

# PERANCANGAN REAKTOR PADA PROSES PEMBUATAN *DISPROPORTIONATED ROSIN* DARI GUM ROSIN MELALUI NETRALISASI ASAM KLORIDA

Amanda Dewi Amalia dan Achmad Chumaidi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[amandaaadewi@gmail.com](mailto:amandaaadewi@gmail.com) ; [\[achmad.chumaidi@polinema.ac.id\]](mailto:[achmad.chumaidi@polinema.ac.id])

## ABSTRAK

Kawasan hutan di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah. Salah satu jenis tanaman hutan adalah pohon pinus. Pohon pinus dimanfaatkan getahnya untuk diolah menjadi berbagai macam produk, seperti gondorukem dan terpentin serta turunannya. *Disproportionated rosin* merupakan salah satu produk turunan dari gondorukem, biasanya digunakan sebagai bahan tambahan dalam produksi karet sintesis, ban, hingga cat dinding. Proses pembuatan *disproportionated rosin* melalui reaksi pelarutan gum rosin dengan etanol, reaksi penambahan larutan HCl 37%, dan reaksi pembentukan produk Na-abietik di dalam reaktor berpengaduk. Tujuan perancangan alat ini adalah merancang reaktor untuk proses disproporsionasi dalam pembuatan *disproportionated rosin*. Perancangan dilakukan dengan menentukan jenis reaktor, jenis material, dan dimensi reaktor. Hasil dari perancangan menunjukkan reaktor yang digunakan adalah reaktor berpengaduk berdiameter 2,7337 m dan tinggi 5,0404 m. Bentuk tutup atas dan tutup bawah dari reaktor berbentuk standard dished head dan jenis material dari reaktor yaitu Stainless steel SA-167 Grade 3 Type 304.

**Kata kunci:** gondorukem, *disproportionated rosin*, reaktor

## ABSTRACT

Forest areas in Indonesia have abundant biodiversity. One type of forest plant is the pine tree. Pine trees are used for their sap to be processed into various products, such as gondorukem and turpentine and their derivatives. *Disproportionated rosin* is a derivative product of gondorukem, usually used as an additive in the production of synthetic rubber, tires, and wall paint. The process of making *disproportionated rosin* is through the dissolution reaction of gum rosin with ethanol, the addition of 37% HCl solution, and the reaction for the formation of Na-abietic products in a stirred reactor. The purpose of this tool design is to design a reactor for the disproportionation process in the manufacture of *disproportionated rosin*. The design is done by determining the type of reactor, the type of material, and the dimensions of the reactor. The results of the design show that the reactor used is a stirred reactor with a diameter of 2.7337 m and a height of 5.0404 m. The shape of the top and bottom lids of the reactor is in the form of a standard dished head and the type of material from the reactor is Stainless steel SA-167 Grade 3 Type 304.

**Keywords:** gondorukem, *disproportionated rosin*, reactor

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis dengan kawasan hutan yang kaya sumber daya alam dan keanekaragaman hayati. Hutan di Indonesia tidak hanya digunakan untuk konservasi alam, tetapi juga dapat memproduksi berbagai jenis produk. Hasil produk hutan memiliki berbagai manfaat salah satunya adalah pohon pinus yang dimanfaatkan getahnya.

Getah pohon pinus merupakan bahan baku dalam pembuatan gondorukem dan terpentin [1].

Gondorukem atau gum rosin merupakan produk yang dihasilkan dari proses pemisahan getah pinus. Dalam pemanfaatan gum rosin dapat digunakan dalam bentuk gum rosin non modifikasi atau gum rosin modifikasi. Gum rosin non modifikasi memiliki kelemahan - kelemahan dalam penggunaannya, misalnya dapat bereaksi dengan logam-logam berat, terjadi kristalisasi, dan oksidasi. Sehingga gum rosin modifikasi lebih banyak digunakan ditinjau dari segi kualitasnya [2]. Proses modifikasi rosin dapat melalui reaksi esterifikasi, dekarboksilasi, dehidrogenasi, disproporsionasi, hidrogenasi, polimerisasi, dan fortifikasi [3].

*Disproportionated rosin* adalah salah satu rosin modifikasi yang memiliki ciri - ciri yaitu ketahanan oksidasi yang baik, kerapuhan rendah, warna terang, stabilitas termal tinggi, dan titik pelunakan tinggi [4]. Pemanfaatan *disproportionated rosin* pada industri digunakan sebagai bahan baku pada industri perekat, pembuatan tinta, dan sebagai bahan peracikan untuk karet. Proses pembuatan *disproportionated rosin* umumnya dilakukan pada suhu tinggi dengan menggunakan katalis logam [5]. Saat ini mulai dikembangkan proses pembuatan *disproportionated rosin* dimana tidak diperlukan suhu yang tinggi serta katalis logam untuk dapat menjalankan proses disproporsionasi [6]. Salah satu penunjang keberhasilan dalam mencapai jumlah unit maksimal atau kapasitas produksi dalam jangka waktu tertentu yaitu dengan meningkatkan efisiensi dari alat. Upaya untuk meningkatkan efisiensi sesuai dengan fungsi kerja dari alat atau mesin yang digunakan, salah satunya adalah dengan pemilihan desain reaktor sehingga meminimalisir terjadinya kendala [7]. Pada proses disproporsionasi terjadi berbagai serangkaian reaksi yang terjadi di dalam reaktor yaitu reaksi pelarutan gum rosin dengan etanol, reaksi penambahan larutan HCl 37%, dan reaksi pembentukan produk Na-abietik.

Studi perancangan alat reaktor berpengaduk bertujuan untuk mengetahui dimensi alat yang akan digunakan dalam proses proses pembuatan *disproportionated rosin*. Perhitungan dimensi reaktor meliputi diameter silinder, tebal silinder, panjang reaktor, tutup atas reaktor, dan tutup bawah reaktor [8]. Desain reaktor ini dibutuhkan untuk memaksimalkan kinerja alat sehingga diperoleh hasil produk yang maksimal dalam proses pembuatan *disproportionated rosin*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan desain reaktor dilakukan dengan studi perancangan mengenai bahan yang akan direaksikan di dalam reaktor dan bahan konstruksi yang sesuai. Data yang digunakan dalam perhitungan desain reaktor pada proses pembuatan *disproportionated rosin* meliputi penentuan kapasitas produksi reaktor, penentuan suhu reaksi, dan penentuan tekanan saat terjadi reaksi di dalam reaktor.

### 2.1. Data Perancangan Reaktor

Sebelum melakukan perhitungan desain reaktor terdapat beberapa kriteria perancangan yang digunakan sebagai acuan, yaitu:

1. Jenis Bejana : *Stainless steel SA-167 Grade 3 Type 304*
2. Kapasitas Produksi : 2.500 ton/tahun
3. Suhu Desain : 25 °C

4. Tekanan Desain : 1 atm
5. Bentuk tangki : Tangki berpengaduk vertikal
6. Jenis tutup reaktor yang digunakan
  - Tutup atas : *Standard dished head*
  - Tutup bawah : *Standard dished head*

## 2.2. Penentuan Dimensi Reaktor

Perhitungan dimensi reaktor meliputi dimensi umum dan dimensi dari tiap komponen. Dimensi umum perhitungan reaktor meliputi diameter silinder, tebal silinder, panjang reaktor, tutup atas reaktor, dan tutup bawah reaktor. Sedangkan dimensi dari tiap komponen meliputi perhitungan pengaduk reaktor, jaket pendingin reaktor, dan perhitungan impeller yang digunakan.

## 2.3. Penentuan Diameter Reaktor

Penentuan diameter reaktor dimulai dengan perhitungan volume reaktor. Pada perhitungan volume reaktor terdiri dari volume *liquid* dan volume ruang kosong yang terdapat di dalam reaktor. Penjelasan perhitungan volume reaktor menggunakan rumus pada Persamaan 1.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \quad (1)$$

$$V_1 = 0,0847 d^3 \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{\pi d^2 L_s}{4} \quad (3)$$

$$V_3 = 0,0847 d^3 \quad (4)$$

Dimana:

$$V_T : \text{Volume total reaktor} \quad (m^3)$$

$$V_1 : \text{Volume tutup atas reaktor} \quad (m^3)$$

$$V_2 : \text{Volume badan reaktor} \quad (m^3)$$

$$V_3 : \text{Volume tutup bawah reaktor} \quad (m^3)$$

$$L_s : \text{Panjang silinder} \quad (m)$$

Diameter awal reaktor dihitung menggunakan data laju alir bahan baku dengan rumus pada Persamaan 1. Perhitungan selanjutnya yaitu menghitung tebal silinder menggunakan rumus pada Persamaan 5.

$$t_s = \frac{P_i \times d_i}{2(fE - 0,6P_i)} \times C \quad (5)$$

Dimana:

$$t_s : \text{Tebal silinder} \quad (m)$$

$$P_i : \text{Tekanan di dalam reaktor} \quad (\text{psi})$$

$$d_i : \text{Diameter } \textit{inside} \quad (m)$$

$$f : \text{Allowable stress} \quad (\text{psi})$$

$$E : \text{Joint efficiency} \quad (\%)$$

$$C : \text{Faktor korosi} \quad (m)$$

Tebal silinder reaktor dihitung menggunakan data diameter awal dengan rumus pada Persamaan 5. Perhitungan tebal silinder berfungsi untuk mendapatkan diameter *inside* yang sesuai dengan bahan konstruksi yang digunakan. Sebelum menghitung diameter *inside* dilakukan perhitungan diameter *outside* menggunakan rumus pada Persamaan 6.

$$d_o = d_i + 2t_s \quad (6)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} d_o &: \text{diameter outside} && (\text{m}) \\ d_i &: \text{diameter inside (mula – mula)} && (\text{m}) \\ t_s &: \text{tebal silinder} && (\text{m}) \end{aligned}$$

Diameter *outside* yang telah dihitung dengan Persamaan 6 dibandingkan dengan Tabel 5.7 *Dimensions of ASME Code Flanged and Dished Heads* [9] untuk menentukan diameter *outside* sesuai data yang mendekati hasil perhitungan. Hasil perhitungan diameter *outside* digunakan untuk mencari diameter *inside* menggunakan rumus pada Persamaan 7.

$$d_i = d_o - 2t_s \quad (7)$$

Dimana

$$\begin{aligned} d_o &: \text{diameter } outside && (\text{m}) \\ d_i &: \text{diameter } inside && (\text{m}) \\ t_s &: \text{tebal silinder} && (\text{m}) \end{aligned}$$

Diameter *inside* yang telah dihitung dengan Persamaan 7 harus dilakukan perhitungan ulang menggunakan Persamaan 1 agar didapatkan nilai  $L_s$  (panjang silinder) terbaru.

#### 2.4. Penentuan Tutup Atas dan Tutup Bawah Reaktor

Penentuan tutup atas dan tutup bawah reaktor dengan jenis tutup yaitu *standard dished head* dengan perhitungan menggunakan rumus pada Persamaan 8 sebagai berikut:

$$t_h = \frac{0,88 \times r \times P_i}{2 (fE - 0,1P_i)} \times C \quad (8)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} t_h &: \text{Tebal tutup} && (\text{m}) \\ f &: \text{Allowable stress} && (\text{psi}) \\ E &: \text{Joint efficiency} && (\%) \\ r &: \text{Radius of dish} && (\text{m}) \\ P_i &: \text{Tekanan di dalam reaktor} && (\text{psi}) \\ C &: \text{Faktor korosi} && (\text{m}) \end{aligned}$$

Perhitungan tebal tutup atas dan tebal tutup bawah untuk reaktor berpengaduk yang digunakan yaitu menggunakan jenis tutup *standard dished head*. Untuk perhitungan tinggi tutup atas reaktor ditentukan dengan menggunakan rumus pada Persamaan 9 sebagai berikut:

$$h_a = h_b = 0,169 d \quad (9)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} h_a &: \text{Tinggi tutup atas} && (\text{m}) \\ h_b &: \text{Tinggi tutup bawah} && (\text{m}) \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penentuan tinggi tutup atas dan tinggi tutup bawah reaktor, dilanjutkan dengan perhitungan penentuan tinggi total reaktor dengan menggunakan rumus pada Persamaan 10.

$$H = ha + Ls + hb \quad (10)$$

Dimana:

ha : Tinggi tutup bawah (m)

Ls : Panjang silinder (m)

hb : Tinggi tutup bawah (m)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penentuan bahan yang digunakan untuk reaksi, maka reaktor yang digunakan adalah reaktor berpengaduk. Reaktor berpengaduk dapat digunakan untuk reaksi homogen (*liquid-liquid*), reaksi heterogen (*liquid-gas*), dan reaksi yang melibatkan padatan tersuspensi yang dibantu dengan adanya pengadukan [10]. Pengadukan secara sempurna dilakukan agar dapat meningkatkan kinerja dari reaktor. Deskripsi reaktor ideal untuk reaktor tangki berpengaduk adalah tercapainya kondisi pengadukan yang menghasilkan campuran reaksi teraduk secara sempurna.

Dari langkah-langkah perhitungan di atas, didapatkan nilai dimensi dalam Tabel 1 dibawah ini:

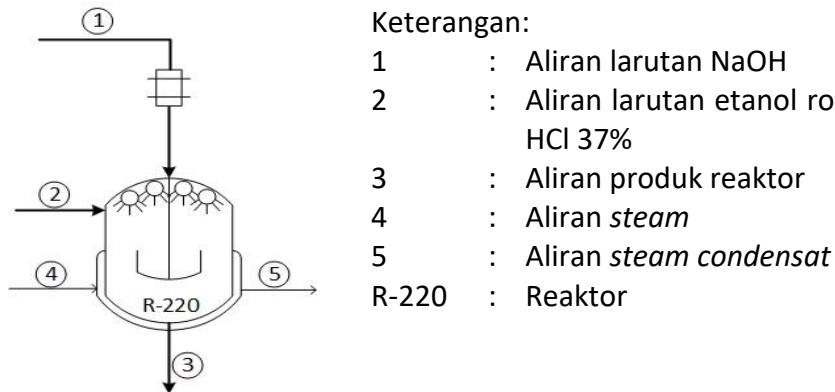
**Tabel 1.** Hasil perhitungan dimensi reaktor berpengaduk proses pembuatan *disproportionated rosin*

Dimensi	Ukuran	Satuan
Volume <i>liquid</i> (VL)	23,3859	m <sup>3</sup>
Volume total reaktor (VT)	19,0392	m <sup>3</sup>
Diameter <i>inside</i> (di)	2,7337	m
Diameter <i>outside</i> (do)	2,7432	m
Tinggi silinder (Ls)	4,1005	m
Tebal silinder (ts)	0,0048	m
Tebal tutup atas (tha)	0,0079	m
Tebal tutup bawah (thb)	0,0079	m
Tinggi tutup atas (ha)	0,4699	m
Tinggi tutup bawah (hb)	0,4699	m
Tinggi reaktor (H)	5,0404	m

Bahan konstruksi yang digunakan pada penentuan desain reaktor adalah jenis material *Stainless steel SA-167 Grade 3 Type 304* [9]. Material tersebut lebih baik digunakan untuk bahan baku berjenis *liquid*. Pada reaksi disproporsionasi pembentukan *disproportionated rosin* sangat penting untuk memperhatikan suhu reaksi yang digunakan, sehingga harus memperhatikan jenis bahan konstruksi yang digunakan pada reaktor. Pada perhitungan dimensi reaktor proses pembuatan *disproportionated rosin* didapatkan volume reaktor sebesar 19,0392 m<sup>3</sup>, dengan diameter inside 2,7337 m, tinggi reaktor 5,0404 m dan tebal silinder 0,0048 m. Jenis pengaduk yang digunakan yaitu *three-blade propeller agitator* [9]. Pengaduk ini berfungsi untuk membantu homogenisasi reaksi disproporsionasi dalam

reaktor. Reaksi disproporsionasi ini bersifat endotermis, yaitu reaksi yang membutuhkan panas.

Sketsa reaktor berpengaduk yang digunakan pada pembuatan *disproportionated rosin* dari gum rosin melalui proses netralisasi asam klorida ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Sketsa reaktor berpengaduk pada proses pembuatan *disproportionated rosin*

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan perancangan reaktor pada proses pembuatan *disproportionated rosin* yaitu reaktor berpengaduk menggunakan jenis material *Stainless steel SA-167 Grade 3 Type 304*. Hasil perhitungan menunjukkan reaktor memiliki diameter 2,7337 m dan tinggi 5,0404 m. Reaksi yang berlangsung dalam reaktor yaitu reaksi disproporsionasi yang memiliki konversi tinggi sebesar 99,64% yaitu reaksi pelarutan *gum rosin* dengan etanol, reaksi penambahan larutan HCl 37%, dan reaksi pembentukan produk Na-abietik.

Saran yang dapat diberikan untuk studi perancangan reaktor selanjutnya adalah memperhatikan pemilihan jenis bejana yang sesuai untuk bahan baku *liquid* misalnya *Stainless steel SA-240 TP 304* ditinjau dari kapasitas produksi *disproportionated rosin*.

#### REFERENSI

- [1] B. Wiyono, "Pengaruh Konsentrasi Bahan Kimia Maleat Anhidrida Terhadap Gondorukem Maleat Dari Getah Pinus Merkusii (*Effect of Maleic Anhydride Concentration on Properties of Maleopimaric Rosin directly made from Merkus Pine Resin*)," *Penelitian Hasil Hutan*, vol. 25, no. 1, hal. 28–40, 2007.
- [2] S. Susanti, S. Purnavita, dan H. Y. Sriyana, "Pembuatan Vernis Berbahan Gondorukem Yang Dimodifikasi Gliserol Dan Paduan *Linseed Oil* dengan Minyak Biji Karet Menggunakan Metode Esterifikasi Tanpa Katalis," *Inovasi Teknik Kimia*, vol. 2, no. 1, hal. 54–59, 2017.
- [3] H. Dewajani, A. Chumaidi, M. A. I. Iswara, R. Khasanah, and T. D. Agustina, "Synthesis ester gum through esterification reaction of rosin and gliserol using zeolite modified by nickel as catalyst," di *AIP Conference Proceedings*, vol. 2097, 2019.
- [4] Y. Gu, "Effects of pretreated carbon supports in Pd/C catalysts on rosin disproportionation catalytic performance," *Chemical Engineering Science*, vol. 216, 2020.

- [5] S. Zhaobang, "*Center for International Forestry Research Production and Standards for Chemical Non-Wood Forest Products in China*," 1995.
- [6] D. R. Mahendra, E. K.Sari, R. A. Chabibah, S. Habiba, dan A. Chumaidi, "Berbagai Proses dalam Pembuatan Disproportionated Rosin dari Gondorukem Dengan Presipitasi NaOH," *Distilat*, vol. 7, no. 2, hal. 155–161, 2021.
- [7] A. Suprajitno, "Unjuk Kerja Proses Multivariabel Reaktor Kontinyu dengan Pengendali Logika Fuzzy," *Media Elektrika*, vol. 3, no. 1, hal. 34-48, 2010.
- [8] F. A. Murtadho dan A. S. Suryandari, "Perancangan Reaktor Kontinyu Untuk Reaksi Saponifikasi Menggunakan Minyak Kelapa Sawit," *Distilat*, vol. 7, no. 2, hal. 237–245, 2021.
- [9] L. E. Brownell and E. H. Young, *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1959.
- [10] Sudaryadi, I. D. Rachmawati, dan H. Poernomo, "Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Tinggal Reaktan Terhadap Temperatur dan Volume Fluida dalam RATB Bench Scale Untuk Persiapan Sintesis ZBS," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 9, no. 3, hal. 179-186, 2020.