

**LAPORAN AKHIR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
SKEMA TERINTEGRASI**

**PENGEMBANGAN ALAT PENGGILING TEBU SKALA LABORATOIUM DARI  
PTPN VII PABRIK GULA CINTA MANIS GUNA MENINGKATKAN KINERJA  
PRODUKSI**



**OLEH**

**KETUA : Prof. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D**

**ANGGOTA : 1. Aneka Firdaus, S.T., M.T.**

**2. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.**

Dibiayai oleh:

Anggaran DIPA Badan Layanan Umum

Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2023

SP DIPA-023.17.2.677515/2023, tanggal 10 Mei 2023

Sesuai dengan SK Rektor

Nomor 0006/UN9/SK.LP2M.PM/2023

tanggal 20 Juni 2023

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
T.A. 2023**

**LAPORAN AKHIR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
SKEMA TERINTEGRASI**

**PENGEMBANGAN ALAT PENGGILING TEBU SKALA LABORATOIUM DARI  
PTPN VII PABRIK GULA CINTA MANIS GUNA MENINGKATKAN KINERJA  
PRODUKSI**



**OLEH**

**KETUA : Prof. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D**

**ANGGOTA : 1. Aneka Firdaus, S.T., M.T.**

**2. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.**

Dibiayai oleh:

Anggaran DIPA Badan Layanan Umum  
Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2023  
SP DIPA-023.17.2.677515/2023, tanggal 10 Mei 2023  
Sesuai dengan SK Rektor  
Nomor 0006/UN9/SK.LP2M.PM/2023  
tanggal 20 Juni 2023

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
T.A. 2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN AKHIR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
**SKEMA TERINTEGRASI**


1. **Judul** : Pengembangan Alat Penggiling Tebu Skala Laboratoium dari PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis Guna Meningkatkan Kinerja Produksi
2. **Ketua Pelaksana**
- a. Nama Lengkap : Prof. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D
  - b. NIP/NIDN : 196409111999031002
  - c. Jabatan Fungsional : Pembina / IV-a
  - d. Fakultas : Teknik
  - e. Jurusan : Teknik Mesin
3. **Anggota Pelaksana** :

No	Nama	NIDN/NIDK/NIM
1	Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D.	197901052003121002
2	Aneka Firdaus, S.T., M.T.	197502261999031001
3	Devie Oktarini	03043681722008
4	Arie Yudha Budiman	03013681924006
5	Amrillah Nugrasyah	03013682025005
6	Fajar Timori	03032622226003
7	Muhammad Rafli Fazal	03051181823011
8	Imam Tantowi	03032682125007
9	Praja Dilla Atos	03032622226002
10	Asef Riyadi	03032682125003

4. **Jangka Waktu Penelitian** : 3 bulan
5. **Model Kegiatan** : Riset - Pertanian dan Pangan - Teknologi Pascapanen
6. **Metode Pelaksanaan** : Presentasi
7. **Khalayak Sasaran** : Praktisi dan Mahasiswa
8. **Target Luaran** : Artikel Jurnal Ilmiah dan
9. **Sumber Biaya** : Dipa Unsri Rp. 15.000.000, -

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Unsri

Indralaya, 19 November 2023  
Ketua Pelaksana,

  
Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT  
NIP. 196706151995121002

  
Prof. Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D  
NIP. 196409111999031002

  
Menyetujui:  
Ketua LPPM,  
Samsuryadi, S.Si., M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT SKEMA TERINTEGRASI .....	2
DAFTAR ISI.....	3
BAB 1 PENDAHULUAN.....	4
1.1 Analisis Situasi.....	4
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	5
1.3 Kerangka Pemecahan Masalah.....	5
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis.....	7
2.2 Analisis Non-Dimensional .....	8
BAB 3 MATERI DAN METODE PELAKSANAAN.....	9
3.1 Kerangka Pemecah Masalah .....	9
3.2 Khalayak Sasaran .....	9
3.3 Metode Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian.....	9
BAB 4 MATERI DAN METODE PELAKSANAAN.....	10
4.1 Kerangka Pemecahan Masalah .....	10
4.2 Tahap Kegiatan .....	11
4.2.1 Perhitungan Analisis Non-Dimensional Penggiling Tebu.....	11
4.2.2 Pembuatan Alat.....	16
4.2.3 Penyuluhan / Dokumentasi Kegiatan.....	18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA .....	24
LAMPIRAN ORGANISASI DAN BIODATA PELAKSANAAN.....	27

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Analisis Situasi**

Perkebunan merupakan komoditas unggulan pada sektor agroindustri di Sumatera Selatan, hasil perkebunan tebu berada di urutan ke-22 dan tidak termasuk dalam swasembada (Hatta and Ciptomulyono 2020). Pada tahun 2020, Sumatera Selatan berada di urutan ke-4 dari 10 provinsi sentra tebu di Indonesia dengan produksi 91.806 Ton, dan pada tahun 2022 sebesar 111.641 Ton (Perkebunan 2020).

Tebu bukan komoditas yang dapat dijual pascapanen seperti biji kopi, karet, lada, dan lainnya. Tebu membutuhkan teknologi untuk proses pascapanen untuk pembuatan gula kristal putih (GKP), dimana teknologi utama pada industri tebu adalah alat penggiling/pemeras untuk menghasilkan jus tebu. Alat penggiling tebu yang digunakan oleh pabrik gula PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis telah beroperasi dari zaman belanda hingga saat ini yang merupakan peninggalan belanda (Prabowo, Hasan, and Sair 2019). Pada awal penggunaan, alat ini didesain untuk dapat mampu memproduksi gula sesuai kebutuhan pada zamannya, namun dengan seiring waktu kebutuhan konsumen akan gula semakin meningkat dan kinerja alat semakin menurun yang merupakan fokus permasalahan.

Menurut Oktarini et al. (2019) jumlah produksi jus tebu PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis pada tahun 2016-2017 mengalami penurunan per hari sebesar 3,45-15,3%, dimana salah satu faktor penyebab penurunan tersebut disebabkan oleh parameter operasi yang buruk pada pengaturan jarak antar rol penggiling tebu. Konsep desain sebuah alat atau produk dilakukan melalui proses tahapan dari mengidentifikasi kebutuhan, mendefinisikan masalah, sintese, analisis/optimasi, dan evaluasi (Budynas and Nisbett 2015).

Maka diperlukan sebuah pertimbangan bagi seorang engineering untuk menambah sebuah unit baru atau mengoptimalkan kinerja pada alat penggiling tebu tersebut. Melakukan optimasi sebuah alat penggiling yang sedang beroperasi dan berukuran besar akan mengakibatkan terjadinya *trial and error*, kemudian akan berakibat fatal yang dapat menghentikan produksi.

Sehingga kondisi dan potensi untuk dilakukan kegiatan usulan ini sangatlah relevan, dimana dengan kondisi kebutuhan yang meningkat dan proses produksi harus tetap berjalan, maka pembuatan alat penggiling tebu dengan skala laboratorium yang akan digunakan ini sangat membantu secara sosial sebagai seorang pendidik di Universitas Sriwijaya membagikan

ilmu pengetahuan kepada praktisi, dan secara ekonomi dapat menguatkan sektor agroindustri tebu dengan meningkat kinerja alat.

**Kesiapan pelaksanaan kegiatan usulan** ini telah dilakukan sebelumnya dengan pengambilan data ke lokasi pabrik gula dan dilakukan kajian literatur. Selanjutnya dilakukan perhitungan optimasi menggunakan analisis RSM dan ANN, dimana berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa kinerja alat mampu untuk ditingkatkan. Oleh karena itu, kegiatan yang diusulkan sangatlah siap dan usulan kegiatan ini merupakan kelanjutan dari **kegiatan sebelumnya** yang akan dilakukan secara eksperimental.

## 1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Dari hasil pengambilan data di lapangan, maka **diasumsikan** parameter pengoperasian jarak rol merupakan salah satu penyebab berkurangnya produksi jus tebu pada PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis, sehingga **batasan kegiatan** ini berfokus pada pengoptimalan jarak rol penggiling dalam meningkatkan jumlah jus tebu yang di hasilkan dan dilakukan pembuatan alat penggiling dengan skala laboratorium menggunakan analisis non-dimensional.

Usulan kegiatan pengabdian ini **berkaitan erat dengan kegiatan pendidikan**, dan merupakan bagian dari kegiatan pendampingan Mahasiswa S3, dimana capaian kegiatan ini diharapkan meningkatnya kinerja alat penggiling, terselesainya penulisan laporan disertasi dan diperolehnya artikel ilmiah.

## 1.3 Kerangka Pemecahan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada bagian di atas sebelumnya, maka dapat disusun kerangka pemecahan masalah dalam bentuk matriks yang saling berkaitan dan sistematis seperti yang diberikan dalam Tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1 Kerangka pemecahan masalah

No.	Identifikasi masalah	Penyebab	Solusi	Program yang diusulkan
1.	Kebutuhan gula yang meningkat dan kemampuan produksi alat penggiling tebu yang menurun.	Parameter operasi yang buruk pada pengaturan jarak antar rol penggiling tebu	Optimasi jarak rol penggiling	Optimasi jarak rol penggiling dengan pembuatan alat skala laboratorium menggunakan analisis non-dimensional, sehingga tanpa menghentikan proses produksi

Optimasi jarak rol penggiling merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah untuk meningkatkan produksi gula, dikarenakan penambahan unit penggiling baru merupakan alternatif akhir dan harus melalui beberapa regulasi.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari kegiatan PPM yang diusulkan ini adalah:

1. Mengedukasi khalayak sasaran mengenai salah satu alternatif optimasi kinerja alat penggiling tebu dengan pembuatan alat skala laboratorium, tanpa harus menghentikan produksi yang sedang berjalan.
2. Memberikan pendampingan kepada mahasiswa di dalam menyelesaikan laporan penulisan disertasi.

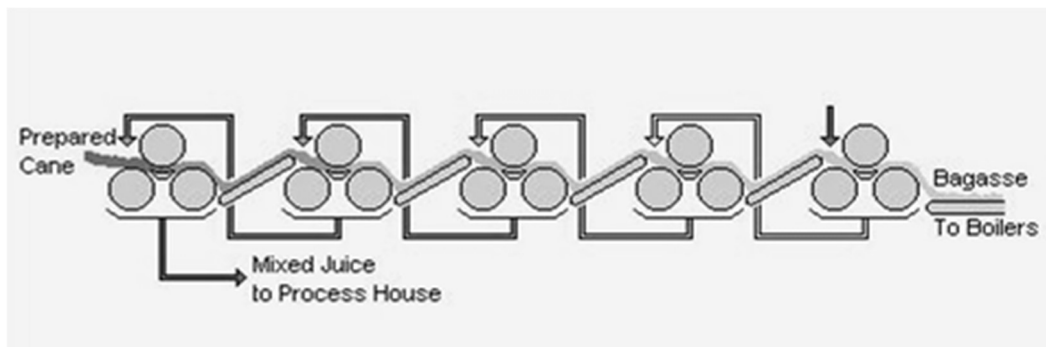
Manfaat yang diharapkan dari kegiatan ini adalah:

1. Masyarakat atau sasaran memperoleh edukasi mengenai optimasi kinerja alat dengan menggunakan analisis non-dimensional, dan berguna menguatkan sektor agroindustri yang ada di Sumatera Selatan di dalam meningkatkan hasil produksi gula PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis
2. Menghasilkan sebuah karya tulis ilmiah dan selesainya penulisan laporan disertasi

## BAB 2 TINJAUN PUSTAKA

### 2.1 PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis

Pabrik Gula Cinta Manis berlokasi di provinsi Sumatera Selatan, Kecamatan Lubuk Keliat Kabupaten Ogan Ilir di Desa Ketiau yang dikelola oleh Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara 7 (PTPN VII) dan didirikan pada masa penjajahan Belanda (Prabowo, Hasan, and Sair 2019).



Gambar 2.1 Tahapan penggilingan tebu

Pada Gambar 2.1 merupakan proses penggilingan tebu yang melewati 5 tahapan, pada tahapan pertama melewati stasiun penggiling 1 dengan luaran kekeringan ampas tebu sebesar 41%, tahapan kedua melewati stasiun penggiling 2 dengan luaran kekeringan ampas tebu sebesar 44%, selanjutnya ke penggiling 3 (47%), 4 (50%), dan pada penggiling 5 ampas tebu ditambah 30% air dengan suhu 70-80 Celsius, dengan luaran kekeringan ampas tebu sebesar 50% (Oktarini et al. 2019).

Tabel 2.1 Luaran tiap stasiun penggiling jus tebu pada tahun 2016-2017

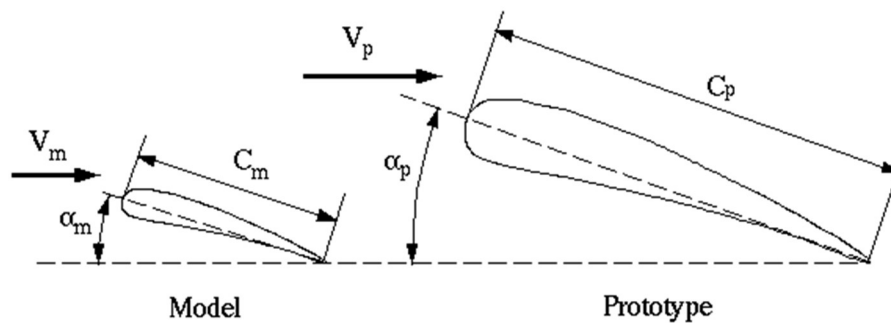
Tahun	Debit Jus Tebu (ton/hari)				
	Penggiling 1	Penggiling 2	Penggiling 3	Penggiling 4	Penggiling 5
2016	2773	1553	823	1822	911
2017	2632	1395	697	1759	879

Dari hasil luaran pada Tabel 2.1, diketahui debit jus tebu mengalami penurunan dan pada penggiling 3 mengalami penurunan tertinggi sebesar 15.3%. Tiap stasiun penggiling terdiri dari 3 buah rol (tandem) dengan ukuran diameter sama 40 inci (1016 mm), kecepatan putaran rol 5 rpm, dan diameter tebu sebesar 50 mm.



## 2.2 Analisis Non-Dimensional

Analisis non-dimensional bertujuan untuk mengurangi kerumitan variabel dan mengelompokkan dalam bentuk variabel *dependent* tak-berdimensi untuk menyelesaikan permasalahan teknik (Hariyanto 2007). Metode Buckingham phi adalah salah satu cara analisis dimensional dengan menentukan variabel yang terlibat di dalam sistem dan mengubah dimensi variabel menjadi kuantitas fundamental yaitu massa (M), panjang (L), waktu (T), dan temperatur ( $\theta$ ). kemudian dilakukan perhitungan untuk membentuk persamaan baru atau variabel phi tak berdimensi (Atmojo, Sachro, and Budienny 2014).



Gambar 2.2 Pembuatan prototipe dengan analisis non-dimensional

Selain untuk menyederhanakan variabel, analisis non-dimensional berguna untuk *scaling* sebuah prototipe, dimana umumnya proses *scale down* atau pengecilan ukuran dari model asli sering dilakukan oleh beberapa peneliti. Abdulaziz, Elsabbagh, and Akl (2015), melakukan *scale down* menggunakan Buckingham phi pada blade turbin angin kemudian dilakukan pengujian keduanya menggunakan analisis FEM, dimana hasil perbandingan luaran natural frekuensi model asli dan *scale down* diperoleh error maksimum sebesar 19%.

Corrigan and Hauser (2015) melakukan analisis desain rotor untuk eksplorasi ke planet Mars, dimana analisis Buckingham phi digunakan untuk perhitungan perbandingan daya rotor saat di planet Mars dan Bumi. Selanjutnya, penelitian menggunakan analisis Buckingham phi untuk mengembangkan model matematika terhadap hubungan materia removal rate (MRR) dan kekasaran permukaan menggunakan wire-cut EDM, dimana dari perhitungan matematika dan pengujian eksperimental diperoleh error di bawah 10 % (Bobbili, Madhu, and Gogia 2015).

Carpinteri (2021) melakukan *scaling* sifat material untuk menganalisis sifat getas, retak, lelah dan ketangguhan. Proses perhitungan Buckingham phi atau metode non-dimensional lainnya, tidak hanya berfokus kepada *scaling* ukuran benda namun juga dapat digunakan untuk mengembangkan persamaan matematika, kemudian dapat melakukan *scaling* sifat dan waktu.

## **BAB 3**

### **MATERI DAN METODE PELAKSANAAN**

#### **3.1 Kerangka Pemecah Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, diketahui bahwa perlu disosialisasikan mengenai optimalisasi perancangan mesin penggiling tebu untuk meningkatkan kualitas dan produksi pabrik Pabrik Gula Cinta Manis serta upaya mengubah pola pikir pemilik usaha yang menggunakan mesin perkakas.

#### **3.2 Khalayak Sasaran**

Khalayak sasaran dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai pembuatan alat penggiling dengan skala laboratorium menggunakan metode analisis non-dimensional yaitu:

1. Masyarakat umum, praktisi atau pegawai dari PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis yang berada di lokasi pabrik.
2. Mahasiswa yang merupakan pendamping pada penulisan laporan akhir.
3. Target luaran dari Proposal Pengabdian kepada Masyarakat Skema Terintegrasi ini yaitu sebuah alat penggiling tebu skala laboratorium, artikel jurnal pengabdian ilmiah nasional, dan luaran terkait yaitu selesainya penulisan laporan disertasi.

#### **3.3 Meode Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian**

Adapun metode kegiatan yang akan dilaksanakan adalah presentasi teori dan diskusi cara pembuatan peralatan, optimasi rancangan, perawatan dan teknologi penggiling tebu baik skala kecil maupun besar. Diharapkan pabrik Pabrik Gula Cinta Manis mampu menghasilkan produksi gula yang lebih banyak dan berkualitas sehingga dapat meningkatkan nilai pendapatan perusahaan. Narasumber berasal dari Tim sosialisasi dari Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak pengalaman dibidang penerapan teknologi tepat guna.

## BAB 4 MATERI DAN METODE PELAKSANAAN

### 4.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Batang tebu memiliki batang yang tegak lurus dan tidak memiliki cabang, kemudian tinggi dan diameternya beragam dikarenakan pengaruh faktor pertumbuhan dan iklim. Diameter tebu berkisar 3-5 cm.

Tebu mengandung 70% air, 14% serat, 13.3% *saccharose* (sekitar 10 – 15% sukrosa), dan 2.7% larutan impuriti (Fiume et al. 2019). Amalraj et al. (2008) Menyatakan tebu mengandung 80–85% air dan selebihnya adalah material kering yang terdiri dari komposisi 30% sukrosa and 70% material ligno-selulosa. Wardani (2017) Menyatakan bahwa susunan tebu 44,5% Kadar Air, 52% Kadar Sabut, dan 3,5% Brix (zat padat yang dapat larut). Singh et al. (2015) umumnya tebu mengandung 70 - 75% air, 13 - 15% sukrosa, dan 10 - 15% serat/bagasse. Adapun yang menyatakan bahwa tebu terdiri dari 65–75% air, 11–18% gula, 8–14% serat dan 12–23% larutan padat yang secara umum terdiri dari jus tebu dan serat/bagasse (Savastano, Santos, and Agopyan 2009).

Tabel 4.1 Referensi massa jenis tebu, serat, dan air/jus

Referensi	Kondisi	Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )		
		Tebu	Serat	Jus
(Jayamaui et al. 2020)		-	1200	-
(Jorge Parga Silva et al. 2012)	Dry bagasse + 10% of resin, Moisture 7,3%	-	560	-
(Daniyanto et al. 2015)		-	80-120	-
(Das 2017)	Moisture 11%	-	86,6	-
(Omoniyi and Olorunnisola 2014)	Moisture 7%	-	280	-
(Almeida, Sola, and Behainne 2017)	Bagasse moisture 53,41%	-	209,55	-
	Pellet moisture 5,49 %	-	726,32	-
(Haryanto et al. 2023)	Moisture 9-11%		82-104	
	Pellet	-	710-940	-
(TH et al. 2021)	-	-	-	1060±30
(Astolfi-Filho et al. 2010)		-	-	1153-1188.3
(Aqua-Calc 2023a)	Density of Sugarcane	272	-	-
(Aqua-Calc 2023b)	Density of Sugarcane (material raw)	961	-	-
(Standar National Indonesia 2018)			800	
(Sugartech 2023)	Bagasse exiting the final mill	-	120.1	-



Adapun untuk dimensi jarak pengaturan penggilingan seperti Pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.2, dimana untuk kecepatan linear penggilingan atas ( $v_m$ ) di dapat dari perhitungan putaran penggilingan atas ( $N_m$ ), untuk tebal cacahan tebu diperoleh dari prediksi selisih nilai sogokan pada Milling Station 2, kemudian panjang penggilingan ( $L_m$ ) merupakan besar nilai panjang kotor dengan mengabaikan bentuk ulir penggilingan.

Tabel 4.2 Parameter Penggilingan Milling 1

Parameter	Nilai
Kapasitas Penggilingan Tebu ( $\dot{m}_s$ )	21,6 kg/s
Putaran Motor ( $N$ )	3300 rpm
Ratio Motor ke Penggiling Atas	713,7
Putaran Penggiling Atas ( $N_m$ )	4,62 rpm
Kecepatan Linear Penggiling Atas ( $v_m$ )	0,23 m/s
Diameter Penggiling ( $D_m$ )	0,953 m
Diameter Tebu ( $D_s$ )	0,04 – 0,05 m
Tebal Cacahan Tebu ( $c_s$ )	0,021 m
Panjang Penggiling ( $L_m$ )	1,98 m
Sogokan Depan ( $c_1$ )	0,047 m
Sogokan Belakang ( $c_2$ )	0,018 m

Kemudian ada beberapa parameter yang digunakan dari beberapa referensi untuk melengkapi analisis perhitungan, seperti perhitungan massa jenis pada Tabel 4.3 dibawah ini, dikarenakan adanya beberapa data yang tidak diperoleh dari Perusahaan.

Tabel 4.3 Perhitungan Massa Jenis

Parameter	Nilai
Massa Jenis Tebu ( $\rho_s$ )	1009
Massa Jenis Air Tebu ( $\rho_j$ )	1090 kg/m <sup>3</sup>
Massa Jenis Ampas Tebu ( $\rho_b$ )	280 kg/m <sup>3</sup>
Persentase Volume Ampas Tebu ( $V_b$ )	10%
Persentase Volume Air Tebu ( $V_j$ )	90%

Pada perhitungan massa jenis tebu ( $\rho_s$ ) merupakan hasil perhitungan dari nilai massa jenis air tebu dan ampas terhadap volume, dimana untuk volume porositas diabaikan dikarenakan keterbatasannya akan referensi, sehingga perhitungan tersebut dapat dilihat pada persamaan (4) dibawah ini.

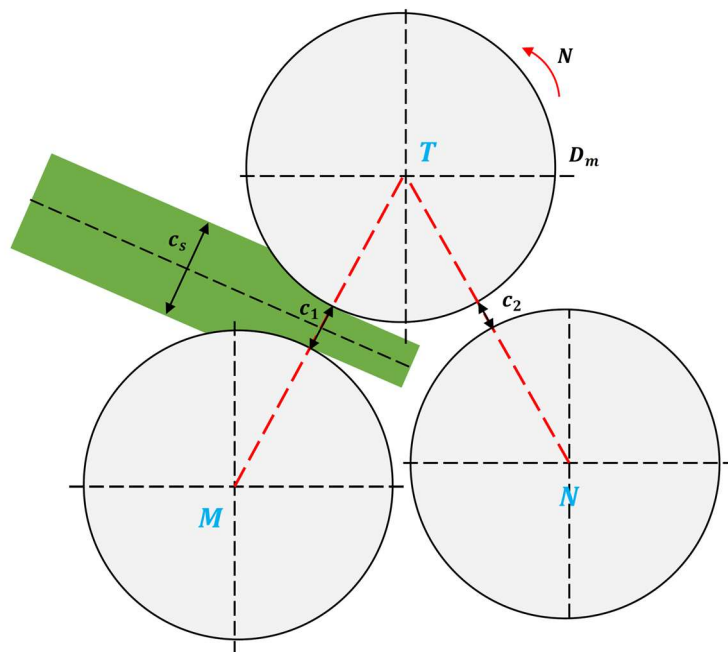
$$m_s = m_j + m_b \quad (1)$$

$$\rho_s V_s = \rho_j V_j + \rho_b V_b \quad (2)$$

$$\rho_s V_s = \rho_j 0,9 V_s + \rho_b 0,1 V_s \quad (3)$$

$$\rho_s = 0,9 \rho_j + 0,1 \rho_b \quad (4)$$

Persentase volume jus dan serat didapat dari referensi beberapa penelitian, dimana pada kondisi pabrik didapat nilai persentase luaran jus sebesar 13,5% dari kapasitas produksi per hari. Namun nilai tersebut merupakan nilai prediksi yang belum pasti dan bukan kondisi pemerasan yang paling optimal (kelembapan serat 0%.)



Gambar 4.2 Parameter Sogokan Milling 1

Setelah diperoleh nilai massa jenis tebu, maka dilakukan perhitungan nilai aliran massa jus tebu, dimana nilai aliran massa masukan tebu telah diperoleh pada Tabel 4.1.

$$\dot{m}_s = \dot{m}_b + \dot{m}_j \quad (5)$$

$$\dot{m}_j = \dot{m}_s - \dot{m}_b \quad (6)$$

dimana pada penelitian sebelumnya menyatakan persentase kandungan serat/bagasse sekitar 8-15% dari kandungan tebu, jika diambil nilai persentase sebesar  $\beta = 10\%$  maka persamaan dinyatakan sebagai berikut.

$$\dot{m}_j = \dot{m}_s - \beta \dot{m}_s = \dot{m}_s - 0,1 \dot{m}_s \quad (7)$$

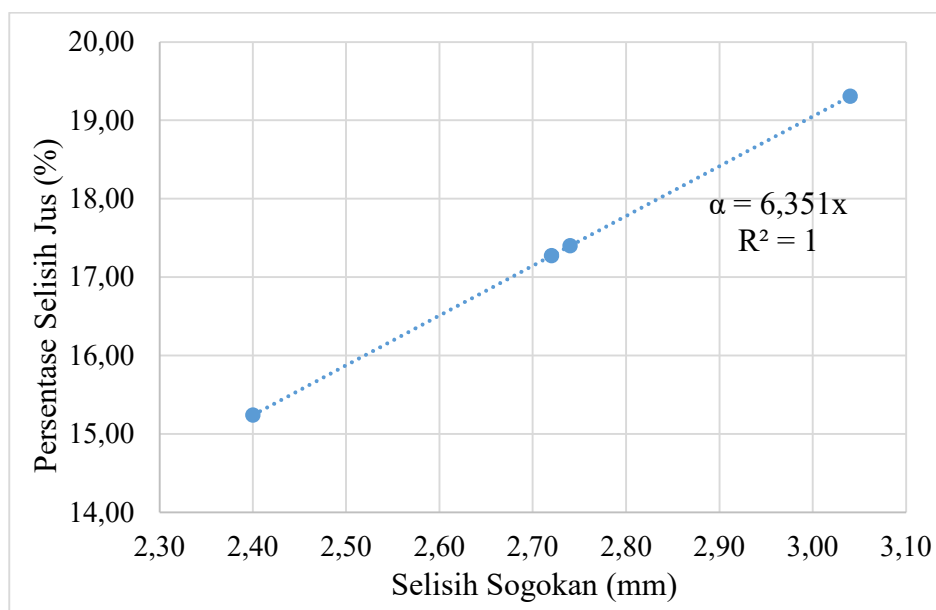
$$\dot{m}_j = 0,9 \dot{m}_s = \alpha \dot{m}_s \quad (8)$$

Nilai maksimum persentase  $\alpha = 0,9$  yang dinyatakan bahwa efisiensi pemerasan pada kondisi 100% tanpa ada jus yang tersisa pada serat, dimana nilai persentase ( $\alpha$ ) ditentukan dari nilai masukan dan luaran sogokan.

Tabel 4.4 Perhitungan Persentase Jumlah dan Selisih Jus dan Serat

	Sogokan Depan (mm)	Sogokan Belakang (mm)	Selisih (mm)	Persentase Selisih Jus (%)	Persentase Jus (%)	Persentase Serat (%)
Milling Station 1	46,93	18,17	2,72	17,27	17,27	82,73
Milling Station 2	45,86	15,45	2,72	17,27	34,55	65,45
Milling Station 3	43,65	12,71	2,74	17,40	51,95	48,05
Milling Station 4	39,46	10,31	2,40	15,24	67,19	32,81
Milling Station 5	34,58	7,27	3,04	19,31	86,5	13,5

Dari Tabel 4.4 diatas, nilai sogokan depan ( $c_1$ ) lebih besar dari sogokan belakang ( $c_2$ ), jika diambil kesimpulan nilai sogokan depan ( $c_1$ ) tidak memberikan dampak yang besar dikarenakan hanya digunakan sebagai pendorong / pengarah. Dan perhitungan selisih sogokan diambil dari selisih nilai sogokan belakang ( $c_2$ ) tiap Milling Station.



Gambar 4.3 Perhitungan persentase jus tebu terhadap selisih sogokan

Jika menggunakan perhitungan secara teori persentase jus ( $\alpha$ ) dengan perbandingan sogokan maka perhitungan digunakan  $\alpha = (c_s - c_2)/c_s$ , namun dilihat dari hasil jus yang dihasilkan dari persentase selisih Milling Station yang terlalu jauh signifikan, maka diambil perhitungan eksperimental persentase jus ( $\alpha$ ) dari luaran pabrik.

$$\alpha = 6,351 (c_s - c_2) \quad (9)$$

Sehingga pada perhitungan analisis non-dimensional ini, maka diperoleh variabel yang terlibat dalam sistem sebagai berikut:

$$\dot{m}_s, m_j, v_m, t, L_m, c_s, c_2 \quad (10)$$

Setelah proses perhitungan analisis non-dimensional diperoleh, dan didapat persamaan matematika dalam hal ini variabel phi, maka proses selanjutnya akan ditentukan skala ukuran alat penggiling yang akan didesain dan dibuat.

Tabel 4.5 Dimensi Variabel

Dimensional	$\dot{m}_s$	$m_j$	$v_m$	$t$	$L_m$	$c_s$	$c_2$
M	1	1	0	0	0	0	0
L	0	0	1	0	1	1	1
T	-1	0	-1	1	0	0	0

Setelah dimensi variabel pada Tabel 4.5 diperoleh, maka perkalian matrik yang diperoleh yaitu [3x7].

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & h \\ b & i \\ c & j \\ d & k \\ e & l \\ f & m \\ g & n \end{bmatrix} = [0] \quad (11)$$

$$\begin{aligned} a + b &= 0 \\ c + e + f + g &= 0 \\ -a - c + d &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} a + b &= 0, & a &= -2, & b &= 2 \\ 2 - c + d &= 0, & c &= 1, & d &= -1 \\ 1 + e + f + g &= 0, & e &= -1, & f &= 0, & g &= 0 \end{aligned} \quad (13)$$

maka diperoleh nilai  $\pi_1$ ,

$$\pi_1 = \frac{m_j^2 \cdot v_m}{\dot{m}_s^2 \cdot t \cdot L_m} \quad (14)$$



Setelah perhitungan  $\pi_1$  diperoleh dan dilanjutkan pada perhitungan  $\pi_2$ ,

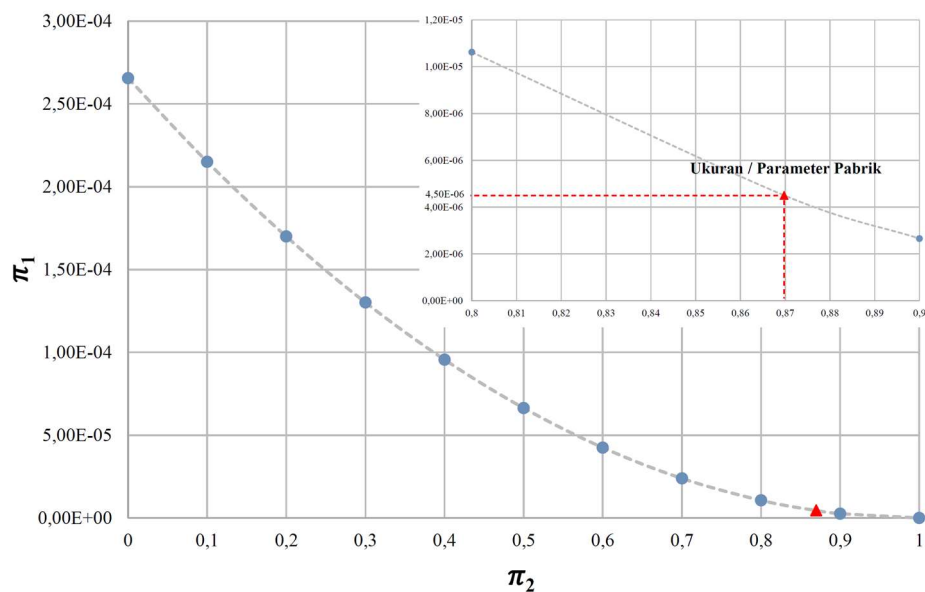
$$\begin{aligned} h + i &= 0 \\ j + l + m + n &= 0 \\ -h - j + k &= 0 \end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned} h + i &= 0, & h &= 0, & i &= 0 \\ -j + k &= 0, & j &= 0, & k &= 0 \\ 0 + l + m + n &= 0, & l &= 0, & m &= -1, & n &= 1 \end{aligned} \tag{16}$$

dan diperoleh  $\pi_2$ ,

$$\pi_2 = \frac{c_2}{c_s} \tag{17}$$

Pada perhitungan analisis dimensional ini, beberapa variable telah diperoleh besar nilainya seperti  $L_m, v_m$  dan  $\dot{m}_s$ , namun ada sebagian nilai yang ditentukan sendiri seperti waktu ( $t$ ) dan nilai berat jus ( $m_j$ ) diperoleh dari perhitungan  $m_j = \alpha \dot{m}_s \cdot t$ .



Gambar 4.4 Grafik Dimensional Analisis Alat Penggiling Tebu

Nilai  $\pi_2$  pada Gambar 4.4 berkisar dari 0-1 dimana untuk nilai yang digunakan pada pabrik yaitu  $\pi_2 = 0,87$  dan pada nilai  $\pi_1$  bervariasi dikarenakan adanya perubahan nilai masa jus ( $m_j$ ) yang dihasilkan.

#### 4.2.2 Pembuatan Alat

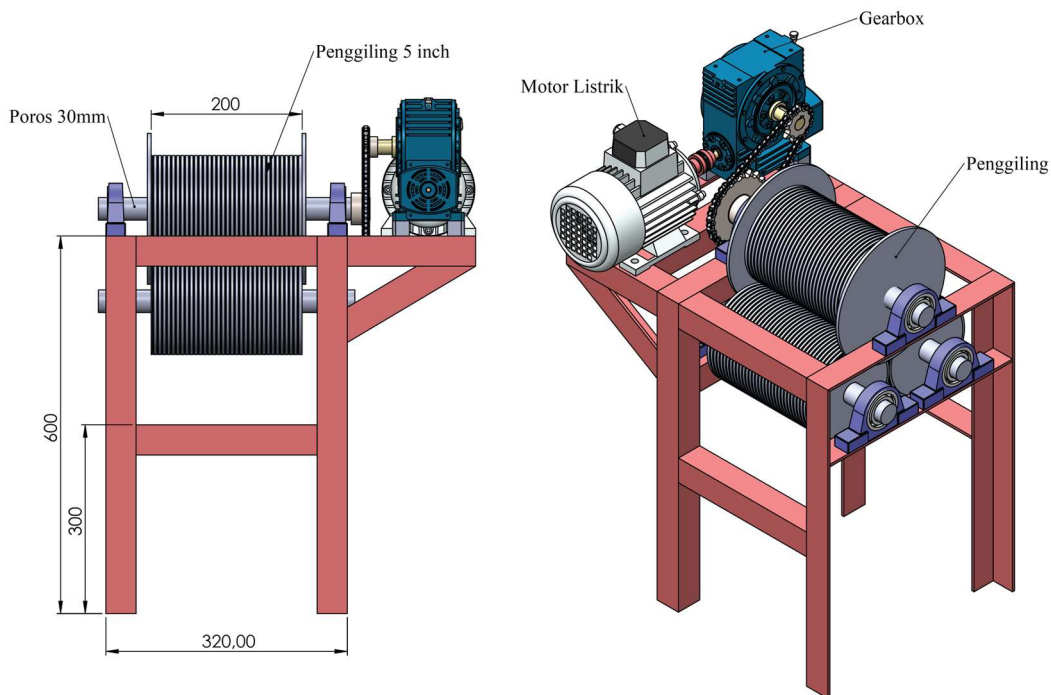
Pada tahapan ini akan dibuat *detail engineering design* (DED) yang diperoleh dari perhitungan analisis non-dimensional, kemudian tahap persiapan alat dan bahan seperti

pembelian dinamo motor listrik, pulley, belt pulley, bearing, gear dan poros penggiling. Setelah alat dan bahan diperoleh, maka tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan rangka dudukan, dan pemesinan poros penggiling.

Tabel 4.6 Parameter Penggilingan Milling 1

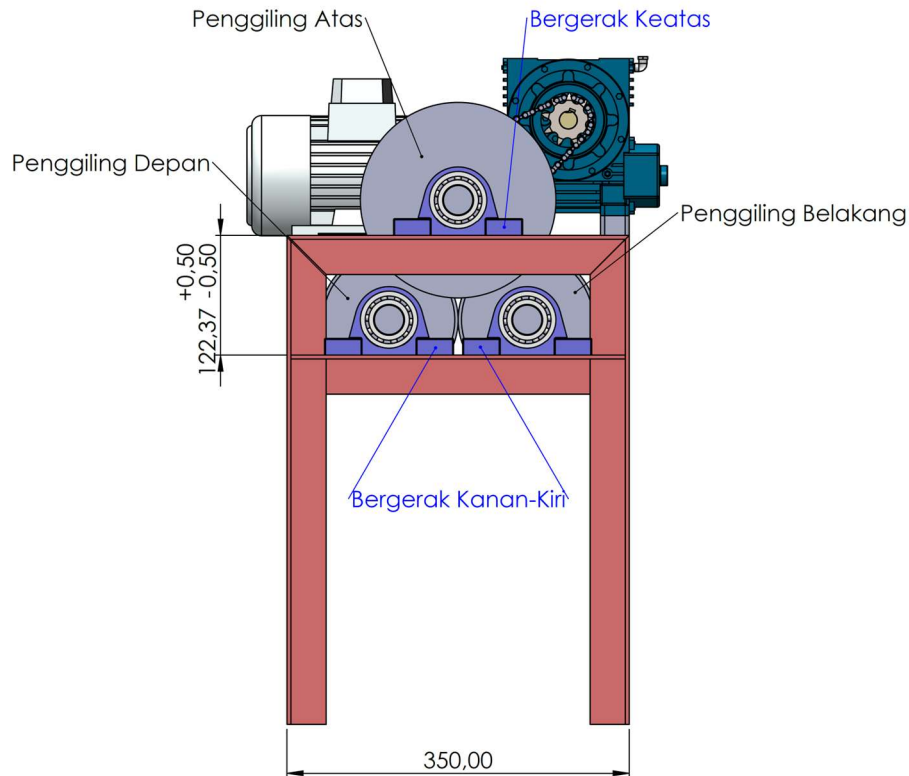
Parameter	Ukuran Pabrik	Skala Lab
Kapasitas Penggilingan Tebu ( $\dot{m}_s$ )	9,62 kg/s	0,348 kg/s
Berat Tebu ( $m_s$ )	1960,283 kg	20,892 kg
Berat Jus ( $m_j$ )	33,863 kg	0,346 kg
Putaran Motor ( $N$ )	3300 rpm	1400 rpm
Ratio Motor ke Penggiling Atas	713,7	120
Putaran Penggiling Atas ( $N_m$ )	4,62 rpm	11,7 rpm
Kecepatan Linear Penggiling Atas ( $v_m$ )	0,23 m/s	0,086 m/s
Diameter Penggiling ( $D_m$ )	0,953 m	0,141 m
Diameter Tebu ( $D_s$ )	0,04 – 0,05 m	0,04 – 0,05 m
Tebal Cacahan Tebu ( $c_s$ )	0,021 m	0,02 m
Panjang Penggiling ( $L_m$ )	1,98 m	0,2 m
Sogokan Depan ( $c_1$ )	0,047 m	0,019
Sogokan Belakang ( $c_2$ )	0,018 m	0,0174
Waktu Penggilingan ( $t$ )	204 detik	60 detik

Dari hasil Tabel 4.2, maka di dapat ukuran dan item-item yang akan digunakan untuk membuat alat penggiling skala laboratorium seperti Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Dimensi dan Item-item Alat Penggiling

Penggiling yang digunakan yaitu penggiling depan, belakang, dan atas. Kemudian untuk diameter tiap penggiling yang digunakan yaitu sama sebesar 5 inch (141,3 mm), dan untuk mendapatkan hasil variasi sogokan  $c_1$  dan  $c_2$ , maka penggiling atas diatur dapat bergerak keatas, penggiling depan dan belakang diatur dapat bergerak kearah kanan-kiri seperti pada Gambar 4.6



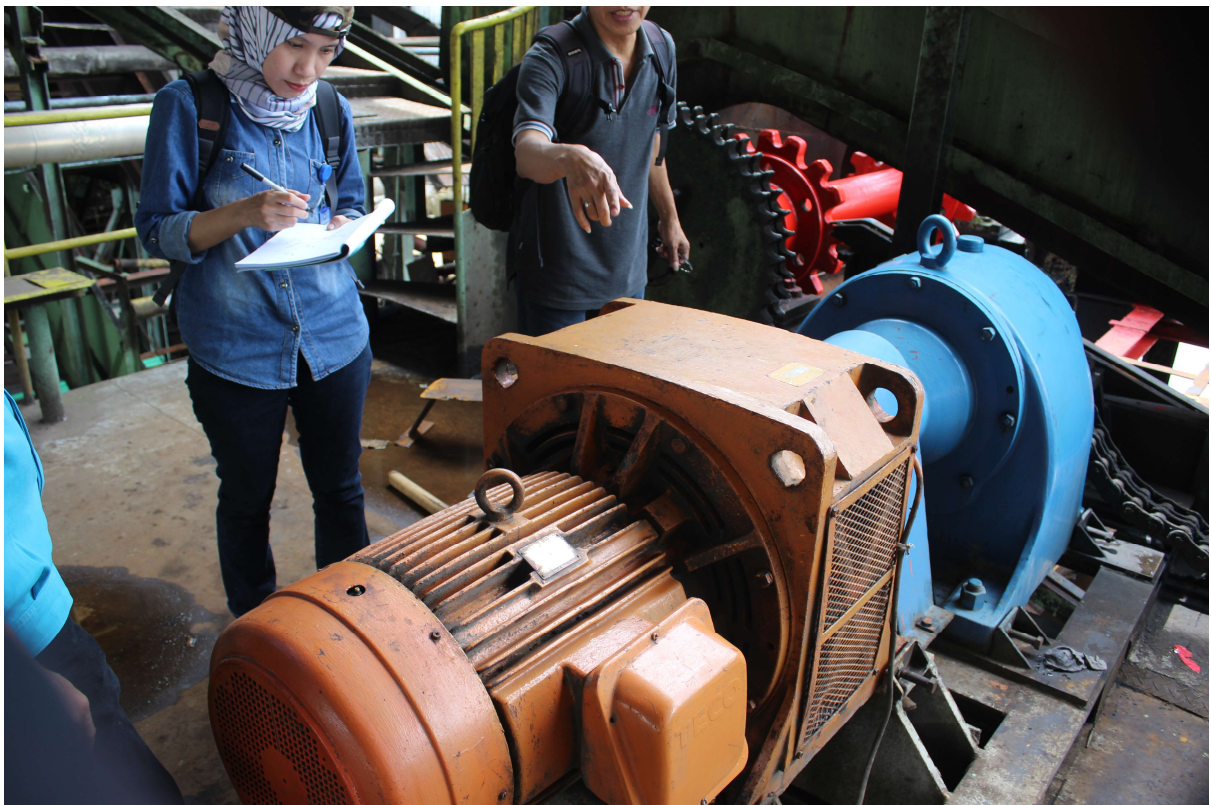
Gambar 4.6 Grafik Dimensional Analisis Alat Penggiling Tebu

Untuk pengaturan kecepatan digunakan ratio gearbox dan roda gigi, kemudian skala alat penggiling tebu ini dibuat mengikuti dan menggunakan alat-alat yang banyak di pasaran, sehingga mudah untuk dibuat.

#### 4.2.3 Penyuluhan / Dokumentasi Kegiatan

Praktisi dan mahasiswa akan langsung diberikan penyuluhan dari ketua pelaksana berupa materi dasar dari proses pembuatan alat pemeras tebu dengan skala laboratorium yang merupakan penggambaran dari ukuran alat pemeras tebu pada PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis.









## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Sosialisai optimasi alat tebu dengan skalan laboratorium dengan menggunakan teori analisis dimensional ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat ini dirancang untuk memberikan edukasi terhadap khalayak sasaran yaitu pegawai PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis dan Mahasiswa terhadap keterkaitan ilmu Pendidikan terhadap aplikasi yang dilakukan dilapangan/pabrik.
2. Peserta/Pegawai mampu menyerap masukan Pendidikan yang berkaitan dengan alat disosialisasikan atau dibuat.
3. Bahwa perancangan sebuah pabrik yang skala besar dapat dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan skala laboratorium atau menggunakan perhitungan ilmu teori sebelum dibuat, sehingga dapat dilakukan optimasi dan prediksi terhadap parametet serta hasil yang diinginkan.

#### **5.2 Saran**

PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis merupakan Perusahaan penghasil gula yang ada di Sumatera Selatan, diharapkan dari perancangan alat skala laboratorium ini dapat menimbulkan pemikiran positif akan ilmu pengetahuan dan dapat meningkatkan kemauan untuk dapat belajar, sehingga dapat menciptakan inovasi dan teknologi yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulaziz, Ahmed H., Adel M. Elsabbagh, and Wael N. Akl. 2015. "Dynamic and Static Characterization of Horizontal Axis Wind Turbine Blades Using Dimensionless Analysis of Scaled-down Models." *International Journal of Renewable Energy Research* 5 (2): 404–18. doi:10.20508/ijrer.v5i2.2057.g6620.
- Almeida, Leonardo Ferreira Pedroso de, Antonio Vanderley Herrero Sola, and Jhon Jairo Ramirez Behainne. 2017. "<b>Sugarcane Bagasse Pellets: Characterization and Comparative Analysis." *Acta Scientiarum. Technology* 39 (4). doi:10.4025/actascitechnol.v39i4.30198.
- Amalraj, V. A., P. Rakkiyappan, D. Neelamathi, S. Chinnaraj, and S. Subramanian. 2008. "Wild Cane as a Renewable Source for Fuel and Fibre in the Paper Industry." *Current Science* 95 (11).
- Aqua-Calc. 2023a. "Density of Sugarcane (Material)." Accessed December 31. <https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/sugarcane>.
- . 2023b. "Density of Sugarcane (Material Raw)." Accessed December 31. <https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/sugarcane-blank--op-material-blank-raw-cp->.
- Astolfi-Filho, Zailer, Luis A. Minim, Javier Telis-Romero, Valéria P.R. Minim, and Vânia R.N. Telis. 2010. "Thermophysical Properties of Industrial Sugar Cane Juices for the Production of Bioethanol." *Journal of Chemical and Engineering Data* 55 (3). doi:10.1021/je900590t.
- Atmojo, Pranoto Samto, Sri Sangkawati Sachro, and Hary Budienny. 2014. "Penggunaan Analisis Dimensi Untuk Mencari Korelasi Antar Variabel Pada Uji Model Hidrolik." *Jurnal Teknik Sipil* 21 (3): 221. doi:10.5614/jts.2014.21.3.5.
- Bobbili, Ravindranadh, V. Madhu, and A. K. Gogia. 2015. "Modelling and Analysis of Material Removal Rate and Surface Roughness in Wire-Cut EDM of Armour Materials." *Engineering Science and Technology, an International Journal* 18 (4). Elsevier Ltd: 664–68. doi:10.1016/j.jestch.2015.03.014.
- Budynas, Richard, and J. Keith Nisbett. 2015. *Shigley's Mechanical Engineering Design. Mechanical Engineering*. Vol. New York.
- Carpinteri, Alberto. 2021. *Fracture and Complexity : One Century since Griffith's Milestone*.
- Corrigan, Aidan, and William Hauser. 2015. "Rotor Design for Mars Exploration."
- Daniyanto, Sutidjan, Deendarlianto, and Arief Budiman. 2015. "Torrefaction of Indonesian Sugar-Cane Bagasse to Improve Bio-Syngas Quality for Gasification Process." In *Energy Procedia*. Vol. 68. doi:10.1016/j.egypro.2015.03.244.
- Das, Papita. 2017. "Novel Pre Treatment Techniques for Extraction of Fermentable Sugars from Natural Waste Materials for Bio Ethanol Production." *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources* 7 (3). doi:10.19080/ijesnr.2017.07.555713.
- Fiume, Monice M., Wilma F. Bergfeld, Donald V. Belsito, Ronald A. Hill, Curtis D. Klaassen, Daniel C. Liebler, James G. Marks, et al. 2019. "Safety Assessment of Monosaccharides, Disaccharides, and Related Ingredients as Used in Cosmetics." *International Journal of*

- Toxicology* 38 (1\_suppl). doi:10.1177/1091581818814189.
- Hariyanto, Rudi. 2007. "Pemanfaatan Analisa Dimensional Untuk Menentukan Model Terbaik Kincir Angin Savonius Dengan Variasi Jumlah Sudu." *TRANSMISI* III (1): 289–97.
- Haryanto, Agus, Yuko Armandho Pratama, Siti Suharyatun, and Sugeng Triyono. 2023. "Karakteristik Pellet Dari Bagas Tebu." *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering* 2 (1): 130–43.
- Hatta, Hendrixon, and Udisubakti Ciptomulyono. 2020. "Komoditas Unggulan Kluster Agroindustri Perkebunan Di Provinsi Sumatera Selatan." *Matrik* 21 (1): 1. doi:10.30587/matrik.v21i1.1053.
- Jayamaui, Elammaran, Md Rezaur Rahman, Deshan Anselam Benhur, Muhammad Khusairv Bin Bakri, Akshay Kakair, and Afrasyab Khan. 2020. "Comparative Study of Fly Ash/Sugarcane Fiber Reinforced Polymer Composites Properties." *BioResources* 15 (3). doi:10.15376/biores.15.3.5514-5531.
- Jorge Parga Silva, Antnio, Francisco Antonio Rocco Lahr, André Luis Christoforo, and Túlio Hallak Panzera. 2012. "Properties of Sugar Cane Bagasse to Use in OSB." *International Journal of Materials Engineering* 2 (4). doi:10.5923/j.ijme.20120204.04.
- Koech, Denis, Onesmus Muvengei, and James Mutua. 2021. "Optimization of Juice Extraction Velocity of a Multi- Fruit Juice Extractor" 6 (4): 108–18.
- Oji, N., S. A. Okaiyeto, Y. A. Unguwanimi, A. M. Sada, S. I. Ogijo, and J. B. Jonga. 2021. "Performance Evaluation of a Small-Scale Sugarcane Juice Extracting Machine." *Current Journal of Applied Science and Technology*. doi:10.9734/cjast/2021/v40i631315.
- Oktarini, D, A S Mohruni, S Sharif, M Yanis, and Madagaskar. 2019. "Optimum Milling Parameters of Sugarcane Juice Production Using Artificial Neural Networks (ANN)." In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1167. doi:10.1088/1742-6596/1167/1/012016.
- Omoniyi, T.E., and A.O Olorunnisola. 2014. "Experimental Characterisation of Bagasse Biomass Material for Energy Production." *International Journal of ENgineering and Technology* 4 (10).
- Perkebunan, Direktorat Jendral. 2020. "Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022." *Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan*.
- Prabowo, Wahyu Adam, Y Hasan, and A Sair. 2019. *Perkembangan PTPN VII Pabrik Gula Cinta Manis Desa Ketiau Kecamatan Lubuk Keliat Kabupaten Ogan Ilir Tahun 2010-2018 (Sumbangan Materi Pelajaran Mata ....* <https://repository.unsri.ac.id/3240/>.
- Rambe, MSA. 2011. "Pembuatan Dan Karakterisasi Papan Partikel Dari Campuran Resin Polyester Dan Serat Ampas Tebu."
- Savastano, H., S. F. Santos, and V. Agopyan. 2009. "Sustainability of Vegetable Fibres in Construction." In *Sustainability of Construction Materials*. doi:10.1533/9781845695842.55.
- Singh, Amandeep, Uma Ranjan Lal, Hayat Muhammad Mukhtar, Prabh Simran Singh, Gagan Shah, and Ravi Kumar Dhawan. 2015. "Phytochemical Profile of Sugarcane and Its Potential Health Aspects." *Pharmacognosy Reviews*. doi:10.4103/0973-7847.156340.
- Standar National Indonesia. 2018. Pelet biomassa untuk energi. SNI 8675:2018, issued 2018. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id).

- Sugartech. 2023. "Density of Sugar Factory Products." Accessed December 31. <https://www.sugartech.co.za/density/index.php>.
- Sukmalena. 2007. "Pra Rancangan Pabrik Furfural Dari Ampas Tebu Kapasitas 15.000 Ton per Tahun." Yogyakarta.
- TH, Barad, Chandegara VK, Rathod PJ, and Mori MR. 2021. "Quality Evaluation of a Jaggery Prepared from Developed Three Pan Jaggery Making Furnace." *International Journal of Chemical Studies* 9 (1). doi:10.22271/chemi.2021.v9.i1m.11340.
- Wardani, Mayang Krisna. 2017. "Pemanfaatan Ampas Tebu Dan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Insulasi Pada Kotak Pendingin Ikan." *BMC Public Health*.

**LAMPIRAN**  
**ORGANISASI DAN BIODATA PELAKSANA**

1. Ketua Pelaksana
  - a. Nama & gelar akademik : Agung Mataram
  - b. Tempat / Tanggal Lahir : Palembang, 05 Januari 1979
  - c. NIP : 197901052003121002
  - d. Pangkat / Golongan : Pembina/IVa
  - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - f. Pendidikan : S3
  - g. Bidang Keahlian : Teknik Mesin / Material
  - h. Program Studi : Teknik Mesin
  - i. Fakultas : Teknik
  - j. Alamat / No. Hp : 0813-2865-0966
  
2. Anggota Pelaksana
  - a. Nama & gelar akademik : Aneka Firdaus, S.T., M.T.
  - b. Tempat / Tanggal Lahir : Palembang
  - c. NIP : 197502261999031001
  - d. Pangkat / Golongan : Penata Muda Tk.1/IIIc
  - e. Jabatan Fungsional : Lektor
  - f. Pendidikan : S2
  - g. Bidang Keahlian : Teknik Mesin / Material
  - h. Program Studi : Teknik Mesin
  - i. Fakultas : Teknik
  - j. Alamat / No. Hp : 0897-2455-301