

Pra-Rancangan Pabrik Nitroselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun

(Pre-Design of a Nitrocellulose Plant from Palm Oil Empty Fruit Bunches (TKKS) with 15.000 Tons Per Year Capacity)

Thomas Adi Cahyono*, Muhammad Januar Ramadhan, Kudrat Sunandar

Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
Jl Raya Puspatek, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten 15320

Abstrak

Pra Rancangan Pabrik Nitroselulosa dengan bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) di desain dengan kapasitas 15000 TPA. Bahan baku TKKS didapatkan dari beberapa industri pengolahan sawit yang berada di Lubuk Gaung, Kota Dumai. Pabrik ini direncanakan akan dibangun pada tahun 2023 dan diperkirakan akan selesai pada tahun 2025. Peluang yang tersedia untuk produk Nitroselulosa pada tahun 2025 adalah 1.429 ton dengan kapasitas ekonomis 5000 sampai 30000 TPA. Dengan memperhatikan kedua data tersebut maka pabrik Nitroselulosa dipilih dengan kapasitas 15000 TPA, yang diharapkan nantinya dapat mengurangi jumlah impor Nitroselulosa di Indonesia. Rancangan pabrik Nitroselulosa juga akan membutuhkan bahan baku lain seperti asam sulfat yang didapatkan dari PT. Timur raya di Karawang. Kemudian ada asam nitrat dari PT. Multi Nitrotama Kimia, natrium Hidroksida dari PT. Asahimas Chemical. Kebutuhan Hidrogen Peroksida dari PT. Peroksida Indonesia di Karawang dan etanol dari PT. Energi Agro Nusantara di Mojokerto. Proses yang dipilih untuk membuat Nitroselulosa dari TKKS terdiri dari dua tahapan utama yaitu delignifikasi dan tahapan nitrasi. Kemudian produk nitroselulosa yang dihasilkan akan disimpan dalam ethanol. Kebutuhan sarana penunjang (utilitas) pada proses produksi Nitroselulosa yaitu kebutuhan air pendingin sebanyak 45.799,196 kg/jam, kebutuhan air proses sebanyak 59.199,653 kg/jam kebutuhan listrik sebesar 775,751 KWH, dan kebutuhan bahan bakar berupa bio solar sebanyak 3359,0732 L/h. Bentuk badan hukum perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi yang dipakai adalah sistem garis dan staf. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 151 orang. Analisa ekonomi yang dilakukan dengan suku bunga bank sebesar 10%. Kemudian didapatkan total modal investasi Rp 8.187.622.688.656,75 dengan pinjaman bank Rp 2.108.155.238.291,81 dengan internal rate of return (IRR) 27% maka minimum payback period (MPP) 4,527 tahun. Untuk Net Cash Flow at Present Value Rp 869.366.696.419,77, dengan hasil -hasil analisa tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Nitroselulosa layak untuk didirikan (feasible).

Kata kunci : Nitroselulosa, Selulosa, Nitrasi, Delignifikasi

Abstract

Pre-Designed Plant of Nitrocellulose from Palm Empty Fruit Bunch with Production Capacity of 15.000 Ton/Year. PEFB raw materials are obtained from several palm oil industries located in Lubuk Gaung, Dumai City. This plant is planned to built in 2023 and expected to be completed in 2025. Opportunities for Nitrocellulose products in 2025 are 1,429 tons with an economic capacity of 5000 to 30000 TPA. By taking into these two data, a Nitrocellulose plant was chosen with a capacity of 15,000 TPA, which is expected to reduce the amount of Nitrocellulose imports in Indonesia. Nitrocellulose plant also require other raw materials such as sulfuric acid obtained from PT. East highway in Karawang. Then there is nitric acid from PT. Multi Nitrotama Kimia, Sodium Hydroxide from PT. Asahimas Chemical. Hydrogen Peroxide from PT. Peroxide Indonesia in

Karawang and ethanol from PT. Nusantara Agro Energy in Mojokerto. The chosen process to make Nitrocellulose from PEFB consists of two main processes which is delignification and nitration. Then the nitrocellulose produced will be stored in ethanol. The supporting facilities (utilities) in the Nitrocellulose production process such as cooling water is 45,799,196 kg/hour, process water is 59.199,653 kg/hour, electricity is 775,751 KWH, and the fuel needs is 3,359, 0732 l/h. The legal entity form of this company is a Limited Company (Ltd.), with the organizational structure used is a line and staff system. The company is led by a director with total of 151 employees. Economic analysis was carried out with a bank interest rate of 10%. Then obtained a total investment capital of Rp 8.187.622.688.656,75 with bank loans of IDR 2,108,155,238,291.81 with an internal rate of return (IRR) of 27%, the minimum payback period (MPP) is 4.527 years. For the Net Cash Flow at Present Value of Rp 869.366.696.419,77, with the results of the analysis it can be concluded that the Nitrocellulose plant is feasible.

Keywords : Nitrocellulose, Cellulose, Nitration, Delignification

*Penulis Korespondensi.

Alamat E-mail : thomasadi16@gmail.com

1. Pendahuluan

Nitroselulosa merupakan salah satu bahan yang mudah terbakar, dan dihasilkan dari reaksi antara selulosa dengan asam nitrat. Nitroselulosa tidak larut dalam air, akan tetapi larut dalam keton, ester, alkohol dan pelarut lainnya [1]. Nitroselulosa digunakan berdasarkan tingkat nitrasi dan kandungan nitrogen di dalamnya. Jika, nitroselulosa memiliki kandungan nitrogen rendah (<12,2%) umumnya akan digunakan sebagai kosmetika, tinta printer, cat dan *laquers*. Kemudian juga nitroselulosa dimanfaatkan sebagai bahan oksidator pada pembuatan PNC (*Propellant Nitro Cellulose*) untuk isian pendorong proyektil amunisi kecil, sedang dan besar jika kadar nitrogennya tinggi (12,75%) [2]. Bahan baku Nitroselulosa adalah selulosa, sumber selulosa yang umum digunakan adalah kapas akan membutuhkan biaya yang tinggi [3]. Kemudian sumber lain yang sudah digunakan untuk pembuatan nitroselulosa adalah serbuk gergaji [3], rumput alfa [4], serabut kelapa [5] dan kayu akasia [6] [7]. Tetapi dibanding itu semua tandan kosong kelapa sawit (TKKS) secara potensi, relatif lebih besar sebagai bahan baku nitroselulosa. Besarnya potensi TKKS karena ketersediaan di Indonesia yang melimpah. Sumber TKKS adalah industri minyak kelapa sawit, dari 1 ton tandan buah segar (TBS) kelapa sawit akan menghasilkan limbah padat berupa TKKS 23%, cangkang 5,5%, serat 13,5% [8] dalam [9].

Kemudian menurut Dirjen Perkebunan Kementerian Republik Indonesia tahun 2021 Indonesia menempati peringkat satu dunia untuk produsen kelapa sawit terbesar dan luas areal terbesar. Pada tahun 2019 Indonesia memiliki luas perkebunan sawit total adalah 14,456,611 Ha dan produksi kelapa sawit 47,120,247 ton. Jika dari 47

juta ton tersebut 23% menjadi limbah TKKS maka bila TKKS dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan nitroselulosa, tentu ketersediaan bahan baku akan sangat melimpah. Meski demikian sampai saat ini di Indonesia satu-satunya pabrik yang memproduksi nitroselulosa untuk memenuhi kebutuhan pasar adalah PT. Inti Cellulose Utama Indonesia (ICUI). Perusahaan tersebut memiliki kapasitas produksi sebesar 10.000 ton per tahun [11]. Maka Indonesia masih melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Oleh karena itu dibuat penelitian pra-rancangan pabrik nitroselulosa dari tandan kosong kelapa sawit dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Diharapkan pabrik yang direncanakan akan dibuat pada tahun 2023 dan beroperasi pada tahun 2025 dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri walau tidak sampai menghentikan impor, tetapi dapat meningkatkan ekspor ke pasar global. Sehingga dapat meningkatkan pendapatan negara melalui devisa yang dihasilkan dari penjualan produk Nitroselulosa yang memanfaatkan limbah TKKS.

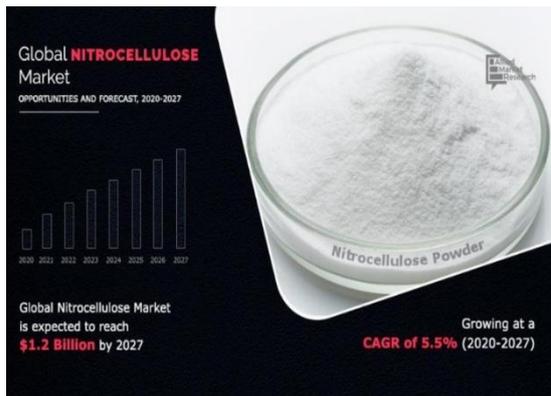
2. Teori Dasar

A. Analisis Pasar

Data yang terdapat dalam analisis pasar diantaranya data produksi dan konsumsi Nitroselulosa di Indonesia. Kemudian juga data impor dan ekspor Nitroselulosa. Menurut Kemenperin, 2014, jumlah produksi Nitroselulosa di Indonesia adalah 10.000 ton per tahun yang juga merupakan kapasitas dari satu-satunya pabrik Nitroselulosa di Indonesia. Sedangkan untuk data konsumsi rata-rata dari tahun 2017 s.d. 2021 adalah 7425,394 ton per tahun dengan persen pertumbuhan rata-rata 6,981%. Untuk data impor dan konsumsi rata-rata pada rentang tahun yang

sama adalah 168,352 ton per tahun dan 3342,958 ton per tahun [12].

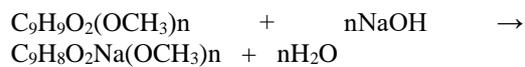
Selain itu, dalam analisis pasar juga melibatkan data kapasitas ekonomis. Untuk kapasitas ekonomis pabrik Nitroselulosa dengan pangsa pasar Asia adalah berkisar pada 5.000 sampai 30.000 ton per tahun [13]–[15]. Kemudian untuk kebutuhan global akan produk nitroselulosa serta prediksi pertumbuhannya terlihat pada Gambar 1.1. Dengan membaca gambar tersebut diketahui nilai kebutuhan nitroselulosa secara global adalah 274776,923 ton.



Gambar 1.1 Proyeksi Pasar Nitroselulosa Global Sumber: [16]

B. Seleksi Proses

Pabrik Nitroselulosa memiliki dua proses utama yaitu proses delignifikasi dan nitrasi. Masing-masing memiliki beberapa variasi proses. Tahapan delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin dari TKKS dengan menggunakan larutan NaOH di dalam reaktor. Lignin ($C_9H_9O_2(OCH_3)_n$) yang terkandung dalam TKKS akan bereaksi dengan NaOH membentuk larutan Na-Lignat ($C_9H_8O_2Na(OCH_3)_n$), dengan reaksi sebagai berikut:



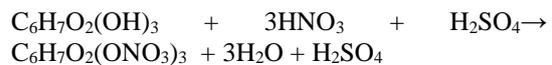
Untuk proses delignifikasi terdapat dua proses untuk perbandingan yaitu proses dari paten Eropa EP2421911B1 [17,18]. Berdasarkan paten untuk melakukan proses delignifikasi dibutuhkan temperatur mencapai $200^\circ C$ pada tekanan 1 atm dengan waktu reaksi 120 menit. Sedangkan menurut Dewanti, 2018 reaksi delignifikasi dapat berlangsung pada temperatur $90^\circ C$ pada tekanan 1 atm dan waktu 180 menit. Dengan penggunaan *delignification agent* yang berbeda antara paten dan jurnal masing-masing menggunakan secara berurutan menggunakan etanol dan soda kaustik.

Untuk proses nitrasi terdapat tiga proses untuk perbandingan yaitu proses dari paten US US2950278 oleh [19], paten WO2008070945A2

[20] dan jurnal milik (Adekunle IM 2010). Berdasarkan paten yang dikemukakan oleh Plunket, proses nitrasi akan tercapai pada temperatur $30^\circ C$, tekanan 1 atm dengan waktu reaksi 30 menit. Menggunakan bahan baku selulosa, HNO_3 dan H_2SO_4 .

Menurut Adekunle reaksi nitrasi untuk pembuatan Nitroselulosa dapat terjadi pada temperatur $15^\circ C$ tekanan 1 atm dengan waktu reaksi 60 menit. Menggunakan bahan baku selulosa AC_2O dan $ACOH$. Sedangkan menurut Graaf, reaksi nitrasi dapat terjadi pada temperatur $30^\circ C$ tekanan 1 atm dengan waktu 25 menit.

Reaksi nitrasi adalah sebagai berikut:



C. Ekonomi Teknik

Sebelum pabrik dapat beroperasi diperlukan dana untuk keperluan pembangunan, pembelian dan pemasangan alat-alat. Termasuk juga untuk menyiapkan lahan dan sebagainya. Hal tersebut merupakan modal yang harus disiapkan. Modal atau *capital investment* adalah sejumlah uang yang harus disiapkan untuk pendirian suatu pabrik. *Capital investment* terbagi menjadi dua yaitu *fixed capital investment* dan *working capital*. Secara garis besar *fixed capital investment* adalah modal untuk mendirikan pabrik beserta peralatan pendukung. Sedangkan *working capital*, adalah modal untuk menjalankan kegiatan operasional pabrik. Umumnya untuk pabrik kimia perbandingan *working capital* dengan investasi kapital total adalah 10:20%. Modal dapat didapatkan dengan modal sendiri dan jumlah pinjaman dari bank. Dengan perbandingan pinjaman dengan modal sendiri yang bervariasi, misal 30:70 atau 40:60. Kemudian terdapat juga sejumlah uang yang dikeluarkan dalam kegiatan pabrik untuk menghasilkan produk yang disebut pengeluaran atau *cost*. Terdapat beberapa macam *cost*, seperti; *manufacturing cost* yang mencakup *fixed charges*, *direct production cost* dan *plant overhead cost*. Selain itu, terdapat juga *general expenses* yang mencakup administrasi pabrik, distribusi dan penjualan, riset dan pengembangan, *financing* dan *gross earning expenses*. Semua pengeluaran tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti; waktu operasi, kebijakan perusahaan, peralatan pabrik, perubahan harga dan kebijakan pemerintah.

Dalam pengeluaran atau *cost* juga dikenal depresiasi dan royalties. Depresiasi merupakan penurunan harga peralatan disebabkan pemakaian dan umur. Sedangkan *royalties* adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk menggunakan hak paten. Setelah menghitung modal dan pengeluaran, maka perlu ditentukan

pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Hal tersebut disebut *feasibility study*. *Feasibility study* meliputi penentuan:

- *Internal rate of return* (IRR), untuk dibandingkan dengan bunga bank.
- *Minimum payback period* (MPP)
- *Break event point* (BEP).

3. Metodologi

Pada pra-rancangan pabrik ini dilakukan pengumpulan data pasar dari produk nitroselulosa. Data tersebut termasuk impor ekspor juga produksi dan konsumsi. Data pabrik yang sudah ada juga dikumpulkan. Kumpulan data pasar tersebut akan diolah untuk menemukan peluang dari produk nitroselulosa, kapasitas ekonomis pabrik, kebutuhan global dan pada akhirnya digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan dibuat.

Setelah mengetahui kapasitas pabrik yang akan dibuat, dipilih lah proses yang sesuai untuk pembuatan Nitroselulosa dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Pemilihan dilakukan dengan membandingkan beberapa proses baik dari jurnal atau pun paten yang ada. Pemilihan teknologi proses dilihat dari beberapa aspek, seperti; waktu reaksi, temperatur dan tekanan reaksi, bahan baku yang digunakan, kemudahan proses dan juga *yield* yang dihasilkan. Penentuan proses ini penting karena akan mempengaruhi alat apa saja yang dibutuhkan dan bahan baku apa saja yang digunakan selain bahan baku utama yaitu TKKS.

Dengan mengetahui alat apa yang dibutuhkan berdasarkan teknologi proses yang dipilih, perancangan alat dapat dilakukan sesuai dengan kapasitas. Ketika semua peralatan dan bahan baku sudah ditentukan maka perlu dilakukan *feasibility study*, untuk menentukan kelayakan pabrik. Maka dari itu, dilakukan penghitungan *Total capital investment*, sistem pemodal, *cost*, penjualan, *net cash flow present value* hingga 10 tahun pabrik beroperasi, IRR, MPP serta BEP.

4. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Pasar

Berdasarkan data yang didapat dari [12], dilakukan pengolahan untuk menemukan *demand* dan *supply* khususnya di tahun pabrik mulai beroperasi. Dengan kedua data tersebut selisihnya adalah nilai peluang pasar untuk Nitroselulosa, yang bernilai 1.429, 65 ton untuk tahun 2025. Dengan peluang yang diketahui dan nilai kapasitas ekonomis serta kebutuhan global, maka dapat ditentukan kapasitas pabrik yang akan dibuat. Kapasitas pabrik nitroselulosa dipilih sebesar 15.000 ton per tahun. Besarnya kapasitas tersebut diharapkan dapat mengisi sebagian dari total

konsumsi di Indonesia, walau tidak bisa menghilangkan impor. Kemudian sisanya difokuskan untuk pasar global.

Tabel 4.1 Tabel Perhitungan Peluang
Tahun 2025

Penawaran (ton)		Permintaan (ton)	
Produksi	10.000	Konsumsi	10.470,386
Impor	497,547	Ekspor	1.456,809
Total	10.497,547		11.927,195
Selisih			1.429,65

B. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik nitroselulosa dari TKKS didasarkan dari beberapa aspek seperti;

- **Pasokan bahan baku**, provinsi Riau merupakan daerah perkebunan kelapa sawit paling luas di Indonesia. Terdapat kurang lebih 6 perusahaan produsen kelapa sawit yang menghasilkan limbah TKKS di Kawasan Industri Lubuk Gaung, Dumai, Riau.
- **Lokasi dan fasilitas transportasi**, sekitar kawasan industri Lubuk Gaung memiliki akses yang mudah dengan transportasi laut.
- **Tenaga kerja**, Provinsi Riau memiliki beberapa perguruan tinggi yang dapat menjadi sumber ketersediaan tenaga kerja.
- **Utilitas**, utilitas di sekitar kawasan industri Lubuk Gaung cukup tersedia. Mulai dari listrik yang mampu di suplai oleh PLTU Dumai dengan kapasitas 2x 100 MW [22].. Untuk kebutuhan air dapat memanfaatkan sumber air disekitar seperti sungai Panebah, Rainis, Sumai, Nyiur, Sair dan Rupert [23].
- **Ketersediaan tanah**, di sekitar kawasan industri Lubuk Gaung terdapat tanah yang cocok, iklimnya pun tidak terlalu panas berkisar berkisar 26,2 °C sampai 29,1 °C. Dapat terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gambar peta satelit lokasi
Sumber : Google

C. Seleksi Proses

Dengan mengumpulkan beberapa variasi untuk perbandingan, maka dapat dilakukan

pemilihan teknologi yang akan digunakan. Untuk proses delignifikasi yang memproduksi selulosa dengan mempertimbangkan suhu yang lebih rendah dan rasio bahan kimia yang lebih sedikit, maka dipilih teknologi delignifikasi yang dikemukakan oleh Dewanti, 2018. Rangkuman dari teknologi proses delignifikasi tercantum dalam tabel 4.2.

Proses nitrasi yang akan menghasilkan nitroselulosa padat dipilih dengan mempertimbangkan waktu reaksi, *yield* dan suhu reaksi. Dari ketiga faktor tersebut yang paling menguntungkan adalah teknologi proses yang dikemukakan oleh [20] dalam paten WO2008070945A2. Rangkuman dari teknologi proses nitroselulosa tercantum dalam tabel 4.3.

Tabel 4.2 Ringkasan Teknologi Delignifikasi

Dewanti, 2018	
Tahun	2018
Bahan baku	Biomassa (TKKS)
Rasio bahan	5:1
Kondisi operasi	T : 90°C ; P : 1 atm, t: 180 menit
Alat utama	Reaktor Delignifikasi Reaktor Bleaching
Sifat Bahan Baku	NaOH (Korosif) H ₂ O ₂ (Korosif)

Tabel 4.2 Ringkasan Teknologi Proses Nitrasi
WO 2008070945

WO 2008070945	
Tahun	2008
Bahan baku	Selulosa, HNO ₃ , H ₂ SO ₄
Rasio bahan/mixed acid	1:9
Kondisi operasi Nitrasi	T : 30°C ; P : 1 atm, t : 25 menit
Limbah	HNO ₃ H ₂ SO ₄ H ₂ O NaSO ₄ NaNO ₃ NaOH Mixed Acid Tank Reaktor nitrasi
Alat utama	Alkaline Washing Tank Alcoholization
Yield	142 – 147%
Sifat Bahan Baku	Korosif (Mixed Acid)

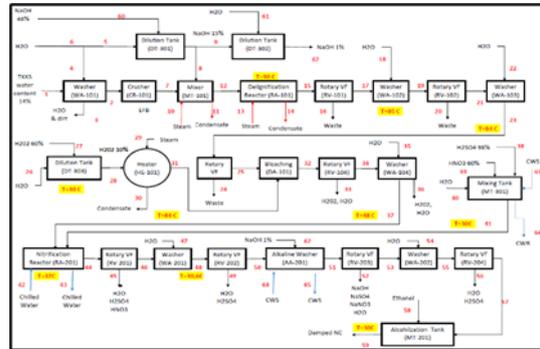
D. Perancangan Proses Pabrik Nitroselulosa

Secara garis besar pembuatan nitroselulosa akan melalui 9 tahapan, yaitu:

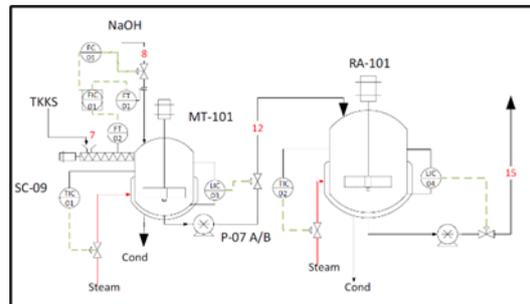
- Tahapan Perlakuan Awal TKKS
- Tahapan Delignifikasi TKKS
- Tahapan Pencucian dan Pemisahan Selulosa 1
- Tahapan *Bleaching*
- Tahapan Pencucian dan Pemisahan Selulosa 2
- Tahapan Penyiapan *Mixed Acid (sulpho - nitrate mixture)*
- Tahapan Nitrasi
- Tahapan Pencucian dan Pemisahan Nitroselulosa

• Tahapan Alkoholisasi

Dari 9 tahapan proses tersebut tercakup dalam diagram alir pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Blok Proses Produksi Nitroselulosa dari TKKS



Gambar 4.3 Diagram Pengendalian RA-101 dan MT-101

E. Pengendalian Alat Utama

Alat utama dalam pabrik nitroselulosa adalah reaktor delignifikasi (RA-101). Pada reaktor RA-101 menggunakan jaket pemanas karena reaksi delignifikasi merupakan reaksi endotermis. Umpan masuk reaktor juga dilakukan *pre-mixing* dan *pre-heating* terlebih dahulu pada alat pengaduk (MT-101).

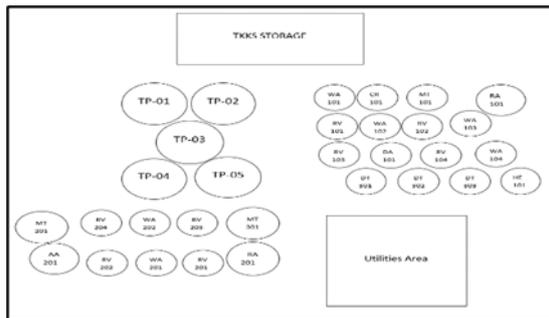
Pada alat MT-101 TKKS yang sudah dihancurkan akan dicampurkan dengan NaOH 15% dengan rasio NaOH dengan TKKS 5:1 (*set point*). Perbandingan tersebut diatur dengan menggunakan bukaan valve NaOH dan besaran *stroke screw conveyor* SC-09 kedua hal tersebut merupakan *manipulated variable* (MV). Sedangkan, besaran *process variable*-nya adalah laju alir NaOH dan laju alir TKKS. Instrumen yang digunakan adalah *flow transmitter* (FT-01 dan FT-02), fungsi penghitung rasio pada *distributed control system* (FY-01).

Suhu pada RA-101 dan MT-101 dikendalikan dengan menggunakan *transmitter indicator controller* (TIC-01 dan 02) yang mengatur bukaan valve *steam* pemanas. Kemudian ketinggian cairan pada RA-101 dan MT-101 juga dijaga agar tidak *overflow* atau pun kehilangan *level* yang dapat menyebabkan kavitasi pompa. Untuk diagram pengendalian yang

mencakup instrumentasi pada alat MT-101 dan RA-101 terdapat dalam gambar 4.3.

F. Tata Letak Alat dan Pabrik

Tata letak alat dan pabrik perlu diperhitungkan demi aspek keselamatan, efisiensi lahan dan aksesibilitas. Tata letak alat menggunakan tata letak bersilang, dapat terlihat pada gambar 4.4. Sedangkan, untuk tata letak pabrik dapat dilihat pada gambar 4.5. Pada tata letak pabrik sudah diperhitungkan lahan untuk ekspansi dan ruang hijau minimal 20% dari luas pabrik.



Gambar 4.4 Tata Letak Alat

G. Aspek K3 dan Lingkungan

Keselamatan dan kesehatan dalam berkerja adalah hal yang utama. Maka dari itu dalam perancangan pabrik nitroselulosa ini perlu mempertimbangkan aspek *safety, health* dan *environment*.

Beberapa contoh penerapannya adalah pada alat *crusher* TKKS (CR-101) yang menghasilkan debu dan sumber bahaya putaran, diberi pelindung dan mengurangi lontaran sisa TKKS. Para pekerja juga diwajibkan menggunakan APD yang memadai.

Sedangkan, untuk sumber-sumber panas yang ada pada pabrik seperti jalur perpipaan untuk *steam* dan jaket pemanas, harus dilapisi dengan insulasi. Hal tersebut dimaksudkan agar tidak dapat melukai pekerja dan mencegah panas terlepas.

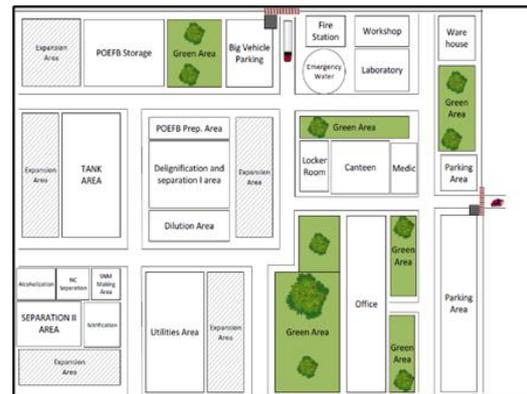
Kemudian limbah yang terlepas ke lingkungan juga perlu dihindari. Untuk menghindari hal tersebut, digunakan dike untuk menghindari *spill*. Untuk emisi gas yang keluar dari *boiler* seperti CO₂, CO dan NO_x, digunakan teknologi absorpsi dengan membran berpori [24].

H. Analisis Kelayakan Pabrik

Untuk perhitungan kelayakan pabrik *feasibility study*, perlu ditetapkan beberapa asumsi. Seperti; pabrik dibangun pada 2023 diharapkan mulai beroperasi tahun 2025, proses kontinyu, jumlah kerja 330 hari, untuk *maintenance* 35 hari dalam satu tahun, umur alat 10 tahun, suku bunga 10%. Kemudian *salvage*

value 10% dari FDCI (*fixed direct capital investment*) tanpa harga tanah.

Hasil perhitungan untuk *fixed cost* pabrik nitroselulosa adalah Rp 5.881.303.257.234,8 dan untuk *working capital* sebesar Rp 2.306.319.431.454,5. Dengan sistem permodalan 25,7% pinjaman dari bank dengan bunga 10% dan 74,3% modal sendiri. Kemudian setelah dilakukan perhitungan didapat lah bahwa nilai IRR sebesar 27%, BEP tahun pertama dan ketiga adalah 55,2% dan 40,57%. Nilai MPP pabrik ini adalah 4,527 tahun atau 4 tahun 8 bulan, dengan nilai NCFPV tahun ke-5 Rp 869.366.696.419,77.



Gambar 4.5 Tata Letak Pabrik

5. Kesimpulan

Berdasarkan pra-rancangan pabrik yang dilakukan, maka didapat kesimpulan seperti:

1. Pabrik nitroselulosa dari TKKS dibuat dengan kapasitas 15.000 ton per tahun.
2. Lokasi pendirian adalah di sekitar kawasan industri Lubuk Gaung, Dumai, Riau.
3. Dari hasil analisis pasar diketahui
 - a. IRR sebesar 27% dari bunga bank 10%.
 - b. BEP tahun pertama adalah 55,2%
 - c. BEP tahun ketiga adalah 40,57%
 - d. MPP pabrik ini adalah 4 tahun 8 bulan.
 - e. Nilai NCFPV positif

Dengan demikian pra-rancangan pabrik nitroselulosa dari tandan kosong kelapa sawit dengan kapasitas 15.00 ton per tahun layak untuk dipertimbangkan pendiriannya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan penulis kepada rekan kerja dan pembimbing serta pihak-pihak yang telah membantu proses pra-rancangan pabrik ini.

Daftar Simbol

- P = tekanan, atm
T = suhu operasi, C
t = waktu, menit

Daftar Pustaka

- [1] Purnawarman, 'Optimasi Proses Nitrasi pada Pembuatan Nitro Selulosa dari Serat Limbah Industri Sagu', Yogyakarta, 2010.
- [2] B. Vogeslanger and R. Sopranetti, 'The New Nato Standard For Nitrocellulose Testing', *STANAG 4178*, vol. 2. Rheinmetall Nitrochemie, 2010.
- [3] Adekunle IM, 'Production of cellulose nitrate polymer from sawdust', *E-Journal of Chemistry*, vol. 7, no. 3, pp. 709–716, 2010.
- [4] D. Trache, K. Khimeche, A. Mezrua, and M. Benziane, 'Physicochemical properties of microcrystalline nitrocellulose from alfa grass fibres and its thermal stability', *Journal of Thermal Analysis Calorimetry*, vol. 124, no. 3, pp. 1485–1496, 2016.
- [5] Y. Mulyadi, Setiadi, and B. Kusmartono, 'Optimasi Proses Nitrasi Pada Pembuatan Nitro selulosa Dengan Memanfaatkan Limbah Serabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Dalam Upaya Mewujudkan Sumber Energi Bersih dan Terbarukan', in *Prosiding Seminar Nasional XII 'Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017'*, 2017.
- [6] D. Khai, P. Nhan, and T. Hoanh, 'Synthesis and Characteristics of the Nitrate Celluloses from Acacia Cellulose', in *The 5th Academic Conference on Natural Science for Young Scientists*, 2017.
- [7] E. Mayori, A. Nadia, R. Oktovianus Bura, and P. Penelitian Sumber Daya Lahan Basah untuk Lingkungan yang Berkelanjutan, 'PENGEMBANGAN TEKNOLOGI DAN MATERIAL AWAL NITROSELULOSA SEBAGAI ISIAN PROPELAN BERBASIS LIMBAH KELAPA SAWIT Development of Technology and Raw Material of Nitrocellulose as Propellant Substance Based on Palm Oil Wastes', *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, vol. 4, pp. 317–322, 2019.
- [8] F. Abnisa, A. Arami-Niya, W. M. A. Daud, J. Sahu, and M. Noor, 'Utilization of oil palm tree residues to produce bio-oil and bio-char via pyrolysis', *Energy Convers*, vol. 76, pp. 1073–1082, 2013.
- [9] R. Novia Yanti and I. L. Hutasuhut, 'POTENSI LIMBAH PADAT PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI PROVINSI RIAU', *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, vol. 15, no. 2, pp. 1–11, Nov. 2020, doi: 10.31849/forestra.v15i2.4696.
- [10] Dirjen Perkebunan Kementerian Republik Indonesia, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021.
- [11] Kemenperin, 'Kemenperin: Menperin Menerima Komisaris PT Inti Celluloseutama Indonesia', 2014. <https://www.kemenperin.go.id/artikel/8451/Menperin-Menerima-Komisaris-PT-Inti-Celluloseutama-Indonesia> (accessed Nov. 07, 2022).
- [12] United Nations, 'UN Comtrade'. <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=M&CommodityCodes=391220&Partners=360&Reporters=all&period=2021&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus> (accessed Nov. 07, 2022).
- [13] Made-in China, 'China Nitrocellulose Manufacturer, Pyroxyling, Nitrocotton Supplier - Hengshui Orient Chemical Co., Ltd.', 2014. <https://www.made-in-china.com/showroom/hblw3180> (accessed Nov. 08, 2022).
- [14] Korea CNC, 'Korea CNC Co., Ltd.' <http://www.eng.korea-nc.co.kr/main/sub.html?pageCode=1> (accessed Nov. 08, 2022).
- [15] Nitrocellulose Group, 'Nitrocellulose Group', 2019. <https://www.nitrocellulose.com/overview.php> (accessed Nov. 08, 2022).
- [16] M. Snehal, D. Rutuja, and P. Eswara, 'Nitrocellulose Market by Product and Application: Global Opportunity Analysis and Industry Forecat, 2020-2027', 2021, Accessed: Nov. 05, 2022. [Online]. Available: <https://www.alliedmarketresearch.com/nitrocellulose-market-A10608>
- [17] F. A. Dottori, R. Benson, and R.-O. Benech, 'SEPARATION OF REACTIVE CELLULOSE FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS WITH HIGH LIGNIN CONTENTq', 2012.
- [18] D. P. Dewanti, 'Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan', Tangerang Selatan, 2018.
- [19] W. L. Plunket, 'Manufacture of Nitrocellulose', 1960.
- [20] E. van der Graaf, 'Nitrocellulose-WO2008070945A2', Jun. 2008.
- [21] D. P. Dewanti, 'Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

- untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan', Tangerang Selatan, 2018.
- [22] R. Widayati, 'Presiden Jokowi Resmikan Dua PLTU di Riau Akhir 2016 - Bisnis Tempo.co', 2016. Accessed: Nov. 15, 2022. [Online]. Available: <https://bisnis.tempo.co/read/819632/presiden-jokowi-resmikan-dua-pltu-di-riau-akhir-2016>
- [23] R. Defriza, *KAJIAN PENGARUH KAWASAN INDUSTRI TERHADAP KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR DI KELURAHAN LUBUK GAUNG KECAMATAN SUNGAI SEMBILAN KOTA DUMAI*. Pekanbaru: Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, 2020.
- [24] N. Harihastuti, I. N. Widiassa, S. Djayanti, D. Harsono, and I. R. J. Sari, 'Pengurangan Emisi CO₂ Pada Gas Buang Boiler Dengan Teknologi Absorpsi Melalui Membran Serat Berpori', *Jurnal Riset Industri*, vol. IV, no. 1, pp. 57–66, 2010.