

PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DARI TOLUEN DAN OKSIGEN DENGAN PROSES OKSIDASI KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Dina Amryna Chairul Putri^{1,*}, Namira Ghina Safitri

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

*Koresponden: dinaamryna@gmail.com

Abstrak

Pabrik asam benzoat kapasitas 20.000 ton/tahun direncanakan didirikan di Desa Gombolharjo, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, dengan luas 30.000 m². Pabrik bekerja 330 hari setahun dan mempekerjakan 160 orang. Pabriki asam benzoat ini menggunakan bahan toluen dan oksigenu serta dibantu dengan katalis cobalt stearate. Proses ireaksi pada pabrik ini dilakukan dengani menggunakan reaktor bubble yang dilengkapi pengaduk dengan konversi reaksi sebesar 48,35% menggunakan suhu proses 160 °C dan tekanan sebesar 4 atm, serta proses reaksi selama 2 jam. Untuk kebutuhan utilitas idigunakan air, air pendingin uap steam, listrik, bahan bakar dan pengelolaan limbah. Kebutuhan utilitas ini diperoleh dari Sungai Serayu yang iberada di dekat wilayah pabrik, dan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLTU Cilacap serta generator dengan kapasitas 1500 kW yang membutuhkan minyak solar sebanyak 208 90,78 liter/bulan. Hasil analisis keuangan menunjukkan bahwa return on invesment (ROI) adalah 33,881% sebelum pajak dan 22,023% setelah pajak.Untuk pay-out time (POT) adalah 2,28 tahun sebelum pajak dan 3,12 tahun setelah pajak. Break-even point (BEP) diperoleh 42,64% dengan shut down-point (SDP) sebesar 23,43%. Berdasarkan data analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik asam benzoat dari toluen dan oksigen kapasitas 20.000 ton/tahun layak didirikan.

Kata Kunci : asam benzoat, toluen, oksigen, oksidasi, reaktor bubble.

1. Pendahuluan

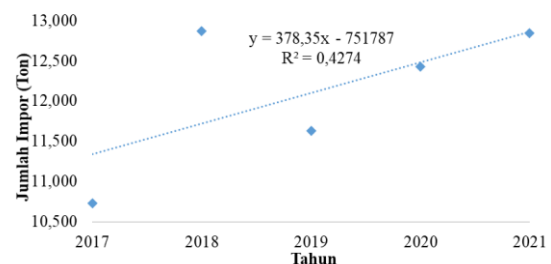
Perkembangani industri kimia di Indonesia pada saat ini telah mengalami peningkatan sehingga kebutuhan akan bahan baku, bahan pembantu serta SDM tenaga kerja semakin meningkat seiring perkembangan zaman yang ada. Pada saat ini, kebutuhan asam benzoat Indonesia sebagian besar diimport dari beberapa negara seperti China, Hongkong, USA, Belanda, Jepang, Perancis dan Jerman. Kebutuhan dunia akan asam benzoat setiap tahun mengalami kenaikan sebanyak 2% per-tahun (Kirk dan Othmer, 2007). Dengan ini maka peluang pasar asam benzoat sangat luas, serta menguntungkan dan juga dapat diperebutkan. Asam benzoat sendiri merupakan suatu senyawa yang dapat dijadikan bahan baku pada industri kimia lainnya seperti pada industri makanan, farmasi atau obat-obatan, dan lain-lain. Kegunaan asam benzoat ini sendiri diantaranya adalah menjadi bahan pengawet makanan dan juga dalam bidang farmasi dapat menjadi anti-septik, serta bahan pembuatan fenol, dan lain sebagainya.

Berikut data eksport asam benzoat yang masuk ke Indonesia.

Tabel 1. Data Eksport Asam Benzoat di Indonesia (BPS, 2022)

Tahun	Data Impor (Ton)	Pertumbuhan (%)
2017	10,731.26	-6,42
2018	12,870.23	16,62
2019	11,629.48	-10,67
2020	12,427.68	6,42
2021	12,844.28	3,24
Total	60,503	9,20
Rata-rata		1,84

Dari data-data impor asam benzoat di Indonesia yang tersedia dapat dilakukan prediksi untuk perancangan pabrik asam benzoat yang akan datang.



Gambar 1. Prediksi Kebutuhan Asam Benzoat di Indonesia

Berdasarkan **Gambar 1** di atas didapatkan persamaan regresi linear untuk memprediksikan konsumsi asam benzoat pada tahun 2027.

$$y = 378,35x - 751,787$$

$$= 378,35 (2027) - 751,787$$

$$= 15,128 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka didapatkan perkiraan kebutuhan konsumsi asam benzoat di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 15,128 ton/tahun.

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Lishui County Guanshan Fine Chemical (China)	42.000
Zhejiang Jiahua Import and Export (China)	20.000
Hairongtai Chemical (China)	30.000
Broadtech Chemical International (China)	20.000
Tai'anHengtong Chemical Products (China)	42.000

Dari hasil prediksi kebutuhan asam benzoat di Indonesia pada tahun 2027 adalah 15.128 ton-tahun. Dengan berbagai pertimbangan diantaranya ketersediaan bahan baku, pemenuhan kebutuhan asam benzoat di Indonesia, serta juga melihat dari kapasitas terkecil pabrik asam benzoat yang sudah berjalan, maka ditentukan kapasitas produksi asam benzoat pada tahun 2027 sebesar 20.000 ton-tahun. Dengan ini pabrik asam benzoat yang akan didirikan ini diharapkan dapat bersaing dengan pabrik yang sudah ada sebelumnya.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Ada beberapa proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan asam benzoat dan perbedaan antara masing-masing dapat dilihat pada **Tabel 2**. berikut:

Tabel 2. Perbandingan Beberapa Jenis Proses Pembuatan Asam Benzoat

Proses	Dekarbo ksilat Phtalat Anhidrat	<i>Canniz aro</i>	Klorin asi Tolue n	Oksidasi Toluen
Tinjauan				
Bahan	Phtalat anhidrat dan uap <i>steam</i>	Benzald ehida	Cl ₂ dan toluen	Toluen dan oksigen

Yield / konvers i	Yield = 80-85%	Yield =73,64 % Konver si=50%	Yield = 74- 80%	Yield = 90% Konversi = 48,35%
Produk sampin g	-	Benzil alkohol	HCl	-
Kondisi operasi	T = 150- 200°C P = 1 atm		T = 100- 150°C P = 75 psia	T = 160°C P = 4 atm
Katalis	Sodium dikromat	KOH	SnCl ₂	<i>Cobalt / mangan</i>
Proses	Memerlu kan katalis dalam jumlah yang banyak agar reaksi berjalan sempurn a		Bersif at korosi f karena mengh asilka n HCl	Lebih sederhan a dan bahan baku murah
Sumber	Krik dan Othmer, 1987	Putri, 2009	Krik dan Othme r, 1987	Gizli dkk., 2008

Dengan melihat keempat proses desain di atas, pada prarancangan ini digunakan proses oksidasi dengan katalis *cobalt stearate* karena jauh lebih menguntungkan dibandingkan proses lainnya. Dan juga karena dalam proses oksidasi ini beroperasi pada kondisi suhu dan tekanan sedang sehingga membutuhkan biaya perangkat dan konsumsi daya yang minimal.

2.2 Uraian Proses

Proses pembentukan produk asam benzoat dari toluen serta oksigen dengan proses oksidasi dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

- Tahap persiapan bahan baku
- Tahap reaksi
- Tahap pemisahan produk

2.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

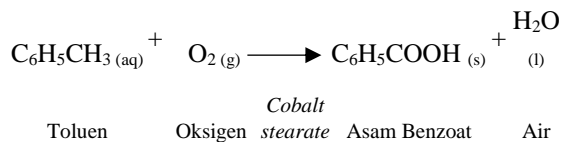
Bahan baku berupa toluene disimpan dalam tangki penyimpanan dengan suhu 30°C kemudian dialirkan menuju *mixer* dan ditambahkan katalis *cobalt stearate*.

2.1.2 Tahap Reaksi

Campuran bahan toluene dan katalis *cobalt stearate* dengan suhu 30°C dipompakan menuju *heater* untuk dinaikan suhunya menjadi 160°C agar selaras dengan suhu operasi dari reaktor *bubble* serta



mempermudah kinerja reaktor itu sendiri. Lalu campuran bahan ini dimasukkan ke dalam reaktor *bubble* yang bekerja dengan proses *batch*. Kemudian oksigen diinjeksikan ke dalam reaktor *bubble* menggunakan *blower* yang kemudian tekanannya dinaikkan menjadi 4 atm agar sama dengan tekanan pada reaktor *bubble*. Reaksi pembentukan asam benzoat menggunakan katalis *cobalt stearate* adalah sebagai berikut.



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis, yang artinya diperlukan air pendingin dengan suhu 30°C untuk menjaga kondisi dari kinerja reaktor *bubble* itu sendiri.

Hasil sisa reaksi, yaitu berupa gas O₂ dikeluarkan dari reaktor menuju udara bebas agar tidak mempengaruhi ataupun mengganggu proses selanjutnya. Sedangkan hasil reaksi berupa campuran dari produk asam benzoat, air dan sisa toluen yang tidak bereaksi serta katalis *cobalt stearate* akan dialirkan menuju alat selanjutnya untuk dilanjutkan ke proses pemisahan.

2.1.3 Tahap Pemisahan

Seluruh campuran, yaitu produk asam benzoat, air dan sisa toluene yang tidak bereaksi serta katalis *cobalt stearate* dengan suhu 160°C dipompakan menuju *cooler* untuk diturunkan suhunya menjadi 90°C dengan tujuan menurunkan sifat kelarutan dari campuran produk agar lebih mudah dipisahkan fasenya pada dekanter. Selanjutnya campuran produk akan dialirkan menuju dekanter untuk dipisahkan dengan katalisnya yaitu *cobalt stearate*.

Kemudian produk asam benzoat dan sisa toluene yang tidak bereaksi dipompakan menuju evaporator untuk dipisahkan antara produk asam benzoat dan uap air beserta uap toluene. Selanjutnya produk asam benzoat dipompakan menuju *crystallizer* untuk dikristalkan, dan kemudian asam benzoat yang sudah terkristal dimasukkan ke dalam *centrifuge* untuk dipisahkan dengan *mother liquornya*. Kemudian asam benzoat dibawa dengan *screw conveyor* menuju *rotary dryer* untuk mengurangi kadar airnya.

Produk asam benzoat yang keluar dari *rotary dryer* kemudian dihancurkan dan dihaluskan menggunakan *ball mill* hingga menjadi serbuk, kemudian produk asam benzoat disaring menggunakan *screen* agar menyamaratakan ukurannya yaitu 100 *mesh* dan selanjutnya akan ditampung pada bin sebelum dipindahkan menuju gudang produk. Asam benzoat yang terikut udara

panas dari *rotary dryer* dimasukkan ke siklon untuk dipisahkan dengan udara, kemudian ditampung dalam bin sebelum dimasukkan ke gudang produk.

3. Utilitas

Seluruh kebutuhan air pada pabrik asam benzoat ini dipasok dari Sungai Serayu yang berada di sekitar pabrik. Air yang digunakan adalah sekitar 56.317,8443 kg/jam. Untuk kebutuhan energi didapatkan dari PLTU Cilacap dan generator dengan *power* sebesar 1500 kW. Berikut adalah data kebutuhan air pendingin, *steam*, listrik serta kebutuhan bahan bakar untuk proses pembuatan asam benzoat.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Proses

	Kebutuhan
Air pendingin	253.221,3667 kg/jam
Steam	552,8210 kg/jam
Listrik	935,52 Kw
Bahan bakar	36.138 L

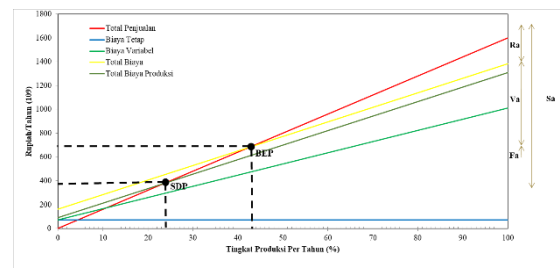
4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sendiri dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini akan menguntungkan atau tidak.

Tabel 4. Uji Ekonomi

Uji	Poin	Nilai	Ketentuan
ROI	22,023%	Min.11%	Layak
POT	3,12 tahun	Max.5 tahun	Layak
BEP	42,64 %	40-60%	Layak
SDP	23,43%	20-40%	Layak

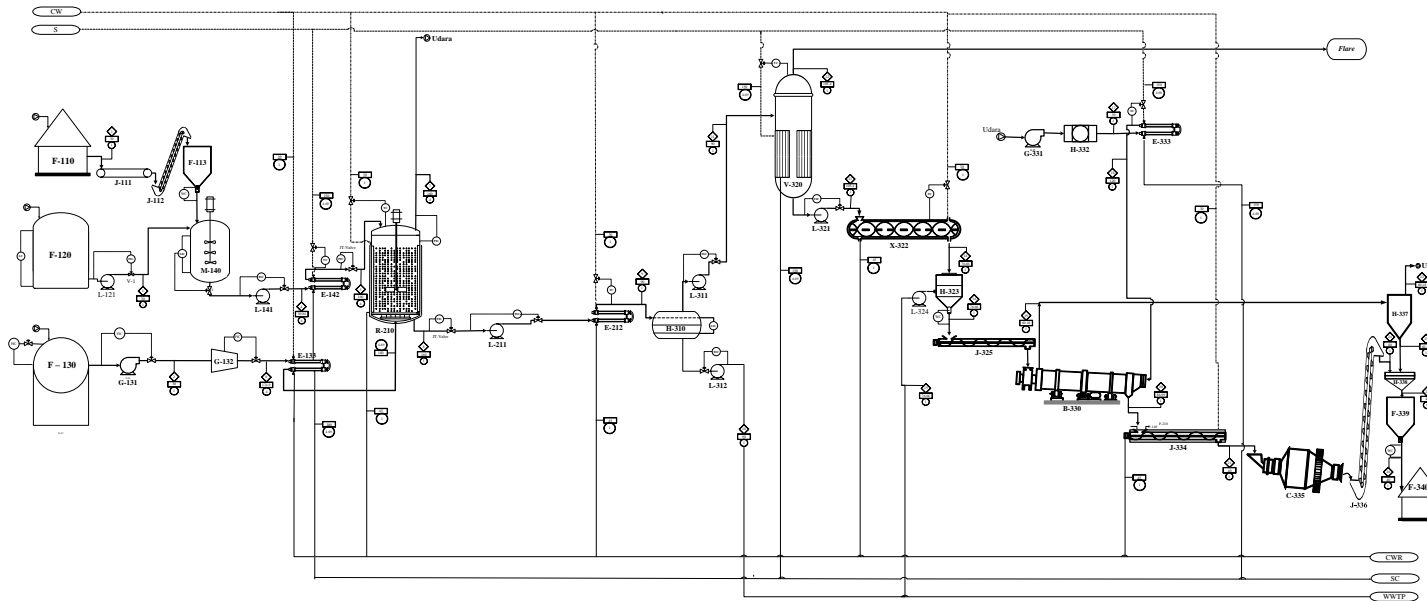
Berikut merupakan grafik dari nilai BEP dan SDP.



Gambar 3. Grafik BEP dan SDP Pabrik Asam Benzoat



FLOW DIAGRAM PROCESS
PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DARI TOLUEN DAN OKSIGEN DENGAN PROSES OKSIDASI KAPASITAS
20.000 TON/TAHUN



KETERANGAN			
Aliran Proses	Aliran Proses		
CW	Cooling Water	FR	Flare
WP	Water Process	◇	Nalar Alas
S	Steam	□	Temperature (°C)
CWR	Cooling Water Return	○	Tahanan Gasi
SC	Steam Condenser	◐	Bahan Baku
WWTP	Water Water Treatment Plant	◑	Produk
TC	Temperature Control	WC	Weight Control
LC	Level/Height Control	PC	Pressure/Barometer Control
FC	Flow Indicator Control		

No	Uraian	Uraian	Uraian
10	B-110	BOILER ASAM BENZOAT	1
11	B-111	BIN ASAM BENZOAT	1
12	B-112	WATER	1
13	B-113	WATER	1
14	B-114	BUCKET ASAM BENZOAT	1
15	B-115	BAK	1
16	B-116	WATER COOLING ASAM BENZOAT	1
17	B-117	ASAM BENZOAT	1
18	B-118	WATER COOLING	1
19	B-119	WATER COOLING	1
20	B-120	WATER COOLING	1
21	B-121	WATER COOLING	1
22	B-122	WATER COOLING	1
23	B-123	WATER COOLING	1
24	B-124	WATER COOLING	1
25	B-125	WATER COOLING	1
26	B-126	WATER COOLING	1
27	B-127	WATER COOLING	1
28	B-128	WATER COOLING	1
29	B-129	WATER COOLING	1
30	B-130	WATER COOLING	1
31	B-131	WATER COOLING	1
32	B-132	WATER COOLING	1
33	B-133	WATER COOLING	1
34	B-134	WATER COOLING	1
35	B-135	WATER COOLING	1
36	B-136	WATER COOLING	1
37	B-137	WATER COOLING	1
38	B-138	WATER COOLING	1
39	B-139	WATER COOLING	1
40	B-140	WATER COOLING	1
41	B-141	WATER COOLING	1
42	B-142	WATER COOLING	1
43	B-143	WATER COOLING	1
44	B-144	WATER COOLING	1
45	B-145	WATER COOLING	1
46	B-146	WATER COOLING	1
47	B-147	WATER COOLING	1
48	B-148	WATER COOLING	1
49	B-149	WATER COOLING	1
50	B-150	WATER COOLING	1
51	B-151	WATER COOLING	1
52	B-152	WATER COOLING	1
53	B-153	WATER COOLING	1
54	B-154	WATER COOLING	1
55	B-155	WATER COOLING	1
56	B-156	WATER COOLING	1
57	B-157	WATER COOLING	1
58	B-158	WATER COOLING	1
59	B-159	WATER COOLING	1
60	B-160	WATER COOLING	1
61	B-161	WATER COOLING	1
62	B-162	WATER COOLING	1
63	B-163	WATER COOLING	1
64	B-164	WATER COOLING	1
65	B-165	WATER COOLING	1
66	B-166	WATER COOLING	1
67	B-167	WATER COOLING	1
68	B-168	WATER COOLING	1
69	B-169	WATER COOLING	1
70	B-170	WATER COOLING	1
71	B-171	WATER COOLING	1
72	B-172	WATER COOLING	1
73	B-173	WATER COOLING	1
74	B-174	WATER COOLING	1
75	B-175	WATER COOLING	1
76	B-176	WATER COOLING	1
77	B-177	WATER COOLING	1
78	B-178	WATER COOLING	1
79	B-179	WATER COOLING	1
80	B-180	WATER COOLING	1
81	B-181	WATER COOLING	1
82	B-182	WATER COOLING	1
83	B-183	WATER COOLING	1
84	B-184	WATER COOLING	1
85	B-185	WATER COOLING	1
86	B-186	WATER COOLING	1
87	B-187	WATER COOLING	1
88	B-188	WATER COOLING	1
89	B-189	WATER COOLING	1
90	B-190	WATER COOLING	1
91	B-191	WATER COOLING	1
92	B-192	WATER COOLING	1
93	B-193	WATER COOLING	1
94	B-194	WATER COOLING	1
95	B-195	WATER COOLING	1
96	B-196	WATER COOLING	1
97	B-197	WATER COOLING	1
98	B-198	WATER COOLING	1
99	B-199	WATER COOLING	1
100	B-200	WATER COOLING	1

Dibagikan Oleh :
 INA AMBYA CHARIEL PUTRI (1801012006)
 NAMA GURU SAFFRI (1801012001)

Dosen Pembimbing :
 DR. INA WATI HARAH, S.T., M.T.
 NIP. 130608 1992 2 001

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS LAMPUNG LAMPUNG
 35122

Gambar 2. Flow Diagram Process Pembuatan Asam Benzoat dari Toluena dan Oksigen dengan Proses Oksidasi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, baik analisa ekonomi maupun teknik pada Prarancangan Pabrik Asam Benzoat dari Toluena dan Oksigen dengan Reaksi Oksidasi dengan kapasitas produksi 20.000 Ton/Tahun ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dilihat dari segi pemasok bahan baku, pemasaran serta lingkungan, maka lokasi pabrik asam benzoat diputuskan dibangun di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Daerah ini cukup menguntungkan karena mudah dalam segi pemasaran, mendapatkan pasokan bahan baku, tenaga kerja, fasilitas transportasi, serta ketersediaan utilitas.
2. Hasil evaluasi ekonomi pabrik asam benzoat adalah sebagai berikut:
 - Rata-rata keuntungan sebelum pajak : Rp. 165.125.958.872,-
 - Rata-rata keuntungan sesudah pajak: Rp. 107.331.873.267,-
 - ROI (*Return of Investment*) sebelum pajak: 33,657 %
 - ROI (*Return of Investment*) sesudah pajak: 21,877%
 - POT (*Pay-Out Time*) sebelum pajak : 2,29 Tahun
 - POT (*Pay-Out Time*) sesudah pajak: 3,14 Tahun
 - NPV (*Net Present Value*): Rp. 171.822.952.171,-
 - IRR (*Interest-Rate of Return*) : $i = 14,80\%$
 - BEP (*Break-Even Point*) : 42,74 %
 - SDP (*Shut-Down Point*) : 23,46%

Daftar Pustaka

- BPS. (2022): *Data Impor Asam Benzoat*. Badan Pusat Statistika.
- Gizli, A., Erden, A., Aytimur, G. dan Atalay, S. (2008): *Catalytic Liquid-Phase Oxidation of Toluene to Benzoic Acid*. Chem. Eng. Technol. 31, No. 3, 409–416. Turkey
- Kirk, R. E. dan Othmer, D. F. (1998): *Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd edition*. A Wiley Inter Science Publisher, Inc. New York

