

PRA PERANCANGAN PABRIK DIMETIL FTALAT DARI FTALAT ANHIDRIDA DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Irdatus Sholeha^{1,*}, Jihan Nafila Wibowo¹, Andreyan Poerwo Negoro¹, Bekti Palupi¹, Noven Pramitasari¹

S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur
68121

*Corresponding Author: irdatussholeha11@gmail.com

Abstrak

Polimer merupakan salah satu industri kimia yang tiap tahun produknya selalu dibutuhkan di Indonesia. Bahan pembantu dalam industri polimer salah satunya adalah dimetil ftalat. Dimetil ftalat merupakan senyawa organik memiliki fase cair yang biasa digunakan sebagai pelunak, pelarut pada industri cat, perekat, nitroselulosa dan karet selulosa asetat. Saat ini Indonesia masih mengimpor dimetil ftalat karena belum ada pabrik dimetil ftalat di Indonesia. Pabrik dimetil ftalat dirancang dengan kapasitas 25.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari/tahun. Tahapan proses dalam produksi dimetil ftalat meliputi persiapan bahan baku, tahapan reaksi dan tahapan pemurnian. Pembentukan dimetil ftalat terjadi saat di reaktor yang berjenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan reaksi pembentukan yaitu reaksi esterifikasi. Pabrik ini akan dibangun di Kecamatan Deket, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur dan akan beroperasi pada tahun 2027. Kelayakan pendirian pabrik ini dilakukan analisis ekonomi dengan pertimbangan beberapa parameter. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi diketahui waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal atau Pay Out Time (POT) selama 2,86 tahun; laju pengembalian modal atau Rate of Return (ROR) sebesar 42,60%; serta titik impas atau Break Even Point (BEP) sebesar 43%.

Kata Kunci: dimetil ftalat, ftalat anhidrida, metanol, asam sulfat, esterifikasi

1. Pendahuluan

Sektor di Indonesia yang perlu ditingkatkan adalah sektor perekonomian dengan memajukan sistem industrialisasi (Yanti, 2021). Alternatif yang dapat digunakan untuk menciptakan industri yang kompetitif dengan dibukanya pasar bebas. Salah satu industri kimia yang produknya tiap tahun selalu dibutuhkan adalah industri polimer. Produk yang dihasilkan dari industri polimer adalah plastik, karet sintetis, dan serat sintetis. Bahan tambahan yang digunakan dalam proses pembuatan polimer salah satunya adalah plasticizer. Plasticizer merupakan salah satu bahan pembantu dalam industri plastik, fungsinya untuk membentuk plastisitas, sehingga produk plastik menjadi elastis, lunak, dan tidak mudah pecah. Banyak sekali jenis plasticizer yang dapat digunakan, masing-masing plasticizer sesuai dengan jenis resin yang digunakan. Jenis plasticizer yang digunakan dalam industri polimer adalah dimethyl phthalate. Dimethyl phthalate dapat dibuat menggunakan plasticizer dengan bahan selulosa dan beberapa plasticizer untuk resin vinyl ester.

Dimethyl Phthalate (DMP) merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan nitrocellulose dan cellulose acetate rubber, karet pelapis kaca, bahkan sering ditambahkan dalam bahan insect repellent atau

bahan tambahan pembuatan pembasmi serangga. Dimetil ftalat dengan rumus molekul $C_6H_4(COOCH_3)_2$ sering disebut juga dengan nama dimetil ester. Dimetil ftalat merupakan senyawa organik yang berwujud cair menyerupai cairan berminyak, tidak berbau, tidak berwarna, sulit larut dalam air, dan benzene, keton dan minyak (Saputra, 2019). Sifat yang dimiliki dimetil ftalat adalah larut dalam pelarut organik tetapi sukar larut dalam air, banyak digunakan dalam industri plastik karena karakteristiknya yang lebih fleksibel dan lentur (Apriliyani et al., 2017). Dimetil ftalat tergolong ke pemlastis yang hidrofobisitas. Hidrofobisitas dimetil ftalat membuat enzim sulit untuk mengikat air ke dalam ikatan yang terbentuk antara biopolimer dan pemlastis, sehingga menghambat proses hidrolisis (Wati, 2021).

Pembangunan pabrik DMP di Indonesia akan memberikan manfaat yang banyak terutama dalam pertumbuhan ekonominya, sedangkan di Indonesia sendiri belum memiliki pabrik penghasil DMP (Sari et al., 2021). Permintaan pasar DMP dalam negeri meningkat setiap tahunnya, sehingga kebutuhan impor juga semakin meningkat. Terbukti dimana kebutuhan impor DMP tiap tahunnya selalu meningkat berdasarkan data dari BPS dari tahun 2016 kebutuhan impornya mencapai 6.496,715 ton/tahun hingga tahun



2022 mencapai 16.666,667 ton/tahun, sehingga meningkat 11% pada tahun 2022. DMP dapat diproduksi dengan cara mereaksikan 2 senyawa yaitu ftalat anhidrida dengan metanol, dan adanya bantuan katalis berupa asam sulfat. Bahan baku utama DMP tersedia di Indonesia, pada bahan ftalat anhidrida dapat diperoleh dari PT. Petrowidada Gresik dan methanol dari PT. Kaltim Metanol, sedangkan untuk katalis dapat diperoleh dari PT. PetroKimia Gresik. Ketersediaan sumber bahan baku yang melimpah di Indonesia, seperti ftalat anhidrida, metanol, asam sulfat, maupun sumber daya manusia, yang pada gilirannya membuka peluang baru dalam lapangan kerja, sekaligus membantu usaha pemerintah dalam meningkatkan pendapatan nasional, maka diuntungkanlah pembuatan pabrik tersebut di Indonesia (Adidharma & Adhitya, 2022). Dimetil ftalat dapat digunakan sebagai pendorong roket, lacquers, plastik, karet pelapis kaca, dll (Gustiana & Wijayanto, 2011). Dimetil ftalat di Indonesia digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan produk plastik, namun bahan ini masih di impor dari luar negeri. Beberapa tahun terakhir nilai impor dimetil ftalat terus meningkat (Adidharma & Adhitya, 2022). Indonesia perlu mendirikan pabrik dimetil ftalat untuk mengembangkan industri polimer sekaligus mengurangi ketergantungan bangsa Indonesia terhadap plasticizer impor.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam mendirikan pabrik *dimethyl phthalate* di Indonesia adalah:

1. Menghemat devisa negara, adanya pabrik dimetil ftalat di Indonesia dapat mengurangi serta menekankan nilai impor dimetil ftalat dan jika produk yang dihasilkan berlebih dapat di ekspor. Ketersediaan sumber bahan baku seperti ftalat anhidrida, metanol dan asam sulfat yang diperoleh di dalam negeri dapat mendukung keberhasilan usaha dimetil ftalat.
2. mendukung upaya pengembangan industri polimer di Indonesia.
3. Menciptakan lapangan pekerjaan yang bertujuan agar mengurangi jumlah angka pengangguran dalam negeri.

Sejarah dimetil ftalat berawal dari penemuan *pkasticizer* pada tahun 1846 setelah pengembangan selulosa nitrat, pada tahun 1856 minyak jarak ditetapkan sebagai penggunaan bahan plasticizer. Pada tahun 1870 kamper menjadi plasticizer pilihan untuk selulosa nitrat (Hyat dkk., 1870). Selulosa tetap menjadi bahan termoplastik utama sampai sesaat sebelum Perang Dunia II. Phthalates pertama kali diperkenalkan pada 1920-an dan dengan cepat menggantikan kamper yang mudah menguap dan bau. Bahan ini digunakan dalam berbagai produk industri, termasuk lantai polivinil klorida (PVC), kemasan makanan, produk perawatan harian, peralatan medis dan mainan anak-anak. phtahalate dengan cepat

diganti, yang dulunya adalah bentuk aditif untuk membuat plastik lebih lembut.

Pada tahun 1931, ledakan industri plastik PVC dimulai (2-etil) ftalat (DEHP) dan mengembangkan pasokan komersial, pada tahun 1933 selulosa nitrat dialihkan dan memulai pertumbuhan pesat pada industri poli –(vinil klorida) Sejak 1980 -an, karena migrasi ftalat dan dampaknya pada kesehatan manusia, senyawa ftalat telah menjadi perhatian publik. Senyawa ftalat adalah salah satu bahan kimia yang paling banyak digunakan di dunia. Ftalat yang paling umum menghasilkan lebih dari 1 miliar pon ftalat (DEHP) di Eropa Barat pada tahun 2006. Laporan dan ringkasan tahun 2008 memperkirakan bahwa pada tahun 1994, produksi tahunan DEHP global adalah sekitar 22 hingga 8,8 miliar pound.

Plastik secara bertahap memasuki Indonesia setelah Perang Dunia II. Bagi masyarakat, plastik pada waktu itu adalah barang yang asing di kalangan masyarakat. pada tahun 1950 masyarakat Indonesia mulai terbiasa dengan plastik karena adanya pembangunan 12 pabrik untuk menciptakan kebutuhan yang terbuat dari plastik setiap hari. Pada tahun 1953, banyak perusahaan industri plastik telah didirikan. Perusahaan ini telah menghasilkan peralatan rumah tangga, sikat gigi, kancing, mainan anak-anak, dan barang kelontong lainnya. Semuanya adalah produk konsumen yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Pabrik manufaktur plastik di Indonesia mengimpor bahan baku plastik dari Belanda dan Amerika Serikat. Distributornya Shell Oil Company dan Batafsche Maatschappij.

Pengembangan industri plastik Indonesia dimulai pada pertengahan tahun 1960 -an, selain itu, pada tahun 1970 -an, Indonesia dapat menghasilkan hampir semua jenis produk plastik, termasuk polimerisasi poliester (serat sintesis untuk industri tekstil).

2. Deskripsi Proses

2.1. Kapasitas

Kapasitas produksi dapat didefinisikan sebagai jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh perusahaan dalam periode tertentu dengan menggunakan sumber daya yang tersedia pada saat itu (Bactiar, 2018). Faktor yang diperlukan untuk perhitungan nilai kapasitas produksi suatu pabrik yaitu seperti persentase pertumbuhan nilai impor bahan yang diproduksi pada tahun-tahun sebelumnya. Tabel 1 merupakan data impor dimetil ftalat di Indonesia selama periode (2016-2022).

Berdasarkan nilai – nilai yang ada pada **Tabel 1**, kebutuhan impor dimetil ftalat pada tahun 2027 dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan regresi linear. Persamaan ini menunjukkan bahwa kebutuhan impor dimetil ftalat di Indonesia pada tahun 2027 yang akan mendarat sebesar 25.000 ton/tahun.



Tabel 1 Data Impor Kebutuhan dimetil ftalat di Indonesia (2016 - 2022)

Tahun	Kebutuhan Impor (ton/tahun)
2016	6.496,715
2017	9.223,972
2018	10.018,226
2019	11.394,649
2020	13.575,156
2021	15.000,000
2022	16.666,667

(Sumber : Badan Pusat Statistik Tahun 2023)

2.2. Seleksi Proses

Proses pembuatan dimetil ftalat dengan bahan baku ftalat anhidrida dan metanol menggunakan proses reaksi esterifikasi. Proses esterifikasi merupakan proses pembentukan ester dengan mereaksikan asam karboksilat dengan alkohol. Kebutuhan katalis dalam proses ini penting dalam mempercepat reaksi yang terjadi. Katalis yang sering digunakan serta menguntungkan yaitu katalis asam sulfat. Reaksi esterifikasi dengan bantuan asam sulfat akan menghasilkan produk dimetil ftalat kemurnian 99% dengan konversi reaksi lebih dari 95%.

Produk samping hasil reaksi esterifikasi berupa air diuapkan agar dapat menghasilkan kemurnian dimetil ftalat 99%. Alat yang cocok dalam pemisahan tersebut adalah evaporator. Prinsip kerja reaktor adalah perpindahan titik didih. Perbedaan titik didih antara dimetil ftalat dan air memiliki perbedaan yang jauh, dimana titik didih dimetil ftalat sebesar 283°C dan air sebesar 100°C. Ukuran evaporator yang termasuk kecil dapat memisahkan 2 komponen serta investasi yang dibutuhkan juga rendah.

2.3. Uraian Proses Terpilih

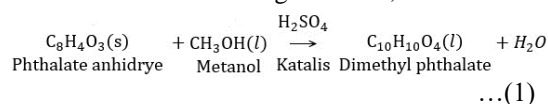
1. Persiapan Bahan Baku

Ftalat anhidrida disimpan di dalam silo (F-130) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian ftalat anhidrida dibawa menuju ke hopper (F-133) menggunakan *screw conveyor* (J-131) dan juga *bucket elevator* (J-132). Di hopper ftalat anhidrida hanya disimpan sementara setelah itu di umpangkan menuju mixer (M-210). Metanol dengan kemurnian 98% disimpan di dalam tangki penyimpanan (F-120) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian di pompa menuju mixer (M-210) sehingga bercampur dengan ftalat anhidrida. Asam sulfat disimpan di dalam tangki penyimpanan (F-110) dengan suhu 30°C dan tekanan 1

atm. Kemudian asam sulfat dipompa menuju reaktor (R-220) menggunakan pompa asam sulfat (L-111).

2. Tahapan Reaksi

Pada tahapan ini, proses reaksi terjadi di dalam reaktor (R-220). Metanol dan ftalat anhidrida yang sudah dicampur di dalam mixer (M-210) diumpangkan menuju reaktor (R-220) yang sudah berisi asam sulfat. Jenis reaktor yang digunakan yaitu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) hal ini dikarenakan adanya pengaduk dapat menjaga homogenitas komponen dalam reaktor. Reaksi terjadi secara eksotermal dengan suhu masuk sebesar 60°C dan suhu keluar sebesar 66°C pada tekanan 3 atm. Dikarenakan reaksi yang terjadi secara endotermal maka diperlukan adanya pendingin untuk menjaga kondisi operasi dengan adanya jaket pendingin dan air sebagai media pendinginnya. Air pendingin ini memiliki suhu masuk 30°C dan suhu keluar sebesar 50°C. Konversi yang terjadi dalam reaktor ini sebesar 90%. Reaksi pembentukan dimetil ftalat yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut,



3. Tahapan Pemurnian

Proses selanjutnya yaitu tahapan pemurnian, setelah melalui tahapan reaksi produk hasilnya berupa campuran antara cairan yang tidak saling melarutkan pada suhu 66°C dan tekanan 1 atm. Kemudian campuran tersebut dipisah di dalam dekanter (H-230). Di dalam dekanter terbentuk 2 lapisan yaitu fraksi ringan dan fraksi berat, untuk fraksi ringannya dialirkan menuju UPL sedangkan untuk fraksi berat dialirkan menuju evaporator (V-240). Evaporator digunakan untuk menaikkan kemurnian dimetil ftalat sampai 99% dengan menguapkan air yang masih tercampur di dalam dimetil ftalat, sehingga produk bawah evaporator (V-240) berupa dimetil ftalat dengan kemurnian mencapai 99%. Dimetil ftalat yang keluar dari evaporator (V-240) akan diturunkan suhunya dari 131°C hingga suhu ruang yaitu 30°C menggunakan cooler (E-242) sebelum dilairkan menuju ke tangki penyimpanan dimetil ftalat (F-310).

3. Neraca Massa dan Neraca Energi

A. Neraca Massa

Pabrik Dimetil Ftalat dari ftalat anhidrida dan metanol dirancang dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun. Pabrik ini membutuhkan bahan baku ftalat anhidrida sebanyak 20.989,5 ton/tahun, metanol sebanyak 19.667,4 ton/tahun, asam sulfat sebanyak 205,697 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi 24 jam per hari dan 330 hari per tahun.



Tabel 2. Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)		
	1	2	5	6	9	11	13
CH ₃ OH	1020,514		1224,62		1214,178		
H ₂ SO ₄				23,481	23,481		
C ₆ H ₄ (CO) ₂ O		2396,061					11,98
C ₆ H ₄ (COOCH ₃) ₂							3125,08
H ₂ O	11,715	1,464	14,06	0,48	301,789	15,88	
Total		4692,391				4692,391	

B. Neraca Energi

Pabrik dimetil ftalat dari ftalat anhidrida dan metanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini membutuhkan energi berupa steam sebesar 257,136 kg/jam dan *cooling water* sebesar 8.040,0089 kg/jam. terdapat total alat 8 yang dibutuhkan dan menghasilkan panas seperti yang disajikan pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Neraca Panas Total

No.	Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
1	Mixer	33.989,307	33.989,307
2	Heater 1	1.264,767	1.264,767
3	Heater 2	18.543,279	18.543,279
4	Heater 3	224.148,941	224.148,941
5	Reaktor	379.812,868	379.812,868
6	Dekanter	379.721,547	379.721,547
7	Evaporator	471.154,470	471.154,470
8	Cooler	444.738,099	444.738,099
	Total	1.953.373,279	1.953.373,278

4. Evaluasi Ekonomi

Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pabrik. Pabrik akan dianggap layak untuk didirikan jika memiliki kondisi operasi yang dapat dikendalikan dan memberikan keuntungan. Oleh karena itu dilakukan analisis perhitungan ekonomi, Analisa ekonomi pabrik dimetil ftalat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun menunjukkan bahwa pabrik membutuhkan Total Production Cost (TPC) sebesar US\$ 28.555.909,43 dengan Total Capital Investment (TCI) yang dihasilkan sebesar US\$ 21.352.957,90. Pemodalannya 100% berasal dari pinjaman bank. Keuntungan yang didapat perusahaan tiap tahunnya sebesar US\$ 8.429.264,67 dengan harga jual produk dimetil ftalat per kg sebesar US\$ 2,07. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,86 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 30,48%, dan titik impas (BEP) 43%.

5. Kesimpulan

Pabrik dimetil ftalat dari ftalat anhidrida dan metanol dibangun dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku produksi

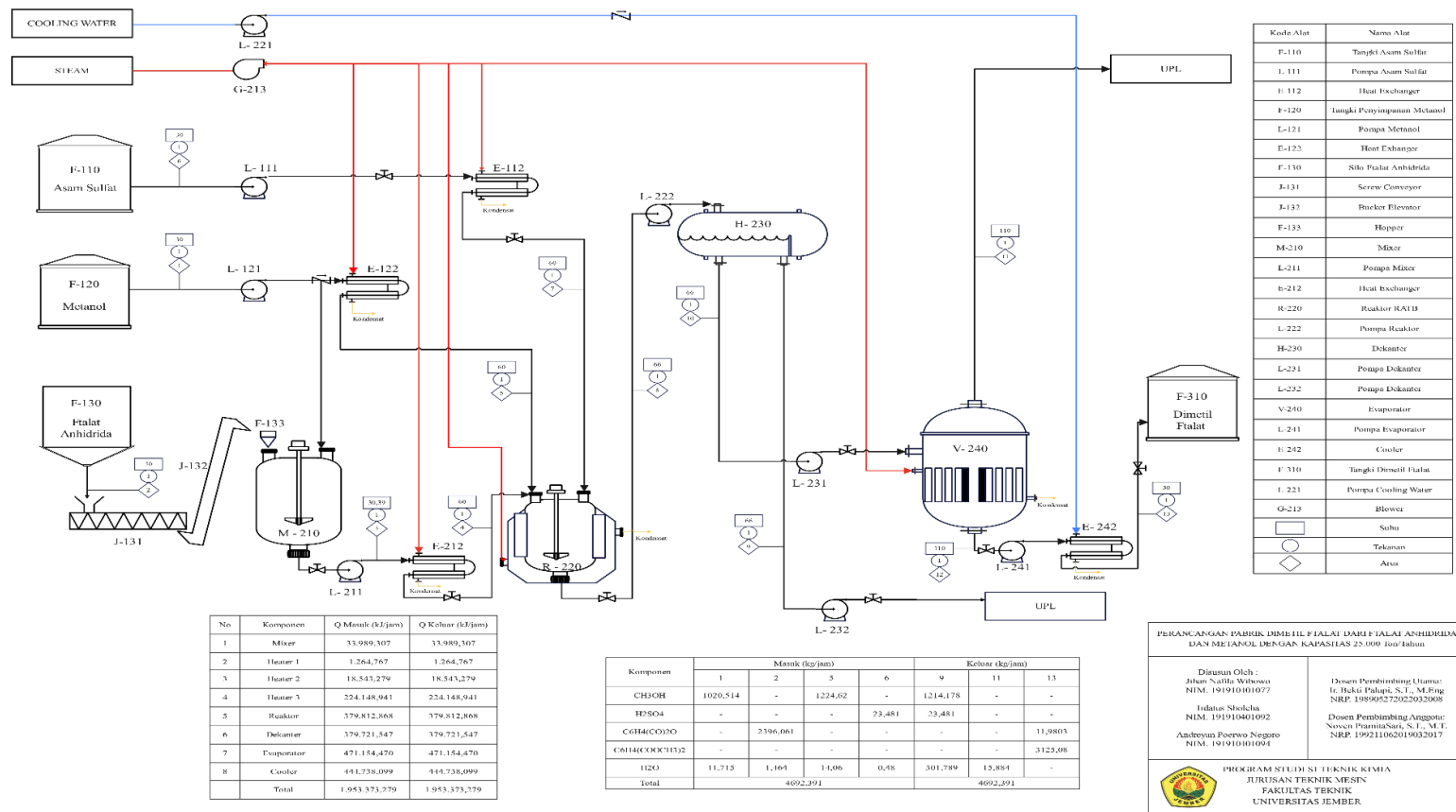
meliputi bahan baku ftalat anhidrida sebanyak 20.989,5 ton/tahun, metanol sebanyak 19.667,4 ton/tahun, asam sulfat sebanyak 205,697 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,86 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 30,48%, dan titik impas (BEP) 43%.

Daftar Pustaka

- Adidharma, M. I., & Utama, A. Y. (2022). Pra rancangan Pabrik Dimethyl Pthalate dari Phthalic Anhydride dan Metanol dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 20.000 Ton/Tahun. Skripsi.
- Ambat, R. E., & Prasetyo, R. A. (2015). Perancangan Bak Prasedimentasi. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 17(1).
- Apriliyani, O. ;, Iriyanti, D., Wlfx, E., Jurusan, M., Kimia, P., Universitas, F., & Yogyakarta, N. (N.D.). Pengaruh Penambahan Pemlastis Dimetil Ftalat Terhadap Konduktivitas Membran Selulosa Asetat Litium Effect Dimethyl Phthalate As Plasticizer For Cellulose Acetate Lithium Membrane Conductivity.
- Aribowo, D., Desmira, dan Danan Ahlan Fauzan. 2020. SISTEM perawatan mesin genset di pt (persero) pelabuhan indonesia ii. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP Badan Pusat Statistik Lamongan 2021.*
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lamongan 2021.
- Bactiar, A. (2018). Perencanaan Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Biaya Marjinal Pada Pabrik Tahu "SBR" Bengkulu. *Creative Research Management Journal*. Vol. 1, No. 1
- Belladonna, M., 2017. Analisis Tingkat Pencemaran Sungai Akibat Limbah Industri Karet di Kabupaten Bengkulu Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*
- Carberry, J. J., Walker, W. H., White, A. H., Jackson, D. D., James, J. H., Lewis, W. K., & Curtis H C Parmelee, H. A. (N.D.). *Mcgraw-Hill Chemical Engineering Series Editorial Advisory Board Building The Literature Of A Profession.*
- Christie J. Geankoplis – *Transport Prozesse And Unit Operations 3rd Ed.* (N.D.).

- Couper, J. R. (2010). *Chemical Process Equipment : Selection And Design*. Butterworth-Heinemann.
- Essentials Of Chemical Reaction Engineering Second Edition. (N.D.).
- Gustiana, H. S. E. A., & Wijayanto, N. T. (2011). Prarancangan Pabrik Dimetyl Pthalate dari Phtahlic Anhydride dan Metanol dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun. Skripsi.
- Jaya, J. M., Yulistia, A., Hunga, M., Nikmah, S. S., & Susanti, M. M. (2019). Sintesis Senyawa Etil Laurat Menggunakan Variasi Volume Katalis Asam Sulfat Pekat. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 1–9.
- Karyadi L. 2010. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta
- Ledyana Sari, N., Saskia Zulaikha, S., Yani Km, J. A., Unlam Banjarbaru, K., & Selatan, K. (N.D.). *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia* (Vol. 4, Issue 1). www.klikbontang.com
- Lloyd E. Brownell, Edwin H. Young - *Process Equipment Design-Wiley-Interscience* (1959). (N.D.).
- Martini, S., Yuliwati, D., Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri (Vol. 5, Issue 2).
- Rarindo, H. (2018). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) : Suatu Analisis Studi Kasus Kecelakaan Kerja Di Pabrik, Kebijakan Hukum Dan Peraturannya. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*. Vol. 12, No. 2.
- Saputra. M. A. (2019). Pra Rancangan Pabrik Dibutil Fatafat dari Anhidrida Fatafat dan N-Butanol dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 15.000 Ton/Tahun. Skripsi.
- Sofyan, D.K. (2018). Peramalan Kebutuhan Klorin (Cl₂) pada Bagian Produksi di PT Pupuk Iskandar Muda. *Industrial Engineering Journal* Vol.7, No.1
- Sulistia, S., Cahaya Septisya, A., Teknologi Lingkungan -BPPT dan Program Studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi, P., & Pertanian Bogor, I. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Analisis Kualitas Air...* Jrl, 12(1), 41–57
- Suhardi, B., P. W. Laksono, dan R. Hakim. 2015. Analisis dan usulan perbaikan pencahayaan pada ruang skripsi perpustakaan pusat universitas sebelas maret surakarta. *PERFORMA : Media Ilmiah Teknik Industri*. 14(2):133–140
- Syafa'at, M., Kuba, S., Suryana, I., Lisnawati, D., Kunci, K., Sedimentasi, :, Sabo, D., & Jeneberang, S. (2019). Studi Pengaruh Bangunan Consolidation Dam Cd 1-1 Terhadap Laju Sedimentasi Di Sungai Jeneberang. In *Jurnal Teknik Hidro* (Vol. 12, Issue 1).
- Pratama, M. A. (2021). Scoping Review : Efektivitas Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Kejadian Dermatitis Kontak pada Pekerja Pabrik. *Jurnal Riset Kedokteran*, 1(1), 26–31
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. (1984). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. Mcgraw-Hill.
- Wati, Y. R. (2021). Bioplastik dari Bagase dan Tongkol Jagung dengan Penambahan Dimethyl Pthalate. Skripsi.
- Yanti, H. (2021). Pra Rancangan Pabrik Dimetil Ftalat Dari Ftalat Anhidrida Dan Metanol Kapasitas 60.000 Ton/Tahun. Skripsi
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook : Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, And Health Related Properties For Organic And Inorganic Chemicals*. Mcgraw-Hill.
- Yudo S dan Setiyono. 2008. Perencanaan instalasi pengolahan limbah domestik di rumah susun Karang Anyar Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(1): 31-40





Gambar 1. Diagram alir proses dari pra perancangan pabrik dimetil ftalat dari ftalat anhidrida dan metanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun