 2,21 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 2% kapasitas dan Shut Down Point (SDP) sebesar 29% kapasitas. Berdasarkan data analisis di atas dapat disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa dan karbon disulfida belerang dengan kapasitas 40.000 ton/tahun adalah layak.

Kata Kunci: arang tempurung kelapa, belerang, carbon disulphide, furnace.

1. Pendahuluan

Industri kimia memegang peranan penting bagi Indonesia. Inovasi proses produksi dan pembangunan pabrik baru bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk luar negeri atau meningkatkan nilai tukar, salah satunya adalah pembangunan pabrik carbon disulfide (CS₂). Karbon disulfida adalah cairan tak berwarna dengan rumus kimia CS₂. Dalam industri kimia, karbon disulfida merupakan produk yang banyak digunakan, misalnya sebagai bahan baku dalam produksi karbon tetraklorida, sebagai bahan pembusa karet, sebagai bahan baku pestisida, dan dalam produksi rayon. Sampai saat ini Indonesia terus mengimpor karbon disulfida untuk kebutuhan dalam negeri (Kirk dan Othmer, 1995).

Indonesia secara aktif memperkuat struktur sosial dan ekonominya, membuka peluang industri seluas-luasnya. Salah satu industri yang diperlukan dan mungkin adalah industri karbon disulfida. Karbon disulfida adalah bahan yang sangat berharga yang berguna dalam jumlah besar dalam industri viscose, karet, karbon tetraklorida, bahan peniup karet dan pestisida (Kirk dan Othmer, 1995).

Meskipun produksi karbon disulfida saat ini didominasi oleh penggunaan hidrokarbon seperti propana dan metana, potensi batubara tempurung kelapa Indonesia yang relatif kaya memungkinkan pendirian pabrik ini untuk meningkatkan sumber daya ekonomi dan kemakmuran Negara Indonesia.

Berikut data ekspor dan impor carbon disulfida di

Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**. (Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia, 2020).

Tabel 1. Data Ekspor dan Impor Carbon disulfida di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
2017	1.739,94	3.459,28
2018	3.848,99	3.715,05
2019	4.612,01	3.493,75
2020	10.334,88	5.107,22
2021	18.223,39	6.339,05

Berdasarkan data tersebut maka didapat perkiraan jumlah kebutuhan pada tahun 2027 yang didapatkan dengan perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich,1984):

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

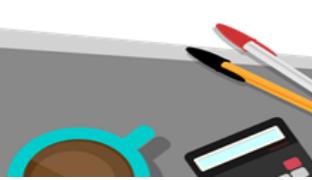
F = kebutuhan pada tahun-2027

P = data pada tahun sekarang

I = Kenaikan data

n = tahun ke-n

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka perancangan pabrik produksi carbon disulfida pada tahun 2027 akan dibangun dengan kapasitas 40.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan carbon disulfida dalam negeri dari impor dan ekspor tahun ini.



1. Deskripsi Proses

1.1 Jenis-Jenis Proses

Ada dua proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan natrium stearat, dan perbedaan antara masing-masing dapat dilihat pada **Tabel 2.** berikut:

Tabel 2. Perbedaan proses pembuatan carbon disulfida

No	Parameter	Macam-macam Proses		
		Charcoal-Sulfur	Electric Furnace	Retort Process
1	Aspek Teknis	-	-	-
	Suhu °C	750-900	800-1.000	850-900
	Tekanan (atm)	1	19,73-49,34	-
	Konversi (%)	90	-	-
	Bahan Baku	Arang dan Sulfur Padat	Arang dan Sulfur	Arang dan Sulfur Cair
	Energi (kW.h/kg)	0,5416	1-1,3	2,22-2,78
2	Aspek Ekonomi	-	-	-
	Investasi (US\$)	± 6,1 Juta	-	-
	POT (Tahun)	2,4	-	-
	ROI (%)	30	-	-
3	BEP (%)	38,7	-	-
	Aspek Lingkungan Polutan	Padatan Karbon	Padatan Karbon	Hidrogen Sulfida
	Sumber	(Kirk and Othmer, 1995) dan US.Patent 2487039	(Kirk and Othmer, 1995)	(Kirk and Othmer, 1995)

Dari: ¹⁾: Book Kirk.Othmer, 200

²⁾: (US Patent No. 6,345,33)

Kriteria pemilihan metode dari aspek teknis dan ekonomis disajikan pada **Tabel 2.** Di antara beberapa proses produksi karbon disulfida, produksi karbon disulfida dari arang tempurung kelapa dan belerang dengan menggunakan proses karbon-sulfida dipilih karena alasan berikut:

1. Jumlah bahan baku berupa arang tempurung kelapa cukup melimpah.
2. Sedikit atau tidak ada pembentukan produk samping berupa hidrogen sulfida (H_2S) dan karbonil sulfida yang menyebabkan korosi dapat dihindari.
3. Lebih hemat karena tidak membutuhkan banyak alat.

2. Uraian Proses

Proses produksi karbon disulfida dengan proses karbon sulfur dibagi menjadi langkah-langkah berikut:

1. Tahap persiapan bahan
2. Tahap pencampuran
3. Tahap pendinginan

2.2.1 Tahap Persiapan Bahan

Material yang tersimpan berupa sulfur padat diangkut dengan belt conveyor menuju ball mill untuk diperkecil ukurannya guna memudahkan proses pembentukan karbon disulfida. Setelah reduksi, belerang disortir kembali dengan saringan untuk memastikan ukurannya seragam. Belerang yang melewati proses penyaringan diangkut dengan bucket elevator untuk diproses. Bahan baku berupa arang tempurung kelapa mengalami perlakuan yang hampir sama, hanya saja arang tempurung kelapa mengalami proses yang berbeda yaitu kalsinasi. Proses kalsinasi bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan baku tempurung kelapa. Bahan baku arang tempurung kelapa disimpan di gudang dan bongkahan diangkut dengan belt conveyor ke ball mill untuk diperkecil ukurannya guna memudahkan proses pembentukan karbon disulfida. Setelah reduksi, batubara disortir kembali menggunakan ayakan untuk memastikan ukurannya seragam. Arang tempurung kelapa yang melewati proses penyaringan diangkut dengan bucket elevator menuju bagian atas tungku untuk proses kalsinasi. Pada tahap ini bahan baku tempurung kelapa dipanaskan sampai suhu 400 C.

2.2.2 Tahap Percampuran

Pada tahap ini, belerang padat yang telah melewati proses penyaringan diangkut dengan bucket elevator ke dalam tanur bersama dengan batubara tempurung kelapa yang telah dikalsinasi, yang diangkut dengan bucket elevator, untuk dipanaskan hingga 800 °C hingga berubah fase. ke fase gas. Ketika uap belerang dioksidasi bereaksi dengan karbon, karbon disulfida terbentuk. Gas yang meninggalkan tungku pergi ke siklon untuk pemisahan padatan. Padatan dalam bentuk karbon dihilangkan.

2.2.3 Tahap Pendinginan

Gas yang keluar dari siklon masuk ke pendingin untuk menurunkan suhunya bersama dengan media pendingin berupa air. Setelah pendinginan, gas berubah menjadi fase cair, menghasilkan karbon disulfida cair sebagai produk yang diinginkan. Produk tersebut kemudian dipompa ke dalam tangki karbon disulfida.

3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik sodium stearate berasal dari Sungai Cantung. Jumlah air yang digunakan adalah 15.858.000 kg/jam. Kebutuhan energi generator diurus oleh pembangkit listrik mekanik dengan penyimpanan



energi generator. Persyaratan utilitas umum untuk operasi pabrik karbon disulfida diberikan dalam Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik karbon disulfida

Pendapat	Tentuan
Air Pendingin	190,99 kg/jam
Listrik	800,69 kW
Bahan Bakar	300,90 L/jam

4. Analisa Ekonomi

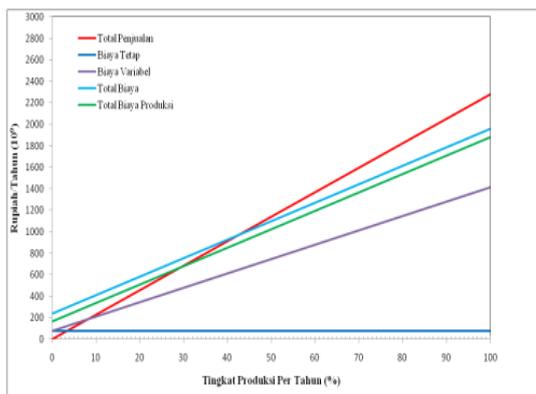
Analisis ekonomi harus dilakukan untuk menentukan utilitas fasilitas ini untuk mengklasifikasikannya sebagai layak atau tidak. Hasil analisis ekonomi tanaman karbon disulfida disajikan pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Uji Ekonomi

Uji	Poin	Nilai	Ketentuan
ROI	11,33%	Min.11%	Layak
POT	4,44 tahun	Max.5 tahun	Layak
BEP	49,9 %	40-60%	Layak
SDP	22,75%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

Pengembalian modal yang diinvestasikan (ROI) adalah pengembalian modal yang diinvestasikan dibagi dengan pendapatan. Payback period (POT) adalah periode pengembalian (uang investasi) yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Titik impas (BEP) adalah titik yang mewakili tingkat biaya dan manfaat yang sama. Titik waktu atau saat kegiatan produksi dihentikan disebut Stopping Point (SDP). Penyebab SDP seringkali adalah biaya variabel yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen yang dihasilkan dari operasi produksi yang tidak menguntungkan. Diagram analisis kelayakan ekonomi untuk pabrik karbon disulfida ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Bagan BEP dan SDP.

5. Kesimpulan

Hasil perhitungan dan desain proses karbon disulfida karbon disulfida, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan permintaan karbon disulfida yang terus meningkat, pabrik berencana memproduksi karbon disulfida dengan kapasitas 40.000 ton per tahun untuk bertemu permintaan nasional.
- Berdasarkan pertimbangan sumber bahan baku, pemasaran bahan baku dan lingkungan, direncanakan pendirian pabrik di kawasan Sanggata, Kotabaru, Kalimantan Selatan.
- Hasil evaluasi ekonomi pabrik karbon disulfida berkapasitas 40.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:
 - Rata-rata keuntungan sebelum pajak : Rp 268.780.980.470
 - Rata-rata keuntungan setelah pajak : Rp 174.707.634.305
 - ROI (*Return Of Infestment*) sebelum pajak : 54 %
 - ROI (*Return Of Infestment*) setelah pajak : 35 %
 - POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak : 1.56 tahun
 - POT (*Pay Out Time*) setelah pajak : 2.21 tahun
 - BEP (*Break Even Point*) : 49 %
 - SDP (*Shut Down Point*) : 29 %

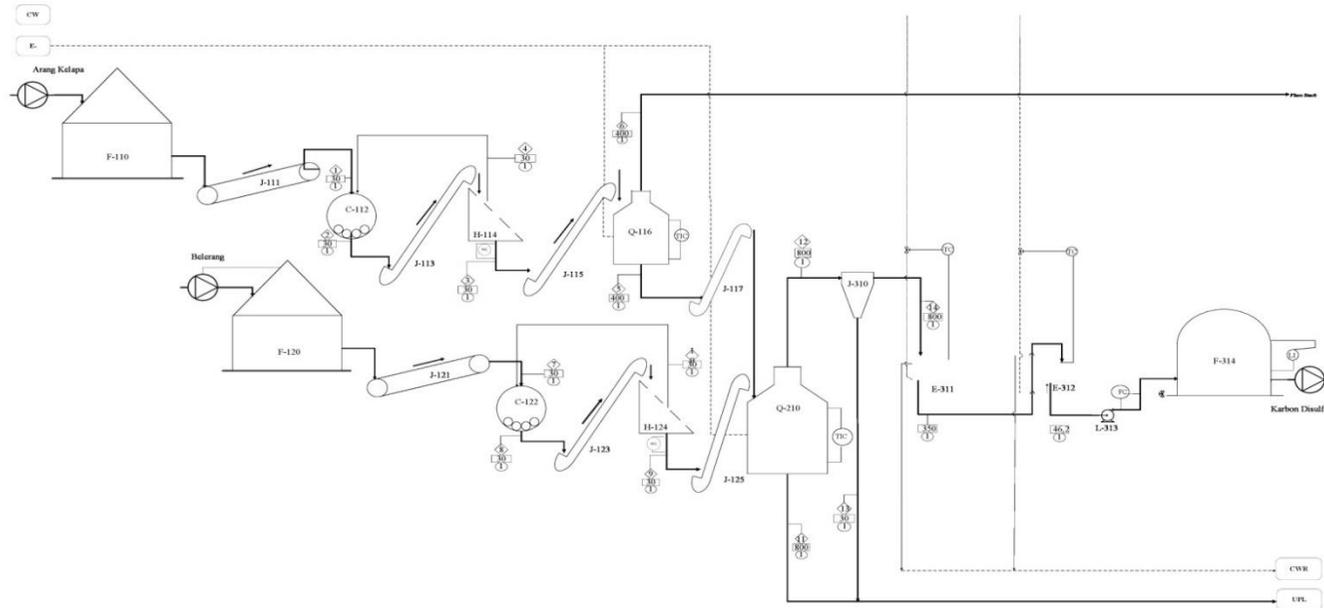
Dari analisis hasil ekonomi di atas, dapat disimpulkan bahwa proyek pabrik karbon disulfida dengan kapasitas 40.000 ton/tahun harus dipertimbangkan kembali untuk dibangun.

Daftar Pustaka

- Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia. (2018): *Statistik Industri Kimia Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jendral Industri Agro dan Kimia. Jakarta.
- Othmer, Kirk. a. (2013): *Chemical Technology of Cosmetics*. John Willey and Sons. Canada.
- Patent, US. (1999): *carbon disulfide* .
- Sharma, R. K., Anju Srivastava (2021): *Handbook of Water Purity and Quality*. Academic Press United Kingdom.
- Statistik, B. P. (2021): *Data Ekspor-Impor Indonesia*.
- Ulrich, G.D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Willey and Sons : New York.



FLOW DIAGRAM PROCESS
PRARANCANGAN PABRIK CARBON DISULFIDA DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN BELERANG
DENGAN PROSES CHARCOAL-SULFUR
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



KETERANGAN			
ALIRAN PROSES		ALIRAN PROSES	
CW	Cooling Water	◇	Nomor Aliran
CWR	Cooling Water Return	□	Temperatur
E	Electricity	○	Tekanan
UPL	Unit Pengolahan Limbah	⊗	Bahan Baku
		⊕	Produk
TIC	Temperature Indicator Control	TC	Temperature Control
FC	Flow Control	LC	Level Control
		WC	Weight Control
21	F-315	TANGKI PRODUK	5
20	L-314	POMPA	1
19	E-313	CONDENSOR	1
18	E-312	COOLER 2	1
17	E-311	COOLER 1	1
16	J-310	CYCLONE	1
15	Q-210	FURNACE REAKSI	6
14	J-125	BUCKET ELEVATOR BELERANG 2	1
13	H-124	SCREEN 2	1
12	J-123	BUCKET ELEVATOR BELERANG 1	1
11	C-122	BALL MILL 2	1
10	J-121	BELT CONVEYOR BELERANG 1	1
9	F-120	GUDANG BELERANG	1
8	J-117	BUCKET ELEVATOR ARANG 3	1
7	Q-116	FURNACE KALSINASI	1
6	J-115	BUCKET ELEVATOR ARANG 2	1
5	H-114	SCREEN 1	1
4	J-113	BUCKET ELEVATOR ARANG 1	1
3	C-112	BALL MILL 1	1
2	J-111	BELT CONVEYOR ARANG 1	1
1	F-110	GUDANG ARANG KELAPA	1
NO	KODE ALAT	NAMA ALAT	JUMLAH
Dikerjakan Oleh:			
MUHAMMAD FAJAR AWALLUDIN		1810814110015	
FERNANDO YOSUA MONINGKA		1810814110025	
Dosen Pembimbing:			
RIANI AYU LESTARI S.T., M.Eng			
NIP: 19860429201709208051			
FLOWSHEET PRARANCANGAN PABRIK KARBON DISULFIDA DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN BELERANG DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN			
		PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA	
		FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU	
2022			

No	komposisi	Aliran													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	C	3921.847	4706.216	3921.847	784.3694	3921.847	-	1.890047	2.268056	0.378009	1.890047	-	3126.348	3123.222	3.126348
2	H ₂ O	614.2652	737.1182	614.2652	122.853	-	614.2652	1.890047	2.268056	0.378009	1.890047	1.890047	-	-	-
3	ABU	47.25117	56.7014	47.25117	9.450234	47.25117	-	2.362558	2.83507	0.472512	2.362558	313.7478	78.43694	78.3585	0.078437
4	H ₂	47.25117	56.7014	47.25117	9.450234	-	47.25117	-	-	-	-	-	-	-	-
5	O ₂	94.50234	113.4028	94.50234	18.90047	-	94.50234	-	-	-	-	-	-	-	-
6	S	-	-	-	-	-	-	4718.974	5662.769	943.7948	4718.974	-	471.8974	-	0.471897
7	CS ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5046.828	-	5046.828
8	Total	4725.117	5670.14	4725.117	945.0234	3969.098	756.0187	4725.117	5670.14	945.0234	4725.117	315.6378	8723.511	3201.58	5050.505

Gambar 2. Diagram proses desain pabrik karbon disulfida karbon tempurung kelapa dan sulfur dengan proses desulfurisasi batubara Produktivitas 40.000 ton per tahun