

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK *CELLULOSE NANO CRYSTALS*
(CNC) DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 200 TON/TAHUN**



FACHRUL ROZY

1610017411019

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
FEBRUARI 2021**

UNIVERSITAS BUNG HATTA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu di muka bumi ini, sehingga pada kesempatan ini berkat keridha'an dan bantuan-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pra Rancangan Pabrik *Cellulose Nanocrystals* (CNC) dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kapasitas Produksi 200 Ton/ Tahun.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Ibu Ellyta Sari, ST, MT, selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Pasymi, ST., MT., selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberi dukungan moral dan material, serta selalu membimbing penulis baik secara lisan maupun tindakan. Yang selalu menasihati penulis dan memberikan arahan – arahan semenjak masa kanak – kanak, hingga saat ini.
6. Kepada Fachrul Rozy selaku *partner* Tugas Akhir penulis. Berkat bantuan dan kerja kerasnya sehingga T.A ini dapat diselesaikan.

7. Rekan-rekan di Teknik Kimia 16 sekalian yang telah mendukung dan menyemangati penulis hingga saat ini, serta telah memberikan pelajaran – pelajaran hidup besar dan pengalaman – pengalaman menarik yang akan selalu penulis kenang.
8. Rekan-rekan di Teknik Kimia sekalian yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat atau hanya sekedar membagi canda dan tawa.
9. Kepada Generation Survive SMA-IT Insan Cendekia Boarding School angkatan 1 yang telah memberikan pengalaman – pengalaman yang berkesan semasa masa SMA penulis dan telah membantu penulis dalam membentuk karakter diri hingga saat ini. Semoga teman – teman selalu sehat dan sukses selalu kedepannya kelak, serta dapat selalu memberikan manfaat kepada masyarakat.
10. Serta penulis berterimakasih kepada teman – teman yang selakunya tidak dapat penulis sebutkan satu.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas	3
1.2.1. Kebutuhan Pasar di Canada untuk <i>Cellulose Nanocrystals</i> (CNC).....	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3. Kapasitas Minimum dari Pabrik yang Telah Berdiri	5
1.2.4. Kapasitas Produksi Pabrik CNC	6
1.3. Lokasi Pabrik	6
1.3.1. Alternatif Lokasi I (Tanjung Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau).....	7
1.3.2. Alternatif Lokasi II (Bunut, Kota Kisaran Barat, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara).....	9
1.3.3. Alternatif Lokasi III (Kumba, Kecamatan Jagoi Babang, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat)	11
1.3.4. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	13
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1. Tinjauan Umum.....	15
2.1.1. Selulosa	15

2.1.2.	Hemiselulosa	16
2.1.3.	Lignin.....	17
2.1.4.	Teknologi nano (nanotechnology)	18
2.1.5.	Nanokristalin Selulosa	18
2.2.	Tinjauan Proses.....	19
2.3.	Sifat Fisik dan Kimia.....	22
2.3.1.	Bahan Baku	22
2.3.2.	Bahan Penunjang.....	23
2.4.	Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan Produk	26
BAB III. TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES		29
3.1.	Tahapan Proses dan Blok Diagram	29
3.1.1.	Tahapan Proses.....	29
3.1.2.	Blok Diagram	29
3.2.	Deskripsi Proses dan <i>Flowsheet</i>	31
3.2.1.	Deskripsi Proses	31
3.2.2.	<i>Flowsheet</i> Proses Produksi	33
BAB IV. NERACA MASSA DAN ENERGI		35
4.1.	Neraca Massa.....	35
4.1.1.	Bak Perendaman.....	35
4.1.2.	<i>Shredder and Press</i> (SP-1401).....	36
4.1.3.	Tangki Pelarutan NaOH	37
4.1.4.	<i>Digester</i> (DG-2601).....	37
4.1.5.	<i>Rotary Vacum Filter</i> (RVF-2701).....	38
4.1.6.	<i>Bleacher I</i> (R-3801)	39
4.1.7.	<i>Washer I</i> (RVF-3702).....	40
4.1.8.	<i>Bleacher II</i> (R-3802).....	41
4.1.9.	<i>Washer II</i> (RVF-3705).....	42
4.1.10.	<i>Rotary Dryer</i> (RD-4801)	43

4.1.11. Tangki Pelarutan H_2SO_4	43
4.1.12. Mixing Tank (MT-4803)	44
4.1.13. <i>Netralizer Reaktor</i> (R-4804)	44
4.1.14. <i>Centrifuge</i> (C-4101)	45
4.1.15. Tangki pelarutan Cellulose Nanocrystals (MT-4704)	45
4.1.16. <i>Ultrafiltrasi</i> (UH-4111)	46
4.1.17. <i>Spray Dryer</i> (SD-4121)	47
4.2. Neraca Energi	47
4.2.1. <i>Digester</i>	47
4.2.2. <i>Rotary Vacum Filter</i>	48
4.2.3. <i>Bleacher I</i>	48
4.2.4. <i>Washer 1</i>	49
4.2.5. <i>Bleacher II</i>	49
4.2.6. <i>Washer II</i>	50
4.2.7. <i>Rotary Dryer</i>	50
4.2.8. Mixing Tank	51
4.2.9. <i>Netralizer Reactor</i>	51
4.2.10. <i>Spray Dryer</i>	52
BAB V. UTILITAS	53
5.1. Unit Penyediaan Listrik	53
5.2. Unit Penyediaan Air	55
5.2.1. Air Sanitasi	55
5.2.2. Air Proses dan Air Umpan <i>Boiler</i>	59
5.2.3. Air Pendingin	64
5.3. Unit Pembangkit <i>Steam</i>	64
5.3.1. <i>Daerator</i>	64
5.3.2. <i>Boiler</i>	65
5.4. Unit Pengolahan Limbah	66
BAB VI. SPESIFIKASI PERALATAN	69

6.1. Spesifikasi Peralatan Utama	69
6.1.1. Warehouse	69
6.1.2. Shereeder and Press	70
6.1.3. Digester.....	70
6.1.4. Rotary Vacum Filter	72
6.1.5. Bleacher I	72
6.1.6. Rotary Vacum Filter	73
6.1.7. Bleacher II	73
6.1.8. Rotary Vacum Filter	74
6.1.9. Screw Conveyor.....	75
6.1.10. Rotary Dryer.....	76
6.1.11. Mixing Tank.....	76
6.1.12. Tangki Pelarutan H ₂ SO ₄	77
6.1.13. Netralizer Reactor	78
6.1.14. Centrifuge	79
6.1.15. Tangki Pelarutan Cellulose Nanocrystals.....	80
6.1.16. Ultrafiltrasi.....	81
6.1.17. Spray Dryer	81
6.1.18. Storage Tank Cellulose Nanocrystals.....	82
6.1.19. Pompa Slurry	83
6.1.20. Pompa Sentrifugal.....	83
6.2. Spesifikasi Peralatan Utilitas	84
6.2.1. Pompa Alat Pengolahan Air	84
6.2.2. Screening	85
6.2.3. Bak Pengendapan Awal	86
6.2.4. Tangki Pelarutan PAC	87
6.2.5. Tangki Koagulasi	87
6.2.6. Tangki Flokulasi.....	88
6.2.7. Tangki Sedimentasi.....	89
6.2.8. Sand Filter	89

6.2.9. <i>Carbon Filter</i>	90
6.2.10. Bak Penampung Air Bersih	90
6.2.11. <i>Mix Bed Ion Exchange</i>	91
6.2.12. Tangki Air Demin	91
6.2.13. <i>Cooling Tower</i>	92
6.2.14. <i>Daerator</i>	92
6.2.15. <i>Boiler</i>	93

**BAB VII. TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN,
KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP) 95**

7.1. Tata Letak Pabrik	95
7.2. Kesehatan, Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup	99
7.2.1. Sebab – Sebab Terjadinya Kecelakaan	100
7.2.2. Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja	101
7.2.3. Jenis – Jenis Dan Tindakan Untuk Menghindari/Mengurangi Kecelakaan Kerja	101
7.2.4. Peraturan – Peraturan Pemerintah Terkait Dengan K3	102
7.2.5. Alat Pelindung Diri (APD)	103
7.2.6. Macam – Macam Alat Pelindung Diri	104

BAB VIII. ORGANISASI PERUSAHAAN 108

8.1. Bentuk Perusahaan	108
8.2. Struktur Organisasi	108
8.3. Tugas dan Wewenang	109
8.3.1. Pemegang Saham	110
8.3.2. Dewan Komisaris	110
8.3.3. Direktur	110
8.3.4. Kepala Bagian	111
8.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	114
8.5. Sistem Kerja	115

8.5.1. Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	115
8.5.2. Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	115
8.6. Jumlah Karyawan	115
8.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	117
BAB IX. ANALISA EKONOMI	121
9.1. <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	121
9.2. Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>).....	122
9.3. Harga Jual (<i>Total Sales</i>).....	122
9.4. Tinjauan Kelayakan Pabrik.....	123
9.4.1. Laba Kotor dan Laba Bersih.....	123
9.4.2. Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of return</i>).....	123
9.4.3. Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>)	123
9.4.4. Titik Impas (<i>Break Even Point</i>)	124
BAB X. TUGAS KHUSUS	125
10.1. Pendahuluan.....	125
10.2. Ruang Lingkup Rancangan.....	125
10.3. Rancangan.....	126
10.4. Kesimpulan Rancangan.....	154
BAB XI. KESIMPULAN DAN SARAN	158
11.1. Kesimpulan	158
11.2. Saran.....	159

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan <i>Cellulose Nanocrystals</i> (CNC) di Canada	3
Tabel 1.2 Data produksi kelapa sawit di Indonesia	4
Tabel 1.3 Kapasitas pabrik CNC yang telah berdiri di dunia	6
Tabel 1.4 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kuantitatif	13
Tabel 1.5 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kualitatif	14
Tabel 2.1 Spesifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	26
Tabel 2.2 Spesifikasi Natrium Hidroksida (NaOH)	26
Tabel 2.3 Spesifikasi Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂).....	27
Tabel 2.4 Spesifikasi Asam Sulfat (H ₂ SO ₄).....	27
Tabel 2.5 Spesifikasi Air (H ₂ O).....	27
Tabel 2.6 Spesifikasi <i>Cellulose Nanocrystals</i> (CNC)	28
Tabel 4.1 Neraca Massa Bak Perendaman TKKS	36
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Shreeder and Press</i>	36
Tabel 4.3 Neraca Massa Tangki Pelarutan NaOH.....	37
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Digester</i>	38
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Washer</i>	38
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Bleacher I</i>	39
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Washer I</i>	40
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Bleacher II</i>	41
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Washer II</i>	42

Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	43
Tabel 4.11 Neraca Massa Tangki Pelarutan H_2SO_4	43
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i>	44
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Netralizer Reactor</i>	45
Tabel 4.14 Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	45
Tabel 4.15 Neraca Massa Tangki Pelarutan <i>Cellulose Nanocrystals</i>	46
Tabel 4.16 Neraca Massa Ultrafiltrasi	46
Tabel 4.17 Neraca Massa <i>Spray Dryer</i>	47
Tabel 4.18 Neraca Energi Digester	48
Tabel 4.19 Neraca Energi <i>Washer</i>	48
Tabel 4.20 Neraca Energi <i>Bleacher I</i>	48
Tabel 4.21 Neraca Energi <i>Washer I</i>	49
Tabel 4.22 Neraca Energi <i>Bleacher II</i>	49
Tabel 4.23 Neraca Energi <i>Washer II</i>	50
Tabel 4.24 Neraca Energi <i>Rotary Dryer</i>	50
Tabel 4.25 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i>	51
Tabel 4.26 Neraca Energi <i>Netralizer Reactor</i>	51
Tabel 4.27 Neraca Energi <i>Spray Dryer</i>	52
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik	54
Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Dumai	55
Tabel 5.3 Syarat Air Sanitasi	56
Tabel 5.4 Media dalam <i>sand filter</i>	59

Tabel 5.5 Kebutuhan Air Sanitasi.....	59
Tabel 5.6 Kebutuhan Air Proses	59
Tabel 5.7 Persyaratan Air Umpan Boiler	60
Tabel 5.8 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler	61
Tabel 5.9 Spesifikasi Resin Kation dan Anion	62
Tabel 5.10 Kebutuhan Air Pendingin.....	64
Tabel 5.11 Kebutuhan <i>Steam</i>	66
Tabel 5.12 Baku Mutu Air Limbah Pabrik Bioetanol	66
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Warehouse</i>	69
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Shreeder and Press</i>	70
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Digester</i>	70
Tabel 6.4 Spesifikasi <i>Rotary Vacum Filter</i>	72
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Bleacher I</i>	72
Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Rotary Vacum Filter</i>	73
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Bleacher II</i>	73
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Rotary Vacum Filter</i>	74
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	75
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	76
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i>	76
Tabel 6.12 Spesifikasi Tangki Pelarutan H_2SO_4	77
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Netralizer Reactor</i>	78
Tabel 6.14 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	79

Tabel 6.15 Spesifikasi Tangki Pelarutan Cellulose Nanocrystals	80
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Ultrafiltrasi</i>	81
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Spray Dryer</i>	81
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Storage Tank Cellulose Nanocrystals</i>	82
Tabel 6.19 Spesifikasi Pompa Slurry	83
Tabel 6.20 Spesifikasi Pompa Sentrifugal	83
Tabel 6.21 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Peralatan Proses.....	84
Tabel 6.22 Spesifikasi Pompa Sentrifugal Pada Alat Pengolahan Air	84
Tabel 6.23 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Alat Pengolahan Air....	85
Tabel 6.24 Spesifikasi <i>Screening</i>	85
Tabel 6.25 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal	86
Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Pelarutan PAC.....	87
Tabel 6.27 Spesifikasi Tangki Koagulasi.....	87
Tabel 6.28 Spesifikasi Tangki Flokulasi	88
Tabel 6.29 Spesifikasi Tangki Sedimentasi	89
Tabel 6.30 Spesifikasi <i>Sand Filter</i>	89
Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Carbon Filter</i>	90
Tabel 6.32 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih	90
Tabel 6.33 Spesifikasi <i>Mix Bed Ion Exchange</i>	91
Tabel 6.34 Spesifikasi Tangki Air Demin.....	91
Tabel 6.35 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	92
Tabel 6.36 Spesifikasi <i>Daerator</i>	92

Tabel 6.37 Spesifikasi <i>Boiler</i>	93
Tabel 7.1 Keterangan Tata Letak Peralatan Pabrik CNC	98
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	115
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i>	116
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i>	117
Tabel 10.1 Spesifikasi <i>Storage Tank Cellulose Nanocrystals</i>	154
Tabel 10.2 Spesifikasi <i>Digester</i>	154
Tabel 10.3 Spesifikasi Pompa Sentrifugal	156
Tabel 10.4 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	156
Tabel 10.5 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan CNC dari Tahun 2015 Hingga 2019	4
Gambar 1.2 Produksi Kelapa Sawit dari Tahun 2015 Hingga 2019	5
Gambar 1.3 Tanjung Palas, Kecamatan Dumai Timur, Kota Dumai, Riau	7
Gambar 1.4 Bunut, Kota Kisaran Barat, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara	9
Gambar 1.5 Kumba, Kecamatan Jagoi Babang, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat	11
Gambar 2.1 Struktur Selulosa	16
Gambar 2.2 Struktur Hemiselulosa	16
Gambar 2.3 Struktur Lignin	17
Gambar 2.4 Produksi Nano Kristal Selulosa dengan Hidrolisis Asam	21
Gambar 3.1 Blok diagram proses pembuatan <i>Cellulose Nanocrystals</i> (CNC)....	30
Gambar 3.2 Proses pembentukan <i>Cellulose Nanocrystals</i> (CNC)	32
Gambar 3.3 <i>Flowsheet</i> produksi <i>Cellulose Nano Crystals</i> (CNC)	34
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi	56
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa	61
Gambar 5.3 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses	61
Gambar 5.4 Proses Deaerasi di Deaerator.....	65
Gambar 5.5 Blok Diagram Proses Pengolahan Limbah Cair.....	68
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik CNC	97
Gambar 7.2 Tata Letak Peralatan Pabrik CNC	98

Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i>	104
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i>	104
Gambar 7.5 <i>Boot</i>	105
Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i>	105
Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i>	105
Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i>	106
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i>	106
Gambar 7.10 <i>Respirator</i>	106
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i>	107
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i>	107
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan <i>Cellulose Nano Crystals</i> (CNC)	120
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP)	124
Gambar 10.1 <i>Storage Tank Cellulose Nanocrystals</i>	126
Gambar 10.2 <i>Digester</i>	131
Gambar 10.3 Desain Pengaduk <i>Digester</i>	136
Gambar 10.4 Pompa Mengalirkan Air Sungai Ke Bak Penampungan	141
Gambar 10.5 <i>Rotary Dryer</i>	147
Gambar 10.6 <i>Centrifuge</i>	152

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Neraca Massa	LA-1
Lampiran B Neraca Energi	LB-1
Lampiran C Spesifikasi Peralatan	LC-1
Lampiran D Analisa Ekonomi	LD-1