



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Saifuddin Kasim Riau

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Sebelum membahas terkait penelitian mengenai pelepah sawit, terlebih dahulu dilakukan wawancara kepada pemilik dan petani sawit yang ada di Provinsi Riau, seperti Siak, Tambang, dan Kuansing. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pemanfaatan limbah kelapa sawit pada masing-masing daerah. Berikut hasil wawancara dengan petani sawit di Sekunder 5, Desa Langkai Kecamatan Siak:

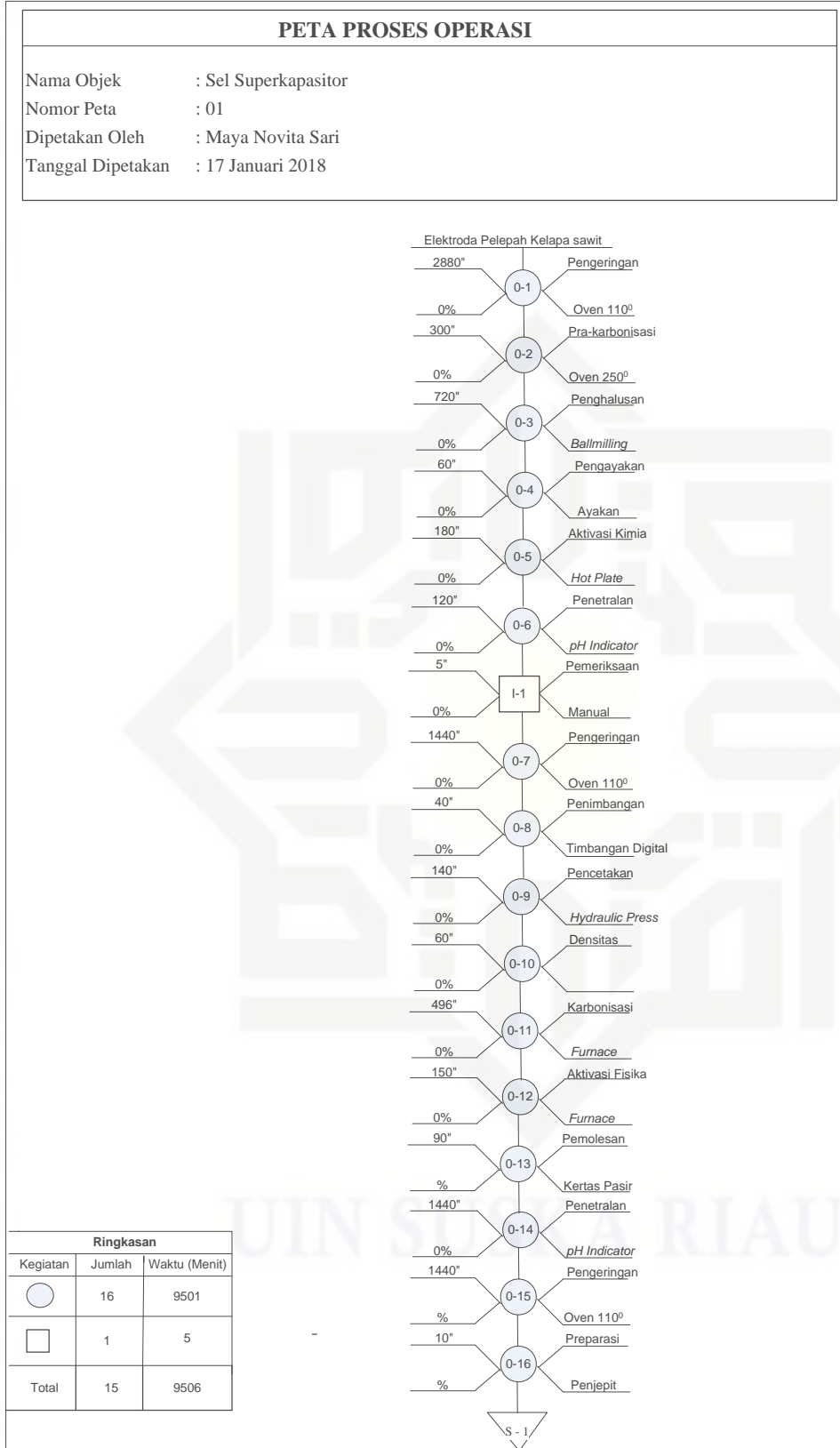
Tabel 4.1 Daftar Wawancara dan Jawaban dari Petani Sawit

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Berapa kali dilakukan pemangkasan pelepah kelapa sawit dalam 1 bulan ?	Setiap 3 bulan sekali untuk sawit berumur 10 tahun, setiap kali panen untuk sawit berumur . 10 tahun
2	Sejauh ini, limbah pelepah kelapa sawit digunakan untuk apa ?	Tidak ada, hanya menjadi limbah
3	Siapa yang memangkas pelepah sawit?	Orang yang memanen sawit
4	Berapa biaya yang dibutuhkan untuk memangkas?	10.000 per batang
5	Apakah biaya tersebut sekaligus untuk upah panen?	Tidak
6	Menurut pandangan anda, bagaimana cara menanggulangi limbah pelepah sawit?	-
7	Adakah perusahaan yang mengumpulkan atau membeli limbah pelepah sawit?	Tidak ada
8	Sepengetahuan anda, limbah pelepah saat ini dipergunakan untuk apa?	Tidak ada

Sumber: Pengumpulan Data, 2017

Tabel 4.1 dapat di asumsikan bahwa untuk kelapa sawit akan mengalami pemangkasan pelepah setiap 3 bulan sekali untuk pohon yang berumur kurang dari 10 tahun dan setiap kali panen untuk pohon yang berumur di atas 10 tahun . Dari pemangkasan pelepah itu, biaya yang dihabiskan sebesar Rp 10.000 untuk setiap batang, sementara limbah pelepah kelapa hanya menjadi limbah yang tidak digunakan bahkan cenderung dibiarkan saja.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.1 Peta Proses Operasi Perakitan Sel Superkapasitor
 (Sumber: Data Penelitian, 2017)

Peta proses operasi di atas merupakan tahapan dalam pembuatan sel superkapasitor yang berasal dari pemanfaatan limbah biomassa pelepah sawit. Tahapan pengerjaan secara umum dimulai dari pengeringan bahan baku, pra-karbonisasi, penggilingan bahan baku, aktivasi kimia, pencetakan pelet, pembakaran, dan pengukuran nilai kapasitansi (Taer, 2015).

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit. Setelah bahan baku diperoleh, dilakukan pengeringan yang di dalam oven yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan baku. Selanjutnya proses pra-karbonisasi, pada proses ini bahan baku yang telah dikeringkan menjadi karbon, atau biasa disebut arang. Tujuannya adalah menghasilkan nilai kalor yang tinggi pada pelepah sawit, dan mempermudah pada saat proses pembakaran (Taer, 2015).

Tahapan selanjutnya adalah penggilingan bahan baku menggunakan mesin *ball milling*, tujuannya agar menghasilkan tekstur yang halus sehingga mudah dalam melakukan pengayakan. Ayakan yang digunakan memiliki ukuran yang berbeda, dimulai dari 100 μm , 53 μm , dan 36 μm . Setelah pengayakan akan menghasilkan partikel dengan ukuran bervariasi (Taer, 2015).

Aktivasi kimia dilakukan setelah mendapatkan partikel dari masing-masing variasi ayakan. Pada saat aktivasi, bahan kimia yang ditambahkan Kalium Hidroksida 1 M. Selain itu, juga dilakukan penambahan air suling. Proses ini menggunakan *hot plate*. Cara kerjanya adalah air suling yang telah ditambahkan KOH dan magnet pengaduk diletakkan di atas *hot plate*, pengadukan dilakukan selama 1 jam. Setelah itu tambahkan sampel dan kembali di aduk menggunakan *hot plate* (Taer, 2015).

Tahap selanjutnya, mengeringkan sampel menggunakan oven 110⁰ selama 1 hari. Sampel yang sudah kering dicetak menggunakan *Hydraulic Press*. Berat sampel yang digunakan pada saat pencetakan pelet adalah 0,7 g. Selanjutnya dilakukan pembakaran menggunakan *furnace*. Pengukuran nilai muatan energi yang terkandung pada sampel menggunakan *Cyclic Voltametry* (Taer, 2015).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.2 Sifat Fisis Elektroda Karbon

Salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisis elektroda karbon dapat dilakukan dengan pengukuran densitas elektroda. Densitas adalah jenis atau rapat jenis suatu bahan yang diukur berdasarkan massa dan volumenya. Pengukuran ini dilakukan pada elektroda karbon yang telah dicetak berbentuk pelet, kemudian pelet ditimbang untuk mengetahui massa karbon, dilanjutkan dengan pengukuran diameter, ketebalan menggunakan jangka sorong digital untuk menghitung massa jenis atau densitas pelet karbon.

1. Pengukuran Densitas Sebelum Karbonisasi

Berikut merupakan contoh perhitungan pengukuran densitas elektroda pelepah sawit dengan menggunakan Rumus 2.1:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{0,625}{0,772}$$

$$\rho = 0,857 \text{ g/cm}^3$$

Berikut adalah rekapitulasi hasil pengukuran densitas limbah pelepah sawit sebelum proses karbonisasi, yaitu pada saat pencetakan pelet selesai dilakukan:

Tabel 4.2 Densitas Elektroda Sebelum Karbonisasi

Kode Sampel	Massa (g)	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
AC-38	0,625	1,955	0,24	0,720	0,868
AC-53	0,64	1,956	0,245	0,736	0,869
AC-100	0,66	1,957	0,249	0,748	0,882

(Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

2. Pengukuran Densitas Setelah karbonisasi

Setelah perhitungan densitas sebelum pelet dikarbonisasi, selanjutnya karbon pelet dibakar dengan suhu 900^o, sehingga akan terjadi penyusutan dimensi pelet karbon. Untuk itu pengukuran massa, ketebalan dan diameter dilakukan kembali. Tabel 4.3 adalah rekapitulasi perhitungan densitas elektroda karbon setelah proses karbonisasi.

Tabel 4.3 Densitas Elektroda Setelah Karbonisasi dan Aktivasi Fisika

Kode Sampel	Massa (g)	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
AC-38	0,183	1,39	0,164	0,249	0,734
AC-53	0,215	1,41	0,177	0,275	0,777
AC-100	0,203	1,404	0,167	0,259	0,784

(Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

3. Data Pengukuran Densitas Setelah Pemolesan

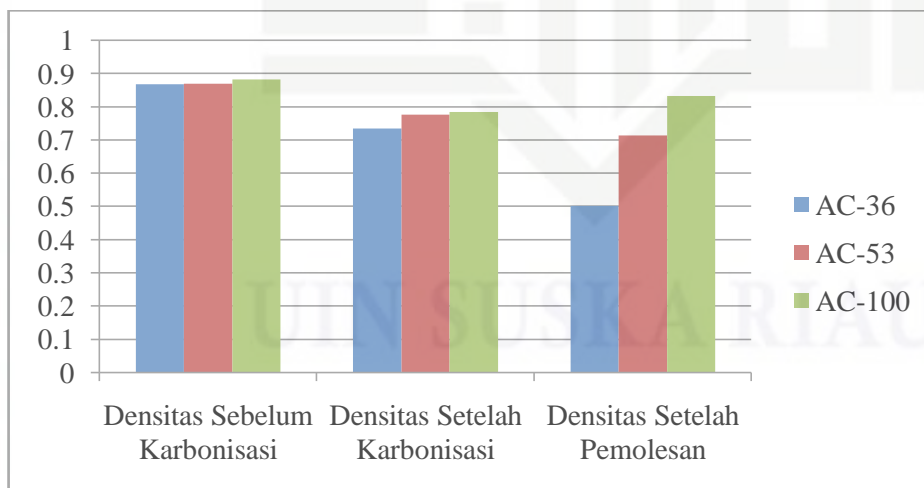
Setelah proses karbonisasi, permukaan pelet karbon tidak rata, untuk itu perlu dilakukan pemolesan dengan kertas pasir. Selanjutnya dimensi pelet karbon diukur dan dihitung kembali. Tabel 4.3 adalah rekapitulasi densitas karbon pelet setelah dipoles

Tabel 4.4 Densitas Elektroda Setelah Pemolesan

Kode Sampel	Massa (g)	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
AC-38	0,0187	1,327	0,027	0,0373	0,501
AC-53	0,02	1,217	0,024	0,028	0,714
AC-100	0,025	1,326	0,022	0,030	0,833

(Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Untuk mengetahui lebih jelas perubahan nilai densitas pada setiap aktivitasnya, Gambar 4.2 mewakili grafik perubahan dimensi dan densitas pelet karbon sebelum karbonisasi, setelah karbonisasi, dan setelah pemolesan.



Gambar 4. 2 Perbandingan Densitas Sebelum Karbonisasi, Setelah Karbonisasi, dan Setelah Pemolesan

(Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

4.3 Sifat Panas Karbon Aktif Pelepah Sawit

Salah satu metode yang digunakan untuk mengkaji sifat panas suatu bahan adalah termogravimetri (TGA). Pengukuran *Termogravimetri Analisis* (TGA) bertujuan untuk mengetahui temperatur termal terbaik pada sampel yang akan diteliti. *Differential Termographymetry* (DTG) akan menghasilkan tahanan termal. *Thermal Gravimetry* (TG) merupakan analisa termal dalam menentukan penurunan massa sebagai fungsi temperatur

TGA menggunakan gas pirolisis nitrogen dengan temperatur maksimal 600⁰C. Laju aliran gas optimum yang digunakan adalah 10⁰C/min. Hasil pengujian TGA ditunjukkan dengan beberapa indikasi warna yang merupakan profil masing-masing. Garis berwarna biru pada kurva dinamakan kurva TG (*Thermogravimetry*) yang menandakan persentase susut massa terhadap fungsi temperatur. Garis merah pada kurva dinamakan kurva DTG (*Differential Thermal Gravimetry*) yang menunjukkan kelajuan maksimum penurunan berat massa sampel.

Gambar 4.3 menunjukkan kurva DTG/TG untuk sampel pelepah kelapa sawit yang mengalami susut massa yang terjadi pada suhu 100⁰C dengan persentase massa yang hilang sebesar 13,5% dimana hal ini merupakan awal terjadinya penguapan air. Selanjutnya pada pemanasan suhu 300⁰C hingga 370⁰C terjadi proses penguraian hemiselulose, selulose dan lignin dengan penyusutan massa sebesar 53,36%.

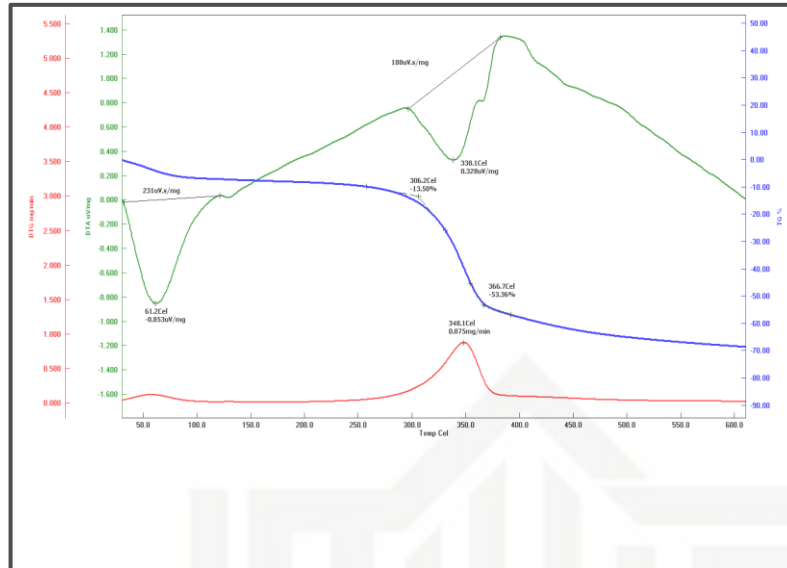
Pada Gambar tersebut juga memperlihatkan adanya puncak pada kurva DTG (kurva merah), yang mana pengurangan berat massa terjadi pada suhu 348,1⁰C dengan kelajuan maksimum 0,875 mg per menit, sehingga pada suhu 348,1⁰C ini digunakan sebagai suhu tahan selama 2 jam pada saat proses karbonisasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

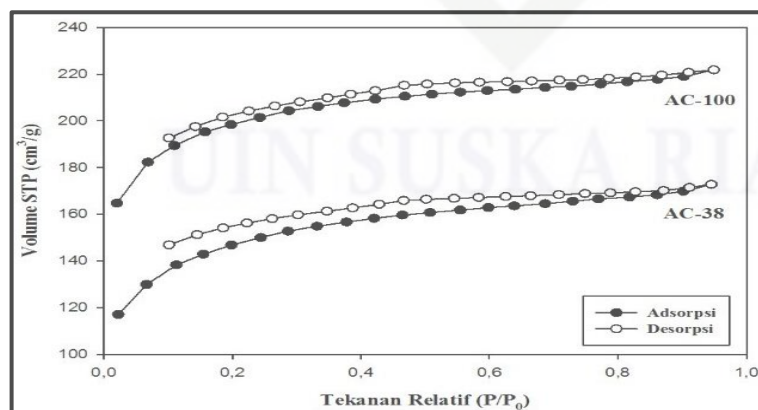
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.3 Kurva DTG dan TG Limbah Pelepah Sawit (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

4.4 Pengukuran Serapan Gas N₂

Pengukuran Serapan gas N₂ digunakan untuk mengetahui luas permukaan dan karakteristik pori perbedaan perbedaan ukuran partikel elektroda karbon. Gambar 4.4 menunjukkan kurva isoterm tipe I, karena pada tekanan yang relatif rendah nilai serapan gas N₂ yang dihasilkan sudah besar dan pada saat tekanan relatif ditingkatkan, kenaikan nilai serapan gas N₂ yang terjadi tidak signifikan. Kurva tipe I mengindikasikan pori yang terbentuk pada elektroda karbon didominasi oleh pori mikro. Serapan gas N₂ maksimum pada kode sampel AC-100 sebesar 221.860 cm³/g pada tekanan relatif 0.949062, dan pada AC-36 sebesar 172.786 cm³/g pada tekanan relatif 0.945436.



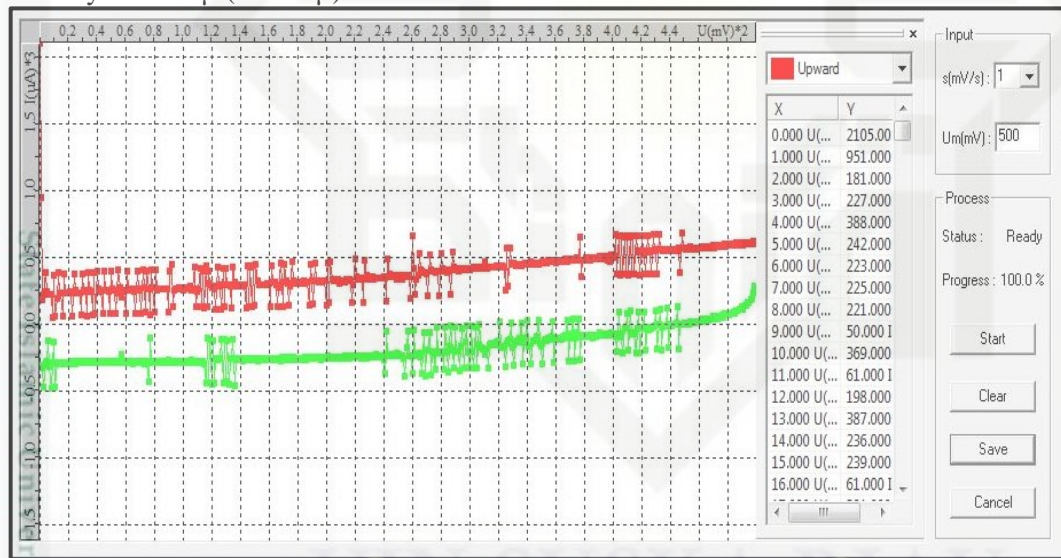
Gambar 4.4 Pengukuran Luas Permukaan Karbon Aktif (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

4.5 Sifat Elektrokimia dengan Alat *Cyclic Voltametry* (CV)

CV merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara rapat arus *charging-discharging* dengan beda potensial. Hasil dari pengukuran ini berbentuk kurva. Luas kurva yang dihasilkan mewakili besar kecilnya nilai kapasitansi spesifik dari elektroda yang diukur. Jika kurva yang dihasilkan semakin luas, maka akan menghasilkan nilai kapasitansi spesifik yang besar begitu juga sebaliknya. Pengukuran dilakukan pada laju pemindaian 1 mV/s pada potensial 0,0-0,5 V. Pemilihan laju *scan* 1 mV/s dikarenakan pada laju *scan* tersebut ion akan berdifusi secara merata ke dalam pori-pori permukaan elektroda karbon sehingga nilai kapasitansi spesifik yang dihasilkan juga semakin besar. Limbah pelepah sawit yang diukur memiliki 3 variasi (Taer, 2015).

Berdasarkan Rumus (2.2), persentase nilai kapasitansi yang dihasilkan pada masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

1. Ayakan 36 μ (AC-36 μ)



Gambar 4.5 Kurva Pengujian *Cyclic Voltametry* Ayakan 36 μ (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Diketahui: $I_c = 361 \text{ A}$
 $I_d = -236 \text{ A}$
 $S = 1 \text{ mV/s}$
 $M = 0,0187 \text{ g}$

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penyelesaian:

$$C_{sp} = \frac{(I_c - (-I_d))}{S \times m}$$

$$= \frac{(361 - (-236)) \times 10^{-6}}{0,001 \times 0,0187}$$

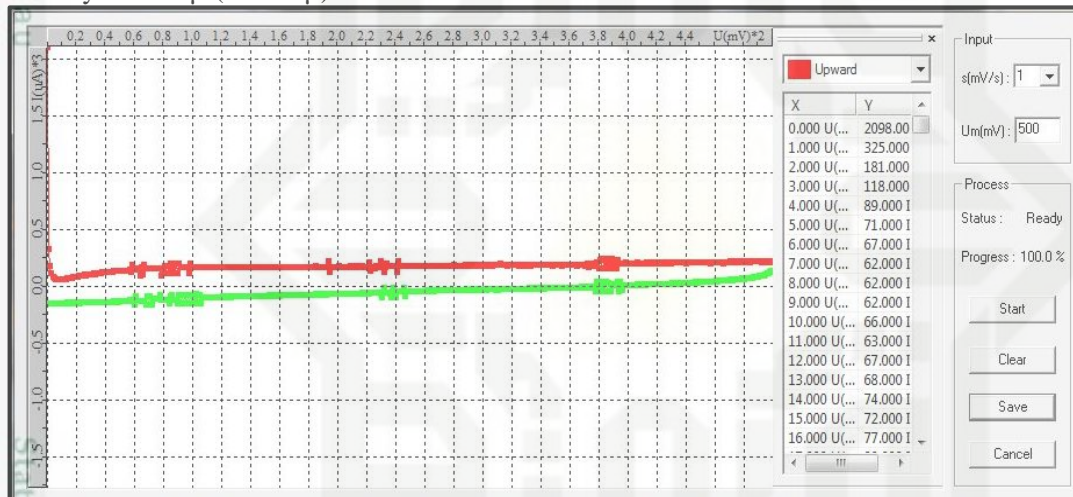
$$= \frac{597 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-3} \times 18,7 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{597 \times 10^{-6}}{18,7 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{597}{18,7}$$

$$= 31,92 \frac{F}{g}$$

2. Ayakan 53 μ (AC-53 μ)



Gambar 4.6 Kurva Pengujian *Cyclic Voltametry* Ayakan 53 μ (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Diketahui:

$I_c = 182 \text{ A}$

$I_d = -39 \text{ A}$

$S = 1 \text{ mV/s}$

$m = 0,02 \text{ g}$

Penyelesaian:

$$C_{sp} = \frac{(I_c - (-I_d))}{S \times m}$$

$$= \frac{(182 - (-39)) \times 10^{-6}}{0,001 \times 0,02}$$

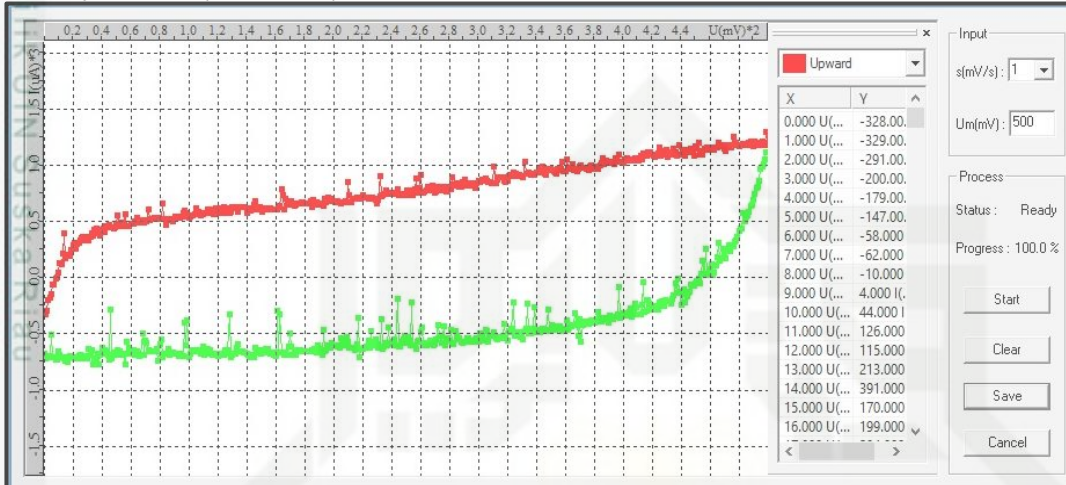
$$= \frac{221 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{221 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-5}}$$

$$= \frac{22,1}{2}$$

$$= 11,05 \frac{F}{g}$$

3. Ayakan 100 μ (AC 100 μ)



Gambar 4.7 Kurva Pengujian *Cyclic Voltametry* Ayakan 100 (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Diketahui: $I_c = 739 \text{ A}$
 $I_d = -581 \text{ A}$
 $S = 1 \text{ mV/s}$
 $m = 0,025 \text{ g}$

Penyelesaian:

$$C_{sp} = \frac{(I_c - (-I_d))}{S \times m}$$

$$= \frac{(739 - (-581)) \times 10^{-6}}{0,001 \times 0,025}$$

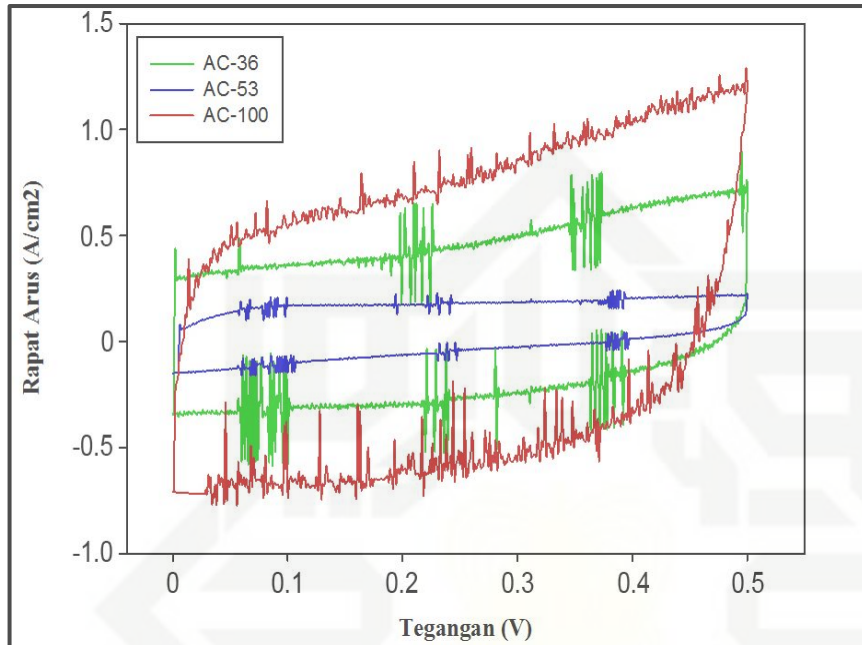
$$= \frac{597 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{1320 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1320}{25}$$

$$= 52,8 \frac{F}{g}$$

Perbandingan nilai kapasitansi berdasarkan perbedaan variasi pada pengukuran menggunakan metode *cyclic voltametry* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Kapasitansi pada Semua Variasi (Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Gambar 4.8 menunjukkan kurva masing-masing variasi yang mewakili besarnya nilai kapasitansi yang dihasilkan. Kurva berwarna merah adalah karbon aktif pelepah kelapa sawit yang menggunakan ayakan 100 μ , kurva berwarna hijau mewakili karbon aktif yang menggunakan ayakan 36 μ , dan kurva biru mewakili karbon aktif yang menggunakan ayakan 53 μ . Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin besar nilai kapasitansi yang dihasilkan, maka semakin besar kurva yang terbentuk.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai Kapasitansi Limbah Pelepah Sawit

Kode Sampel	Ic (A)	Id (A)	Laju Scan (mV/s)	Massa (g)	Csp (F/g)
AC-36	361	-236	1	0,0187	31,92
AC-53	182	-39	1	0,02	11,05
AC-100	739	-581	1	0,027	52,8

(Sumber: Data Hasil Penelitian, 2017)

Berdasarkan tabel di atas, nilai kapasitansi spesifik tertinggi didapatkan pada sampel AC-100, sedangkan nilai kapasitansi spesifik terendah terdapat pada sampel AC-100. Perbedaan variasi menghasilkan nilai kapasitansi yang berbeda.

4.6 Analisa Kelayakan Industri

Pengolahan data mengenai analisa kelayakan ditinjau dari aspek teknis dan finansial, aspek teknik akan diuraikan tentang pemilihan lokasi dan penggunaan teknologi, sedangkan aspek finansial menguraikan tentang harga pokok produksi, perhitungan NPV, IRR, dan PP.

4.6.1 Aspek Teknis.

Aspek teknis dikenal sebagai aspek produksi. Penilaian kelayakan terhadap aspek ini juga penting untuk dilakukan sebelum suatu usaha dijalankan. Penentuan kelayakan teknis atau operasi perusahaan menyangkut hal-hal yang berkaitan dengan teknis atau operasi, sehingga jika tidak dianalisa dengan baik, maka akan berakibat fatal bagi perusahaan di kemudian hari.

4.6.1.1 Penilaian Lokasi

Tabel 4.6 merupakan data luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau:

Tabel 4.6 Rekapitulasi Luas Perkebunan Sawit Provinsi Riau

No	Kabupaten/Kota	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Bengkalis	198.642	8,28
2	Dumai	36.345	1,51
3	Kuantan Singingi	128.538	5,36
4	Indragiri Hulu	118.970	4,96
5	Indragiri Hilir	228.052	9,50
6	Pelalawan	306.145	12,76
7	Siak	287.782	11,99
8	Kampar	387.263	16,14
9	Rokan Hulu	423.545	17,65
10	Rokan Hilir	273.145	11,38
11	Pekanbaru	10.745	0,448
Total Luas		2.399.172	100

Sumber: Badan Pusat Staiaistik, 2013

Berdasarkan luas perkebunan kelapa sawit yang ada di Provinsi Riau, pemilihan lokasi yang ditetapkan pada penelitian ini didasarkan kepada

Kabupaten atau kota yang memiliki luas perkebunan terbesar. Tabel 4.6 menunjukkan bahwasanya Rokan Hulu terpilih sebagai lokasi pendirian usaha pembuatan superkapasitor dari limbah biomassa pelepah kelapa sawit dengan total luas perkebunan 423.545 Ha.

4.6.1.2 Penggunaan Teknologi

Pada proses produksi sel superkapasitor membutuhkan mesin yang digunakan dalam pengeringan bahan baku, pra-karbonisasi, aktivasi kimia, pembakatan, dan pengujian nilai kapasitansi dari elektroda yang dihasilkan. Kebutuhan mesin pada pembuatan elektroda sel superkapasitor dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mesin Oven 110⁰

Diketahui:

Downtime (DT) = 0 jam

Setup Time (ST) = 0 jam

Jumlah Jam Kerja (D) = 24 jam

Total Waktu Pengerjaan (T) = 24 jam

Jumlah Produk = 40 unit

Penyelesaian:

a. Efisiensi Mesin

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Mesin} &= 1 - \left(\frac{D_T + S_T}{D} \right) \\ &= 1 - \left(\frac{0 + 0,5}{24} \right) \\ &= (1 - 0,02) \\ &= 98\% \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Mesin

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Mesin} &= \frac{T}{60} \times \frac{P}{D \times E} \\ &= \frac{24}{60} \times \frac{40}{24 \times 0,98} \\ &= 0,68 \approx 1 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Mesin

No	Jenis Mesin	DT (Jam)	S _T (Jam)	D (Jam)	E (%)	T (Jam)	P (Unit)	N
1	Oven Listrik 110°	0	0,5	24	0,98	24	40	0,68
2	Oven Listrik 250°	0	0,5	8	0,94	5	40	0,44
3	Ball milling	0	2	8	0,87	10	40	1,11
4	Hot Plate	0	0,25	8	0,97	3	40	0,26
5	Furnace	0	2	8	0,87	10,6	40	1,17
6	CV	0	0,25	8	0,97	1,5	40	0,13

Sumber: Pengolahan Data, 2018

4.6.2 Aspek Finansial

Perhitungan pada aspek finansial dimulai dari menentukan harga pokok produksi, *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate Return* (IRR), dan *Payback Period* (PP).

4.6.2.1 Harga Pokok Produksi

1. Biaya Bahan Baku

Tabel 4.8 Rekapitulasi Biaya Bahan Baku

No	Keterangan	Jumlah	Satuan
1	Jumlah hari kerja	300	Hari/tahun
2	Kebutuhan pelepah sawit	100	g/hari
3	Harga pelepah sawit	0	Rp/kg
4	Kebutuhan KOH	704	Rp/hari
Total		211.200	tahun

Sumber: Pengolahan Data, 2018

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Kebutuhan KOH} &= \text{kebutuhan KOH} \times \text{harga} \times \text{jumlah hari kerja} \\
 &= 704 \times 300 \\
 &= \text{Rp } 211.200/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Kebutuhan Bahan Langsung} &= \text{Biaya pelepah sawit} + \text{Biaya KOH} \\
 &= 0 + 211.200 \\
 &= \text{Rp } 211.200/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

2. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung terdiri dari 1 orang operator untuk pengeringan dan pra-karbonisasi, 1 orang operator untuk pengayakan dan aktivasi, 1 orang operator untuk pencetakan pelet dan pembakaran. Masing-masing operator menerima upah Rp 85.000/ hari dengan waktu kerja 25 hari selama satu bulan. Berikut perhitungan biaya tenaga kerja langsung.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Biaya Tenaga Kerja Langsung

No	Keterangan	Jumlah	Satuan
	Hari kerja perbulan	25	Hari/bulan
1	Hari kerja pertahun	300	Hari/tahun
2	Jumlah pekerja	3	Orang
3	Upah pekerja	85.000	Perorang/hari
4	Total upah pekerja	76.500.000	Pertahun

Sumber: Pengolahan Data, 2018

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pekerja pertahun} &= \text{Upah kerja} \times \text{hari kerja pertahun} \times \text{jumlah pekerja} \\
 &= 85.000 \times 300 \times 3 \\
 &= 76.500.000/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

3. Biaya Overhead Pabrik

Biaya overhead pabrik meliputi biaya overhead pabrik variabel, dan biaya overhead pabrik tetap.

a. Biaya Overhead Pabrik Variabel

Tabel 4.10 Perhitungan Biaya Overhead Pabrik Variabel

Keterangan	Jumlah	Harga Satuan	Total
Biaya Bahan Pembantu			
Air Suling	12 Tabung	40.000	480.000
H ₂ SO ₄	1 Botol	97.500	97.500
Separator	12 Butir	2.150	25.800
Biaya Lain-lain			
Biaya Listrik	12 Bulan	1.500.000	18.000.000
Biaya Angkut	12 Bulan	150.000	1.800.000
Total Biaya Overhead Pabrik Variabel			20.403.300

Sumber: Pengolahan Data, 2018

b. Biaya *Overhead* Pabrik tetap

Dalam setiap melakukan investasi, maka terdapat biaya depresiasi dari peralatan atau aset yang digunakan karena waktu pemakaian. Dalam penelitian ini metode depresiasi yang digunakan adalah *Double Declining Balance Depreciation (DDBD) to Conversion Straight of Line Depreciation (SLD)*.

Tabel 4.11 Aset yang Mengalami Depresiasi

No	Mesin	Jumlah (Unit)	Harga/Unit (Rp)	Nilai (Rp)
1	Oven 110°	1	500.000	500.000
2	Oven 250°	1	775.000	775.000
3	Ball milling	2	2.500.000	5.000.000
4	Furnace Listrik	1	32.000.000	32.000.000
5	CV	1	8.000.000	8.000.000
6	Hidraulyc Press	1	3.500.000	3.500.000
7	Timbangan	1	4.500.000	4.500.000
8	Saringan	3	700.000	2.100.000
9	Hot Plate	1	5.000.000	5.000.000

Sumber: Pengolahan Data, 2018

1. Oven 110°

Adapun perhitungan penyusutan untuk oven suhu 110° ada;ah sebagai berikut:

Umur Oven = 8 tahun

Investasi (I) = 500.000

Nilai Sisa = 12,5 % x 500.000

= 62.500

Rasio $\frac{S}{I}$ = $\frac{62.500}{500.000}$

= 0,125

SLD = $\frac{1}{N-(n-1)} (BV_{t-1} - S)$

= $\frac{1}{8-(1-1)} (500.000-62.500)$

$$= 54.687$$

Tabel 4.12 Depresiasi Oven Suhu 110⁰

T	SLD $\frac{1}{N-(n-1)} (BV_{t-1} - S)$	BV = $1 (1 \frac{2}{N})^n$	DDBD = $\frac{21}{N} (1 \frac{2}{N})^{n-1}$	BV = $1 (1 \frac{2}{N})^n$
0		5.00.000		500.000
1	$\frac{1}{8-(1-1)} (500.000-62.500)$ = 54.687	445.313	$\frac{2 (500.000)}{8} (1 \frac{2}{8})^{1-1}$ = 125.000	375.000
2	$\frac{1}{8-(2-1)} (445.313-62.500)$ = 54.687	390.626	$\frac{2 (500.000)}{8} (1 \frac{2}{8})^{2-1}$ = 93.750	281.250
3	$\frac{1}{8-(3-1)} (390.626-62.500)$ = 54.687	335.939	$\frac{2 (500.000)}{8} (1 \frac{2}{8})^{3-1}$ = 70.312	210.938
4	$\frac{1}{8-(4-1)} (335.939-62.500)$ = 54.687	281.252	$\frac{2 (500.000)}{8} (1 \frac{2}{8})^{4-1}$ = 52.734	158.204

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tabel 4.13 Rekapitulasi Depresiasi Aset

Jenis Investasi	Tahun I			Tahun II			Tahun III			Tahun IV		
	Depresiasi	Book Value (BV)	Ket	Depresiasi	Book Value (BV)	Ket	Depresiasi	Book Value (BV)	Ket	Depresiasi	Book Value (BV)	Ket
Oven 110 ⁰	125.000	375.000	DDBD	93.750	281.250	DDBD	70.312	2.100.938	DDBD	54.687	281.252	SLD
Oven 250 ⁰	193.750	581.250	DDBD	145.312	435.937	DDBD	108.984	326.953	DDBD	86.729	429.882	SLD
Ball Milling 1	625.000	1.875.000	DDBD	468.750	1.406.250	DDBD	351.562	1.054.688	DDBD	273.437	1.406.250	SLD
Ball Milling 2	625.000	1.875.000	DDBD	468.750	1.406.250	DDBD	351.562	1.054.688	DDBD	273.437	1.406.250	SLD
Furnace 1	8.000.000	24.000.000	DDBD	6.000.000	18.000.000	DDBD	4.500.000	13.500.000	DDBD	3.500.000	18.000.000	SLD
Furnace 2	8.000.000	24.000.000	DDBD	6.000.000	18.000.000	DDBD	4.500.000	13.500.000	DDBD	3.500.000	18.000.000	SLD
CV	2.000.000	6.000.000	DDBD	1.500.000	4.500.000	DDBD	1.125.000	3.375.000	DDBD	875.000	4.500.000	SLD
Hidraulyc Press	875.000	2.625.000	DDBD	656.250	1.968.750	DDBD	492.187	1.476.563	DDBD	378.312	4.500.000	SLD
Timbangan Digital	1.125.000	3.375.000	DDBD	843.750	2.531.250	DDBD	632.812	1.898.438	DDBD	474.609	1.423.828	SLD
Saringan	525.000	1.575.000	DDBD	393.750	1.181.250	DDBD	378.312	1.410.938	SLD	378.312	1.181.250	SLD
Hot Plate	1.250.000	3.750.000	DDBD	937.500	2.812.500	DDBD	703.120	2.109.380	DDBD	546.870	2.812.520	SLD
Total	23.343.750	70.031.250		17.507.812	52.523.437		13.213.851	41.807.586		10.341.393	53.941.232	

Sumber: Pengolahan Data, 2018

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.14 Harga Pokok Produksi

Biaya Bahan Baku		1.320.000
Biaya tenaga kerja langsung		76.500.000
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Variabel		20.403.300
Biaya <i>Overhead</i> Pabrik Tetap		
1. Sewa Gedung	20.000.000	
2. Depresiasi	23.343.750	
Jumlah		43.343.750
Total Keseluruhan		Rp 140.458.250

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

Kapasitas Produksi perhari = 100 g

Kapasitas produksi pertahun = 100 g x 300 hari kerja/tahun

= 30.000 gr/tahun

HPP = $\frac{\text{Total Biaya Pertahun}}{\text{Kapasitas Produksi Pertahun}}$

= $\frac{140.458.250}{30000 \text{ gr/tahun}}$

HPP = Rp 4.803

Harga jual Superkapasitor

dengan margin 50% = $4.935 + (4.935 \times 50\%)$

= Rp 7.402,5

Penjualan Pertahun = $7.402,5 \times 30.600$

= Rp 226.516.500

4.6.2.2 Net Present Value (NPV)

Net present value (NPV) atau nilai bersih sekarang merupakan selisih antara PV kas bersih dengan PV investasi. Sebelumnya dilakukan perhitungan nilai PV kas bersih dengan membuat aliran kas perusahaan selama umur investasi. Berikut ini merupakan aliran kas investasi dari tahun pertama sampai tahun ke empat. Contoh perhitungan Tahun 1

$$\begin{aligned} \text{Laba sebelum pajak} &= \text{Pendapatan} - \text{Beban Operasional} \\ &= \text{Rp } 226.516.500 - 140.458.250 \\ &= 48.305.515 \\ \text{Pajak} &= 10\% \times \text{Rp Pendapatan} \\ &= 10\% \times 48.305.152 \\ &= 43.474.637 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

No	Item	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4
1	Pendapatan	207.640.125	232.556.940	260.463.773	285.380.588
2	Beban Operasional	140.458.250	157.313.240	174.168.230	191.023.220
4	Laba Sebelum Pajak	67.181.875	75.243.700	86.295.543	94.357.368
5	Pajak (10%)	6.718.187	7.524.370	8.629.554	9.435.736
6	Kas Bersih	60.463.688	67.719.330	77.665.989	84.921.631
7.	<i>Discount Factor</i>	0,904	0,818	0,740	0,670
8.	<i>Present Value</i>	54.703.418	55.430.948	57.516.224	56.898.084
PV Positif		224.548.676			
PV Negatif		140.458.250			
NPV		84.090.426			

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

Contoh perhitungan pada tahun pertama:

$$\begin{aligned} \text{Discount factor} &= \frac{1}{(1+0,1053)^1} \\ &= 0,904 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PV Kas Bersih} &= \text{Kas Bersih} \times \text{Discount Factor} \\ &= \text{Rp } 60.463.688 \times 0,904 \\ &= \text{Rp } 54.703.418 \end{aligned}$$

4.6.2.3 Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) suatu pengukuran yang menghasilkan nilai pengembalian *intern*. Investasi dikatakan layak apabila persentase nilai IRR lebih besar daripada bunga pinjaman. Urutan pengerjaan yang dilakukan adalah sebagai berikut (Kasmir, 2008):

1. Mencari rata-rata kas bersih

$$= \frac{60.463.688+67.719.330+77.665.989+84.921.631}{4}$$

$$= 56.137.168$$

2. Perkirakan nilai *Payback Period*

$$= \frac{140.458.250}{56.137.168,89}$$

$$= 2,502$$

3. Dalam Tabel D (Lampiran) dipaparkan bahwasanya pada tahun ke 4 nilai yang terdekat 2,502 adalah 2,540 dengan persentase sebesar 21%.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Perhitungan Kas Bersih

Tahun	Kas Bersih	DF (21%)	PV Kas Bersih
1	60.463.688	0,826	49.943.006
2	67.719.330	0,683	46.252.302
3	77.665.989	0,564	43.803.617
4	84.921.631	0,466	39.573.480
Total PV Kas Bersih			179.572.406

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

Setelah didapatkan nilai kas bersih, maka langkah selanjutnya adalah memperkirakan nilai periode pengembalian investasi dengan membandingkannya dengan bunga pinjaman di bank sebesar 5,3%. Tabel 4.16 adalah hasil perhitungan nilai IRR dari tahun pertama sampai tahun keempat

Tabel 4.17 Rekapitulasi Perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR)

Tahun	Kas Bersih	Bunga 5,3%		Bunga 21%	
		DF	PV Kas Bersih	DF	PV Kas Bersih
1	60.463.688	0,904	54.703.418	0,826	49943006
2	67.719.330	0,818	55.430.948	0,683	46252302
3	77.665.989	0,740	57.516.224	0,564	43803617
4	84.921.631	0,670	56.898.084	0,466	39573480
Total PV Kas Bersih			224.548.676	179.572.406	
Total PV Investasi			140.458.250	140.458.250	
NPV			84.090.426	39.114.157	

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

Berdasarkan perhitungan di atas, maka:

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \left(\frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \right) \cdot (i_2 - i_1) \\ \text{IRR} &= 0,053 + \left(\frac{84.090.426}{84.090.426 - 39.114.157} \right) \cdot (0,21 - 0,053) \\ \text{IRR} &= 0,053 + 1,87 \times 0,157 \\ \text{IRR} &= 0,053 + 0,293 \\ \text{IRR} &= 0,346 = 34,6\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwasanya investasi layak dilakukan karena persentase IRR (34,6%) lebih besar daripada persentase bunga pinjaman (5,3%).

4.6.2.4 Payback Period (PP)

Metode *payback period* merupakan teknik penilaian terhadap jangka waktu pengembalian investasi suatu usaha.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Perhitungan *Payback Period* (PP)

Tahun	Kas Bersih	Akumulasi Kas Masuk (Rp)
0	140.458.250	-
1	60.463.688	60.463.688
2	67.719.330	67.719.330
3	77.665.989	77.665.989
4	84.921.631	84.921.631

(Sumber: Pengolahan Data, 2018)

$$\begin{aligned} \text{Investasi} &= \text{Rp } 140.458.250 \\ \text{Kas Bersih Tahun 1} &= \text{Rp } 60.463.688 \text{ (-)} \\ &\quad \text{Rp } 79.994.562 \\ \text{Kas Bersih Tahun 2} &= \text{Rp } 67.719.330 \text{ (-)} \\ &\quad \text{Rp } 12.275.232 \end{aligned}$$

Perhitungan PP hanya sampai disini, karena ketika dikurangi dengan kas bersih tahun ke 3 maka nilainya sudah negatif.

$$\begin{aligned} \text{PP} &= \frac{\text{Rp } 67.719.330}{\text{Rp } 77.665.989} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 0,872 \times 12 \text{ bulan} \\ &= 10,46 \text{ bulan} \approx 10,5 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Nilai *payback period* yang diperoleh adalah 2 tahun 10,5 bulan. Artinya jika investasi dilakukan, masa pengembalian modal investasi selama 2 tahun 10,5 bulan.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.