

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Furfuril alkohol ($C_3H_6O_2$) merupakan senyawa alkohol heterosiklik. Furfuril alkohol memiliki berat molekul sebesar 98.10 g/mol dengan densitas 1.13 g/cm³. Furfuril alkohol pelarut yang baik dan bersifat polar memiliki titik didih 170°C dan titik beku -20°C dalam bentuk kristal menstabil -14,63°C dalam kristal yang stabil. Furfuril alkohol menjadi salah satu turunan dari cincin furan yang dapat diperoleh secara komersil dalam bentuk furfural.

Furfuril diproduksi dari hasil hidrogenasi katalitik furfural. Katalis Cu menjadi salah satu bagian dari komposit katalis yang sangat penting untuk menghasilkan reaksi hidrogenasi berlangsung selektif tanpa terbentuknya pengotor dan produk samping yang tidak diinginkan. Furfuril alkohol diproduksi dari furfural dan hidrogen dapat dibuat melalui fasa uap maupun fasa cair. Kedua fasa ini bernilai ekonomis, namun fasa uap lebih banyak dipilih karena dilakukan dalam keadaan tekanan atmosfer.

Hingga saat ini furfuril alkohol belum diproduksi didalam negeri, sehingga seluruh kebutuhan furfuril alkohol didapatkan melalui pasokan impor. Impor furfuril alkohol untuk Indonesia banyak didatangkan dari China, Thailand dan Korea. Oleh karena itu, dengan melihat dari peningkatan permintaan pada tahun-tahun mendatang sangat potensial untuk mendirikan pabrik yang memproduksi furfuril alkohol dalam negeri. Selain memenuhi kebutuhan dalam negeri, produk furfuril alkohol juga dapat diekspor untuk memenuhi kebutuhan dunia.

Pabrik furfuril alkohol ini termasuk pabrik yang tidak beresiko tinggi (low risk). Hal ini dapat ditinjau dari bahan baku, proses, maupun produknya yang tidak beracun, tidak bersifat eksplosif, dan tidak mudah terbakar. Furfuril alkohol dapat digunakan untuk sebagai pelarut sintetik dalam berbagai serat aktif, bahan baku pembuatan tetrahidrofurfuril alkohol, pelarut dalam resin fenolis dan pelarut dalam zat warna, serta pelarut untuk zat perekat, zat ini juga dapat menaikkan kekerasan dan daya tahan pada kayu.

Selain itu pabrik ini tidak termasuk pabrik yang dilarang untuk didirikan. Sehingga dari pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka pabrik furfural alkohol layak didirikan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah prarancangan pabrik furfural alkohol dari bahan baku furfural dan hidrogen sebagai berikut:

1. Apakah pembangunan prarancangan pabrik furfural alkohol dari furfural dan hidrogen dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak didirikan di Indonesia?
2. Apakah bahan baku impor furfural dapat menghambat produksi pada prarancangan pabrik furfural alkohol?
3. Bagaimana cara memperoleh keuntungan dari pendirian pabrik furfural alkohol?

1.3 Tujuan Prarancangan

Tujuan prarancangan pabrik furfural alkohol dari bahan baku furfural dan hidrogen sebagai berikut:

1. Memenuhi kualitas produksi furfural alkohol.
2. Memproduksi furfural alkohol didalam negeri sehingga dapat diekspor untuk kebutuhan luar negeri dalam jangka waktu yang panjang.
3. Mempermudah akses pengiriman produk serta bahan baku yang didapatkan dapat terpenuhi.

1.4 Manfaat Prarancangan

Berdasarkan dari tujuan prarancangan pabrik furfural alkohol maka manfaatnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Menggunakan bahan baku Hidrogen yang mudah diperoleh di dalam negeri.
2. Memiliki keuntungan dari prarancangan pabrik furfural alkohol yang dapat dilihat dari data ekspor pada tahun 2030.
3. Menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, sehingga dapat mengurangi pengangguran.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam prarancangan ini hanya mencakup pada kapasitas pabrik, spesifikasi alat, analisa ekonomi, unit utilitas, tugas khusus, P&ID dan software Aspen HYSYS.

1.6 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin kecil kapasitas produksi maka semakin sedikit pula keuntungan, dan Semakin besar kapasitas produksinya maka keuntungan yang didapat juga akan semakin besar. Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik Furfuril Alkohol perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1.6.1 Kapasitas Produksi Pabrik Furfuril Alkohol di Indonesia

Berdasarkan data yang diperoleh hingga saat ini, yaitu tahun 2025, Indonesia belum memiliki perusahaan yang secara aktif memproduksi furfuril alkohol. Hal ini menunjukkan adanya peluang besar dalam pengembangan industri kimia di Indonesia, khususnya untuk memenuhi kebutuhan furfuril alkohol baik di pasar domestik maupun internasional.

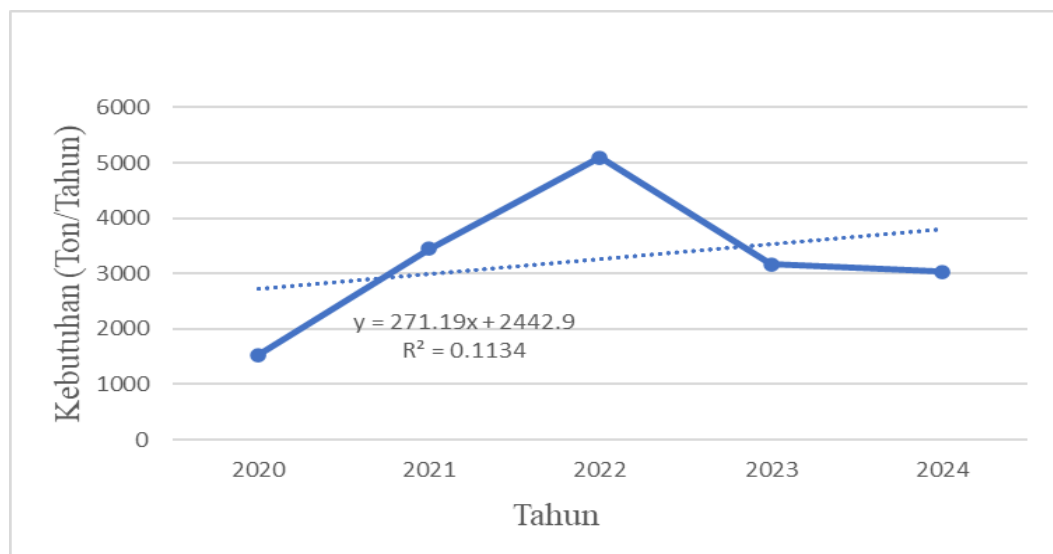
Data kebutuhan impor Furfuril alkohol di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Impor Furfuril alkohol di Indonesia.

Tahun	Data Kebutuhan Impor Berat (Ton)
2020	1.530,704
2021	3.452,517
2022	5.102,347
2023	3.168,020
2024	3.028,893

Sumber : (Statista, 2025).

Dapat dilihat pada Tabel 1.1 data kebutuhan impor Furfuril Alkohol di Indonesia dari tahun 2020 - 2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan Furfuril Alkohol di Indonesia masih banyak bergantung pada Furfuril Alkohol impor. Kenaikan kebutuhan data impor Furfuril Alkohol di indonesia diprediksi pada tahun 2030 dengan cara ekstrapolasi data kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada tahun 2020-2024, kenaikan kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Data Impor di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 271,19x + 2.442,9$ dengan $R^2 = 0,1134$. Kebutuhan impor furfuril alkohol di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 271,19x + 2.442,9$ dimana y adalah kebutuhan impor furfuril alkohol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Kebutuhan impor Furfuril alkoohol di Indonesia pada tahun 2030 yaitu tahun ke-11 adalah sebagai berikut:

$$y = 271,19x + 2.442,9$$

$$y = 271,19(11) + 2.442,9$$

$$y = 5.425,99 \text{ Ton}$$

Sehingga kebutuhan impor furfuril alkohol di Indonesia pada tahun 2030 diperkirakan sebesar 5.425,99 ton/tahun. Prediksi data kebutuhan impor pada tahun 2025 sampai 2030 menggunakan cara ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor Furfuril Alkohol di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2025	4.070,04
2026	4.341,23
2027	4.612,42
2028	4.883,61
2029	5.442,9
2030	5.425,99

Sumber : (Data Ekstrapolasi, 2025)

Kebutuhan Furfuril alkohol di dalam negeri untuk tahun 2030 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi dengan hasil 5.425,99 Ton. maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan Furfuril alkohol yang akan di ekspor ke Indonesia dengan asumsi selisih impor pada tahun 2030 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2030 – Kebutuhan Impor pada data terakhir 2024

Peluang Ekspor = 5.425,99– 3.028,893

Peluang Ekspor = 2.379,079 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengeksport Furfuril alkohol pada tahun 2030 mencapai 2.379,079.

1.6.2 Data Kebutuhan Furfuril Alkohol di Dunia

Furfuril alkohol merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan furfural, resin, dan pelarut. Selain itu, senyawa ini juga digunakan dalam industri pembuatan karet, pengecoran logam, dan sebagai bahan tambahan dalam industri farmasi dan bahan bakar terbarukan. Adapun data kebutuhan propilen glikol di dunia yaitu Amerika Serikat, Cina dan Thailand.

1. Data Kebutuhan Impor Furfuril Alkohol di Amerika Serikat

Kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Amerika Serikat dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar Furfuril Alkohol yang akan meningkatkan nilai ekspor Furfuril Alkohol di indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor Furfuril

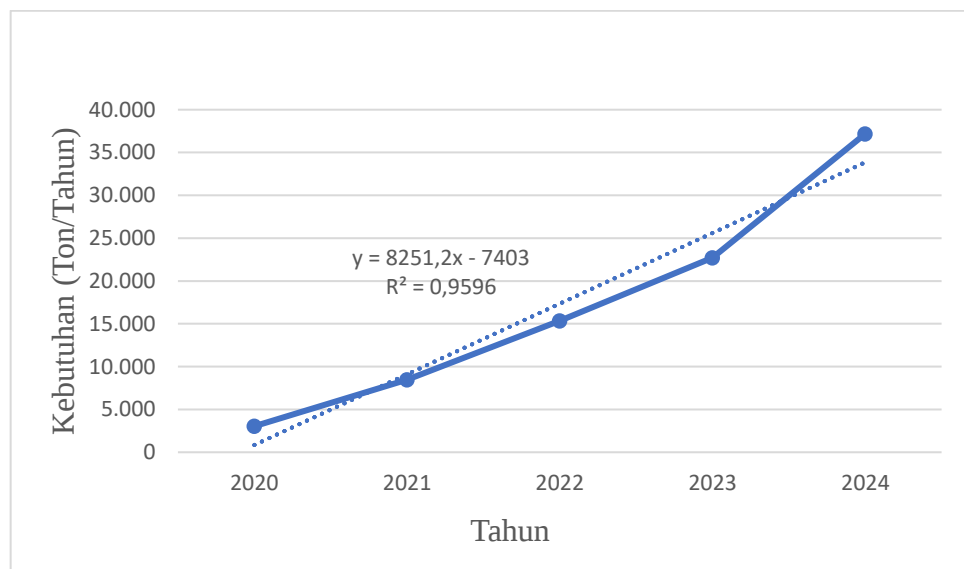
Alkohol pada negara Amerika Serikat didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Kebutuhan Furfuril Alkohol di Amerika Serikat

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	3.040
2021	8.484
2022	15.333
2023	22.716
2024	37.180

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada tabel 1.3 data kebutuhan impor Furfuril Alkohol di negara Amerika Serikat dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor Furfuril Alkohol di Amerika Serikat masih banyak bergantung pada Furfuril Alkohol impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan Furfuril Alkohol impor negara Amerika Serikat pada tahun 2030, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Impor di Amerika Serikat

Berdasarkan Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 8251,2x - 7403$ dengan $R^2 = 0,9596$. Kebutuhan impor Furfuril Alkohol di Amerika Serikat tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan

garis lurus: $y = 8251,2x - 7403$ dimana y adalah kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril Alkohol di Amerika Serikat dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Furfuril Alkohol di Amerika Serikat

Tahun	Jumlah Impor (Tahun)
2025	42.104
2026	50.355
2027	58.607
2028	66.858
2029	75.109
2030	83.360

Dapat dilihat pada Tabel 1.4 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Furfuryl* Alkohol di Amerika Serikat setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Amerika Serikat pada tahun 2030 mencapai 83.360 ton, untuk mengetahui peluang untuk mengekspor Furfuril Alkohol ke negara Amerika Serikat, maka dilakukan perhitungan peluang untuk mengetahui kebutuhan furfuril Alkoohol yang akan di ekspor ke negara Amerikat Serikat dengan asumsi selisih impor pada tahun 2030 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2030 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

$$\text{Peluang Ekspor} = 83.360 - 37.180$$

$$\text{Peluang Ekspor} = 46.180 \text{ Ton.}$$

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor Furfuril alkohol pada tahun 2030 mencapai 46.180 Ton ke negara Amerika Serikat

2. Data Kebutuhan Impor Furfuril Alkohol di Cina

Kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Cina dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar Furfuril Alkohol yang akan meningkatkan nilai ekspor Furfuril Alkohol di indonesia pada Pra-rancangan

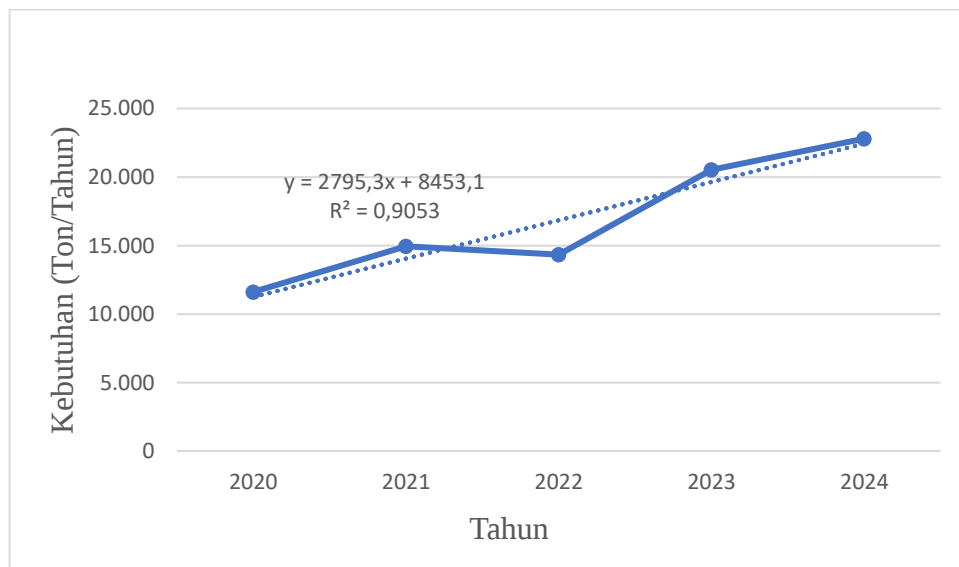
pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan Furfuril Alkohol pada negara Cina didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Data Kebutuhan Furfuril Alkohol di Cina

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	11.613
2021	14.938
2022	14.325
2023	20.521
2024	22.798

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.5 data kebutuhan impor Furfuril alkohol di negara Cina dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor Furfuril alkohol di Cina masih banyak bergantung pada Furfuril alkohol impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan Furfuril alkohol impor negara Cina pada tahun 2030, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor Furfuril alkohol dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Kebutuhan Furfuril Alkohol di Cina

Berdasarkan Gambar 1.3 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 2795,3x + 8453,1$ dengan $R^2 = 0,9053$. Kebutuhan impor tiap tahunnya

furfuril alkohol alami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 2795,3x + 8453,1$ dimana y adalah kebutuhan impor Furfuril alkohol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Cina dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Hasil Ektrapolasi Kebutuhan Furfuril Alkohol di Cina

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2025	25.225
2026	28.020
2027	30.816
2028	33.611
2029	36.406
2030	39.201

Dapat dilihat pada Tabel 1.6 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Cina setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Cina pada tahun 2030 mencapai 39.201 ton, untuk mengetahui peluang mengekspor Furfuril alkohol ke negara Cina, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan Furfuril alkohol yang akan di ekspor ke Cina dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2030 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = $39.201 - 22.798$

Peluang Ekspor = 16403,4 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor Furfuril alkohol pada tahun 2030 mencapai 16403,4 Ton ke negara Cina.

3. Data Kebutuhan Impot Furfuril Alkohol di Thailand

Kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Thailand dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar Furfuril Alkohol yang akan meningkatkan nilai ekspor Furfuril Alkohol di Indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Thailand didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada

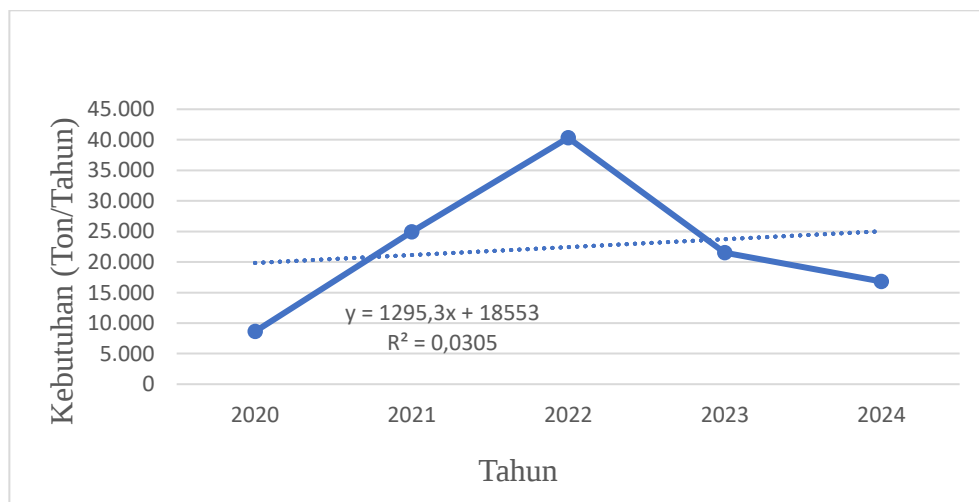
Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Data Kebutuhan Furfuril Alkohol di Thailand

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	8.613
2021	24.938
2022	40.325
2023	21.521
2024	16.798

Sumber: (Statista,2025).

Dapat dilihat pada tabel 1.7 data kebutuhan impor Furfuril alkohol di negara Thailand dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor Furfuril alkohol di Thailand masih banyak bergantung pada Furfuril alkohol impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan Furfuril alkohol impor negara Thailand pada tahun 2030, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor Furfuril alkohol dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.4.

**Gambar 1.4** Grafik Kebutuhan Furfuril Alkohol di Thailand

Berdasarkan Gambar 1.4 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 1295,3x + 1855,3$ dengan $R^2 = 0,0305$. Kebutuhan impor Furfuril alkohol tiap tahunnya furfuril alkohol alami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 1295,3x + 1855,3$ dimana y adalah kebutuhan impor Furfuril alkohol pada tahun

tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Thailand dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Furfuril Alkohol di Thailand

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2025	26.325
2026	27.620
2027	28.916
2028	30.211
2029	31.506
2030	32.801

Dapat dilihat pada Tabel 1.8 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Thailand setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Thailand pada tahun 2030 mencapai 32.801 ton, untuk mengetahui peluang mengekspor Furfuril alkohol ke negara Thailand, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan Furfuril alkohol yang akan di ekspor ke jepang dengan asumsi selisih impor pada tahun 2030 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2030 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = 32.801 – 16.798

Peluang Ekspor = 16003,40 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor Furfuril alkohol pada tahun 2030 mencapai 1.600,19 Ton ke negara Thailand.

4. Data Kebutuhan Impot Furfuril Alkohol di Jerman

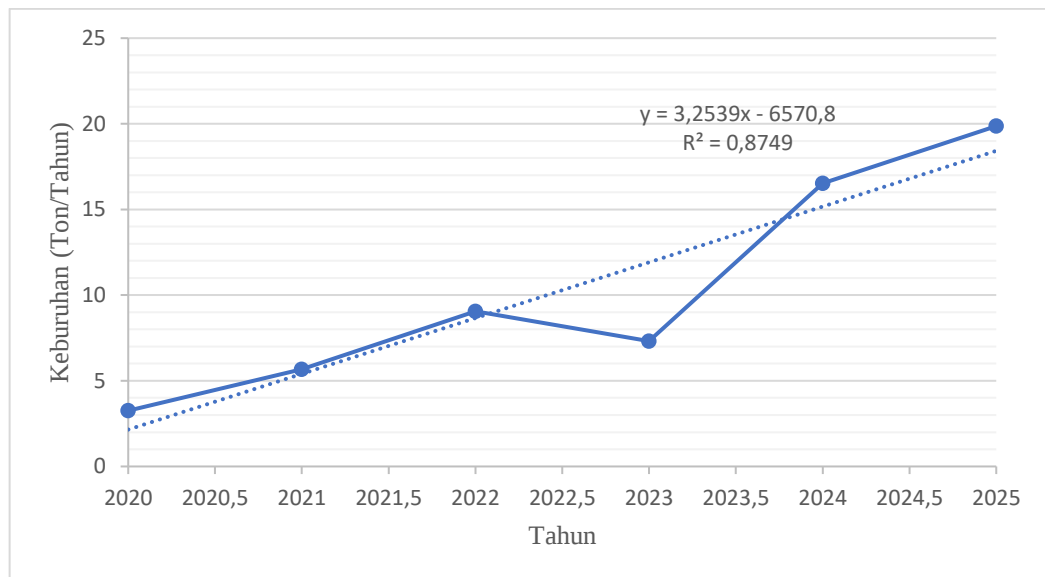
Kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Jerman dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar Furfuril Alkohol yang akan meningkatkan nilai ekspor Furfuril Alkohol di indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor Furfuril Alkohol pada negara Jerman didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Data Kebutuhan Furfuril Alkohol di Jerman

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	3,255
2021	5,678
2022	9,062
2023	7,323
2024	16,535

Sumber: (Statista,2025).

Dapat dilihat pada tabel 1.9 data kebutuhan impor Furfuril alkohol di negara Jerman dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor Furfuril alkohol di Jerman masih banyak bergantung pada Furfuril alkohol impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan Furfuril alkohol impor negara Jerman pada tahun 2030, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor Furfuril alkohol dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.5.

**Gambar 1.5** Grafik Kebutuhan Furfuril Alkohol di Jerman

Berdasarkan Gambar 1.5 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 3,2539x + 6570,8$ dengan $R^2 = 0,8749$. Kebutuhan impor Furfuril alkohol tiap tahunnya furfuril alkohol alami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 3,2539x + 6570,8$ dimana y adalah kebutuhan impor Furfuril alkohol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil

ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Jerman dapat dilihat pada Tabel 1.10.

Tabel 1.10 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Furfuril Alkohol di Jerman

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2025	19.866
2026	20.972
2027	25,409
2028	29,847
2029	34,284
2030	39,574

Dapat dilihat pada Tabel 1.9 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor Furfuril alkohol di Jerman setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Jerman pada tahun 2030 mencapai 19,361 ton, untuk mengetahui peluang mengekspor Furfuril alkohol ke negara Jerman, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan Furfuril alkohol yang akan di ekspor ke Jerman dengan asumsi selisih impor pada tahun 2030 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2030 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = 39,574 – 16,535

Peluang Ekspor = 23,039.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor Furfuril alkohol pada tahun 2030 mencapai 23,039 Ton ke negara Jerman.

Dapat dilihat dari 5 negara di dunia yang mengimpor furfuril alkohol memiliki peluang ekspor yang berbeda. Pada Tabel 1.10 menunjukkan jumlah peluang ekspor Furfuril alkohol, yaitu:

Tabel 1.11 Peluang Ekspor Furfuril Alkohol di Dunia yang akan datang pada tahun 2030

Nama Negara	Target (%)	Jumlah (Ton/Tahun)
Indonesia	20	1.085,198
Amerika	40	33.344,08
China	20	7.840,28
Thailand	10	3.280,14

Jerman	10	3.957,4
Total	100	49.507,02

Berdasarkan Tabel 1.11 diatas total ekspor Furfuril Alkohol di dunia **49.507,02 Ton/Tahun**. Maka kapasitas pabrik Furfuril Alkohol yang akan didirikan direncanakan sebesar **50.000 Ton/Tahun** untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri maupun di luar negeri.

1.6.3 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan furfuril alkohol adalah furfural, hidrogen dan *Copper Sodium Silicate* sebagai katalis. Bahan baku furfural yang diperoleh dari impor. Sedangkan bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Samator Gresik.

1.7 Macam-macam Proses Pembuatan Furfuril Alkohol

Ada tiga macam proses pembuatan furfuril alkohol berdasarkan bahan baku yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Reduksi Furfural Dengan NaOH (reaksi Cannizaro)

Proses ini dilakukan dalam skala laboratorium pada tahun 1864 dengan proses *batch* dan berlangsung pada fasa cair. Proses ini tidak digunakan pada skala industri dikarenakan *yield* maksimal hanya 50% dan menghasilkan produk samping berupa asam furat sehingga sulit untuk dimurnikan.

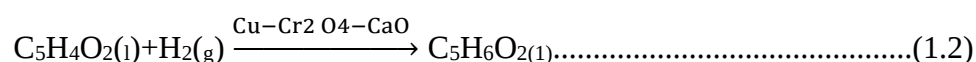
Berikut reaksinya :



2. Hidrogenasi Fasa Cair Furfuril Alkohol

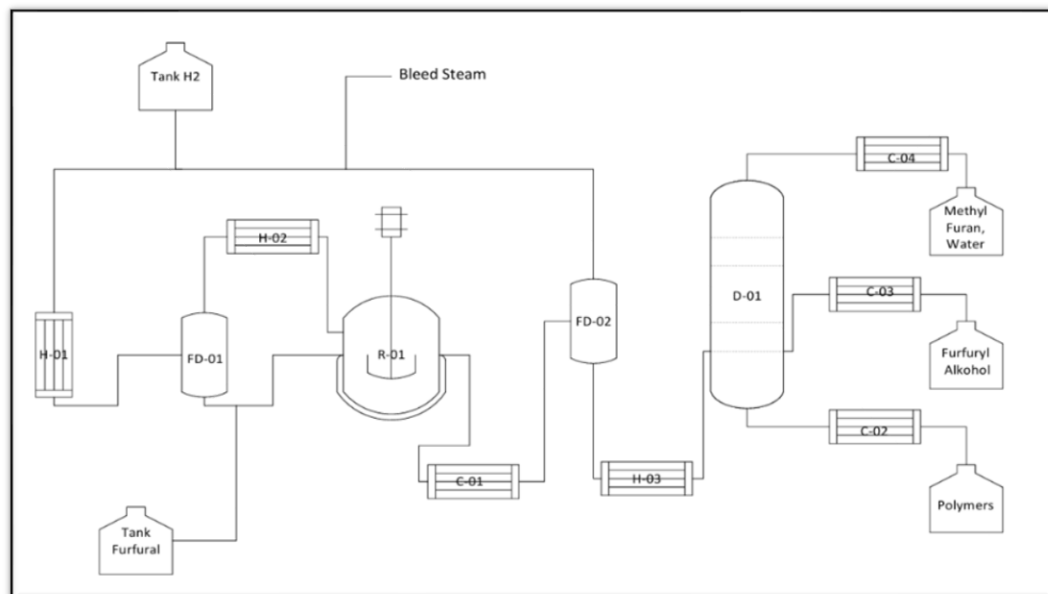
Proses hidrogenasi furfural fasa cair hanya diproduksi dalam skala kecil. Kondisi operasi dalam reaksi ini menggunakan tekanan yang tinggi, agar furfural fasa cair tidak mengalami penguapan. Tingginya tekanan operasi mengakibatkan biaya operasional menjadi cukup mahal.

Reaksi yang terjadi:



Proses ini menggunakan katalis padatan berupa *Copper chromite* dengan ditambah *Calcium Oxide*, karena dapat menghasilkan konversi maksimum hingga 98%. Kondisi operasi pada reaksi ini menggunakan tekanan 27-30 atm dengan suhu reaksi 180°C. Dikarenakan reaksi berlangsung secara heterogen (cair-gas), maka hasil keluaran reaktor membutuhkan proses pemisahan produk.

Reaktor yang digunakan reaktor autoclave yang cukup rumit untuk mengontrol suhu operasi didalamnya. Karena jika suhu reaktor tidak sesuai dengan suhu reaksi, akan membentuk produk samping berupa *white product* (metil furan) dan polimernya. Adapun gambar plant produksi hidrogenasi fasa cair furfural alkohol yang dapat dilihat pada Gambar 1.6



Gambar 1.6 Flowsheet Dasar Produksi Hidrogenasi Fasa Cair Furfural Alkohol

Adapun analisa ekonomi awal pada proses Hidrogenasi Fasa Cair Furfural Alkohol Dengan Katalis *Copper chromite* dengan ditambah *Calcium Oxide* dapat dilihat pada Tabel 1.12.

Tabel 1.12 Analisa Ekonomi Awal Pada Proses Hidrogenasi Fasa Cair Furfural Alkohol Katalis *Copper chromite* dengan ditambah *Calcium Oxide*.

Parameter	Bahan Baku Utama $C_5H_4O_2$	Bahan Baku Pendukung H_2	Katalis $CuCr_2O_4$ - CaO	Produk Utama $C_5H_6O_2$
-----------	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------

Berat Molekul	96,08	2,01	351,15	98,10
Harga Per kg (Rupiah)	Rp. 15.000	Rp. 7.500	Rp. 10.000	Rp. 40.000
Kebutuhan	1 mol x 96,08 g/mol = 96,08 g = 0,096 kg	1 mol x 2,01 g/mol = 2,01 g = 0,002 kg	1 mol x 351,15g/mol = 351,15g = 0,351kg	1 mol x 98,10 g/mol = 98,10 g = 0,098 kg
Harga Total	0,096 kg x Rp. 15.000 = Rp. 1.440	0,002 kg x Rp. 7.500 = Rp. 15	0,351 kg x Rp. 10.000 = Rp. 3.510	0,098 kg x Rp. 40.000 = Rp. 3.920
Analisa Ekonomi Awal	(Harga Produk) – (Harga Total Bahan Baku Utama + Bahan Baku Pendukung + Katalis) =(Rp. 3.920) – (Rp. 1.440+ Rp. 15 + Rp. 3.510) = Rp. 3.920 – 3.565 = 355			

Berdasarkan hasil Analisa ekonomi awal pada tabel 1.12 maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. } 355}{\text{Rp. } 3.565} \times 100\% \\ &= 10 \%\end{aligned}$$

Maka persentase keuntungan produksi Furfuril Alkohol yang didapat dari proses Hidrogenasi Fasa Cair dengan Katalis *Copper chromite* dengan ditambah *Calcium Oxide* yaitu sebesar 10 %.

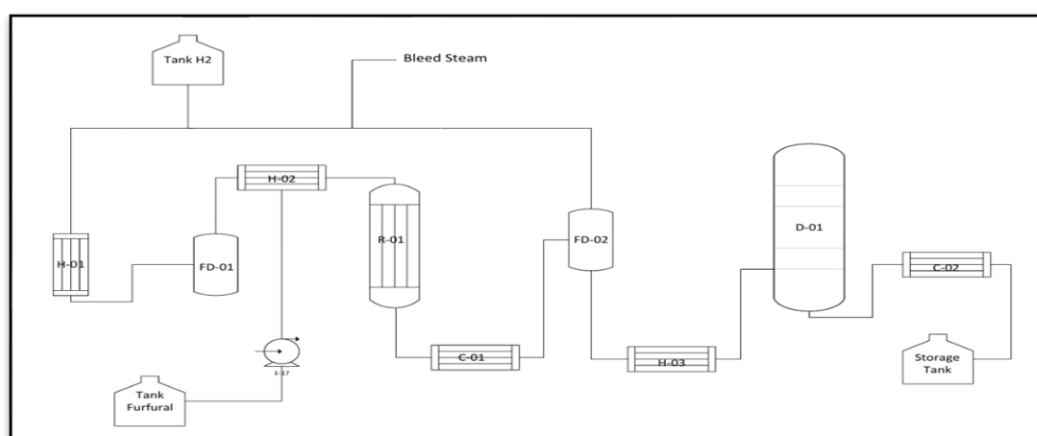
3. Hidrogenasi Fasa Uap Furfuril Alkohol

Proses hidrogenasi furfural fasa uap merupakan proses kontinyu yang saat ini paling banyak digunakan diindustri pembuatan furfuril alkohol. Furfural cair (*feedstock*) diuapkan terlebih dahulu sebelum masuk reaktor, sehingga proses reaksi berjalan dalam satu fasa yang sama. Oleh karena itu, tekanan operasi yang dibutuhkan untuk reaksi ini jauh lebih rendah daripada hidrogenasi fasa cair yaitu berada pada tekanan atmosfer.



Proses ini menggunakan katalis padatan berupa Copper yang mengandung 20% *Sodium Silicate* sehingga tidak ada produk samping berupa metil furan yang keluaran reaktor. Konversi yang dihasilkan mencapai lebih dari 99% dengan suhu operasi 132-177°C dan tekanan 1 atm.

Reaktor yang biasanya digunakan untuk proses hidrogenasi fasa uap yaitu reaktor fixed bed multitubular. Hidrogen yang digunakan lebih baik berlebih (excess) agar furfural alkohol yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi. Pada kondisi ini juga furfural harus dijaga dalam fasa uap untuk mencegah terjadinya polimerisasi dan white water product serta mencegah pengembunan furfural didalam pipa katalis dan mencegah terjadinya *coloured product*. Adapun gambar plan produksi furfural alkohol yang dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Flowsheet Dasar Produksi Hidrogenasi Fasa Uap Furfural Alkohol

Adapun analisa ekonomi awal pada proses Hidrogenasi Fasa Uap Furfural Alkohol Dengan Katalis *Copper* yang mengandung *Sodium Silicate* dapat dilihat pada Tabel 1.13.

Tabel 1.13 Analisa Ekonomi Awal Pada Proses Hidrogenasi Fasa Uap Furfural Alkohol Dengan Katalis *Copper* yang mengandung 20% *Sodium Silicate*

Parameter	Bahan Baku Utama $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$	Bahan Baku Pendukung H_2	Katalis $\text{Cu}-\text{Na}_2\text{SiO}_3$	Produk Utama $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_2$
Berat Molekul	96,08	2,01	185,69	98,10

Harga Per kg (Rupiah)	Rp. 15.000	Rp. 7.500	Rp. 4.000	Rp. 40.000
Kebutuhan	1 mol x 96,08 g/mol = 96,08 g = 0,096 kg	1 mol x 2,01 g/mol = 2,01 g = 0,002 kg	1 mol x 185,69g/mol = 185,69g = 0,185kg	1 mol x 98,10 g/mol = 98,10 g = 0,098 kg
Harga Total	0,096 kg x Rp. 15.000 = Rp. 1.440	0,002 kg x Rp. 7.500 = Rp. 15	0,185 kg x Rp. 4.000 = Rp. 740	0,098 kg x Rp. 40.000 = Rp. 3.920
Analisa Ekonomi Awal	(Harga Produk) – (Harga Total Bahan Baku Utama + Bahan Baku Pendukung + Katalis) =(Rp. 3.920) – (Rp. 1.440+ Rp. 15 + Rp. 740) = Rp. 3.920 – 2.195 = 1.725			

Berdasarkan hasil analisa ekonomi awal pada tabel 1.13 Maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\% \text{ Keuntungan} = \frac{\text{Rp. 1.725}}{\text{Rp. 2.195}} \times 100\%$$

$$= 78\%$$

Maka persentase keuntungan produksi furfuril alkohol yang didapat dari proses *hidrogenasi futfuril alkohol fasa uap* dengan katalis *copper sodium silicate* yaitu sebesar 78 %.

Dari proses-proses yang telah di uraikan, dapat dibuat perbandingan untuk setiap proses. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari setiap proses. Perbandingan setiap proses dapat dilihat pada Tabel 1.14.

Tabel 1.14 Perbandingan Proses Pembuatan Furfuril Alkohol

No.	Karakteristik	Reduksi Furfural dengan NaOH (reaksi cannizaro)	Hidrogenasi Furfural Fasa Cair	Hidrogenasi Furfural Fasa Uap
1.	Proses	Batch	Kontinyu	Kontinyu
2.	Suhu reaksi	70 °C	180 °C	132-177 °C
3.	Tekanan operasi	10 atm	27-30 atm	1 atm
4.	Fasa reaksi	Cair-cair	Cair-gas	Gas-gas
5.	Katalis	-	Copper chromite-calcium Oxide	Copper-sodium silicate
6.	Konversi	50%	Hingga 99%	>99%

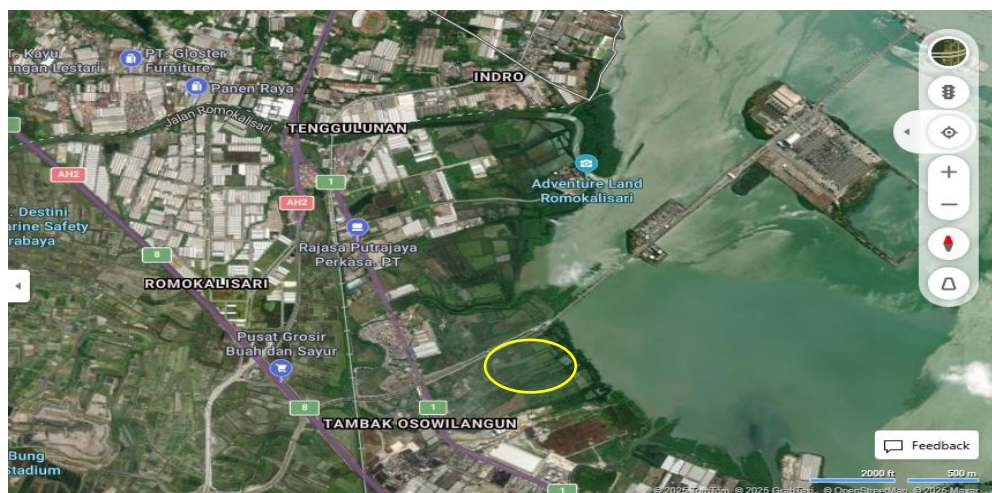
7.	Jenis reaktor	Batch/CSTR	Autoclave	Fixed bed multitube
8.	Bahan baku	Furfural dan Sodium hidroksida	Furfural dan Hidrogen	Furfural dan Hidrogen
9.	Produk samping	Asam furat	Methylfuran dan polimernya	-
10.	Persentase Keuntungan	-	10%	78%

(Sumber: Ullmann, 2005)

Berdasarkan perbandingan teknis dan persentase keuntungan ekonomi awal, proses hidrogenasi furfural fasa uap merupakan pilihan terbaik untuk produksi furfural alkohol. Ditinjau dari analisa ekonomi awalnya, presentase keuntungan proses hidrogenasi furfural fasa uap lebih tinggi yaitu 78%. Proses ini juga menggunakan tekanan yang lebih rendah dibandingkan dengan proses lainnya yaitu 1 atm, dan tidak menghasilkan produk samping.

1.8 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting untuk menunjang kelangsungan dan kemajuan industri, karena memengaruhi biaya produksi, distribusi, dan aspek sosial masyarakat sekitar. Ditinjau dari bahan baku yang digunakan yaitu furfural dan hidrogen dimana bahan baku tersebut banyak terdapat di Jawa Timur maka pabrik furfural alkohol direncanakan akan didirikan di **Kecamatan Benowo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur** dapat dilihat pada Gambar 1.8.



Gambar 1.8 Lokasi Pendirian Pabrik

Pemilihan pabrik ini berlandaskan dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik, berdasarkan kriteri atau faktor–faktor. Berikut ini merupakan faktor–faktor yang menjadi acuan yang digunakan dalam landasan mendirikan dan menentukan suatu pabrik/industri/usaha, meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku pabrik furfuril alkohol ini adalah furfural dan hidrogen. Furfural diperoleh dari PT Sree International Indonesia yang bahannya didatangkan dari China melalui pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur. Selain itu bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Samator Gresik. Sedangkan katalis $\text{Cu-Na}_2\text{SiO}_3$ dapat diperoleh dari PT Air Mas Murni Kimia Gresik, Jawa Timur. Keberlangsungan ketersediaan bahan baku ini dapat dilakukan dengan melakukan kontrak kerjasama antar kedua belah pihak.

2. Tenaga Kerja

Sumber tenaga kerja di daerah ini cukup banyak dan dapat diperoleh dengan mudah, karena lokasinya yang terletak di kawasan industri, baik tenaga berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga kerja terampil serta tenaga engineer. Penerimaan tenaga kerja untuk pabrik furfuril alkohol ini dapat mengurangi jumlah pengangguran di daerah tersebut.

3. Utilitas

Kebutuhan air untuk proses dan keperluan lainnya cukup tersedia karena lokasi pabrik berada dekat dengan aliran Sungai lamong. Untuk kebutuhan listrik dapat dengan membuat generator sendiri dengan atau dari PLN, sehingga dengan adanya sungai ini, kebutuhan air untuk proses dan utilitas dapat terpenuhi.

4. Pemasaran

Pabrik furfuril alkohol didirikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan impor. Kabupaten Gresik dan sekitarnya termasuk tempat yang strategis untuk distribusi produk. Lokasi pabrik yang dekat pelabuhan tentunya mempermudah proses distribusi produk dalam skala besar, menengah maupun kecil. Pemilihan lokasi ini juga didasarkan pada konsumen furfuril alkohol yang sebagian besar pabriknya berada di daerah Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur dan bisa juga diluar pulau Jawa dikarenakan berdekatan dengan Pelabuhan.

5. Transportasi

Sarana transportasi yang memadai sangat mendukung bagi kelancaran pemasaran produk. Lokasi pabrik yang akan didirikan ini berdekatan dengan Pelabuhan Tanjung Perak-Surabaya serta Pelabuhan Ketapang Banyuwangi yang tentunya akan lebih mempermudah keperluan pengiriman produk baik domestik maupun luar negeri.

6. Pengolahan Limbah Industri

Limbah industri pabrik berupa pencegahan kontaminasi gas purging yang dikelola di dalam pabrik, sehingga tidak membahayakan kehidupan di sekitarnya.