



SIDANG TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK
FURFURAL BERBAHAN BAKU
TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT (TKKS) DENGAN
METODE HIDROLISIS

ABDIEL ROBEN & CANIA SALSABILLA

DOSEN PEMBIMBING 1: MUTIA REZA, S.T., M.T.

DOSEN PEMBIMBING 2: AZMIA RIZKA NAFISAH, S.T., M.T.

CONTENT

01 Latar Belakang

02 Analisis Pasar

03 Lokasi Pabrik

04 Seleksi Proses

05 Deskripsi Proses

06 *Process Flow Diagram*

07 Neraca Massa & Energi

08 Spesifikasi Alat Utama

09 Keselamatan Proses

10 Evaluasi Ekonomi

11 Kesimpulan

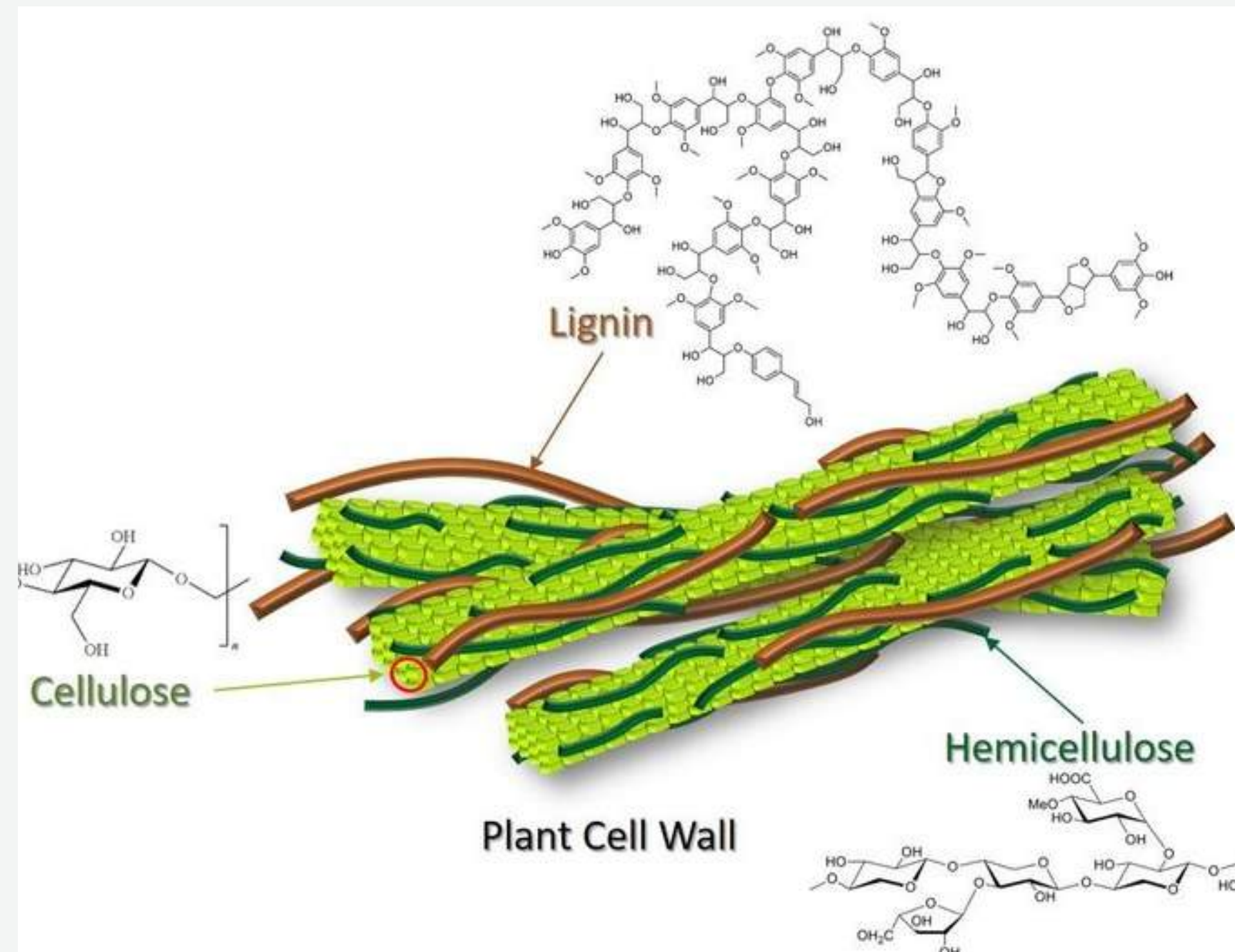
LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit yang sangat melimpah. Tercatat pada tahun 2022, Produksi TBS (Tandan Buah Segar) di Indonesia mencapai 45,58 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Akan tetapi dari banyaknya jumlah TBS yang diperoleh, akan menghasilkan sekitar 22-23% TKKS per 1 ton TBS (Salmina, 2017).



Lignoselulosa

Struktur

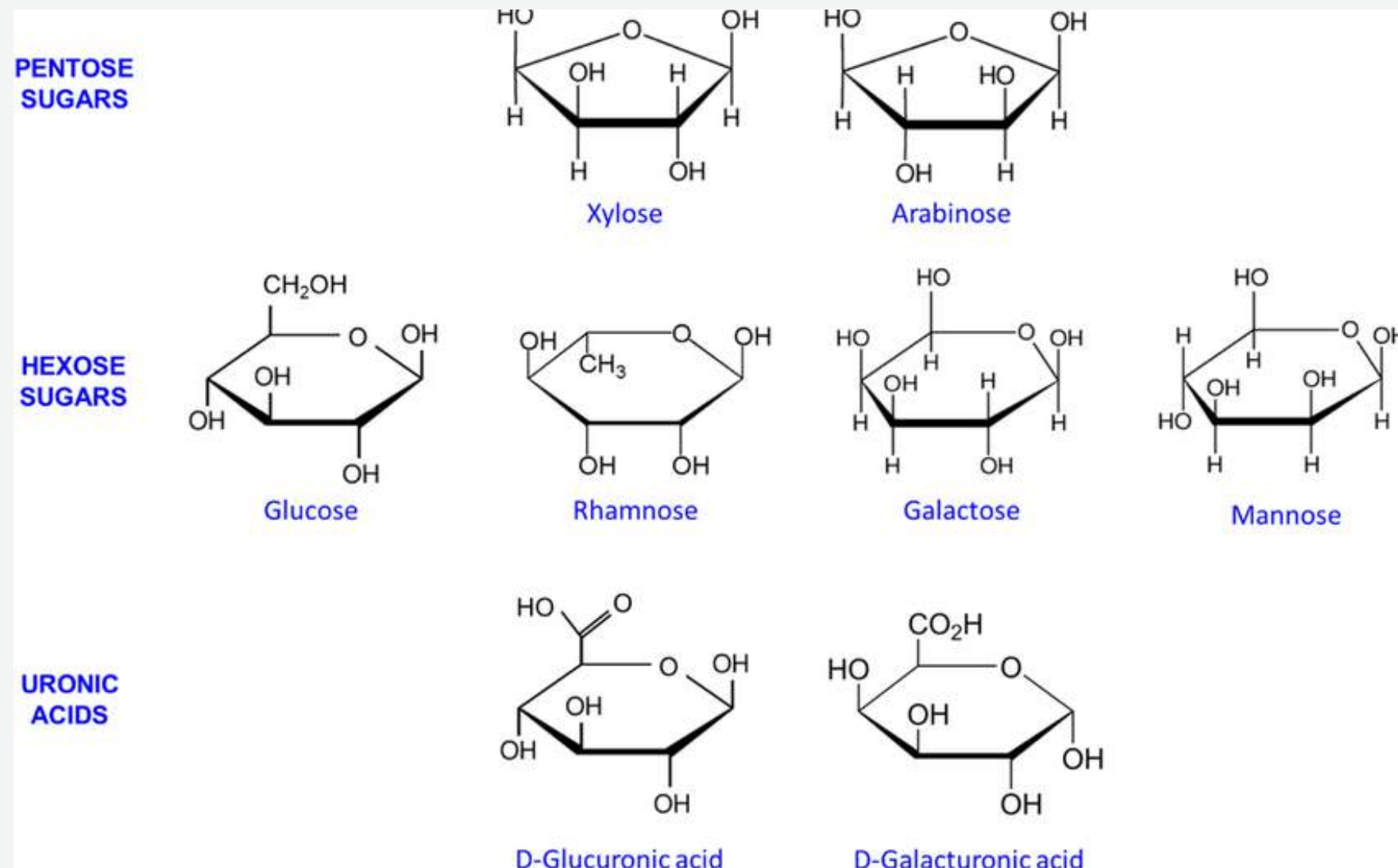


TKKS memiliki banyak komponen lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan komponen polisakarida yang terdiri atas tiga tipe polimer yaitu selulosa, hemicelulosa, dan lignin. Selulosa dan hemicelulosa dapat dipecah dengan mudah, sedangkan lignin memiliki resistensi yang kuat sehingga menghambat proses degradasi biomassa lignoselulosa. Oleh karena itu, diperlukan adanya pre-treatment delignifikasi untuk memecah struktur lignin.

Sumber: (Yin & Wang - Sciencedirect, 2022)

Hemiselulosa

Struktur



Komponen utama untuk memproduksi furfural adalah senyawa pentosan yang ada terpadap pada struktur hemiselulosa.

Sumber: (Rakshit - Sciencedirect, 2015)

Pasar Produk

Furfural



Furfural berfungsi sebagai *selective solvent* pada pengolahan minyak bumi. Furfural digunakan untuk mengekstrak senyawa diena dari hidrokarbon lain agar meminimalisir terjadinya fouling pada *heat exchanger*.

Sumber: (Zulnazri et al., 2021).

Ketersediaan

Bahan Baku Utama

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas TBS (ton/tahun)	Kapasitas TKKS (ton/tahun)
1	PT Wilmar Nabati Indonesia	550.000	121.000 - 126.500
2	PT Batara Elok Semesta Terpadu	250.000	55.000 - 57.500
3	PT Anugerahinti Gemanusa	80.000	17.600 - 18.400
4	PT Bina Karya Prima	40.000	8.800 - 9.200
5	PT Barata Indonesia	12.000	2.640 - 2.760
Total		932.000	205.040 - 214.360



Bahan baku akan diperoleh dari **PT Wilmar Nabati Indonesia** karena lokasinya dekat dengan pabrik serta kapasitas yang besar. Harga TKKS yang dijual oleh perusahaan tersebut sebesar 180 USD/ton.

Sumber: Kementerian Perindustrian

Ketersediaan

Bahan Baku *Support* - Katalis



Bahan baku *support* pada proses pembuatan furfural yaitu asam sulfat dengan konsentrasi 37%. Bahan baku *support* tersebut didapatkan dari **PT. Mitra Agung Sejati**, dengan harga asam sulfat dengan kurs dolar sekitar 200 USD/ton.

Data Impor furfural di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (ton)	Pertumbuhan (%)
2017	484,148	-
2018	579,014	3,6
2019	734,789	4,8
2020	427,231	-10,2
2021	493,851	2,9
2022	614,777	4,4
Rata-rata	569,932	1,13

Kebutuhan Produk di Dalam Negeri

Oleh karena itu, kebutuhan furfural selama ini bergantung pada impor. Pada tahun 2020 impor furfural mengalami penurunan tetapi tahun berikutnya tetap meningkat dengan stabil. Untuk menghitung pertumbuhan rata-rata setiap tahun dapat dihitung menggunakan metode geometrik, dimana proyeksi perkembangan pasar didasarkan pada rasio pertumbuhan rata-rata tahunan (Hartati, 2021).

Pandemi COVID-19 yang terjadi pada awal 2020 ini berdampak besar pada perdagangan internasional Indonesia dan ekonomi global terutama negara Cina, hal ini membuat angka impor furfural mengalami penurunan pada tahun 2020.

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Keterangan:

P1 = Jumlah produk tahun sebelumnya

P2 = Jumlah produk tahun berikutnya

t = Jumlah tahun - 1

r = Laju pertumbuhan rata-rata tiap tahun

Kapasitas Pabrik

Furfural

$$m_n = P_o (1 + r)^t$$

Keterangan:

m_n = Jumlah produk tahun ke-n

P_o = Jumlah produk tahun terakhir

t = Jumlah tahun

r = Laju pertumbuhan rata-rata tiap tahun

$$m_{2048} = 614,777 (1 + 0,0113)^{20} \dots\dots\dots (1.3)$$

$$m_{2048} = 769,693 \text{ ton/tahun} \dots\dots\dots (1.4)$$

$$m_{2048} = 800 \text{ ton/tahun} \dots\dots\dots (1.5)$$

01

Rata-Rata Impor

Nilai rata-rata impor sebesar 1,13% selama 6 tahun.

02

Masa Konstruksi

Dibangun tahun 2025 dengan masa konstruksi selama 3 tahun.

03

Umur Pabrik

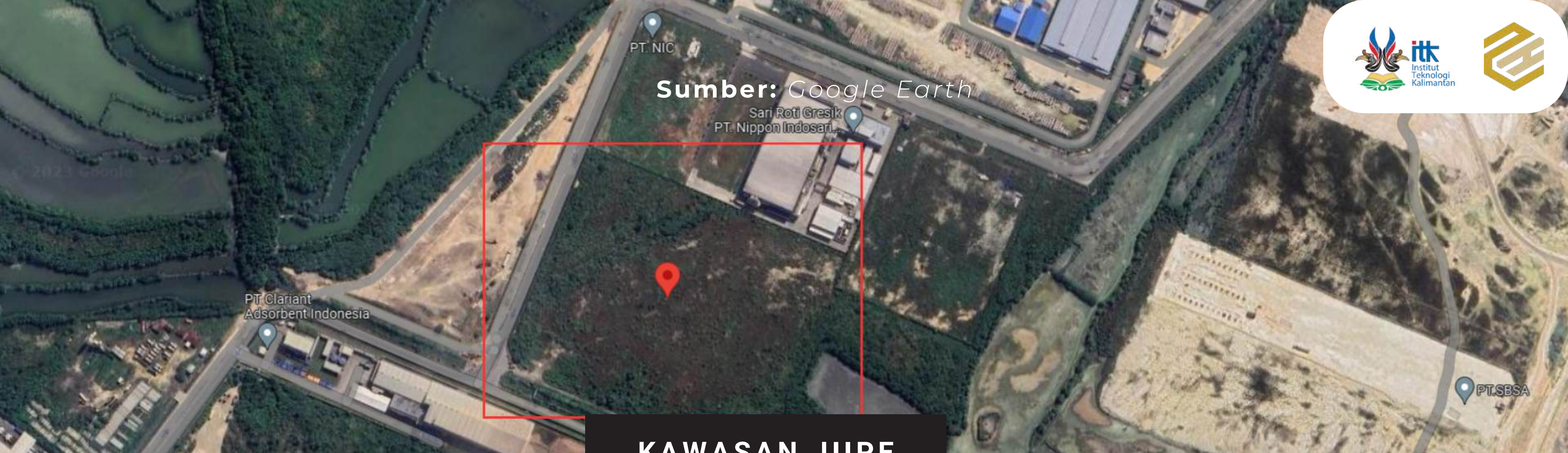
Mulai beroperasi pada tahun 2028 hingga 2048 dengan umur pabrik 20 tahun.

Pasar furfural di Indonesia

No.	Nama Perusahaan	Industri
1	PT Primergy Solution	Pengolahan Minyak Bumi
	PT OPF Saka Indonesia Pangkah Limited	

Pasar Produk

Pabrik yang memanfaatkan furfural kebanyakan di pulau Jawa terutama provinsi Jawa Timur.
Pabrik yang memanfaatkan furfural yaitu pabrik pengolahan minyak bumi.



KAWASAN JIPE

Pemilihan Lokasi Pabrik

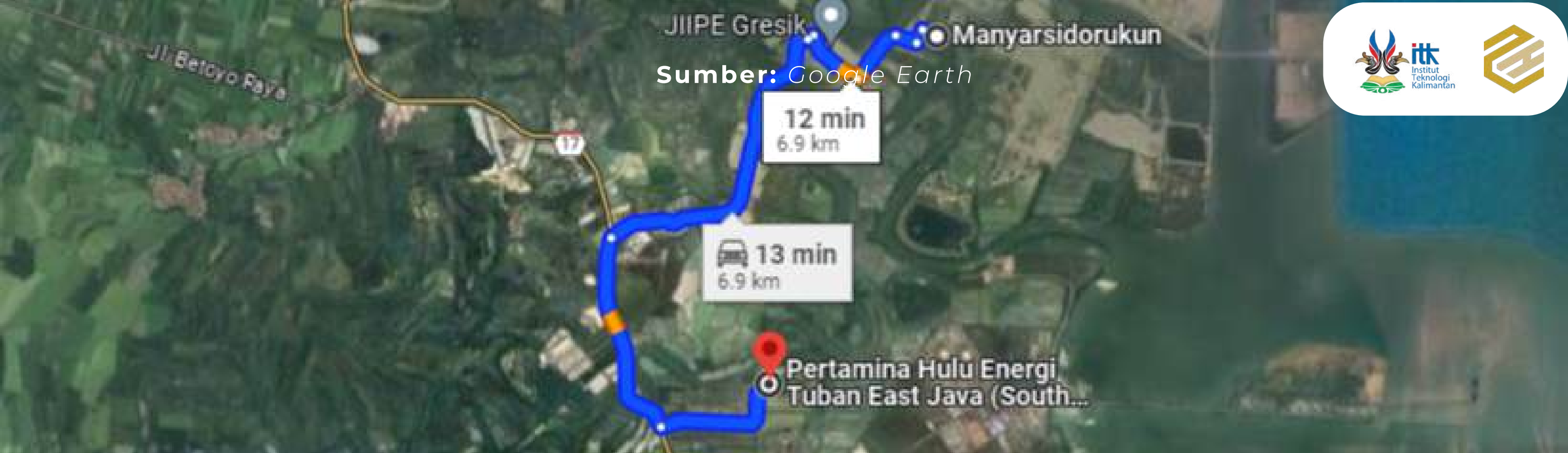
7°05'05.6"S 112°36'52.6"E

Pemilihan wilayah ini atas pertimbangan **Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 71 Tahun 2021** tentang JIPE sebagai kawasan yang akan memenuhi kebutuhan Industri 4.0. Wilayah JIPE menyediakan konektivitas yang unggul dengan transportasi multimoda, pelabuhan laut dalam yang terhubung, utilitas lengkap satu atap, izin lingkungan, dan izin konstruksi cepat. Dengan luas tanah pabrik sekitar 6,39 ha.



Jarak Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku ini didapatkan dari **PT Wilmar Nabati Indonesia** yang berlokasi di Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Berikut jarak antara lokasi pendirian pabrik furfural dengan **PT Wilmar Nabati Indonesia**.



Jarak Sumber Energi

Untuk pembangkit listrik akan diperoleh dari **PT JIPE Power Plant - KUC** yang memiliki kapasitas total sebesar **933 MW**.

Selain itu, suatu pabrik juga harus menyediakan energi listrik cadangan dengan cara memproduksi sendiri menggunakan *generator set*. Pemenuhan kebutuhan bahan bakar *boiler* berupa solar saat memproduksi listrik dengan *generator set* diperoleh dari **PT Pertamina Hulu Energi Tuban**.

Sumber Air

Kebutuhan air proses dipenuhi oleh sistem pengolahan air yang ada di kawasan JIPE. Industri (*Industrial Estate*) JIPE memiliki 3 tahap dalam pengolahan air sehingga menghasilkan air yang sangat baik untuk dikonsumsi maupun dipergunakan untuk industri.

1

Tahap 1 pengolahan air Kawasan Industri JIPE dengan kapasitas 100 m³/jam (2019).

2

Tahap 2 pengolahan air Kawasan Industri JIPE dengan kapasitas 3600 m³/jam (2021).

3

Tahap 3 pengolahan air Kawasan Industri JIPE dengan kapasitas 3600 m³/jam (2025).

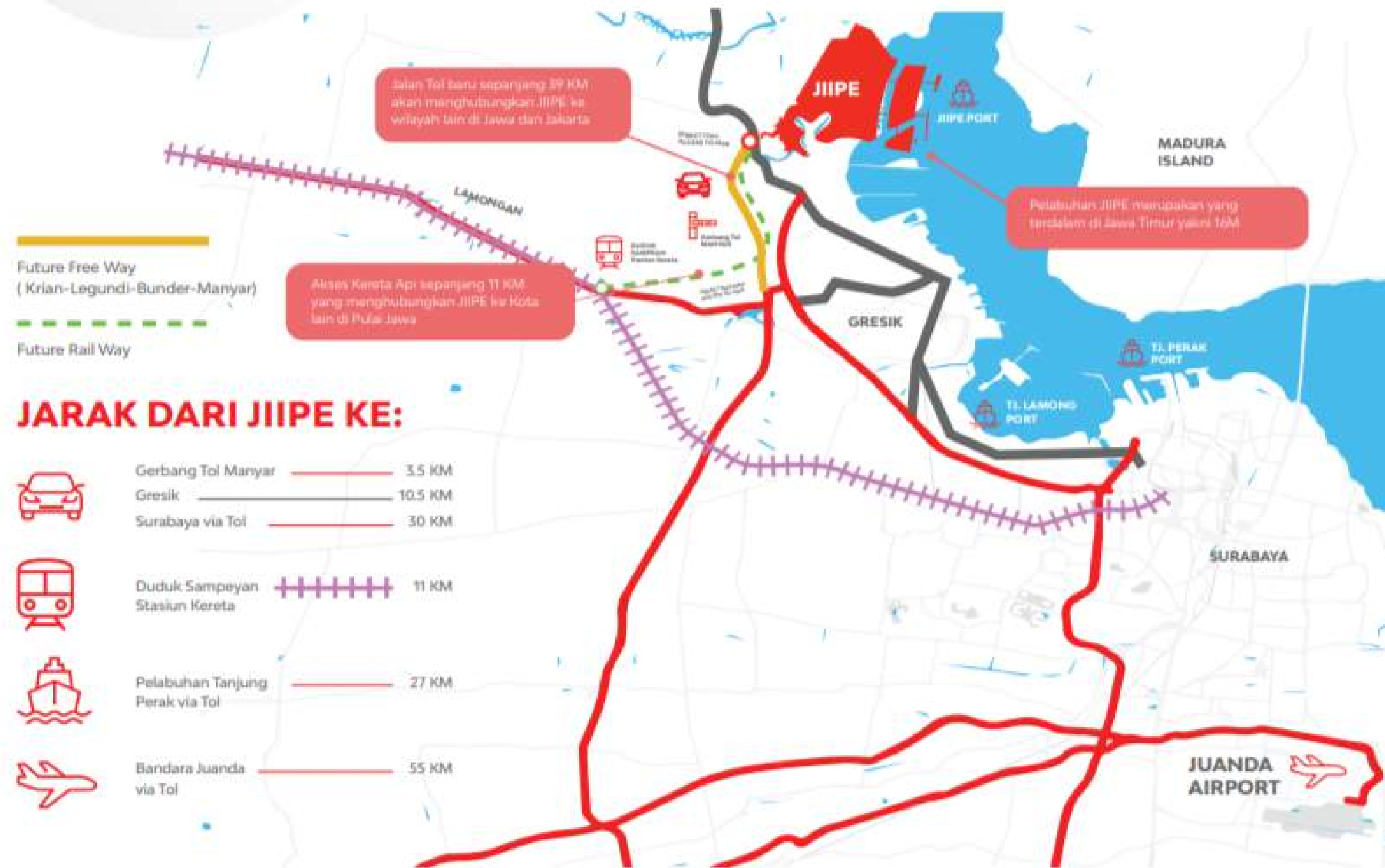


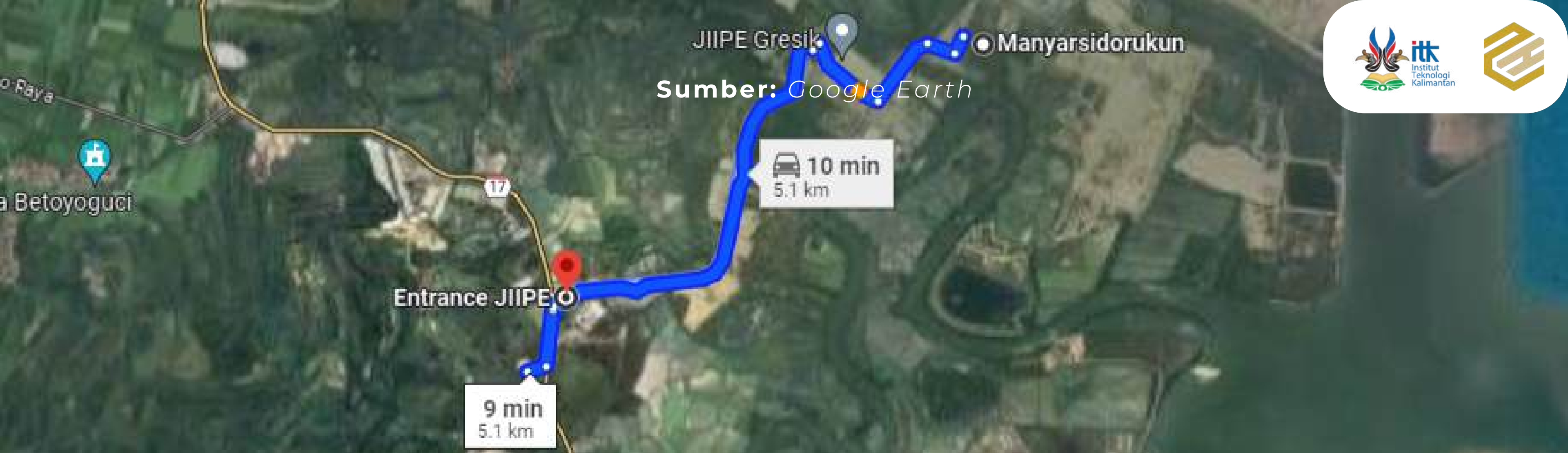
Sumber: JIPE Website

PINTU MASUK PERDAGANGAN GLOBAL

SISTEM TRANSPORTASI

Dengan dukungan 3 (tiga) moda transportasi, seperti laut dalam, akses Tol dan jalur kereta langsung ke Kawasan JIPE sehingga memungkinkan Biaya logistik menjadi lebih efisien karena konsep kawasan JIPE yang terintegrasi.





Jarak Pemukiman

Dalam **Peraturan Menteri Perindustrian No. 40 Tahun 2016** mengenai Pedoman Teknis Kawasan Industri yang menyatakan bahwa jarak pemukiman dengan kawasan industri adalah **2 km**.

Pada lokasi pendirian pabrik sendiri memiliki jarak **5 km** dari *entrance gate*. Kawasan JIPE memiliki izin usaha *Industrial Estate* seluas 1.760 ha dan tata letaknya telah diatur sedemikian rupa agar jauh dari pemukiman warga

PERBANDINGAN SELEKSI PROSES

Variabel	Hidrolisis Gas	Hidrolisis Cair	Pirolisis 1	Pirolisis 2
Ukuran Bahan Baku	30 mm	0,3 mm	0,3 mm	0,3 mm
Katalis	HCl	H ₂ SO ₄	C ₂ H ₂ O ₄	H ₃ BO ₃
Bahan Pendukung	H ₂ O	H ₂ O	N ₂	N ₂
Suhu	100-140°C	150-170°C	105-400°C	105-550°C
Waktu Operasi	5-6 jam	2 jam	45 menit	1 jam
Fase	Padat-Gas	Padat-Cair	Cair-Gas	Cair-Gas
Jenis Reaktor	MBR	CSTR	FBR	FBR
Yield (%)	53	75	45,8	44,46
Selectivity (%)	96	70	30,2	64,2

Deskripsi Proses



Persiapan Bahan Baku

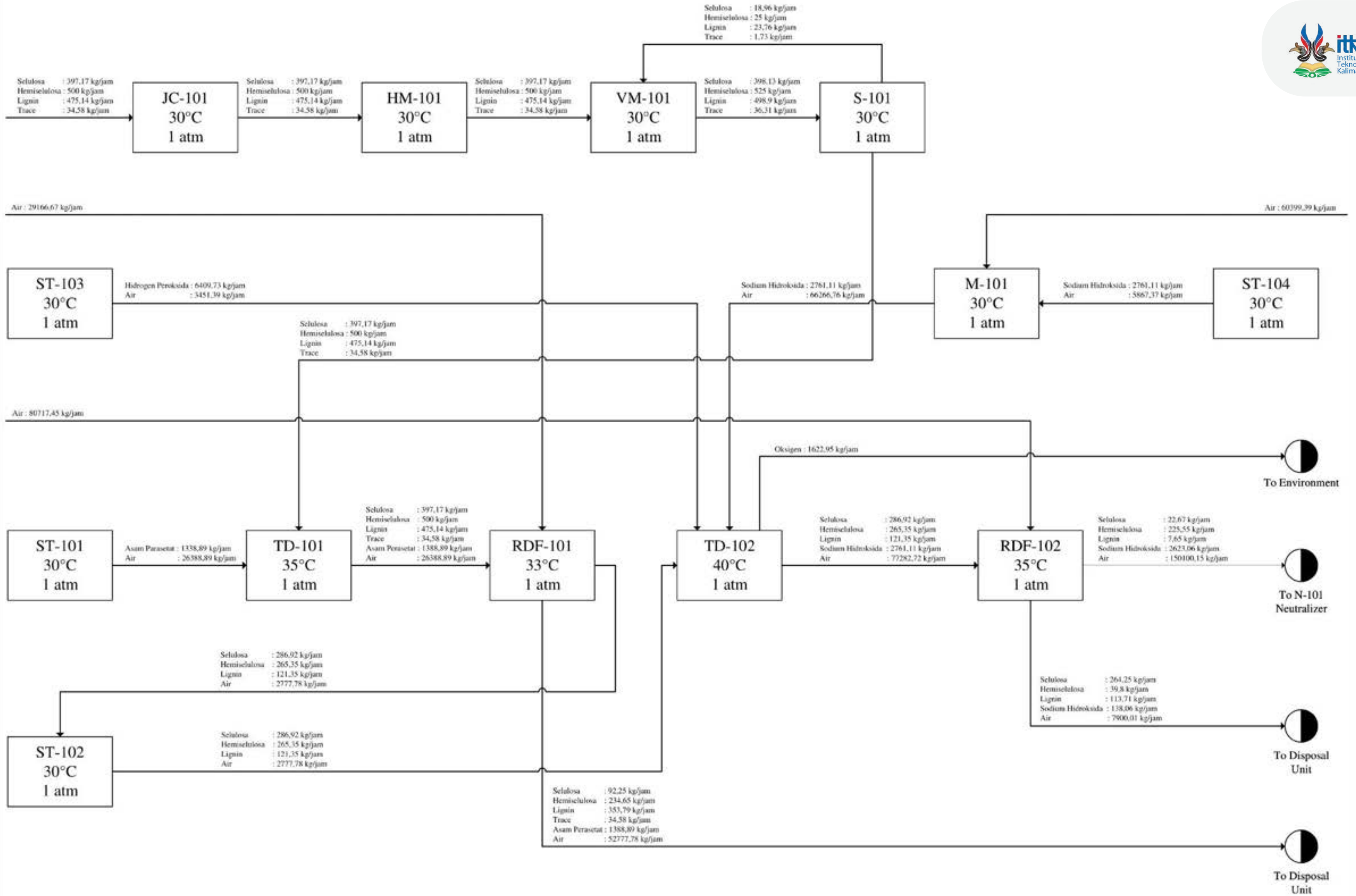


Hidrolisis dan Dehidrasi



Pemisahan dan Pemurnian

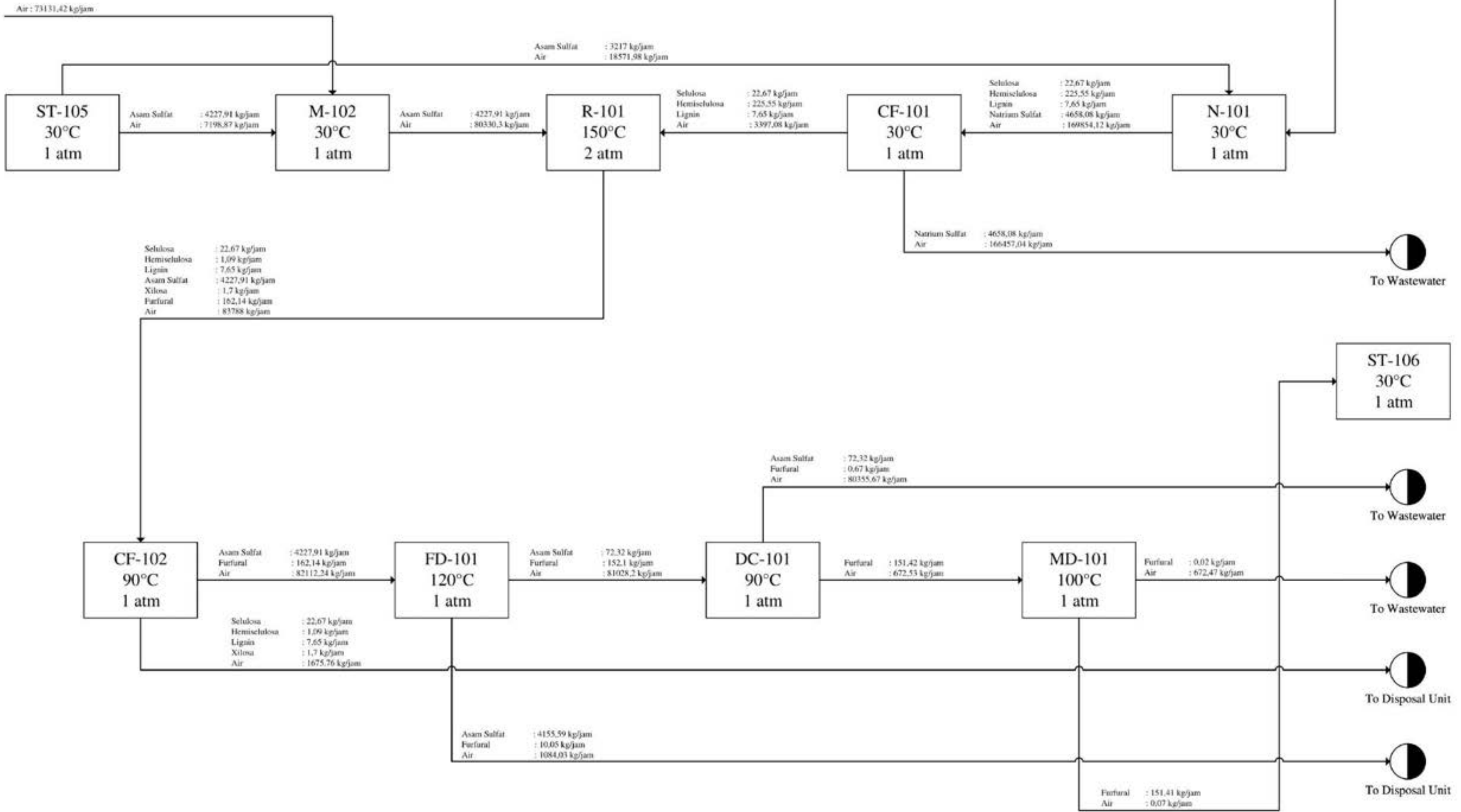


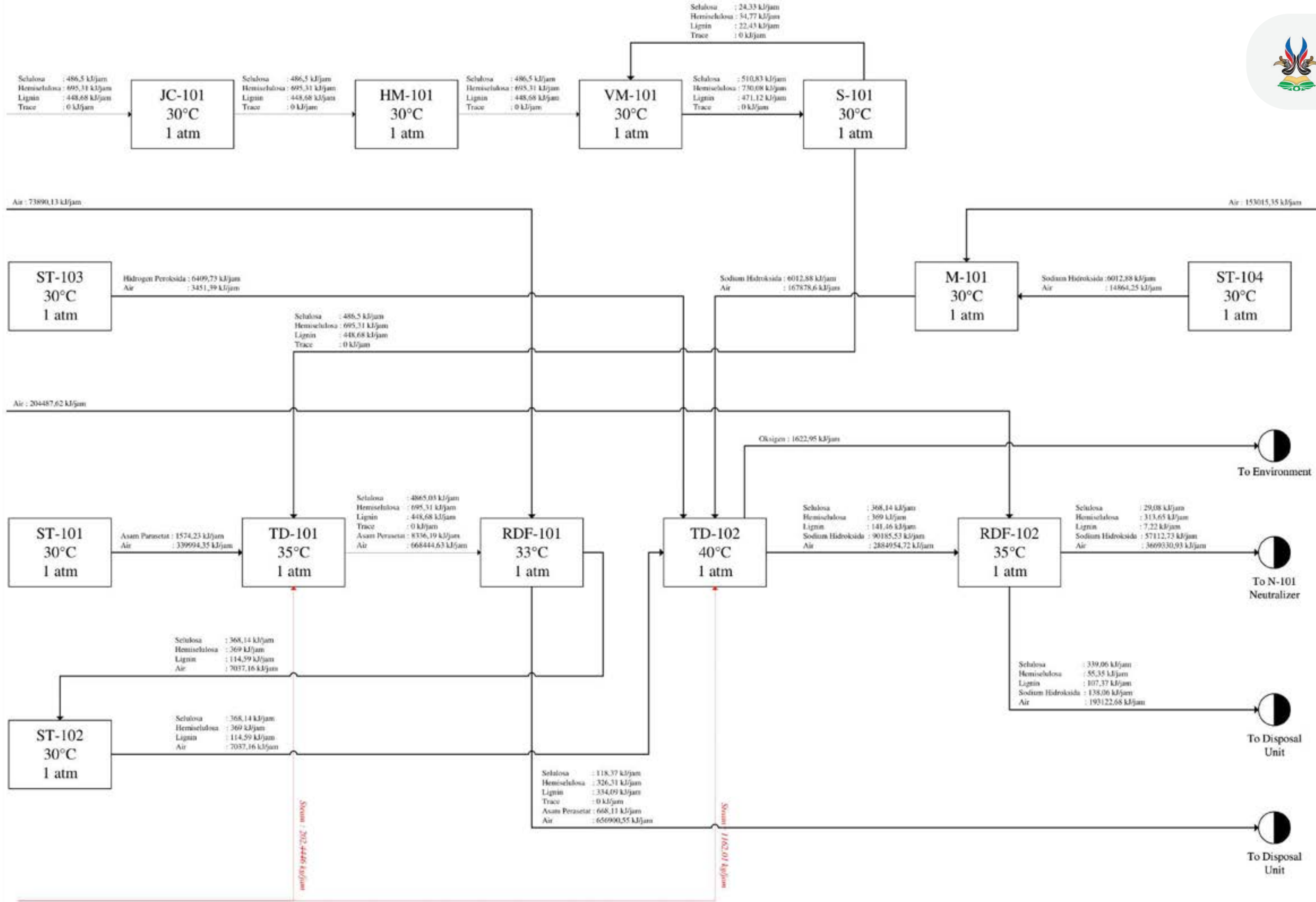


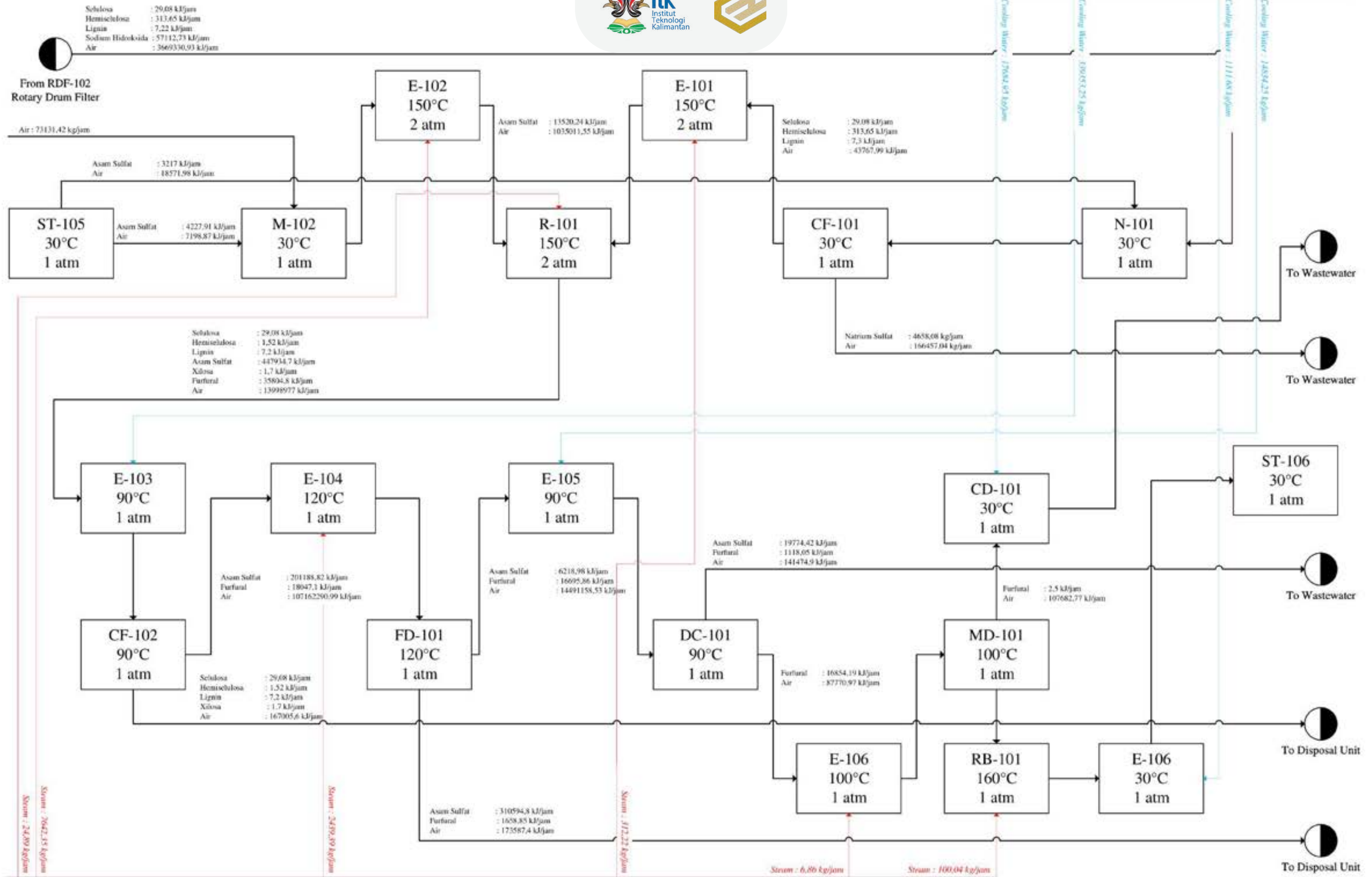
Selulosa : 22,67 kg/jam
 Hemiselulosa : 225,55 kg/jam
 Lignin : 7,65 kg/jam
 Sodium Hidroksida : 2623,06 kg/jam
 Air : 150100,15 kg/jam



From RDF-102
 Rotary Drum Filter







SPEKIFIKASI ALAT UTAMA

Spesifikasi	Keterangan	Satuan
Volume	14,72	m ³
Diameter	2,5	m
Tinggi	2,5	m
Tebal Shell	0,25	in
Tebal Head	0,375	in
Daya	0,1	kWh
Harga	714.466,79	\$

Reaktor CSTR

Kode Alat : R-101

Fungsi : Menghidrolisis hemiselulosa menjadi furfural

Tipe : Vertical Vessel

Tipe Pengaduk : Turbine

Material : SA-167 Grade 3

Tipe Head : Torispherical (Flanged and Dished)

SPEKIFIKASI ALAT UTAMA

Spesifikasi	Keterangan	Satuan
Tipe Tray	Sieve Tray	
Nomor Tray	38	Tray
Diameter	1	m
Tinggi	6,4	m
Tebal Shell	0,25	in
Tebal Head	0,25	in
Harga	789.696,91	\$

Kolom Distilasi

Kode Alat : MD-101

Fungsi : Memisahkan furfural dari air

Tipe : Tower Vertical Vessel

Material : SA-167 Grade 3

Tipe Head : Torispherical (Flanged and Dished)

SPEKIFIKASI ALAT PENUKAR PANAS

Spesifikasi	Keterangan	Satuan
Luas Perpindahan Panas	9,17	ft ²
Pressure Drop Annulus	4,47	psi
Pressure Drop Inner Pipe	0,014	psi
Uc	21,07	btu/hr.ft ² .F
Ud	1,68	btu/hr.ft ² .F
Harga	10.525,94	\$

Heat Exchanger 1

Kode Alat : E-101

Fungsi : Menaikkan suhu campuran biomassa dari 30 ke 150°C

Tipe : Double-Pipe HE

Material : SA-283 Grade C

Aliran : Counter Current

Utilitas

Penyediaan



Listrik:
184 kWh



Cooling Water:
372,85 m³/jam



Steam:
11.906,26 kg/jam

Utilitas

Penyediaan



Air Sanitasi:
1,61 m³/jam



Air Proses:
243,41 m³/jam



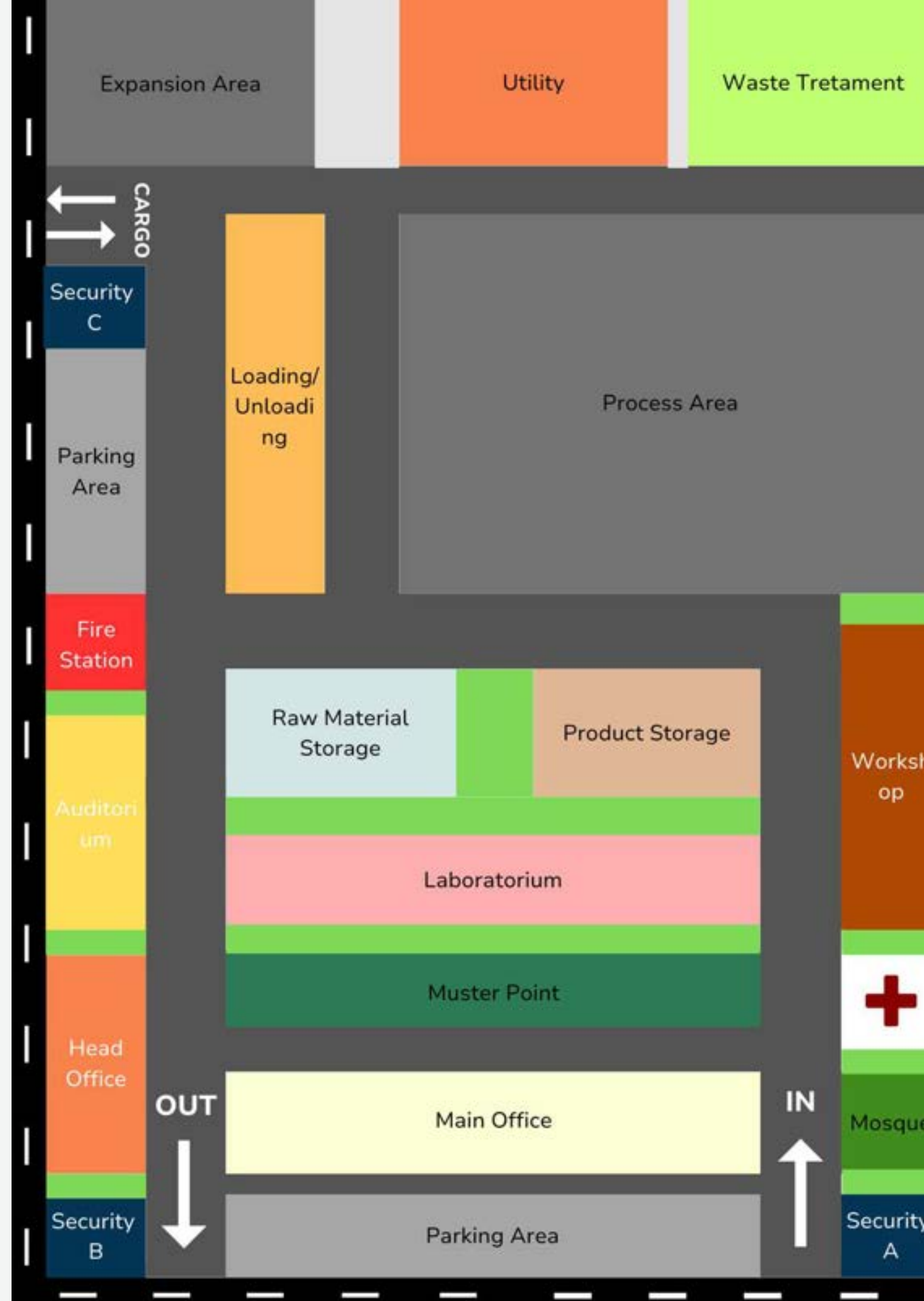
Limbah:
301,75 m³/jam

HAZOP

Identifikasi

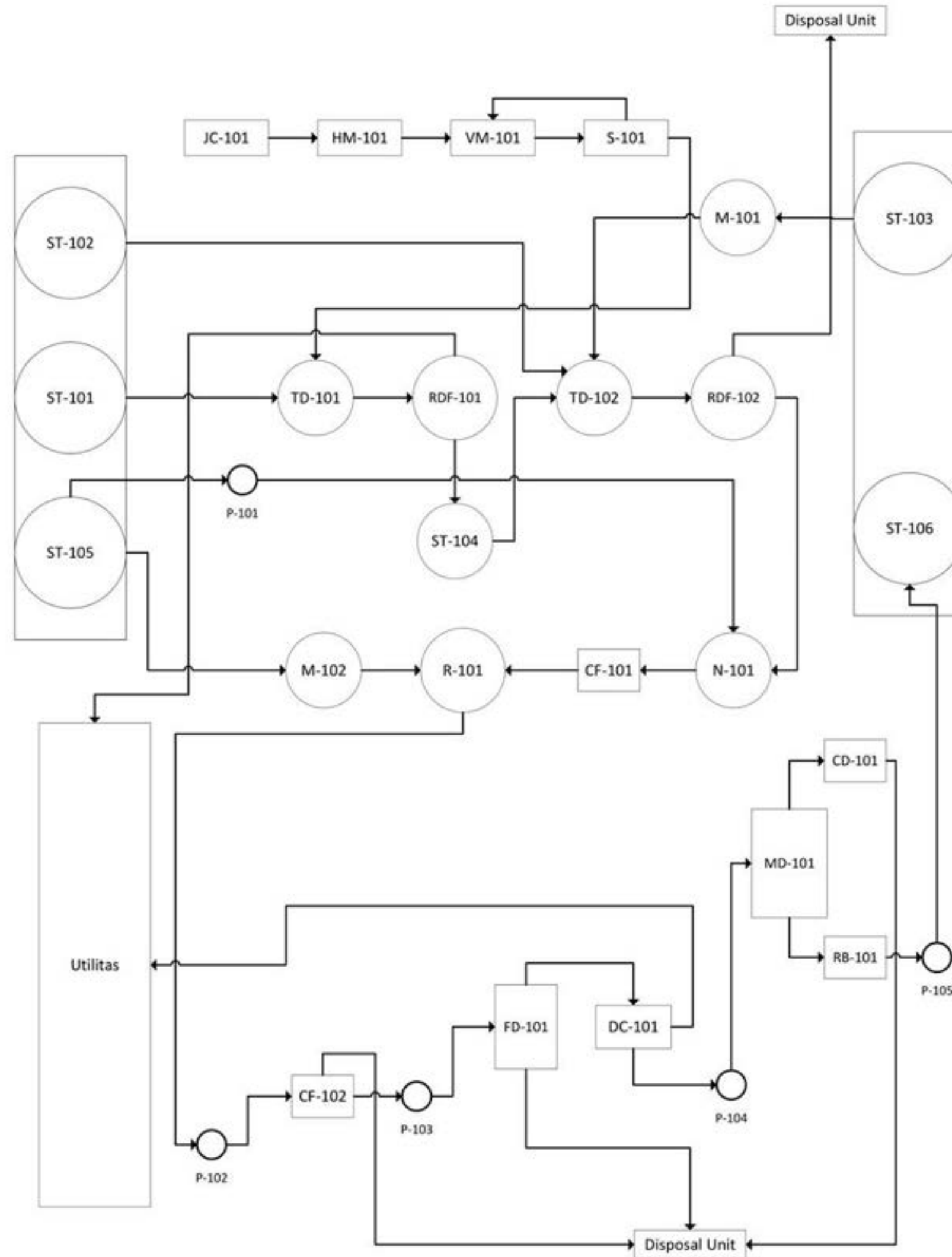
Deviasi	Initating	Freq.	Konsekuensi	Impact	Safeguards	Risk	Action
Kegagalan Reaktor	Kesalahan dalam sistem pemantauan katalis selama proses berlangsung	-2	Pemantauan Katalis Tidak Memadai	2	[1] Alarm flow control dipasang untuk memastikan aliran katalis stabil [2] Quality control, untuk memastikan konsentrai katalis sesuai	0	[1] Membuat indicator pada reactor untuk mendeteksi kegagalan sistem [2] Melakukan pemeliharaan rutin

TATA



LETAK

TATA

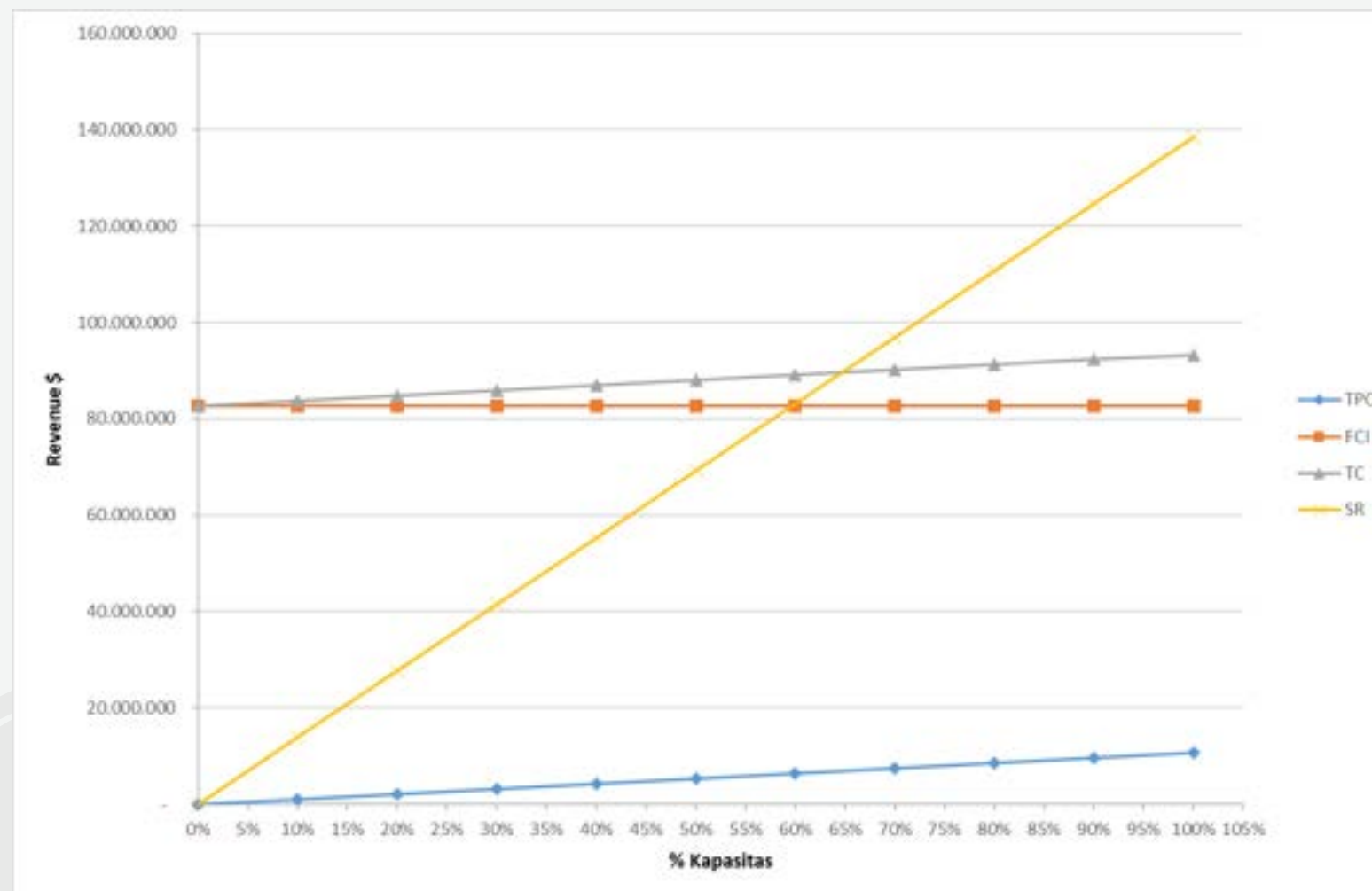


LETAK

Evaluasi **Ekonomi**

Komponen	Jumlah (\$)
Fixed Capital Investment	82.611.123,25
Working Capital Investment	14.578.433,51
Cost of Manufacture	38.846.688
General Expenses	10.676.745

Evaluasi Ekonomi



Komponen	Nilai
MARR	24%
DCFR	47,09%
NPV	\$596.598.812
DBPB	2,516 tahun
ROI	87%
BEP	65%
SDP	60%

SUMMARY

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa, maka dapat disimpulkan bahwa PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN METODE HIDROLISIS layak untuk dikaji lebih lanjut



TERIMA KASIH

PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
DENGAN METODE HIDROLISIS