

PROJECT DESIGN OF A FURFURAL FACTORY FROM BAGASSE
WITH HYDRAULIC PROCESS CAPACITY 1,500 TON/YEAR

Jonathan Bryan

Chemical Engineering

Contributor:

Prof. Putu Doddy Sutrisna, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dr. Akbarningrum Fatmawati, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Furfural, commonly referred to as 2-furancarbo-xaldehyde, 2-furaldehyde, furfuraldehyde, furale, and 2-furaldehyde, is a heterocyclic aldehyde with the chemical formula C₅H₄O₂. Furfural is produced through the acid hydrolysis process of hemicellulose, resulting in xylose, which is then dehydrated to form furfural. Both batch and continuous processing methods can be utilized for furfural production, but batch processes are more prevalent in the current era. Previous plant manufacturers employing continuous processing methods include Defibrator and Rosenlaw (Sweden and Finland), Societa Italiana Furfurola (Italy), and Escher Wyss (Germany). However, some of these manufacturers are no longer operational, and others have reduced their production capacity. Currently, batch processing plants are available from China and South Africa.

The production of furfural involves four stages: pre-treatment, hydrolysis stage, dehydration stage, and product purification. In the pre-treatment stage, 98% sulfuric acid is diluted to 3%, and the bagasse is size-reduced using a ball mill. Subsequently, the bagasse is reacted with the diluted and heated sulfuric acid in a batch reactor at a temperature of 200°C and a pressure of 18 bar. To separate water from the furfural content, a purification step is performed using 1-chlorobutane as a solvent for extraction. The extract from the extraction process is then further purified using a distillation tower to reduce the 1-chlorobutane content in the furfural product. The furfural plant data are as follows:

- a) *Operation system* : *Semi-continue*
- b) *Operation Time* : *330 day/year*
- c) *Production Capacity* : *1500 ton/year*
- d) *Main Product Purity* : *99,03% (b/b)*
- e) *Raw Materials and Catalyst Required*
- i) *Bagasse* = *17.700.804,00 kg/year*
 - ii) *Sulfuric Acid* = *363.567,19 kg/year*
 - iii) *1-ButylChloride* = *1.621.232,82 kg/year*
- f) *Utilitas*
- i) *Sanitation water* = *80593,920 m³/tahun*
 - ii) *Diesel Oil* = *14.130.790,96 kg/year*
 - iii) *Electricity* = *18.673.356,95 kWh/year*
 - iv) *Alum* = *1.865,61 kg/year*
 - v) *Poliacrilamida* = *94,16 kg kg/year*
 - vi) *Cation Resin* = *48.036,07 kg/year*
 - vii) *Anion Resin* = *11.463,64 kg/year*
- g) *Factory Location* : *Kebonsari, Malang*
- h) *Factory Area* : *3.015,00 m²*
- i) *Total Manpower* : *61 orang*
- j) *Financing*
- i) *FCI* = *Rp 296.906.377.541,83*
 - ii) *WC* = *Rp 52.395.243.095,62*
 - iii) *TCI* = *Rp 349.301.620.637,45*
 - iv) *TPC* = *Rp 1.271.909.550.310,32*
 - v) *Sales per year* = *Rp 2.107.219.560.268,15*
- k) *Economy Analysis*
- i) *RoE* = *25,38 %*
 - ii) *IRR* = *18,5%*
 - iii) *POT* = *5,12 year*
 - iv) *BEP* = *7,41 % Capacity*

Based on the description above, it is concluded that the design of the furfural plant project is feasible in terms of technical, legal, community relations, economic, and environmental aspects.



DESAIN PROYEK PABRIK FURFURAL DARI BAGASSE DENGAN PROSES HIDROLISA KAPASITAS 1.500 TON/TAHUN

Alfian Dwi Wahyudi

Teknik Kimia

Pembimbing:

Prof. Putu Doddy Sutrisna, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dr. Akbarningrum Fatmawati, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Furfural atau sering disebut dengan 2-furancarbo-xaldehida, 2-furaldehyde, furfuraldehyde, furale, dan 2-furaldehyde. Furfural adalah aldehida heterosiklik dengan rumus kimia $C_5H_4O_2$. Furfural dihasilkan melalui proses hidrolisis asam dari hemiselulosa menghasilkan xilosa, yang kemudian didehidrasi menjadi furfural. Metode pemrosesan secara *batch* atau kontinyu dapat digunakan untuk pembuatan furfural, namun proses *batch* lebih banyak digunakan di era saat ini. Produsen pabrik sebelumnya yang menggunakan metode proses kontinyu antara lain Defibrator dan Rosenlaw (Swedia dan Finlandia), Societa Italiana Furfurola (Italia), dan Escher Wyss (Jerman). Namun produsen-produsen tersebut sudah ada yang tidak beroperasi atau kapasitas produksinya diperkecil. Pabrik yang menggunakan sistem *batch* saat ini tersedia dari Tiongkok dan Afrika Selatan.

Produksi Furfural menjadi 4 tahap, yaitu *pre-treatment*, tahap hidrolisis, tahap dehidrasi, dan pemurnian produk. Pada tahap *pre-treatment*, dilakukan pengenceran asam sulfat 98% menjadi 3%, kemudian penyamaan ukuran pada ampas tebu menggunakan *ball mill*. Kemudian, mereaksikan ampas tebu dengan asam sulfat yang sudah diencerkan dan dipanaskan pada reaktor *batch* dengan suhu 200 °C dan tekanan sebesar 18 bar. Setelah itu, untuk memisahkan air pada kandungan furfural maka dilakukan tahap pemurnian dengan ekstraksi menggunakan *solvent* berupa 1-klorobutana. Hasil ekstrak dari ekstraksi akan

dimurnikan kembali menggunakan menara distilasi untuk mengurangi kandungan 1-klorobutana pada produk furfural. Data-data pabrik furfural adalah sebagai berikut:

- a) Sistem operasi : Semi-kontinyu
- b) Waktu operasi : 330 hari/tahun
- c) Kapasitas produk : 1500 ton/tahun
- d) Kemurnian produk : 99,03% (b/b)
- e) Kebutuhan bahan baku dan katalis
 - i) Ampas Tebu = 17.700.804,00 kg/tahun
 - ii) Asam Sulfat = 363.567,19 kg/tahun
 - iii) 1-Klorobutana = 1.621.232,82 kg/tahun
- f) Utilitas
 - i) Air PDAM = 80593,920 m³/tahun
 - ii) Diesel Oil = 14.130.790,96 kg/tahun
 - iii) Listrik = 18.673.356,95 kWh/tahun
 - iv) Tawas = 1.865,61 kg/tahun
 - v) Poliacrilamida = 94,16 kg kg/tahun
 - vi) Resin Cation = 48.036,07 kg/tahun
 - vii) Resin Anion = 11.463,64 kg/tahun
- g) Lokasi Pabrik : Kebonsari, Malang
- h) Luas Pabrik : 3.015,00 m²
- i) Jumlah Tenaga Kerja : 61 orang
- j) Pembiayaan
 - i) FCI = Rp 296.906.377.541,83
 - ii) WC = Rp 52.395.243.095,62
 - iii) TCI = Rp 349.301.620.637,45
 - iv) TPC = Rp 1.271.909.550.310,32
 - v) Penjualan per tahun = Rp 2.107.219.560.268,15
- k) Analisis Ekonomi
 - i) RoE = 25,38 %
 - ii) IRR = 18,5 %

iii) POT = 5,12 Tahun

iv) BEP = 7,41 % Kapasitas

Berdasarkan uraian di atas, diperoleh bahwa desain proyek pabrik furfural layak didirikan dari segi teknis, legalitas, hubungan masyarakat, ekonomis dan lingkungan

