



**PRA-RANCANGAN PABRIK SELULOSA ASETAT DARI AMPAS TEBU  
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ASETILASI  
DENGAN KAPASITAS 66.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

Diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
program studi S1 Teknik Kimia

**Oleh :**

<b>Umliatus Zahro</b>	<b>211910401024</b>
<b>Yohanes</b>	<b>211910401089</b>
<b>Rangga Yudha Syaifullah</b>	<b>211910401097</b>

**KEMENTRIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
JEMBER  
2025**



**PRA-RANCANGAN PABRIK SELULOSA ASETAT DARI AMPAS TEBU  
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ASETILASI  
DENGAN KAPASITAS 66.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

Diajukan guna memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
program studi S1 Teknik Kimia

**Oleh :**

<b>Umliatus Zahro</b>	<b>211910401024</b>
<b>Yohanes</b>	<b>211910401089</b>
<b>Rangga Yudha Syaifullah</b>	<b>211910401097</b>

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
JEMBER  
2025**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul "Pra-rancangan Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Katalis Asam Sulfat Melalui Proses Asetilasi dengan Kapasitas 66.000 Ton/Tahun". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Kimia, Universitas Jember. Dengan penuh kerendahan hati, kami persembahkan skripsi ini sebagai wujud terima kasih kepada:

1. Diri kami sendiri dan teman satu tim yang telah bekerja keras dengan segala upaya yang luar biasa, serta saing mendukung dalam menghadapi berbagai tantangan dan rintangan menjadi kunci kelancaran dan keberhasilan penulis. Tanpa adanya semangat dan kerja keras bersama, skripsi ini tidak akan terselesaikan;
2. Kedua Orang Tua, Saudara dan Keluarga Besar yang senantiasa memberikan dukungan, doa, kasing sayang, dan bimbingan tanpa henti serta menjadi sumber inspirasi dan kekuatan dalam menghadapi setiap tantangan yang datang selama proses penyusunan skripsi tersebut, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan lancar;
3. Dosen Pembimbing penulis yakni Ibu Sonya Hakim Raharjo S.T., M.T. yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan dukungan dengan penuh kesabaran dan dedikasi, serta secara khusus membantu menyelesaikan masalah yang penulis hadapi selama proses penyusunan skripsi ini;
4. Dosen Penguji Penulis yakni, Ibu Ir. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si., IPM dan Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Sc. yang telah memberikan masukan berupa kritik dan saran yang konstruktif untuk menyempurnakan skripsi ini;
5. Seluruh Dosen dan Tenaga Pengajar Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah sabar dan penuh tanggung jawab dalam memberikan ilmu serta membantu kelancaran penyusunan skripsi ini;
6. Almamater tercinta Fakultas Teknik, Universitas Jember;

7. Rekan-rekan mahasiswa di Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan bantuan dan kerja sama selama masa studi dan saat proses penyusunan skripsi ini.

## **MOTTO**

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah 2:286)

”Bukan tentang seberapa banyak yang jatuh, tapi seberapa sering bangkit. Bukan tentang seberapa cepat, tapi seberapa gigih orang bertahan.”

**Rangga Yudha Syaifullah**

”Berbahagialah orang yang bertahan dalam pencobaan, sebab apabila ia sudah tahan uji, ia akan menerima mahkota kehidupan yang dijanjikan Allah kepada barang siapa yang mengasihi Dia.”

(Yakobus 1:12)

**Yohanes**

“Kura-kura tidak bisa memilih ia harus menjadi hewan apa, tapi kura-kura bisa sampai tujuannya meski langkah nya tidak sama seperti kancil” dan saya sudah berada di titik ini , berhasil dengan versi saya sendiri , terimakasih untuk diri sendiri , Allah swt, orang tua, & lingkungan disekitar saya.”

**Umliatus Zahro**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua : Yohanes  
NIM : 211910401089  
Nama Anggota I : Umliatus Zahro  
NIM : 211910401024  
Nama Anggota II : Rangga Yudha Syaifullah  
NIM : 211910401097

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Pra-rancangan Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Katalis Asam Sulfat Melalui Proses Asetilasi dengan Kapasitas 66.000 Ton/Tahun*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta ukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuaidengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan saya tidak benar.

Jember, 22 Juli 2025  
Yang menyatakan,

Ketua

Anggota 1

Anggota 2



Yohanes

NIM. 211910401089

Umliatus Zahro

NIM. 211910401024

Rangga Yudha S.

NIM. 211910401097

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*Pra-rancangan Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Katalis Asam Sulfat Melalui Proses Asetilasi dengan Kapasitas 66.000 Ton/Tahun*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 14 Juli 2025  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Pembimbing

#### 1. Pembimbing Utama

Nama : Sonya Hakim Raharjo, S.T., M.T.  
NIP : 199507142024062002

Tanda Tangan



(.....)

### Penguji

#### 1. Penguji Utama

Nama : Ir. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si., IPM  
NIP : 199108282024062002

Tanda Tangan



(.....)

#### 2. Penguji Anggota

Nama : Ir. Meta Fitri Rizkiana, S.T., M.Sc  
NIP : 199104172024062002

Tanda Tangan



(.....)

## ABSTRACT

*The Cellulose Acetate factory with bagasse as the raw material is designed with a capacity of 66,000 tons/year with an operating time of 330 days/year. The main raw material needed is rice husk as much as 11510 kg/hour with a product purity percentage of 95%. The production process is divided into several stages, namely activation, acetylation, and hydrolysis. The Cellulose Acetate process with the acetylation reaction method has several production stages, including: Raw Material Preparation Stage (pre-treatment) which aims to reduce the size of the raw material and break down the lignin and hemicellulose structures. The next is the product manufacturing stage (Cellulose Acetate) where cellulose activation will occur into cellulose triacetate and the last is the Cellulose Acetate purification stage which aims to remove unused residues. In order to obtain the expected product quality, the design of this Cellulose Acetate factory requires the selection of the right process so that the production process is more efficient. The total number of employees needed to run this factory is 310 people. The annual cash flow (ACF) generated by this plant is (51%). The payback period (POT) is 1.84 years based on economic evaluation. The break-even percentage (BEP) obtained is 43%.*

## RINGKASAN

***Tugas Akhir Pra-rancangan Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Metode Asetilasi Kapasitas 66.000 Ton/Tahun;*** Yohanes, Umliatus Zahro, Ranga Yudha Syaifullah; 211910401089, 211910401024, dan 211910401097; Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Pabrik Selulosa asetat dengan bahan baku berupa ampas tebu dirancang dengan kapasitas sebesar 66.000 ton/tahun dengan waktu operasi selama 330 hari/tahun. Bahan baku utama berupa sekam padi yang dibutuhkan sebanyak 11510 kg/jam dengan persentase kemurnian produk sebesar 95%. Proses produksi terbagi menjadi tahapan yaitu aktivasi, asetilasi, dan hidrolisis. Proses Selulosa asetat dengan menggunakan metode reaksi asetilasi memiliki beberapa tahap produksi, diantaranya: Tahap Persiapan Bahan Baku (*pre-treatment*) yang bertujuan untuk memperkecil ukuran bahan baku serta memecah struktur lignin dan hemiselulosa. Selanjutnya adalah tahap pembuatan produk (Selulosa Asetat) dimana akan terjadi aktivasi selulosa menjadi selulosa triasetat dan terakhir adalah tahap purifikasi Selulosa Asetat yang bertujuan untuk menghilangkan sisa residu yang tidak digunakan. Dalam memperoleh kualitas produk yang diharapkan maka pada perancangan pabrik Selulosa Asetat diperlukan pemilihan proses yang tepat agar proses produksi lebih efisien. Total karyawan yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik ini berjumlah 310 orang. *Annual cash flow* (ACF) yang dihasilkan oleh pabrik ini sebesar (51 %). Laju pengembalian modal atau *pay out time* (POT) selama 1,84 tahun berdasarkan evaluasi ekonomi. Persentase *break even point* (BEP) yang didapat sebesar 43%.

## PRAKATA

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan taufik-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir perancangan pabrik yang berjudul "*Prarancangan Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Katalis Asam Sulfat Melalui Proses Asetilasi dengan Kapasitas 66.000 Ton/Tahun*". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jember. Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dosen Pembimbing Utama (DPU), ibu. Sonya Hakim Raharjo S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU);
2. Ibu Ir. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si. IPM. selaku Dosen Penguji 1 pada tugas akhir ini;
3. Ibu Ir. Meta Fitri Rizkiana S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji 2 pada tugas akhir ini;
4. Seluruh dosen Teknik Kimia UNEJ yang telah menyampaikan berbagai wawasan dan ilmu yang sangat bermanfaat;
5. Seluruh civitas akademik Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu kelancaran proses penyusunan;
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan laporan ini.

Semoga segala bentuk dukungan, bimbingan, dan doa yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini menjadi amal baik yang dibalas oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis, Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan .....	2
<b>BAB 2 PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>3</b>
2.1 Pemilihan Kapasitas .....	3
2.2 Pemilihan Proses .....	3
2.2.1 Seleksi Proses.....	4
2.3 Uraian Proses Produksi .....	5
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku (Pre-Treatment Bahan Baku) .....	5
2.3.2 Tahap Pembuatan Produk .....	7
2.3.3 Tahap Purifikasi Selulosa Asetat .....	8
2.3.4 Block Flow Diagram.....	9
2.3.5 Process Flow Diagram .....	10
2.4 Spesifikasi Bahan .....	11
2.4.1 Bahan Baku Utama .....	11
2.4.2 Bahan Baku Penunjang .....	11
2.4.3 Produk .....	14
2.5 Pemilihan lokasi dan Tata Letak .....	14
2.5.1 Pemilihan Lokasi.....	14
2.5.2 Tata Letak Pabrik .....	17
<b>BAB 3 NERACA MASSA DAN ENERGI.....</b>	<b>18</b>

3.1	Neraca Massa .....	18
3.1.1	Neraca Massa Gudang Bahan Baku Ampas Tebu (F-111) .....	18
3.1.2	Neraca Massa Reaktor <i>Steam Explosion</i> (X-110).....	18
3.1.3	Neraca Massa <i>Cyclone</i> (B-121) .....	18
3.1.4	Neraca Massa Tangki Pencucian Air I (M-122) .....	19
3.1.5	Neraca Massa <i>Cooler</i> I (E-124) .....	19
3.1.6	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> I (H-125).....	19
3.1.7	Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> (J-126) .....	20
3.1.8	Neraca Massa Tangki Pengenceran NaOH (M-127) .....	20
3.1.9	Neraca Massa Reaktor Delignifikasi (R-120).....	20
3.1.10	Neraca Massa Tangki Pencucian Air II (M-132).....	21
3.1.11	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> II (H-134).....	21
3.1.12	Neraca Massa Tangki H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (F-135).....	21
3.1.13	Neraca Massa Reaktor <i>Bleaching</i> (R-130).....	22
3.1.14	Neraca Massa Tangki Pencucian Air III (M-142).....	22
3.1.15	Neraca Massa <i>Cooler</i> II (E-144) .....	23
3.1.16	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> III (H-140) .....	23
3.1.17	Neraca Massa Tangki Asam Asetat Glasial (F-212).....	23
3.1.18	Neraca Massa Tangki Aktivasi (F-210) .....	24
3.1.19	Neraca Massa Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (F-222) .....	24
3.1.20	Neraca Massa Tangki Asam Asetat Anhidrida (F-224).....	24
3.1.21	Neraca Massa Reaktor Asetilasi (R-220).....	25
3.1.22	Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (R-230).....	26
3.1.23	Neraca Massa Tangki Magnesium Asetat (F-242).....	26
3.1.24	Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-240).....	26
3.1.25	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> IV (H-312).....	27
3.1.26	Neraca Massa <i>Spray Dryer</i> (B-313).....	28
3.1.27	Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> III (J-314).....	28
3.1.28	Neraca Massa <i>Storage Tank</i> Selulosa Asetat (F-310).....	29
3.2	Neraca Energi.....	29
3.2.1	Neraca Energi <i>Steam Explosion</i> (X-110).....	29
3.2.2	Neraca Energi Tangki Pencucian Air I (M-122).....	29

3.2.3	Neraca Energi <i>Cooler</i> I (E-124).....	30
3.2.4	Neraca Energi Reaktor Delignifikasi (R-120).....	30
3.2.5	Neraca Energi Tangki Pencucian Air II (M-132) .....	30
3.2.6	Neraca Energi Reaktor <i>Bleaching</i> (R-130) .....	30
3.2.7	Neraca Energi Tangki Pencucian Air III (M-142) .....	31
3.2.8	Neraca Energi <i>Cooler</i> II (E-144).....	31
3.2.9	Neraca Energi Tangki Aktivasi (F-210).....	31
3.2.10	Neraca Energi Reaktor Asetilasi (R-220) .....	31
3.2.11	Neraca Energi <i>Spray Dryer</i> (B-313) .....	32
<b>BAB 4</b>	<b>SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>33</b>
4.1	Spesifikasi Tangki Aktivasi (F-210) .....	33
4.2	Spesifikasi Reaktor Asetilasi (R-220).....	34
4.3	Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (R-230) .....	35
4.4	Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-240).....	36
<b>BAB 5</b>	<b>EVALUASI EKONOMI.....</b>	<b>38</b>
5.1	Total Modal .....	38
5.2	Ongkos Produksi .....	38
5.3	Keuntungan .....	38
5.4	Lama Waktu Pengembalian .....	39
5.5	Laju Pengembalian Modal .....	39
5.6	<i>Break Even Point</i> (BEP).....	39
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
6.1	Kesimpulan.....	40
6.2	Saran.....	40
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Data Kebutuhan Selulosa Asetat di Indonesia .....	3
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan Katalis Proses Esterifikasi (Asetilasi) .....	4
<b>Tabel 2.3</b> Komposisi Ampas Tebu .....	11
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi Selulosa .....	11
<b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi Asam Asetat .....	11
<b>Tabel 2.6</b> Spesifikasi Asam Asetat Anhidrida .....	12
<b>Tabel 2.7</b> Spesifikasi Asam Sulfat .....	12
<b>Tabel 2.8</b> Spesifikasi Magnesium Asetat .....	12
<b>Tabel 2.9</b> Spesifikasi Asam Asetat Glasial .....	13
<b>Tabel 2.10</b> Spesifikasi Hidrogen Peroksida .....	13
<b>Tabel 2.11</b> Spesifikasi Natrium Hidroksida .....	13
<b>Tabel 2.12</b> Spesifikasi Selulosa Asetat .....	14
<b>Tabel 2.13</b> Data Pabrik Penyuplai Bahan Baku Utama dan Penunjang .....	15
<b>Tabel 2.14</b> Lokasi Pemasaran Selulosa Asetat .....	16
<b>Tabel 3.1</b> Neraca Massa Gudang Bahan Baku Ampas Tebu (F-111) .....	18
<b>Tabel 3.2</b> Neraca Massa Reaktor <i>Steam Explosion</i> (X-110) .....	18
<b>Tabel 3.3</b> Neraca Massa <i>Cyclone</i> (B-121) .....	18
<b>Tabel 3.4</b> Neraca Massa Tangki Pencucian Air I (M-122) .....	19
<b>Tabel 3.5</b> Neraca Massa <i>Cooler</i> I (E-124) .....	19
<b>Tabel 3.6</b> Neraca Massa <i>Centrifuge</i> I (H-125) .....	19
<b>Tabel 3.7</b> Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> (J-126) .....	20
<b>Tabel 3.8</b> Neraca Massa Tangki Pengenceran NaOH (M-127) .....	20
<b>Tabel 3.9</b> Neraca Massa Reaktor Delignifikasi (R-120) .....	20
<b>Tabel 3.10</b> Neraca Massa Tangki Pencucian Air II (M-132) .....	21
<b>Tabel 3.11</b> Neraca Massa <i>Centrifuge</i> II (H-134) .....	21
<b>Tabel 3.12</b> Neraca Massa Tangki H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (F-135) .....	21
<b>Tabel 3.13</b> Neraca Massa Reaktor <i>Bleaching</i> (R-130) .....	22
<b>Tabel 3.14</b> Neraca Massa Tangki Pencucian Air III (M-142) .....	22
<b>Tabel 3.15</b> Neraca Massa <i>Cooler</i> II (E-144) .....	23
<b>Tabel 3.16</b> Neraca Massa <i>Centrifuge</i> III (H-140) .....	23
<b>Tabel 3.17</b> Neraca Massa Tangki Asam Asetat Glasial (F-212) .....	23

<b>Tabel 3.18</b> Neraca Massa Tangki Aktivasi (F-210) .....	24
<b>Tabel 3.19</b> Neraca Massa Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (F-222).....	24
<b>Tabel 3.20</b> Neraca Massa Tangki Asam Asetat Anhidrida (F-224).....	24
<b>Tabel 3.21</b> Neraca Massa Reaktor Asetilasi (R-220) .....	25
<b>Tabel 3.22</b> Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (R-230) .....	26
<b>Tabel 3.23</b> Neraca Massa Tangki Magnesium Asetat (F-242).....	26
<b>Tabel 3.24</b> Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-240).....	26
<b>Tabel 3.25</b> Neraca Massa <i>Centrifuge</i> IV (H-312) .....	27
<b>Tabel 3.26</b> Neraca Massa <i>Spray Dryer</i> (B-313).....	28
<b>Tabel 3.27</b> Neraca Massa <i>Bucket Elevator</i> III (J-314) .....	28
<b>Tabel 3.28</b> Neraca Massa <i>Storage Tank</i> Selulosa Asetat (F-310).....	29
<b>Tabel 3.29</b> Neraca Energi <i>Steam Explosion</i> (X-110) .....	29
<b>Tabel 3.30</b> Neraca Energi Tangki Pencucian Air I (M-122).....	29
<b>Tabel 3.31</b> Neraca Energi <i>Cooler</i> I (E-124) .....	30
<b>Tabel 3.32</b> Neraca Energi Reaktor Delignifikasi (R-120).....	30
<b>Tabel 3.33</b> Neraca Energi Tangki Pencucian Air II (M-132).....	30
<b>Tabel 3.34</b> Neraca Energi Reaktor <i>Bleaching</i> (R-130) .....	30
<b>Tabel 3.35</b> Neraca Energi Tangki Pencucian Air III (M-142) .....	31
<b>Tabel 3.36</b> Neraca Energi <i>Cooler</i> II (E-144).....	31
<b>Tabel 3.37</b> Neraca Energi Tangki Aktivasi (F-210).....	31
<b>Tabel 3.38</b> Neraca Energi Reaktor Asetilasi (R-220).....	31
<b>Tabel 3.39</b> Neraca Energi <i>Spray Dryer</i> (B-315) .....	32
<b>Tabel 4.12</b> Spesifikasi Tangki Aktivasi (F-210) .....	33
<b>Tabel 4.13</b> Spesifikasi Reaktor Asetilasi (R-220) .....	34
<b>Tabel 4.14</b> Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (R-230) .....	35
<b>Tabel 4.15</b> Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-240).....	36
<b>Tabel 5.5</b> <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	38
<b>Tabel 5.6</b> <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	38
<b>Tabel 5.7</b> <i>Annual Cash Flow</i> (ACF).....	38
<b>Tabel 5.8</b> <i>Pay Out Time</i> (POT).....	39
<b>Tabel 5.9</b> <i>Return On Investment</i> (ROI) .....	39
<b>Tabel 5.10</b> <i>Break Even Point</i> (BEP).....	39

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Block Flow Diagram (BFD)</i> .....	9
<b>Gambar 2.2</b> <i>PFD (Process Flow Diagram)</i> .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Lokasi Pendirian Pabrik.....	14
<b>Gambar 2.4</b> Tata Letak Pabrik.....	17
<b>Gambar 2.5</b> Tata Letak Alat Proses.....	17
<b>Gambar 5.1</b> Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi.....	39

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang inisiatif pembangunan ekonominya ditujukan untuk mengatasi tantangan ekonomi yang ada. Pembangunan ekonomi akan terus berlanjut jika dilakukan sesuai dengan tujuan dan asumsinya. Industri ini dianggap sebagai yang terdepan karena diharapkan dengan mengejar pembangunan industri, industri ini akan mendorong industri lain baik di sektor manufaktur maupun sektor lainnya (Harahap et al., 2023). Faktor kunci utama yang berkontribusi terhadap pertumbuhan industri adalah pengembangan infrastruktur dan tenaga kerja serta pengelolaan sumber daya yang baik. Tingkat pertumbuhan industri di suatu wilayah ini juga akan tergantung pada hubungan internal dan sinergi antara berbagai sektor (Etty Puji Lestari, 2007).

Selulosa asetat merupakan bahan yang sangat bernilai yang pengaplikasiannya digunakan untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, lak, kertas, dan membran karena karakteristik fisik dan optiknya yang menguntungkan. Selain itu selulosa asetat juga memiliki sifat *biodegradable*, dimana menaikkan daya tariknya karena ramah lingkungan. Salah satu tanaman yang menghasilkan sumber selulosa yang tinggi dan signifikan adalah tebu, terutama pada bagian ampas tebu atau *bagasse* dimana memiliki kandungan yang terdiri dari selulosa (40 – 50%), hemiselulosa (20 - 32%) dan lignin (16 - 32%) (Yuliatun et al., 2024).

Industri gula di Indonesia menghasilkan ampas tebu dalam jumlah besar sebagai limbah dari proses penggilingan tebu. Ampas tebu mengandung alfa selulosa yang tinggi, sehingga memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku untuk produksi selulosa asetat. Pemanfaatan ampas tebu ini tidak hanya akan meningkatkan nilai tambah dari limbah tersebut, tetapi juga mendukung pengurangan limbah industri dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku impor. Dengan memanfaatkan katalis asam sulfat dalam proses produksi, proses konversi alfa selulosa menjadi selulosa asetat dapat dilakukan secara lebih efisien dan hemat biaya.

Pendirian pabrik selulosa asetat berbahan baku alfa selulosa dari ampas tebu diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap perekonomian dan

lingkungan. Secara ekonomi, pabrik ini dapat membuka peluang usaha baru, menciptakan lapangan kerja, serta meningkatkan daya saing industri domestik. Dari sisi lingkungan, pabrik ini dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca melalui pemanfaatan limbah biomassa dan mengurangi volume limbah yang dihasilkan oleh industri gula. Dengan demikian, pendirian pabrik selulosa asetat ini memiliki justifikasi yang kuat, baik dari aspek ekonomi, sosial, maupun lingkungan.

## **1.2 Sejarah dan Perkembangan**

Selulosa asetat (CA) awalnya diproduksi pada tahun 1865 oleh Paul Schützenberger melalui reaksi antara selulosa dan anhidrida asetat (Izzo et al., 2022). Pengembangan industri skala besar ester selulosa dari asam organik telah berlangsung selama dua puluh tahun terakhir. Selama Perang Dunia I, selulosa asetat menggantikan nitroselulosa yang sangat mudah terbakar yang digunakan sebagai pelapis pada sayap pesawat dan kain badan pesawat awal. Selama periode 1920-1940, banyak paten dan publikasi terkait pembuatan dan penggunaan ester selulosa diterbitkan. Saat ini, kemajuan teknologi pembuatan ester selulosa umumnya dianggap telah lengkap, meskipun upaya untuk menerapkan teknologi yang lebih murah, memproduksi produk berkualitas lebih tinggi, dan mengembangkan aplikasi baru terus berlanjut (Agreda & Zoeller, 1993a)

Hampir semua selulosa asetat yang diproduksi saat ini adalah produk yang larut dalam aseton, dengan kandungan asetil berkisar antara 37% hingga 41%. Ester campuran selulosa yang sekarang diproduksi dalam jumlah besar termasuk selulosa asetat propionat dengan kandungan propionil 33%, selulosa asetat butirat dengan kandungan butiril 16%, keduanya sebagian besar digunakan untuk pelapis dan film pelindung, serta selulosa asetat butirat dengan kandungan butiril 36% yang digunakan untuk plastik. (Fordyce, 1945). Permintaan selulosa asetat di seluruh dunia untuk penggunaan di Industri pastinya akan bertambah seiring berjalannya waktu. Meskipun produksi selulosa asetat belum dikembangkan di Indonesia, sekarang selulosa asetat digunakan secara luas untuk sejumlah tujuan, terutama pada industri tekstil dan serat.

## BAB 2 PERANCANGAN PABRIK

### 2.1 Pemilihan Kapasitas

Pasar selulosa asetat di dunia sebesar 5,48 miliar USD pada tahun 2024 dan diperkirakan akan mencapai lebih dari 7,27 miliar USD pada tahun 2033 dengan nilai *Compounded Annual Growth Rate (CAGR)* akan tumbuh hingga 7,4% dari tahun 2024 hingga tahun 2033. Untuk wilayah Indonesia pasar selulosa asetat diperkirakan mengalami kenaikan hingga 1,99% dari selang tahun 2024 hingga 2029 yang dipengaruhi oleh semakin banyaknya permintaan dari berbagai industri baik itu industri tekstil hingga industri filter rokok, sehingga mempengaruhi pada permintaan pasar (The Business Research Company, 2024). Berikut beberapa pabrik dengan kebutuhan selulosa asetat di Indonesia yang disajikan pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Data Kebutuhan Selulosa Asetat di Indonesia

No.	Nama Perusahaan	Kebutuhan Selulosa Asetat
1.	PT Argo Pantes Tbk. Jakarta selatan	Mebutuhkan sekitar 40.000 ton/tahun untuk bahan tekstil.
2.	CV. Filma Malang	Mebutuhkan sekitar 10.000 Ton/Tahun untuk filter rokok.
3.	PT Avian Tbk. Surabaya	Mebutuhkan sekitar 40.000 Ton/Tahun untuk memproduksi cat.

Metode yang digunakan untuk menentukan kapasitas produksi pabrik selulosa asetat dengan menggunakan metode regresi linear dan didapatkan kapasitas pabrik selulosa asetat yang akan dioperasikan pada tahun 2029 adalah sebesar 66.040,2756 ton/tahun atau dibulatkan sebesar 66.000 ton/tahun.

### 2.2 Pemilihan Proses

Proses yang digunakan dalam pembuatan pabrik perlu diperhatikan dari berbagai aspek, dimulai dari aspek teknik seperti penggunaan bahan baku (baik jumlah dan kualitas bahan yang digunakan), konversi, kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan, serta operasi proses yang meliputi tekanan dan temperatur proses, aspek ekonomis serta aspek lingkungan.

### 2.2.1 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses produksi selulosa asetat melalui proses esterifikasi (asetilasi) dengan katalis yang digunakan baik asam sulfat maupun bisulfat, sehingga diperoleh perbandingan dari masing-masing parameter sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Perbandingan Katalis Proses Esterifikasi (Asetilasi)

No.	Spesifikasi	Bisulfat (KHSO <sub>4</sub> )	Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
Kondisi Operasi Aktivasi			
1.	Waktu	2 – 3 jam	0,5 jam
	Suhu (°C)	70 – 85 °C	50°C
Kondisi Operasi Asetilasi			
2.	Waktu	0,5 jam	1 jam
	Suhu (°C)	90°C	70°C
Kondisi Operasi Hidrolisis			
3.	Waktu	1,5 jam	2 jam
	Suhu (°C)	127 - 175°C	90 – 120°C
4.	Harga Beli (Rp/ton)	47 – 70,5 juta	22 – 28,2 juta
5.	Supplier	PT Petrakemindo Pratama Mandiri (Tangerang, Jawa Barat)	PT Petrokimia Gresik (Gresik, Jawa Timur)
Aspek Teknis			
7.	Karakteristik Produk	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yield Produk 38%</li> <li>- Kadar Asetil 28,41%</li> <li>- Derajat substitusi 1,4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yield Produk 49%</li> <li>- Kadar Asetil 39,97%</li> <li>- Derajat substitusi 2,5 (Utami et al., 2021)</li> </ul>
8.	Keunggulan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan bisulfat mampu menghasilkan selulosa asetat primer yang halus (Kuo &amp; Bogan, 1997).</li> <li>- Penggunaan bisulfat mampu mencegah berkurangnya <i>intrinsic viscosity</i> dan berat molekul dari produk selulosa asetat akibat suhu asetilasi yang tinggi (Kuo &amp; Bogan, 1997)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan asam sulfat dapat mempercepat proses depolimerisasi selulosa dan menghasilkan selulosa triasetat yang tahan terhadap panas (Campbell et al., 1973).</li> <li>- Agen asetilasi yang digunakan untuk industri yaitu anhidrida asam asetat</li> </ul>

yang lebih murah, tidak mudah dihidrolisis, dan reaksinya yang tidak berbahaya (Utami et al., 2021)

---

## 2.3 Uraian Proses Produksi

Proses Selulosa asetat dengan menggunakan metode reaksi asetilasi memiliki beberapa tahap produksi, diantaranya: Tahap Persiapan Bahan Baku (*pre-treatment*), Tahap pembuatan produk (Selulosa Asetat) dan Tahap purifikasi Selulosa Asetat.

### 2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku (Pre-Treatment Bahan Baku)

Pada tahapan ini, ampas tebu yang didapatkan dari vendor akan direduksi ukurannya hingga menjadi bentuk serbuk. Ampas tebu dari tempat penyimpanan bahan baku (F-111) dibawa menggunakan *conveyor* (J-112) menuju *Fiber Hammer Mill* (C-113) yang nantinya akan direduksi ukurannya menjadi 1 mm (18 mesh) – 2 mm (10 mesh) sehingga dihasilkan ampas tebu yang sudah digiling (*shredded fiber*). Proses ini bertujuan untuk mengecilkan bahan lignoselulosa dan menambah kontak luas permukaan untuk proses *pre-treatment* selanjutnya. Tahap selanjutnya ampas tebu yang sudah digiling kemudian dibawa oleh *bucket elevator* (J-114) menuju *steam explosion* (X-110) secara *batch*. Kondisi operasi pada *steam explosion* terdiri dari 3 tahap, yaitu *pressurization* (10 atm dengan suhu 180°C), *holding* (12 menit) dan *explosion/sudden decompression* (< 3 menit).

Pada proses ini, sebagian besar lignin dikeluarkan dari struktur lignoselulosa, dan sebagian besar hemiselulosa akan keluar sebagai monosakarida dan oligosakarida yang siap dipisahkan pada tahap berikutnya. Produk yang diperoleh dari proses ini disebut sebagai serat peledak (*exploded fiber*). Hal ini terjadi ketika katup kontrol ledakan (K-115) dibuka. Ini memberikan dampak dekompresi secara tiba-tiba, menyebabkan penurunan tekanan yang sangat tinggi, dimana proses dekompresi yang tiba-tiba selama operasi berlangsung sangat cepat. Tahap selanjutnya setelah proses *steam explosion* selesai adalah melakukan pemisahan antara *steam* dengan padatan selulosa asetat menggunakan *cyclone* (B-121). Selanjutnya, *exploded fiber* yang mengandung hemiselulosa dilarutkan pada

tangki pencucian I (M-122) karena sifatnya yang mudah larut dalam air, sehingga nantinya akan terbentuk *slurry*. *Slurry* yang didapatkan dari tangki pencucian akan dilakukan pendinginan di *cooler* (E-124), dimana suhunya akan diturunkan menjadi 30°C sebelum nantinya akan diproses menggunakan *centrifuge* (H-125) untuk menghilangkan solven dari solutnya. Produk keluaran dari *centrifuge* (H-125) adalah *Cellu-lignin Cake* yang masih lengket. *Cellu-lignin Cake* yang masih lengket nantinya akan dibawa oleh *screw conveyor* (J-126) menuju reaktor delignifikasi (R-120).

Pada reaktor delignifikasi (R-120) akan terjadi pemecahan kandungan lignoselulosa menjadi selulosa dan lignin. Proses delignifikasi akan dibantu oleh natrium hidroksida 25% dengan perbandingan 1 : 20 yang dipompa oleh (L-128) dari tangki pengenceran natrium hidroksida (M-127). Kondisi operasi pada reaktor delignifikasi adalah suhu 105°C dengan tekanan 1 atm dan waktu selama 1 jam. Produk keluaran dari reaktor delignifikasi (R-120) adalah *liquid Cellu-lignin* yang akan dipompa oleh (L-131) menuju tangki pencucian II (M-132) yang berfungsi untuk mencuci dan membersihkan *liquid Cellu-lignin* serta memisahkan residu atau zat pengotornya. Produk keluaran tangki pencucian II (M-132) akan dialirkan menggunakan pompa (L-133) menuju Centrifuge (H-134) untuk dihilangkan solventnya sebelum menuju reaktor *Bleaching* (R-130).

Pada proses *Bleaching* akan ditambahkan hidrogen peroksida 10% yang dipompa oleh (L-136) dari tangki penyimpanan hidrogen peroksida (F-135) dengan perbandingan 1 : 8. Proses *Bleaching* bertujuan untuk memurnikan selulosa dan mengubah warna menjadi lebih bersih, serta menghilangkan sisa-sisa lignin. Selanjutnya produk keluaran dari reaktor *Bleaching* (R-130) akan dipompa dengan (L-141) menuju tangki pencucian III (M-142) yang berfungsi untuk menghilangkan residu serta membersihkan dari sisa bahan kimia pemutih (NaClO). Produk keluaran tangki pencucian III (M-142) berupa *liquid cellulose* akan dialirkan menggunakan pompa (L-143) menuju *cooler II* (E-144) untuk menurunkan suhunya menjadi 30°C. Tahap selanjutnya *liquid cellulose* akan dihilangkan solventnya menggunakan Centrifuge III (H-140) yang nantinya akan dilanjutkan proses pembuatan produk.

### 2.3.2 Tahap Pembuatan Produk

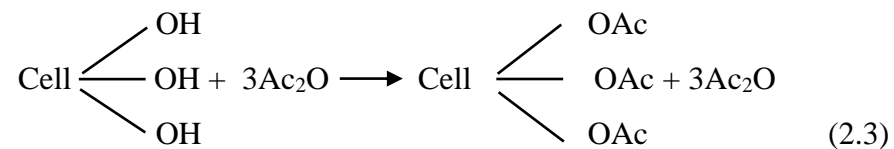
Tahap pertama adalah bahan baku berupa selulosa dimasukkan ke dalam tangki aktivasi (F-210). Padatan  $\alpha$ -selulosa ini akan dibawa menggunakan *bucket elevator* (J-211) untuk dibawa ke tangki aktivasi (F-210). Dalam pembuatan selulosa asetat yang dimulai dengan  $\alpha$ -selulosa padatan yang berupa serbuk.  $\alpha$ -selulosa memiliki sifat tidak larut untuk membentuk komposisi yang mampu mengalami asetilasi, oleh karena itu  $\alpha$ -selulosa dicampur dengan asam asetat glasial sebagai pelarut agar dapat terlarut sempurna. Tahapan ini harus disiapkan untuk langkah asetilasi dalam langkah sebelumnya yang biasanya disebut sebagai aktivasi.

Pada proses aktivasi ditambahkan asam asetat glasial yang dipompa oleh (L-213) dari tangki asam asetat glasial (F-212) sebagai aktivator sebanyak 35% dari jumlah selulosa yang menyebabkan pengembangan serat-serat selulosa sehingga didapatkan luas permukaan selulosa yang besar yang mempermudah asam sulfat berdifusi dan akan membantu meningkatkan reaktivitas selulosa asetat terhadap reaksi asetilasi. Kondisi operasi unit tangki aktivasi adalah 40°C dengan pengadukan selama 30 menit. Fasa pada proses ini adalah bubur (*slurry*). Menurut Kuo et.al, 1997 selulosa dapat dilarutkan dalam asam asetat glasial berair pada suhu sekitar 25°C - 50°C sekitar 30 hingga 60 menit.

Selanjutnya, selulosa yang telah diaktivasi dialirkan dengan pompa (L-221) menuju reaktor asetilasi (R-220) yang dilengkapi dengan pengaduk dan jaket pemanas dengan memasukkan komponen tambahan berupa asam asetat glasial yang dipompakan oleh (L-213) dari tangki penyimpanan (F-212) sebanyak 438% dari berat selulosa menuju reaktor, asetat anhidrida yang dipompakan oleh (L-225) dari tangki penyimpanan (F-224) sebanyak 247% menuju reaktor asetilasi, serta katalis asam sulfat pekat 98% dari tangki penyimpanan (F-222) dipompakan oleh (L-223) sebanyak 3,8% menuju reaktor. Kondisi operasi dalam reaktor adalah 40°C. Proses asetilasi selulosa bertujuan untuk mensubstitusi gugus hidroksil (OH) pada selulosa dengan gugus asetil dari anhidrida asetat sehingga membentuk selulosa asetat. Katalis asam sulfat digunakan untuk mempercepat reaksi antara gugus hidroksil pada selulosa asetat dengan asetat anhidrida.

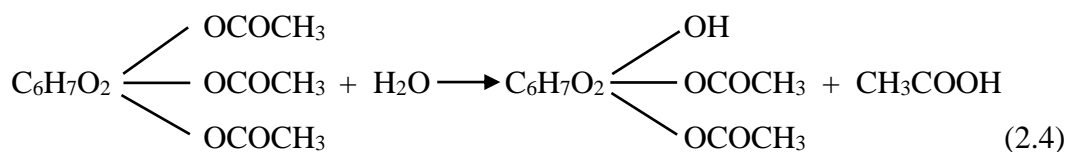
Reaksi Asetilasi sebaiknya berjalan pada rentang suhu antara 40°C sampai 50°C, jika suhu lebih rendah akan mengakibatkan reaksi berjalan dengan laju reaksi yang lambat. Jika reaksi dijalankan pada suhu 50°C atau lebih, maka akan memungkinkan bahan untuk lebih mudah menguap dan sebagian lagi terpapar panas. Sehingga mengakibatkan bahan yang tersisa menjadi rusak dan mengurangi jumlah dari hasil reaksi (Fitriyano & Abdullah, 2019).

Persamaan reaksi yang terjadi pada proses asetilasi dapat dilihat pada Persamaan 2.3 sebagai berikut.



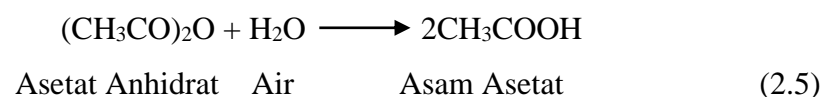
Selulosa + Asetat Anhidrida → Selulosa Triasetat + Asam Asetat

Setelah proses asetilasi, produk hasil reaktor asetilasi (R-220) selanjutnya dialirkan dengan pompa (L-231) menuju reaktor hidrolisis (R-230) selama 2 jam dan penambahan air sebanyak 71% dari berat selulosa, lalu diaduk secara perlahan sehingga akan terbentuk padatan (*flake*) selulosa asetat. Proses hidrolisis bertujuan untuk mematangkan (*ripening step*) selulosa triasetat menjadi selulosa asetat serta menghentikan reaksi asetilasi dan menghidrolisis seluruh sisa asetat anhidrid membentuk asam asetat. Reaksi yang terjadi pada proses ini dapat dilihat pada Persamaan 2.4 sebagai berikut.



Selulosa Triasetat + Air → Selulosa Asetat + Asam Asetat

Reaksi lainnya yang terjadi pada unit hidrolisis dapat dilihat pada Persamaan 2.5 sebagai berikut :



### 2.3.3 Tahap Purifikasi Selulosa Asetat

Setelah melalui proses hidrolisis, produk keluaran reaktor hidrolisis dialirkan menuju reaktor netralisasi (R-240). Produk keluaran unit ini dialirkan dengan pompa (L-241) ke reaktor netralisasi dengan tujuan untuk menetralkan

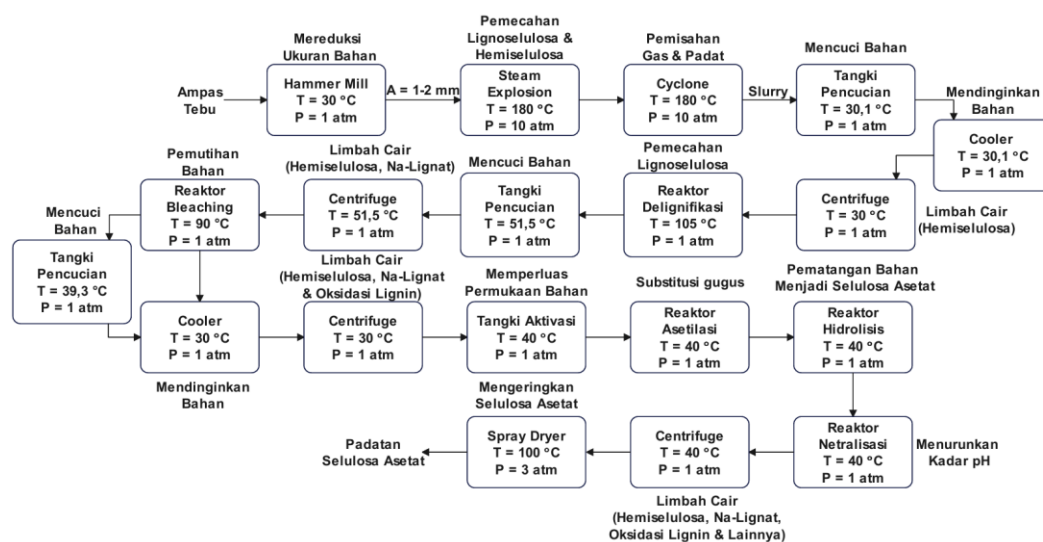
asam sulfat dalam campuran dengan menambahkan magnesium asetat 38% yang dipompakan oleh (L-243) dari tangki magnesium asetat (F-242). Larutan magnesium asetat berfungsi sebagai *neutralizing agent* untuk menghilangkan sisa-sisa asam sulfat yang masih ada dalam campuran. Reaksi yang terjadi di proses netralisasi dapat dilihat pada Persamaan 2.6.



Magnesium Asetat + Asam Sulfat  $\rightarrow$  Magnesium Sulfat + Asam Sulfat

Setelah dinetralkan, campuran dari tangki netralisasi dialirkan menggunakan pompa (L-311) yang akan dibawa ke *centrifuge IV* (H-312) untuk dilakukan pemisahan. *Centrifuge* bekerja untuk memisahkan padatan selulosa asetat dari fase cairnya dengan efisiensi alat sebesar 98%. Endapan berupa selulosa asetat dalam bentuk serpihan padatan (*flake*) kemudian dibawa untuk dilakukan pengeringan dengan menggunakan *spray dryer* (B-313). Proses pengeringan bertujuan untuk menghilangkan moisture dalam padatan selulosa asetat yang telah terbentuk. *Spray dryer* (B-313) dioperasikan pada tekanan 3 atm dengan suhu 150°C dengan menggunakan fluida udara kering sebagai media pemanasnya karena mampu menyerap air yang membasahi material sampai kering dalam waktu yang lebih singkat (Suriadi, 2013). Setelah proses pengeringan, selulosa asetat dipindahkan menuju *storage* selulosa asetat (F-310) menggunakan *bucket elevator* (J-316).

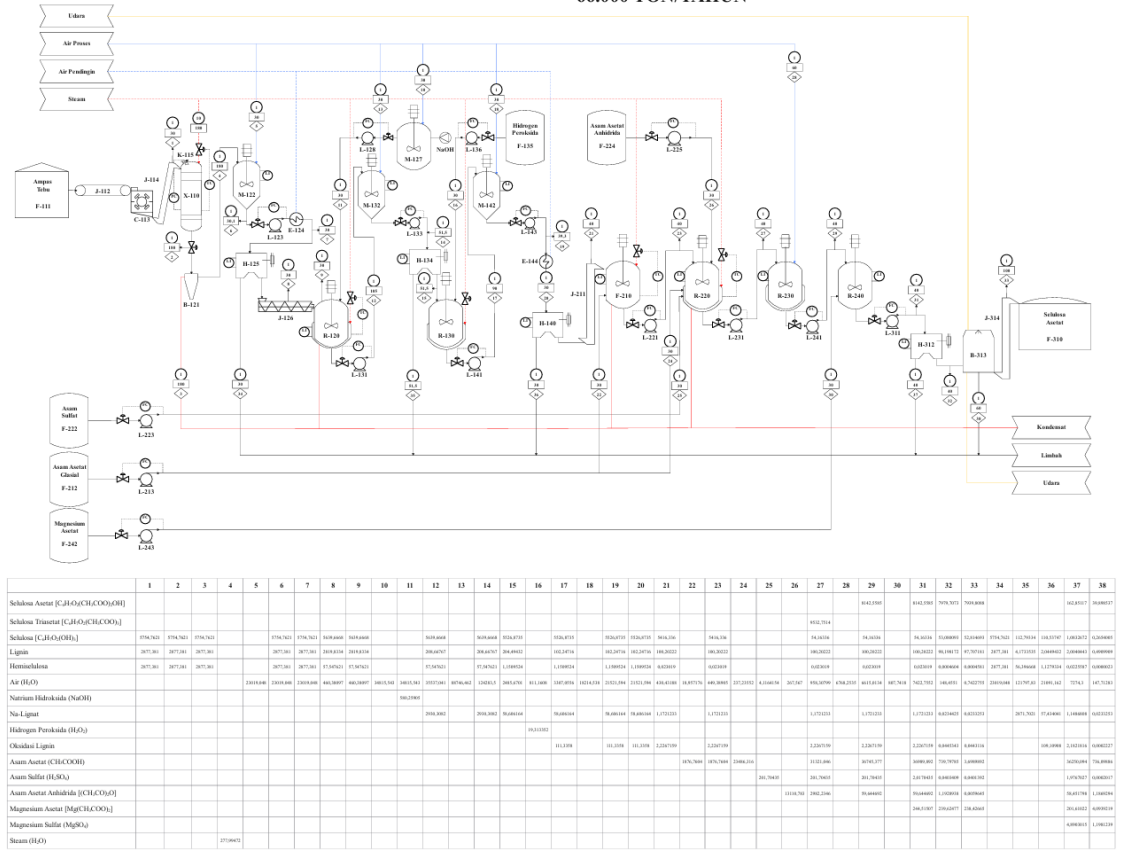
### 2.3.4 Block Flow Diagram



Gambar 2.1 Block Flow Diagram (BFD)

### 2.3.5 Process Flow Diagram

#### PRA-RANCANGAN PABRIK SELULOSA ASETAT DARI AMPAS TEBU DENGAN KATALIS ASAM SULFAT MELALUI PROSES ASETILASI DENGAN KAPASITAS 66.000 TON/TAHUN



Gambar 2.2 PFD (Process Flow Diagram)

## 2.4 Spesifikasi Bahan

### 2.4.1 Bahan Baku Utama

#### 2.4.1.1 Ampas Tebu

**Tabel 2.3** Komposisi Ampas Tebu

Komponen	Komposisi (%)
Selulosa	50
Hemiselulosa	25
Lignin	25

(Hidayati et al., 2016)

**Tabel 2.4** Spesifikasi Selulosa

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Padatan (fiber)
Rumus Kimia	$(C_6H_{10}O_5)_n$
Warna	Putih
Bau	Tidak Berbau
Berat Molekul	162,14 g/mol
Density	1,5 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	260 – 270 °C
Kelarutan	Sulit larut, tetapi sebagian larut dalam larutan alkali
Nilai pH	5 – 7

### 2.4.2 Bahan Baku Penunjang

#### 2.4.2.1 Asam Asetat

**Tabel 2.5** Spesifikasi Asam Asetat

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Cair
Rumus Molekul	CH <sub>3</sub> COOH
Warna	Tidak berwarna
Bau	Aromatik
Berat Molekul	60 g/mol
Density	1,05 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	17 °C
Titik Didih	116 – 118 °C pada 1,013 hPa
Kelarutan	Larut dalam air
Nilai pH	2,5

### 2.4.2.2 Asam Asetat Anhidrida

**Tabel 2.6** Spesifikasi Asam Asetat Anhidrida

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Bentuk	Cair
Rumus Molekul	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Berat Molekul	102 g/mol
Viskositas	0,971 cP
Titik Lebur	283 K
Titik Didih	139,5 °C
Kelarutan	Larut dalam air pada suhu 20°C
Nilai pH	7,5 – 9,2

### 2.4.2.3 Asam Sulfat

**Tabel 2.7** Spesifikasi Asam Sulfat

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Bentuk	Cair
Rumus Molekul	$\text{H}_2\text{SO}_4$
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Berat Molekul	98 g/mol
Density	1,049 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	1,22 cP
Titik Leleh	10 °C
Titik Didih	337 °C
Titik Lebur	50,6 °C
Kelarutan	Larut dalam air dan etanol
Nilai pH	2 – 3

### 2.4.2.4 Magnesium Asetat

**Tabel 2.8** Spesifikasi Magnesium Asetat

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Bentuk	Cair
Rumus Molekul	$\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Warna	Tidak berwarna
Kapasitas panas	0,22340 cal/g.°C
Berat Molekul	142,3 g/mol
Titik Leleh	72 – 75 °C
Titik Didih	134 °C
Kelarutan	Larut dalam air

Kemurnian	>98%
-----------	------

#### 2.4.2.5 Asam Asetat Glasial

**Tabel 2.9** Spesifikasi Asam Asetat Glasial

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Cair
Rumus Molekul	CH <sub>3</sub> COOH
Warna	Tidak berwarna
Bau	Aromatik
Berat Molekul	60 g/mol
Density	1,05 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	17 °C
Titik Didih	116 – 118 °C pada 1,013 hPa
Kelarutan	Larut dalam air
Nilai pH	2,5

#### 2.4.2.6 Hidrogen Peroksida

**Tabel 2.10** Spesifikasi Hidrogen Peroksida

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Cair
Rumus Kimia	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Berat Molekul	34,01 g/mol
Densitas	-
Titik Didih	Tidak tersedia
Warna	Tidak Berwarna
Titik Lebur	-26 °C
Kelarutan	Larut dalam air

#### 2.4.2.7 Natrium Hidroksida

**Tabel 2.11** Spesifikasi Natrium Hidroksida

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Padatan kristal
Rumus Molekul	NaOH
Warna	Keputih-putihan
Bau	Tidak berbau
Berat Molekul	40 g/mol
Titik Leleh	318 °C
Titik Didih	1390 °C
Kelarutan	Larut dalam air
Nilai pH	14

### 2.4.3 Produk

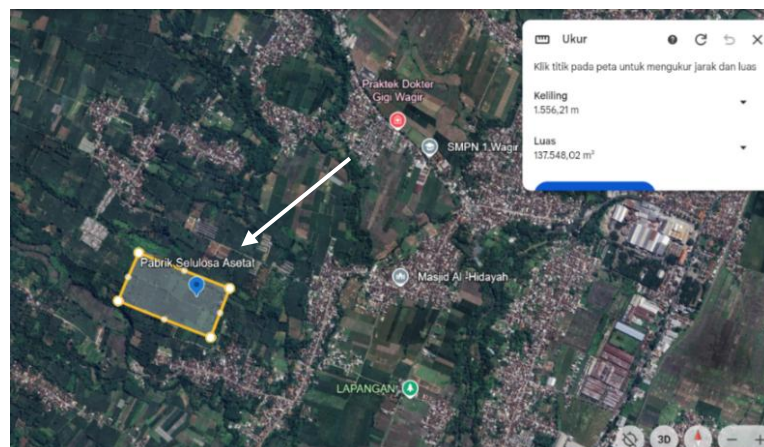
**Tabel 2.12** Spesifikasi Selulosa Asetat

Spesifikasi	Keterangan
Bentuk	Serbuk
Rumus Molekul	$C_6H_7O_2(CH_3COO)_2OH$
Warna	Putih
Bau	Tidak Berwarna
Berat Molekul	246 g/mol
Density	1,27 – 1,34 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	260 °C
Titik Didih	240 °C
Viskositas	60 – 125 cP
Kandungan	≥ 95%
Moisture Content	≤ 4%
Asetat	≤ 0.006%
Abu	≤ 0.05%
Kadar Asetil	39,8%
Kadar Hidroksil	3,6%

## 2.5 Pemilihan lokasi dan Tata Letak

### 2.5.1 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam mendirikan suatu pabrik. Lokasi pabrik yang akan dipilih harus mempertimbangkan peluang/kemungkinan untuk perbesaran atau perluasan pabrik yang dapat memberikan keuntungan bagi banyak pihak yang ada di sekitar lokasi pabrik dalam waktu jangka panjang. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik disajikan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Lokasi Pendirian Pabrik

## 1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal yang sangat mempengaruhi dalam kinerja pengolahan pabrik. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan selulosa asetat adalah ampas tebu yang berasal dari perusahaan PG. Kebon Agung. Adapun bahan baku penunjang lain yang digunakan yaitu asam asetat, asam asetat glasial, asam sulfat, asetat anhidrat, magnesium asetat, hidrogen peroksida, dan natrium hidroksida. Tabel 2.13 dibawah ini menunjukkan data pabrik yang menyuplai bahan baku utama dan bahan baku penunjang.

**Tabel 2.13** Data Pabrik Penyuplai Bahan Baku Utama dan Penunjang

Bahan Baku	Nama Pabrik	Harga/Ton	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Ampas Tebu	PG. Kebon Agung	500.000	Malang	12.000/hari
Asam Asetat	PT Indo Acidatama Tbk.	15.000.000 <sup>a</sup>	Surakarta	36.000 <sup>a</sup>
Asam Sulfat	PT Petrokimia Gresik	4.900.000 <sup>b</sup>	Gresik	1.170.000 <sup>b</sup>
Asam Asetat Anhidrida	Cellanase Chemical	15.227.881 <sup>c</sup>	Texas AS	250.000 <sup>c</sup>
Magnesium Asetat	PT Magnesium Gosari Internasional	15.882.836 <sup>d</sup>	Gresik	400.000 <sup>d</sup>
Asam Asetat Glasial	PT Sree International Indonesia	28.000.000 <sup>e</sup>	Jakarta	50.000 <sup>e</sup>
Hidrogen Peroksida	PT Surya Makmur Agung Lestari	26.740.000 <sup>f</sup>	Jakarta	-
Natrium Hidroksida	PT Sulfindo Adiusaha	13.000.000 <sup>g</sup>	Banten	215.000 <sup>g</sup>

## 2. Utilitas

Fasilitas penunjang yang dibutuhkan oleh pabrik adalah air, listrik, dan bahan bakar. Sumber air yang digunakan untuk keperluan operasional pabrik dan utilitas berasal dari PDAM Perumda Tirta Kanjuruhan yang lokasinya berdekatan dengan berdirinya pabrik selulosa asetat ini. Kebutuhan listrik yang digunakan guna menunjang operasional berasal dari PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Sutami atau Unit Pembangkitan Brantas dengan kapasitas 281 MW dan PLTA Sengguruh dengan kapasitas 29 MW.

### 3. Ketersediaan Transportasi

Kemudahan akses jalur transportasi akan mendukung proses produksi agar berjalan dengan lancar baik dalam proses distribusi bahan baku maupun distribusi produk. Pemilihan lokasi pabrik di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, menjadi faktor penting ketersediaan transportasi yang sangat strategis untuk kelancaran operasional. Kecamatan Wagir terletak strategis antara Kota Malang dan Kecamatan Kepanjen, memberikan akses yang baik ke infrastruktur transportasi utama, dan kedekatan dengan pabrik gula Kebon Agung sebagai sumber bahan baku utama.

### 4. Tenaga Kerja

Ketersediaan sumber daya manusia menjadi hal penting yang harus dipertimbangkan dalam merancang suatu pabrik. Lingkungan yang memiliki lebih banyak sumber tenaga kerja yang memadai tentunya akan lebih ideal untuk dijadikan target pembangunan suatu pabrik, karena akan lebih mudah mempekerjakan masyarakat sekitar dibandingkan masyarakat dari daerah lain.

### 5. Lokasi pemasaran

Selulosa asetat banyak digunakan dalam berbagai bidang sebagai bahan baku atau bahan campuran seperti pada bidang filter rokok, tekstil, film cat, dan kertas. Oleh karena itu, proses pemasaran produk dapat dilakukan dengan cara kerja sama dengan berbagai pihak industri baik dalam negeri maupun hingga luar negeri. Tabel 2.14 merupakan data lokasi target pasar pabrik yang menggunakan selulosa asetat di Indonesia.

**Tabel 2.14** Lokasi Pemasaran Selulosa Asetat

<b>Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>
PT Sri Rejeki Isman Tbk.	Solo, Jawa Tengah
PT Argo Pantas Tbk.	Jakarta Selatan, DKI Jakarta
PT Kusuma Hadi	Karanganyar, Jawa Tengah
PT Nada Surya Tunggal	Semarang, Jawa Tengah
Greenway Textiles	Gresik, Jawa Timur
PT Avia Avian Tbk.	Surabaya, Jawa Timur
PT Wismilak Inti Makmur Tbk.	Surabaya, Jawa Timur
PT Sangat Damai Sejahtera	Sidoarjo, Jawa Timur

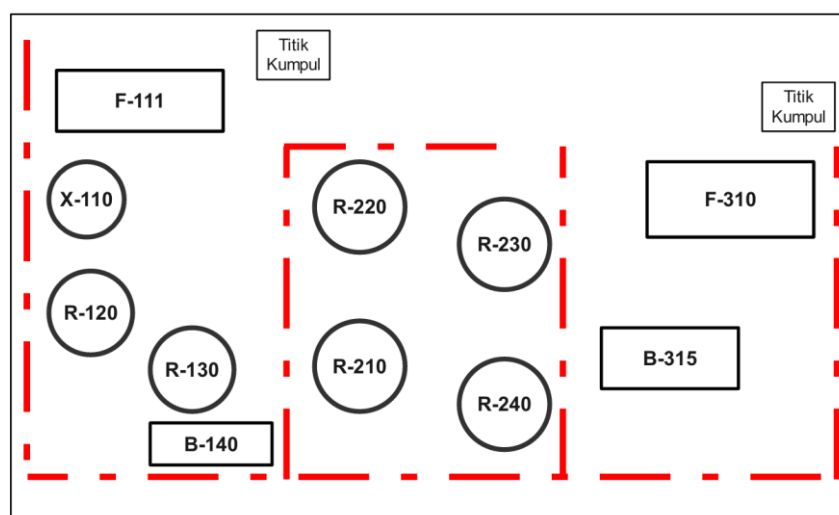
PT Sutrajaya Indahtama	Sidoarjo, Jawa Timur
PT Kenongo Mitra Mandiri	Sidoarjo, Jawa Timur
CV. Filma Malang	Malang, Jawa Timur

### 2.5.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan pengaturan fasilitas-fasilitas produksi dalam sebuah pabrik dengan tujuan agar proses produksinya dapat berlangsung dengan lancar dalam segi aliran material dari suatu proses ke proses berikutnya. Proses yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi harus diletakkan jauh dari bangunan lainnya. Selain itu, kemungkinan ekspansi juga harus dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak. Tata letak Pabrik Selulosa Asetat dari Ampas Tebu dengan Katalis Asam Sulfat Melalui Proses Asetilasi disajikan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Tata Letak Pabrik



**Gambar 2.5** Tata Letak Alat Proses

**BAB 3**  
**NERACA MASSA DAN ENERGI**

**3.1 Neraca Massa**

**3.1.1 Neraca Massa Gudang Bahan Baku Ampas Tebu (F-111)**

**Tabel 3.1** Neraca Massa Gudang Bahan Baku Ampas Tebu (F-111)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<Ampas Tebu>		<Ampas Tebu>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5754,8	0,0365	5754,8	0,0365
Lignin	15300	2877,4	0,1881	2877,4	0,1881
Hemiselulosa	128568	2877,4	0,0224	2877,4	0,0224
Total		11510	0,2469	11510	0,2469
Massa Total		11509,52413		11509,52413	

**3.1.2 Neraca Massa Reaktor *Steam Explosion* (X-110)**

**Tabel 3.2** Neraca Massa Reaktor *Steam Explosion* (X-110)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<1>		<2>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5754,8	0,0365	5754,8	0,0365
Lignin	15300	2877,4	0,1881	2877,4	0,1881
Hemiselulosa	128568	2877,4	0,0224	2877,4	0,0224
Steam	18	277,99	15,444	277,99	15,444
Total		11788	15,691	11788	15,691
Massa Total		11787,51886		11787,51886	

**3.1.3 Neraca Massa *Cyclone* (B-121)**

**Tabel 3.3** Neraca Massa *Cyclone* (B-121)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<2>		<3>		<4>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5754,8	0,0365	0	0	5754,8	0
Lignin	15300	2877,4	0,1881	0	0	2877,4	0
Hemiselulosa	128568	2877,4	0,0224	0	0	2877,4	0
Steam	18	277,99	15,444	277,99	15,444	0	15,444

Total	11788	15,691	227,99	15,444	11510	15,444
Massa Total	11787,51886		11787,51886			

### 3.1.4 Neraca Massa Tangki Pencucian Air I (M-122)

**Tabel 3.4** Neraca Massa Tangki Pencucian Air I (M-122)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<4>		<5>		<6>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5754,8	0,0365	0	0	5754,8	0,0365
Lignin	15300	2877,4	0,1881	0	0	2877,4	0,1881
Hemiselulosa	128568	2877,4	0,0224	0	0	2877,4	0,0224
Air	18	0	0	23019	1278,8	23019	1278,8
Total		11510	0,2469	23019	1278,8	34529	0,2469
Massa Total		34528,5724				34528,5724	

### 3.1.5 Neraca Massa Cooler I (E-124)

**Tabel 3.5** Neraca Massa Cooler I (E-124)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<6>		<7>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	162	5754,8	0,0365	5754,8	0,0365
Lignin	15300	2877,4	0,1881	2877,4	0,1881
Hemiselulosa	132	2877,4	0,0224	2877,4	0,0224
Air	18	23019	1278,8	23019	1278,8
Total		34529	1279,1	34529	1279,1
Massa Total		34528,5724		34528,5724	

### 3.1.6 Neraca Massa Centrifuge I (H-125)

**Tabel 3.6** Neraca Massa Centrifuge I (H-125)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<7>		<34>		<8>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5754,8	0,0365	115,1	0,0007	5639,7	0,0357
Lignin	15300	2877,4	0,1881	57,548	0,0038	2819,8	0,1843
Hemiselulosa	128568	2877,4	0,0224	2819,8	0,0219	57,548	0,0004
Air	18	23019	1278,8	22559	1253,3	460,38	25,577
Total		34529	1279,1	25551	1253,3	8977,4	25,797
Massa Total		34528,5724		34528,5724			

### 3.1.7 Neraca Massa Screw Conveyor (J-126)

**Tabel 3.7** Neraca Massa Screw Conveyor (J-126)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<8>		<9>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5639,7	0,0357	5639,7	0,0357
Lignin	15300	2819,8	0,1843	2819,8	0,1843
Hemiselulosa	128568	57,548	0,0004	57,548	0,0004
Air	18	460,38	25,577	460,38	25,577
Total		8977,4	25,797	8977,4	25,797
Massa Total		8977,428824		8977,428824	

### 3.1.8 Neraca Massa Tangki Pengenceran NaOH (M-127)

**Tabel 3.8** Neraca Massa Tangki Pengenceran NaOH (M-127)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<NaOH>		<10>		<11>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaOH	40	580,26	14,506	0	0	580,26	14,506
Air	18	0	0	34816	1934,2	34816	1934,2
Total		580,26	14,506	34816	1934,2	35396	1948,7
Massa Total		35395,80225				35395,80225	

### 3.1.9 Neraca Massa Reaktor Delignifikasi (R-120)

**Tabel 3.9** Neraca Massa Reaktor Delignifikasi (R-120)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<9>		<11>		<12>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5639,7	0,0357	0	0	5639,7	0,0357
Lignin	15300	2819,8	0,1843	0	0	208,67	0,0136
Hemiselulosa	128568	57,548	0,0004	0	0	57,548	0,0004
Air	18	460,38	25,577	34816	1934,2	35537	1974,3
NaOH	40	0	0	580,26	14,506	0	0
Na-Lignat	17170	0	0	0	0	2930,3	0,1707
Total		8977,4	25,797	35396	1948,7	44373	1974,3
Massa Total		44373,23108				44373,23108	

### 3.1.10 Neraca Massa Tangki Pencucian Air II (M-132)

**Tabel 3.10** Neraca Massa Tangki Pencucian Air II (M-132)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<12>		<13>		<14>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5639,7	0,0357	0	0	5639,7	0,0357
Lignin	15300	208,67	0,0136	0	0	208,67	0,0136
Hemiselulosa	128568	57,548	0,0004	0	0	57,548	0,0004
Air	18	35537	1974,3	88746	4930,4	124284	6904,6
Na-Lignat	17170	2930,3	0,1707	0	0	2930,3	0,1707
Total		44373	1974,5	88746	4930,4	133120	6904,9
Massa Total		133119,6932				133119,6932	

### 3.1.11 Neraca Massa *Centrifuge* II (H-134)

**Tabel 3.11** Neraca Massa *Centrifuge* II (H-134)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<7>		<34>		<8>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5639,7	0,0357	112,79	0,0007	5526,9	0,035
Lignin	15300	208,67	0,0136	4,1734	0,0003	204,49	0,0134
Hemiselulosa	128568	57,548	0,0004	56,397	0,0004	1,151	9E-06
Air	18	124284	6904,6	121798	6766,5	2485,7	138,09
Na-Lignat	17170	2930,3	0,1707	2871,7	0,1673	58,606	0,0034
Total		133120	6904,9	124843	6766,7	8276,8	138,14
Massa Total		133119,6932		133119,6932			

### 3.1.12 Neraca Massa Tangki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (F-135)

**Tabel 3.12** Neraca Massa Tangki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (F-135)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> >		<16>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34	19,313	0,568	19,313	0,568
Air	18	811,16	45,064	811,16	45,064
Massa Total		830,4741514		830,4741514	

### 3.1.13 Neraca Massa Reaktor *Bleaching* (R-130)

**Tabel 3.13** Neraca Massa Reaktor *Bleaching* (R-130)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<15>		<16>		<17>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5526,9	0,035	0	0	5526,9	0,035
Lignin	15300	204,49	0,0134	0	0	102,25	0,0067
Hemiselulosa	128568	1,151	9E-06	0	0	1,151	9E-06
Air	18	2485,7	138,09	811,16	45,064	3307,1	183,73
Na-Lignat	17170	58,606	0,0034	0	0	58,606	0,0034
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34	0	0	19,313	0,568	0	0
Oksidasi Lignin	16660	0	0	0	0	111,34	0,0067
Total		8276,8	138,14	830,47	45,633	9107,3	183,78
Massa Total		9107,269134				9107,269134	

### 3.1.14 Neraca Massa Tangki Pencucian Air III (M-142)

**Tabel 3.14** Neraca Massa Tangki Pencucian Air III (M-142)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<17>		<18>		<19>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5526,9	0,035	0	0	5526,9	0,035
Lignin	15300	102,25	0,0067	0	0	102,25	0,0067
Hemiselulosa	128568	1,151	9E-06	0	0	1,151	9E-06
Air	18	3307,1	183,73	18215	1011,9	21522	1195,6
Na-Lignat	17170	58,606	0,0034	0	0	58,606	0,0034
Oksidasi Lignin	16660	111,34	0,0067	0	0	111,34	0,0067
Total		9107,3	183,78	18215	1011,9	27322	1195,7
Massa Total		27321,8074				27321,8074	

### 3.1.15 Neraca Massa Cooler II (E-144)

**Tabel 3.15** Neraca Massa Cooler II (E-144)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<19>		<20>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	162	5526,9	0,035	5526,9	0,035
Lignin	15300	102,25	0,0067	102,25	0,0067
Hemiselulosa	132	1,151	9E-06	1,151	9E-06
Air	18	21522	1195,6	21522	1195,6
Na-Lignat	17170	58,606	0,0034	58,606	0,0034
Oksidasi Lignin	16660	111,34	0,0067	111,34	0,0067
Total		27322	1195,7	27322	1195,7
Massa Total		27321,8074		27321,8074	

### 3.1.16 Neraca Massa Centrifuge III (H-140)

**Tabel 3.16** Neraca Massa Centrifuge III (H-140)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<20>		<36>		<21>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	157788	5526,9	0,035	110,54	0,0007	5416,3	0,0343
Lignin	15300	102,25	0,0067	2,0449	0,0001	100,2	0,0065
Hemiselulosa	128568	1,151	9E-06	1,1279	9E-06	0,023	2E-07
Air	18	21522	1195,6	21091	1171,7	430,43	23,913
Na-Lignat	17170	58,606	0,034	57,434	0,0033	1,1721	7E-05
Oksidasi Lignin	16660	111,34	0,0067	109,11	0,0065	2,2267	0,0001
Total		27322	1195,7	21371	1171,7	5950,4	23,954
Massa Total		27321,8074		27321,8074			

### 3.1.17 Neraca Massa Tangki Asam Asetat Glasial (F-212)

**Tabel 3.17** Neraca Massa Tangki Asam Asetat Glasial (F-212)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<CH <sub>3</sub> COOH>		<22>		<24>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CH <sub>3</sub> COOH	60	25363	422,72	1876,8	31,279	23486	391,44
Air	18	256,19	14,233	18,957	1,0532	237,24	13,18
Massa Total		25619,26937		25619,26937			

### 3.1.18 Neraca Massa Tangki Aktivasi (F-210)

**Tabel 3.18** Neraca Massa Tangki Aktivasi (F-210)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<alfa selulosa>		<22>		<23>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa	2E+05	5416,3	0,0343	0	0	5416,3	0,0343
Lignin	15300	100,2	0,0065	0	0	100,2	0,0065
Hemiselulosa	1E+05	0,023	2E-07	0	0	0,023	2E-07
Air	18	430,43	23,913	18,957	1,0532	449,39	24,966
Na-Lignat	17170	1,1721	7E-05	0	0	1,1721	7E-05
Oksidasi Lignin	16660	2,2267	0,0001	0	0	2,2267	0,0001
CH <sub>3</sub> COOH	60	0	0	1876,8	31,279	1876,8	31,279
Total		5950,4	23,954	1895,7	32,333	7846,1	56,286
Massa Total		7846,109577				7846,109577	

### 3.1.19 Neraca Massa Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (F-222)

**Tabel 3.19** Neraca Massa Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (F-222)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> >		<25>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	201,7	2,0582	201,7	2,0582
Air	18	4,1164	0,2287	4,1164	0,2287
Massa Total		205,8207687		205,8207687	

### 3.1.20 Neraca Massa Tangki Asam Asetat Anhidrida (F-224)

**Tabel 3.20** Neraca Massa Tangki Asam Asetat Anhidrida (F-224)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O>		<26>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	13111	128,54	13111	128,54
Air	18	267,57	14,865	267,57	14,865
Massa Total		13378,34997		13378,34997	

### 3.1.21 Neraca Massa Reaktor Asetilasi (R-220)

**Tabel 3.21** Neraca Massa Reaktor Asetilasi (R-220)

Komponen	BM	Aliran Masuk								Aliran Keluar	
		<23>		<24>		<25>		<26>		<27>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa Triasetat	280512	0	0	0	0	0	0	0	0	9532,8	0,034
Selulosa	157788	5416,3	0,0343	0	0	0	0	0	0	54,163	0,0003
Lignin	15300	100,2	0,0065	0	0	0	0	0	0	100,2	0,0065
Hemiselulosa	128568	0,023	2E-07	0	0	0	0	0	0	0,023	2E-07
Air	18	449,39	24,966	237,24	13,18	4,1164	0,2287	267,57	14,865	958,31	53,239
Na-Lignat	17170	1,1721	7E-05	0	0	0	0	0	0	1,1721	7E-05
Oksidasi Lignin	16660	2,2267	0,0001	0	0	0	0	0	0	2,2267	0,0001
CH <sub>3</sub> COOH	60	1876,8	31,279	23486	391,44	0	0	0	0	31321	522,02
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0	0	0	0	201,7	2,0582	0	0	201,7	2,0582
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	0	0	0	0	0	0	13111	128,54	2982,2	29,238
Total		7846,1	56,286	23724	404,62	205,82	2,2869	13378	143,4	45154	606,59
Massa Total		45153,83208								45153,83208	

### 3.1.22 Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (R-230)

**Tabel 3.22** Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (R-230)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<17>		<18>		<19>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa Triasetat	280512	9532,8	0,034	0	0	0	0
Selulosa	157788	54,163	0,0003	0	0	54,163	0,0003
Lignin	15300	100,2	0,0065	0	0	100,2	0,0065
Hemiselulosa	128568	0,023	2E-07	0	0	0,023	2E-07
Air	18	958,31	53,239	6768,3	376,01	7130,8	396,15
Na-Lignat	17170	1,1721	7E-05	0	0	1,1721	7E-05
Oksidasi Lignin	16660	2,2267	0,0001	0	0	2,2267	0,0001
CH <sub>3</sub> COOH	60	31321	522,02	0	0	33307	555,12
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	201,7	2,0582	0	0	201,7	2,0582
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	2982,2	29,238	0	0	2982,2	29,238
Selulosa Asetat	239604	0	0	0	0	8142,6	0,034
Total		45154	606,59	6768,3	376,01	51922	982,61
Massa Total		51922,08556				51922,08556	

### 3.1.23 Neraca Massa Tangki Magnesium Asetat (F-242)

**Tabel 3.23** Neraca Massa Tangki Magnesium Asetat (F-242)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> >		<30>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Mg(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	142	495,07	3,4864	495,07	3,4864
Air	18	807,74	44,875	807,74	44,875
Massa Total		1302,809357		1302,809357	

### 3.1.24 Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-240)

**Tabel 3.24** Neraca Massa Reaktor Netralisasi (R-240)

Komponen	BM	Aliran Masuk				Aliran Keluar	
		<29>		<30>		<31>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa Asetat	239604	8142,6	0,034	0	0	8142,6	0,034
Selulosa	157788	54,163	0,0003	0	0	54,163	0,0003
Lignin	15300	100,2	0,0065	0	0	100,2	0,0065

Hemiselulosa	128568	0,023	2E-07	0	0	0,023	2E-07
Air	18	7130,8	396,15	807,74	44,875	7938,5	441,03
Na-Lignat	17170	1,1721	7E-05	0	0	1,1721	7E-05
Oksidasi Lignin	16660	2,2267	0,0001	0	0	2,2267	0,0001
CH <sub>3</sub> COOH	60	33307	555,12	0	0	33552	559,19
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	201,7	2,0582	0	0	201,7	2,0582
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	2982,2	29,238	0	0	2982,2	29,238
Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	142	0	0	495,07	3,4864	205,72	1,4488
MgSO <sub>4</sub>	120	0	0	0	0	244,52	2,0376
Total		51922	982,61	1302,8	48,361	53225	1033
Massa Total		53224,89492				53224,89492	

### 3.1.25 Neraca Massa *Centrifuge* IV (H-312)

**Tabel 3.25** Neraca Massa *Centrifuge* IV (H-312)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<31>		<37>		<32>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa Asetat	239604	8142,6	0,034	162,85	0,0007	7979,7	0,0333
Selulosa	157788	54,163	0,0003	1,0833	7E-06	53,08	0,0003
Lignin	15300	100,2	0,0065	2,004	0,0001	98,198	0,0064
Hemiselulosa	128568	0,023	2E-07	0,0226	2E-07	0,0005	4E-09
Air	18	7938,5	441,03	7779,7	432,21	158,77	8,8206
Na-Lignat	17170	1,1721	7E-05	1,1487	7E-05	0,0234	1E-06
Oksidasi Lignin	16660	2,2267	0,0001	2,1822	0,0001	0,0445	3E-06
CH <sub>3</sub> COOH	60	33552	559,19	32881	548,01	671,03	11,184
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	201,7	2,0582	1,9767	0,0202	0,0403	0,0004
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	2982,2	29,238	2922,6	28,653	59,645	0,5848
Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	142	205,72	1,4488	201,61	1,4198	4,1145	0,029
MgSO <sub>4</sub>	120	244,52	2,0376	4,8903	0,0408	239,62	1,9969
Total		53225	1033	43961	1010,4	9264,3	22,655
Massa Total		53224,89492		53224,89492			

### 3.1.26 Neraca Massa *Spray Dryer* (B-313)

**Tabel 3.26** Neraca Massa *Spray Dryer* (B-313)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
		<32>		<38>		<33>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Selulosa Asetat	239604	7979,7	0,0333	39,899	0,0002	7939,8	0,0331
Selulosa	157788	53,08	0,0003	0,2654	2E-06	52,815	0,0003
Lignin	15300	98,198	0,0064	0,491	3E-05	98,707	0,0064
Hemiselulosa	128568	0,0005	4E-09	2E-06	2E-11	0,0005	4E-09
Air	18	158,77	8,8206	157,98	8,7765	0,7939	0,0441
Na-Lignat	17170	0,0234	1E-06	0,0233	1E-06	0,0233	1E-06
Oksidasi Lignin	16660	0,0445	3E-06	0,0002	1E-08	0,0443	3E-06
CH <sub>3</sub> COOH	60	671,03	11,184	667,68	11,128	3,3552	0,0559
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,0403	0,0004	0,0002	2E-06	0,0401	0,0004
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	59,645	0,5848	59,346	0,5818	0,2982	0,0029
Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	142	4,1145	0,029	4,0939	0,0288	0,0206	0,0001
MgSO <sub>4</sub>	120	239,62	1,9969	1,1981	0,01	238,43	1,9869
Total		9264,3	22,655	930,97	20,525	8333,3	2,1303
Massa Total		9264,3		9264,3			

### 3.1.27 Neraca Massa *Bucket Elevator III* (J-314)

**Tabel 3.27** Neraca Massa *Bucket Elevator III* (J-314)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<33>		<CA>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
S. Asetat	246	7939,8	0,0331	7939,8	0,0331
Selulosa	162	52,815	0,0003	52,815	0,0003
Lignin	15300	98,707	0,0064	97,707	0,0064
Hemiselulosa	132	0,0005	4E-09	0,0005	4E-09
Air	18	0,7939	0,0441	0,7939	0,0441
Na-Lignat	17170	0,0233	1E-06	0,0233	1E-06
Oksidasi Lignin	16660	0,0443	3E-06	0,0443	3E-06
CH <sub>3</sub> COOH	60	3,3552	0,0559	3,3552	0,0559
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,0401	0,0004	0,0401	0,0004
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	0,2982	0,0029	0,2982	0,0029
Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	142	0,0206	0,0001	0,0206	0,0001
MgSO <sub>4</sub>	120	238,43	1,9869	238,43	1,9869
Total		8333,3	8333,3	8333,3	2,1303
Massa Total		8333,3333		8333,3333	

### 3.1.28 Neraca Massa *Storage Tank* Selulosa Asetat (F-310)

**Tabel 3.28** Neraca Massa *Storage Tank* Selulosa Asetat (F-310)

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		<CA>		<CA>	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
S. Asetat	246	7939,8	0,0331	7939,8	0,0331
Selulosa	162	52,815	0,0003	52,815	0,0003
Lignin	15300	97,707	0,0064	97,707	0,0064
Hemiselulosa	132	0,0005	4E-09	0,0005	4E-09
Air	18	0,7939	0,0441	0,7939	0,0441
Na-Lignat	17170	0,0233	1E-06	0,0233	1E-06
Oksidasi Lignin	16660	0,0443	3E-06	0,0443	3E-06
CH <sub>3</sub> COOH	60	3,3552	0,0559	3,3552	0,0559
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	0,0401	0,0004	0,0401	0,0004
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102	0,2982	0,0029	0,2982	0,0029
Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	142	0,0206	0,0001	0,0206	0,0001
MgSO <sub>4</sub>	120	238,43	1,9869	238,43	1,9869
Total		8333,3	2,1303	8333,3	2,1303
Massa Total		8333,3333		8333,3333	

## 3.2 Neraca Energi

### 3.2.1 Neraca Energi *Steam Explosion* (X-110)

**Tabel 3.29** Neraca Energi *Steam Explosion* (X-110)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	282,3693904	Q2	8753,451103
Q3	63916797,6	Q4	62630159,99
		Qv (Steam terbawa valve)	1278166,53
63917079,97		63917079,97	

### 3.2.2 Neraca Energi Tangki Pencucian Air I (M-122)

**Tabel 3.30** Neraca Energi Tangki Pencucian Air I (M-122)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	8753,451103	Q2	491833,7557
Q3	483080,3046		
491833,7557		491833,7557	

### 3.2.3 Neraca Energi Cooler I (E-124)

**Tabel 3.31** Neraca Energi Cooler I (E-124)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	491833,7557	Q2	483362,674
		Qp	8471,081713
491833,7557		491833,7557	

### 3.2.4 Neraca Energi Reaktor Delignifikasi (R-120)

**Tabel 3.32** Neraca Energi Reaktor Delignifikasi (R-120)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	9920,21515	Q2	11936915,96
Q3	734792,6532	Q4	2461304,62
Q5	13655259,37	$\Delta Hr$	1751,66
14399972,24		14399972,24	

### 3.2.5 Neraca Energi Tangki Pencucian Air II (M-132)

**Tabel 3.33** Neraca Energi Tangki Pencucian Air II (M-132)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	11936915,96	Q2	13799359,07
Q3	1862443,116		
13799359,07		13799359,07	

### 3.2.6 Neraca Energi Reaktor Bleaching (R-130)

**Tabel 3.34** Neraca Energi Reaktor Bleaching (R-130)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	276259,0705	Q2	911736,4708
Q3	17023,16301	Q4	115116,7734
Q5	735033,3707	$\Delta Hr$	1462,36
1028315,604		1028315,604	

### 3.2.7 Neraca Energi Tangki Pencucian Air III (M-142)

**Tabel 3.35** Neraca Energi Tangki Pencucian Air III (M-142)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	911736,4708	Q2	1293988,795
Q3	382252,3239		
1293988,795		1293988,795	

### 3.2.8 Neraca Energi Cooler II (E-144)

**Tabel 3.36** Neraca Energi Cooler II (E-144)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	1293988,795	Q2	452385,8986
		Qp	841602,8961
1293988,795		1293988,795	

### 3.2.9 Neraca Energi Tangki Aktivasi (F-210)

**Tabel 3.37** Neraca Energi Tangki Aktivasi (F-210)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	9090,390625	Q2	88830,68333
Q3	20519,83715	Q4	5201,578475
Q5	64422,03403		
94032,26181		94032,26181	

### 3.2.10 Neraca Energi Reaktor Asetilasi (R-220)

**Tabel 3.38** Neraca Energi Reaktor Asetilasi (R-220)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	88830,68333	Q2	1155572,668
Q3	256791,1049	Q6	59838,49829
Q4	1526,61838	$\Delta Hr$	407,37
Q5	127564,7529		
Q7	741105,3764		
1215818,536		1215818,536	

### 3.2.11 Neraca Energi *Spray Dryer* (B-313)

**Tabel 3.39** Neraca Energi *Spray Dryer* (B-315)

Panas Masuk		Panas Keluar	
(kj/jam)		(kj/jam)	
Q1	60524,44855	Q2	7609232,226
Q4	7611990,358	Q3	52736,2258
		Q5	10547,24516
7672514,807		7672514,807	

**BAB 4**  
**SPESIFIKASI ALAT**

**4.1 Spesifikasi Tangki Aktivasi (F-210)**

**Tabel 4.1** Spesifikasi Tangki Aktivasi (F-210)

Spesifikasi Tangki Aktivasi (F-210)	
Alat	= Tangki Aktivasi
Kode	= F-210
Fungsi	= Untuk menggembungkan serat-serat selulosa sehingga didapatkan luas permukaan selulosa yang besar dan akan mempermudah asam sulfat berdifusi dan membantu meningkatkan reaktivitas selulosa asetat terhadap reaksi asetilasi.
Tipe	= Tangki Silinder dengan tutup atas <i>standard dishead</i> dan tutup bawah conical dengan pengaduk.
Bahan	= <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3</i> Tipe 304
Kondisi Operasi	= Tekanan = 1 atm Suhu = 50 °C
Kapasitas Massa	= 7846,1096 kg/jam
Dimensi Tangki	
Kapasitas	= 5,264 m <sup>3</sup> = 1390,686 gal
Jumlah	= 1 Unit
Faktor Pengelasan	= <i>Double Welded butt Joint</i>
<i>Course</i>	= 1
Diameter Luar	= 1,524 m
Diameter Dalam	= 1,514 m
Tinggi Total	= 2,784 m
Tebal tutup atas	= 0,005 m
Tebal tutup bawah	= 0,005 m
Tebal silinder	= 0,005 m
Diameter Nozel	= 0,053 m
Tekanan Desain	= 1,518 psig
Dimensi Pengaduk	
Diameter Impeller	= 0,505 m

Lebar baffle	=	0,151	m
Tinggi dari dasar	=	0,505	m
Lebar daun impeller	=	0,101	m
Panjang Impeller	=	0,126	m
Daya	=	11,615	HP

#### 4.2 Spesifikasi Reaktor Asetilasi (R-220)

**Tabel 4.2** Spesifikasi Reaktor Asetilasi (R-220)

Spesifikasi Reaktor Asetilasi (R-220)	
Alat	= Reaktor Asetilasi
Kode	= R-220
Fungsi	= Untuk mensubstitusi gugus hidroksil (OH) pada selulosa dengan gugus asetil dari anhidrat asetat sehingga membentuk selulosa asetat. Katalis asam sulfat digunakan untuk mempercepat reaksi antara gugus hidroksil pada selulosa asetat dengan asetat anhidrida.
Tipe	= Tangki Silinder dengan tutup atas dan bawah <i>standart dished</i> dengan pengaduk.
Bahan	= <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304</i>
Kondisi Operasi	= Tekanan = 1 atm Suhu = 40 °C
Kapasitas Massa	= 45153,832 kg/jam
Dimensi Mixer	
Kapasitas	= 341,707 m <sup>3</sup> = 90269,355 gal
Jumlah	= 1 Unit
Faktor Pengelasan	= <i>Double Welded butt Joint</i>
<i>Course</i>	= 1
Diameter Luar	= 6,096 m
Diameter Dalam	= 6,086 m
Tinggi Total	= 11,187 m
Tebal tutup atas	= 0,005 m
Tebal tutup bawah	= 0,005 m
Tebal silinder	= 0,005 m
Diameter Nozel	= 0,128 m
Tekanan Desain	= 3,880 psig

Dimensi Pengaduk	
Diameter Impeller	= 2,029 m
Lebar baffle	= 0,609 m
Tinggi dari dasar	= 2,029 m
Lebar daun impeller	= 0,406 m
Panjang Impeller	= 0,507 m
Daya	= 86,327 HP
Dimensi Leg	
Tinggi leg	= 23,351 ft = 7,117 m
Jumlah leg	= 6 buah
Jenis leg	= I Beam 12 x 5 1/4"
Beban setiap leg	= 7525,928 kg
Dimensi Jacket	
Diameter jacket	= 20,083 ft = 6,1214 m
Tinggi jacket	= 10,363 m
Tebal silinder jacket	= 0,1875 in
OD jacket	= 20,000 ft = 6,096 m
Luas permukaan	= 1248,7 m

### 4.3 Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (R-230)

**Tabel 4.3** Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (R-230)

Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (R-230)	
Alat	= Reaktor Hidrolisis
Kode	= R-230
Fungsi	= Untuk mematangkan ( <i>ripening step</i> ) selulosa triasetat menjadi selulosa asetat serta menghentikan reaksi asetilasi dan menghidrolisis sisa asetat anhidrida membentuk asam asetat.
Tipe	= Tangki Silinder dengan tutup atas dan bawah <i>standart dished</i> dengan pengaduk.
Bahan	= <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304</i>
Kondisi Operasi	= Tekanan = 1 atm Suhu = 120 °C
Kapasitas Massa	= 51922,086 kg/jam
Dimensi Mixer	
Kapasitas	= 174,749 m <sup>3</sup>

	=	46163,685	gal
Jumlah	=	1	Unit
Faktor Pengelasan	=	<i>Double Welded butt Joint</i>	
Course	=	1	
Diameter Luar	=	4,877	m
Diameter Dalam	=	4,867	m
Tinggi Total	=	8,946	m
Tebal tutup atas	=	0,005	m
Tebal tutup bawah	=	0,005	m
Tebal silinder	=	0,005	m
Diameter Nozel	=	0,154	m
Tekanan Desain	=	2,790	psig
Dimensi Pengaduk			
Diameter Impeller	=	1,622	m
Lebar baffle	=	0,487	m
Tinggi dari dasar	=	1,622	m
Lebar daun impeller	=	0,324	m
Panjang Impeller	=	0,406	m
Daya	=	46,813	HP
Dimensi Leg			
Tinggi leg	=	19,675	ft = 5,997 m
Jumlah leg	=	6	buah
Jenis leg	=	I Beam 12 x 5 1/4"	
Beban setiap leg	=	8653,824	kg

#### 4.4 Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-240)

**Tabel 4.4** Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-240)

Spesifikasi Reaktor Netralisasi (R-240)	
Alat	= Reaktor Netralisasi
Kode	= R-240
Fungsi	= Untuk menetralkan asam sulfat.
Tipe	= Tangki Silinder dengan tutup atas dan bawah <i>standart dished</i> dengan pengaduk.
Bahan	= <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Tipe 304</i>
Kondisi Operasi	= Tekanan = 1 atm Suhu = 120 °C
Kapasitas Massa	= 53224,895 kg/jam

Dimensi Mixer	
Kapasitas	= 49,236 m <sup>3</sup> = 13006,852 gal
Jumlah	= 1 Unit
Faktor Pengelasan	= <i>Double Welded butt Joint</i>
Course	= 1
Diameter Luar	= 3,200 m
Diameter Dalam	= 3,191 m
Tinggi Total	= 5,865 m
Tebal tutup atas	= 0,005 m
Tebal tutup bawah	= 0,005 m
Tebal silinder	= 0,005 m
Diameter Nozel	= 0,089 m
Tekanan Desain	= 1,774 psig
Dimensi Pengaduk	
Diameter Impeller	= 1,064 m
Lebar baffle	= 0,319 m
Tinggi dari dasar	= 1,064 m
Lebar daun impeller	= 0,213 m
Panjang Impeller	= 0,266 m
Daya	= 17,755 HP
Dimensi Leg	
Tinggi leg	= 14,621 ft = 4,456 m
Jumlah leg	= 6 buah
Jenis leg	= I Beam 12 x 5 1/4"
Beban setiap leg	= 8870,853 kg
Dimensi Jacket	
Diameter jacket	= 10,583 ft = 3,2258 m
Tinggi jacket	= 4,8783 m
Tebal silinder jacket	= 0,1875 in
OD jacket	= 10,500 ft = 3,2004 m
Luas permukaan	= 309,82 m

## BAB 5

### EVALUASI EKONOMI

Dalam rangka menentukan jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan dan menjalankan pabrik, serta melakukan evaluasi kelayakan suatu pabrik, analisis ekonomi menjadi hal yang penting. Terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis ekonomi, antara lain :

#### 5.1 Total Modal

**Tabel 5.1** *Total Capital Investment (TCI)*

No	Komponen <i>Total Capital Investment</i>	Biaya (IDR)
1.	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	Rp 2.371.080.632.655
2.	<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	Rp 592.770.158.164
<b><i>Total Capital Investment (TCI)</i></b>		<b>Rp 2.963.850.790.818</b>

#### 5.2 Ongkos Produksi

**Tabel 5.2** *Total Production Cost (TPC)*

No	Komponen <i>Total Production Cost</i>	Biaya (IDR)
1.	<i>Direct Production Cost</i>	Rp 7.922.081.836.967
2.	<i>Fixed Charge</i>	Rp 272.674.272.755
3.	<i>Overhead</i>	Rp 133.674.331.633
4.	<i>General Expenses</i>	Rp 856.260.711.681
<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>		<b>Rp 9.184.691.153.036</b>

#### 5.3 Keuntungan

**Tabel 5.3** *Annual Cash Flow (ACF)*

No	Komponen <i>Annual Cash Flow</i>	Biaya (IDR)
1.	<i>Net Profit Before Tax (NPBT)</i>	Rp 1.707.882.846.964
2.	<i>Net Profit After Tax (NPAT)</i>	Rp 1.280.912.135.223
3.	<i>Annual Cash Flow</i>	Rp 1.518.020.198.488

#### 5.4 Lama Waktu Pengembalian

Tabel 5.4 *Pay Out Time (POT)*

No	Parameter	Hasil Perhitungan	Syarat Kelayakan	Kesimpulan
1.	<i>Pay Out Time (POT)</i>	1,84 Tahun	( $POT < 1/2$ Umur Pabrik)	Pabrik layak didirikan

#### 5.5 Laju Pengembalian Modal

Tabel 5.5 *Return On Investment (ROI)*

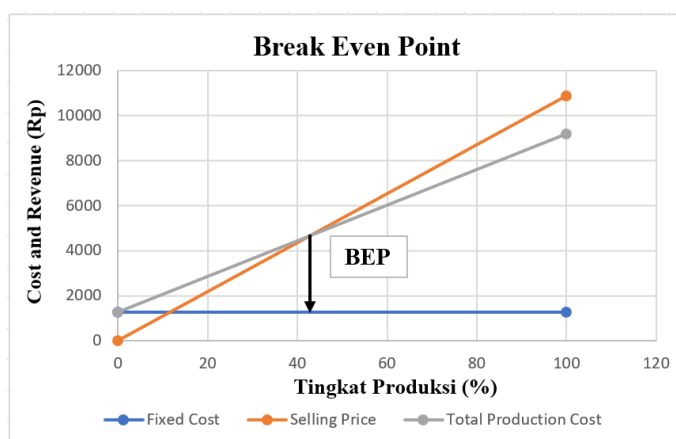
No	Parameter	Hasil Perhitungan	Syarat Kelayakan	Kesimpulan
1.	<i>Return On Investment</i>	54%		

#### 5.6 *Break Even Point (BEP)*

Tabel 5.6 *Break Even Point (BEP)*

No	Parameter	Hasil Perhitungan	Syarat Kelayakan	Kesimpulan
1.	<i>Break Even Point</i>	43%	( $40% < BEP < 60%$ )	Pabrik layak didirikan

Menurut Kusnarjo (2010), pabrik dikatakan layak apabila  $40% < BEP < 60%$ , sehingga nilai BEP pabrik selulosa asetat ini dinyatakan layak untuk didirikan. Grafik BEP dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang dicantumkan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik selulosa asetat dengan kapasitas produksi sebesar 66.000 Ton/tahun.
2. Lokasi pabrik selulosa asetat terletak di Kawasan Industri Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Jawa Timur dengan luas total lahan 137.548,02 m<sup>2</sup>.
3. Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari.
4. Bentuk badan usaha yang direncanakan untuk pabrik selulosa asetat adalah perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 310 orang.
5. Berikut merupakan hasil evaluasi ekonomi :
  - Laba bersih = Rp 1.280.912.135.223
  - Lama waktu pengembalian (POT) = 1,84 tahun
  - Laju pengembalian modal (ROI) = 54%
  - Titik impas (BEP) = 43%
6. Berdasarkan hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik selulosa asetat dengan kapasitas 66.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

#### **6.2 Saran**

Penulis berharap agar pembaca dapat memanfaatkan tugas akhir ini secara maksimal. Diharapkan bahwa hasil karya ini memberikan dampak positif tidak hanya bagi kalangan akademisi di bidang terkait, tetapi juga bagi masyarakat luas. Penulis juga menginginkan karya ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian lanjutan, seiring dengan perkembangan teknologi yang terus bergerak maju.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agreda, V. H., & Zoeller, J. R. (1993a). *Acetic Acid And Its Derivatives* (V. H. Agreda (ed.); 1st Editio). Marcel Dekker, INC. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781482277272>
- Agreda, V. H., & Zoeller, J. R. (1993b). Chemical Industries “Acetic Acid and Its Derivatives.” In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Allen, D. H. (1977). Preliminary chemical engineering plant design., *Engineering and Process Economics*, 2(1), 75–77. [https://doi.org/10.1016/0377-841x\(77\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0377-841x(77)90066-3)
- Anisa, N., Dewi, R., Zulnazri, Sulhatun, & Nurlaila, R. (2022). Pembuatan Glukosa Dari Ampas Tebu Dengan Proses Hidrolisis. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(5), 54. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i5.7955>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2023a). *Luas Area Tanaman Perkebunan Kakao dan Tebu Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur (Ha) 2021 dan 2022*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjU5OCMx/luas-area-tanaman-perkebunan-kakao-dan-tebu-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur--ha---2021-dan-2022.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. (2023b). *Produksi Perkebunan Kakao dan Tebu Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur (Ton), 2021 dan 2022*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjU4MiMx/produksi-perkebunan-kakao-dan-tebu-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur--ton---2021-dan-2022.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2024). Keadaan Angkatan Kerja Kabupaten Malang 2023. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 1*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2024). *Upah Minimum Kabupaten Kota (UMK) dan Provinsi (UMP) di Jawa Timur (Rupiah (Rp)) Tahun 2024-2025*. <https://malangkota.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTI5IzI=/upah-minimum->

kabupaten-kota-umk-dan-provinsi-ump-di-jawa-timur.html

Campbell, K. C., Davis, J. M., Frye, G. E., & Woods, R. e. (1973). *Continuous Secondary Cellulose Ester Process*.

Celanese Chemicals. (2023). *Product Handling Guide “Acetic Acid Anhydride – CAS # 64-19-7.”*

Dharma Pura, I. P. W., & Budiana, I. N. (2020). Kebebasan Penetapan Modal Dasar Perseroan Terbatas Oleh Para Pihak Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2016. *Jurnal Analisis Hukum*, 1(1), 32. <https://doi.org/10.38043/jah.v1i1.238>

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2024a). *Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar), 2023*. Badan Pusat Statistik (Survei Perusahaan Perkebunan). <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMxIzI=/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2024b). *Produksi Tanaman Perkebunan (Ribu Ton), 2023*. Badan Pusat Statistik (Survei Perusahaan Perkebunan). <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMyIzI=/produksi-tanaman-perkebunan--ribu-ton-.html>

Etty Puji Lestari. (2007). Disparitas Efisiensi Teknis Antar Sub Sektor Dalam Industri Manufaktur Di Indonesia, Aplikasi Data Envelopment Analysis. *Jurnal Organisasi Dan Manajemen*, 3(1), 10–26. <https://doi.org/10.33830/jom.v3i1.98.2007>

Fitriyano, G., & Abdullah, S. (2019). Sintesis Selulosa Asetat dari Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Diaplikasikan sebagai Masker Asap Rokok. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–7.

Fordyce, C. R. (1945). Cellulose Esters of Organic Acids. *Advances in Carbohydrate Chemistry*, 1(C), 309–327. [https://doi.org/10.1016/S0096-5332\(08\)60413-0](https://doi.org/10.1016/S0096-5332(08)60413-0)

Gaol, M. roganda L. L., sitorus, R., S, Y., Surya, I., & Manurung, R. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat Dari A -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit.

- Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(3), 33–39. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i3.1447>
- Harahap, N. A. P., Al Qadri, F., Harahap, D. I. Y., Situmorang, M., & Wulandari, S. (2023). Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 4(5), 1444–1450. <https://doi.org/10.47467/elmal.v4i5.2918>
- Hidayati, A. S. D. S. N., Kurniawan, S., Restu, N. W., & Ismuyanto, B. (2016). *Potensi Ampas Tebu Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif*. 3(4).
- Izzo, F. C., Keulen, H. Van, & Carrieri, A. (2022). Assessing the Condition of Complex Poly-Material Artworks by Py-GC-MS: The Study of Cellulose Acetate-Based Animation Cels. *Separations*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/separations9050131>
- Kamel, S., Ali, N., Jahangir, K., Shah, S. M., & El-Gendy, A. A. (2008). Pharmaceutical significance of cellulose: A review. *Express Polymer Letters*, 2(11), 758–778. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2008.90>
- Ketenagakerjaan. (2024). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 16 Tahun 2024 Tentang Penetapan Upah Minimum Tahun 2025*.
- Kuo, C. M., & Bogan, R. T. (1997). *Process For The Manufacture of Cellulose Acetate*.
- Malm, C. J., Blanchard, L. W., & Rochester, N. Y. (1938). United States Patent Office. In *The Palimpsest*. <https://doi.org/10.17077/0031-0360.24332>
- Margono, A., Farmasi, F., & Mada, U. G. (2006). *Sintesis diasetil gamavuton-0 dengan menggunakan asetil klorida sebagai acylating agent as an acylating agent*. 17(1), 25–31.
- Mulyadi, I. (2019). *JURNAL SAINTIKA UNPAM Vol. 1 No. 2 Januari 2019*. 1(2), 177–182.
- Noerati, J. J., Iriani, S., & Kurniawan. (2018). *Isolasi Limbah Ampas Batang Tebu (Sugarcane Bagasse) Sebagai Bahan Baku Alternatif Selulosa*. 16, 18–26.

- Perry's, C. E. H. (2005). Perry's Chemical Engineers' Handbook. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- PT Indo Acidatama Tbk. (2023). *Annual Report and Sustainability Report "Strengthening Innovation through Company Values" PT Indo Acidatama Tbk.*
- PT Magnesium Gosari Internasional. (2024). *Produk Magnesium Asetat, Magnesium Gosari Internasional.*  
<https://magnesiumgosariinternasional.com/produk/>
- PT Petrokimia Gresik. (2023). *Laporan Tahunan Annual Report "Petrokimia Gresik on the Move : Towards a More Innovative & Sustainable Industry."*
- PT Sree International Indonesia. (2024). *Produk Asam Asetat Glasial, PT Sree Intenasional Indonesia.*
- PT Surya Makmur Agung Lestari. (2024). *PT Surya Makmur Agung Lestari.*  
<https://ptsuryamakmuragunglestari.web.indotrading.com/about>
- Ratnani, R. D., Ayuningtyas, R. D., & Maharani, F. (2022). Pengaruh Penambahan Filter Selulosa Acetate Yang Berlubang Pada Bagian Porosnya (Hollow) Pada Karakteristik Kimiawi Substantif Sigaret Kretek Tangan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(2), 58.
- Rochmadi, I., & Rohmah, S. (2019). Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan). *Riset Ekonomi Pembangunan*, 4(2), 161–173.
- Sahadi, Taufiq, O. H., & Wardani, A. K. (2020). Karakteristik Kepemimpinan Ideal Dalam Organisasi. *Jurnal Moderat*, 6(3).
- Santoso, J. (2000). Perseroan Terbatas sebagai Institusi Kegiatan Ekonomi yang Demokratis. *Jurnal Hukum IUS QUIA IUSTUM*, 7(15), 194–203.  
<https://doi.org/10.20885/iustum.vol7.iss15.art15>
- Saputri, L. H., Sukmawan, R., Rochardjo, H. S. B., & Rochmadi. (2018). Isolasi Nano Selulosa dari Ampas Tebu dengan Proses Blending pada Berbagai Variasi Konsentrasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*,

April, 1–6.

- Seto, A. S., & Sari, A. M. (2013). PEMBUATAN SELULOSA ASETAT BERBAHAN DASAR NATA DE SOYA Adityo Sawong Seto 1) , Alvika Meta Sari 1). *Konversi*, 2, 1–12.
- Souhoka, F. A., & Latupeirissa, J. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat (CA). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 58–62. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.5-fen>
- Steven, S. (2019). Peranan Kemandirian Industri Kimia Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Jangka Panjang Indonesia. *Bandung Institue of Technology, February*.
- Tarmizi. (2019). Desain Tarmizi. (2019). Desain Organisasi Dalam Pengembangan Struktur Organisasi Perguruan Tinggi Di Era Industri 4.0. *Jurnal Tahdzibi: Manajemen Pendidikan Islam*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.24853/tahdzibi.4.1.1-14> Organisasi Dalam Pengembangan Strukt. *Jurnal Tahdzibi: Manajemen Pendidikan Islam*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.24853/tahdzibi.4.1.1-14>
- The Business Research Company. (2024). *Cellulose Acetate Global Market Report*. The Business Research Company. <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/cellulose-acetate-global-market-report>
- Towler, G., & Sinnott, R. (2012). *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, Second Edition*. In *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design, Second Edition*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61216-2>
- Triharjono, B. A., Banjarnahor, A. R., Cecep, H., Sari, O. H., Simarmata, N. I. P., Simanjutak, M., & Kato, I. (2021). *Teori Desain Organisasi*.
- Utami, I., Hasan, A., & Junaidi, R. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari A-Selulosa Fiber Cake Kelapa Sawit. *Jurnal Pendidikan Dan*

*Teknologi Indonesia*, 1(9), 357–364. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.86>

Yamashita et al. (1986). *Process for preparing cellulose acetate*.

Yuliatun, S., Attaya, Z., & Febrianto, K. (2024). Optimasi Proses Bleaching Selulosa Ampas Tebu dengan Menggunakan Metode Respon Permukaan. *Indonesian Sugar Research Journal*, 4(1), 43–55. <https://doi.org/10.54256/isrj.v4i1.125>

LAMPIRAN

