

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketergantungan masyarakat akan energi listrik semakin besar seiring dengan kemajuan dibidang teknologi serta penambahan penduduk [1]. Untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat, perlu adanya pengembangan sumber daya energi, seperti fosil dan terbarukan.

Energi fosil merupakan energi yang saat ini banyak digunakan di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Akan tetapi ketersediaan energi fosil saat ini semakin menipis, sehingga perlu adanya energi alternatif yang dapat menggantikan ketergantungan akan energi fosil tersebut. Salah satunya dengan memanfaatkan energi terbarukan berupa energi matahari yang memiliki potensi besar untuk dapat dikembangkan bahkan dapat dijadikan sebagai sumber utama penghasil energi listrik, karena energi matahari memiliki jumlah yang melimpah serta ramah lingkungan. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan merubahnya menjadi energi listrik menggunakan panel surya.



Gambar 1.1 Konsumsi Listrik Nasional

Panel surya adalah sebuah alat yang terdiri dari sel surya yang terbuat dari bahan *semikonduktor* untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik [2]. Panel surya dapat menghasilkan daya yang optimal apabila permukaan panel surya berada pada posisi tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

Sehingga diperlukan adanya suatu sistem yang dapat secara otomatis mengontrol panel surya supaya dapat mengikuti arah datangnya sinar matahari agar dapat menghasilkan daya keluaran yang maksimal.

1.2. Identifikasi Masalah

Untuk dapat menghasilkan daya *output* yang maksimal pada panel surya, maka perlu adanya sistem yang dapat mengontrol panel surya agar selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Pengontrolan panel surya dapat dilakukan dengan penerapan *solar tracker system*. Penyusunan Tugas Akhir ini akan dilakukan pembuatan *solar tracker system dual-axis* dengan menggunakan panel surya 100 Wp. Sehingga dalam Tugas Akhir ini dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui karakteristik *output* daya panel surya 100 Wp dengan menggunakan *solar tracker system dual-axis*.
2. Pengaruh *solar tracker system dual-axis* menggunakan panel surya 100 Wp dalam memaksimalkan *output* daya.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah tersebut, maka pembahasan pada skripsi dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Menggunakan panel surya LUM 100 Wp jenis *polycrystalline*
2. Menggunakan sistem *tracker dual-axis*.
3. Pengambilan dan analisis data meliputi intensitas cahaya matahari, tegangan, kuat arus, daya masuk, daya keluaran, kecepatan angin, temperatur dan efisiensi.

1.4. Tujuan Penelitian

Untuk dapat menjawab pertanyaan yang terdapat pada identifikasi masalah diatas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan karakteristik *output* daya panel surya 100 Wp dengan menggunakan *solar tracker system dual-axis*.
2. Untuk mendapatkan pengaruh penggunaan *solar tracker system dual-axis* menggunakan panel surya 100 Wp dalam memaksimalkan *output* daya.

1.5. Kegunaan Penelitian

Kegunaan yang diperoleh dari penelitian pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sumber informasi dibidang pemanfaatan energi matahari (*solar tracker system dual-axis*) menggunakan panel surya 100 Wp bagi masyarakat.
2. Memahami sistem *instrumen solar tracker system dual-axis* menggunakan panel surya 100 Wp.

1.6. Kerangka Pemikiran

Energi matahari merupakan sumber utama dalam proses-proses yang terjadi di bumi [3]. Energi matahari memiliki banyak sekali fungsi atau manfaat bagi kehidupan manusia seperti [4] :

1. Menghasilkan listrik

Energi listrik dari batu bara seiring berjalanya waktu sudah mulai ditinggalkan. Hal itu karena polusi yang disebabkan oleh batu bara sangat mencemari bumi, serta jumlahnya yang semakin sedikit.

Energi listrik yang bersumber dari cahaya matahari saat ini sedang banyak dikembangkan diseluruh dunia, karena jumlahnya yang melimpah serta tidak menyebabkan polusi udara/ ramah lingkungan.



Gambar 1.2 Perkembangan energi Terbarukan di Indonesia

2. Sumber Cahaya

Manfaat energi matahari yang dapat dirasakan manusia secara langsung adalah sebagai sumber cahaya/penerangan.

3. Membantu proses fotosintesis

Tumbuhan sangat membutuhkan sinar matahari untuk dapat berfotosintesis dan manusia membutuhkan tumbuhan sebagai penghasil oksigen.

Energi matahari dapat dikonversi menjadi energi panas dengan menggunakan teknologi surya *termal*, sedangkan untuk mengubah cahaya matahari menjadi listrik, digunakan teknologi *photovoltaic*.

Cahaya matahari memiliki partikel-partikel energi yang disebut *foton*. Ketika cahaya matahari mengenai sel surya, maka energi *foton* ini akan membangkitkan *electron-elektron* yang ada dalam material sel surya tersebut sehingga menghasilkan tegangan (*voltage*) listrik.

Sel surya akan tetap dapat menghasilkan listrik, walaupun dalam keadaan mendung atau hujan, selama cahaya matahari masih ada. Jumlah energi cahaya matahari yang dapat diubah menjadi listrik tergantung pada alat konversinya, yaitu sel surya. Sel surya terbuat dari berbagai material elektronik berupa *semikonduktor* yang mempunyai kemampuan menyerap cahaya matahari dan membangkitkan muatan listrik yang terdapat pada material sel surya.

Jenis panel surya yang banyak beredar dipasaran saat ini hanya dapat menyerap dan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik rata-rata sebesar 16-20 % cahaya matahari. Energi cahaya matahari yang diterima suatu permukaan di bumi adalah sekitar 1000 W/m^2 . Artinya, setiap lokasi seluar 1 m^2 berpotensi menghasilkan energi listrik tenaga surya sebesar 160-200 W [5].

Oleh karena itu perlu dibuat suatu sistem yang membuat *solar cell* dapat selalu mengikuti arah datangnya sinar matahari yaitu dengan *solar tracker system*. Panel surya yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik akan di rancang dengan *solar tracker system dual-axis* yang dapat dikontrol dengan *mikrocontroler* *Arduino* *Uno*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Surya

Energi surya merupakan sumber energi yang tidak akan pernah habis dan energi ini dapat digunakan sebagai energi alternatif yang dapat diubah menjadi energi listrik [6]. Teknik pemanfaatan energi surya muncul pada tahun 1893, ditemukan oleh A.C. Baecqurel. Dengan menggunakan *Kristal silicon* untuk mengkonversi radiasi matahari. Hingga tahun 1955 metode ini belum banyak dikembangkan.

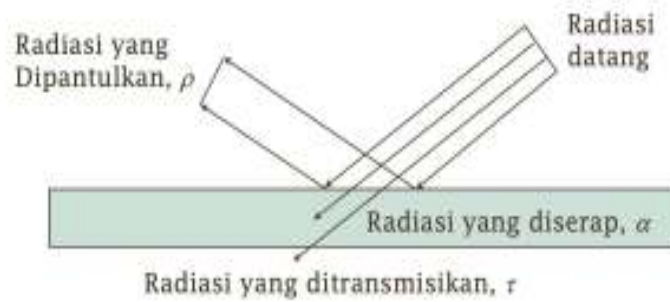
2.2. Radiasi Matahari

Radiasi matahari yang dipancarkan (yang sampai kebumi) besarnya berfluktuasi. Hal ini disebabkan antara lain oleh reaksi *termo-nuklir* di inti matahari. Sehingga besaran radiasi matahari bervariasi antara 1.308 sampai 1.398 Watt/m² [7].

Reaksi *fusi termo-nuklir* di inti matahari akan memancarkan energi berbentuk radiasi gelombang *elektromagnetik* berfrekuensi tinggi. Secara teoritis radiasi gelombang *elektromagnetik* adalah kombinasi gelombang listrik bolak-balik berkecepatan tinggi dengan gelombang medan magnet yang akan menghasilkan partikel-partikel energi (*foton*).

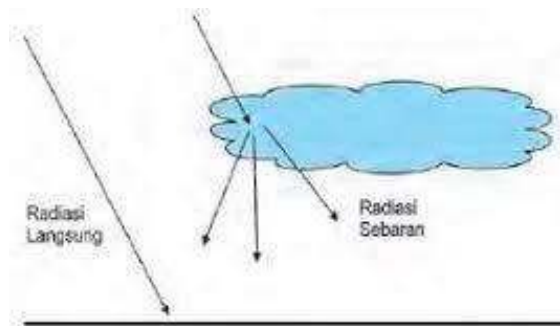
Partikel-partikel fotonlah yang akan ditangkap oleh sel surya untuk diubah menjadi energi listrik. Sedangkan sinar infra merah (yang bersifat panas dan mambakar), perlu dihindarkan dari sel surya karena dapat merusak sel surya.

Apabila radiasi sinar matahari menimpa suatu permukaan benda, maka sebagian dari energi radiasi akan dipantulkan (*reflection*), sebagian akan diserap (*absorbtion*) dan sebagian lagi akan diteruskan (*transmisition*).



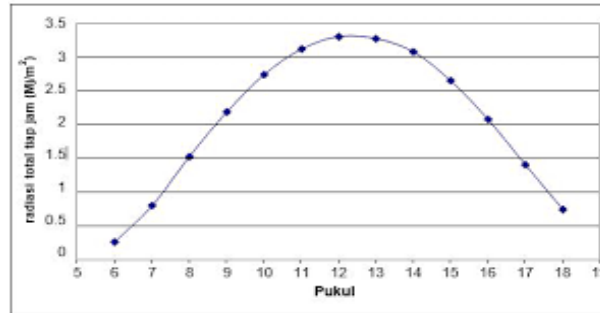
Gambar 2.1 Radiasi yang datang

Selain itu, ada juga radiasi sebaran/hamburan yaitu radiasi matahari yang terbelok arah-arahnya. Hal ini terjadi karena sinar matahari yang datang (sebelum mencapai permukaan bumi) dihamburkan oleh molekul-molekul gas, partikel-partikel debu, dan uap air (di atmosfer) seperti terlihat pada Gambar 2.2. Faktor-faktor di atas dapat menyebabkan intensitas radiasi yang diterima permukaan bumi berfluktuasi di setiap waktunya [8].



Gambar 2.2 Radiasi langsung dan sebaran permukaan bumi

Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada Gambar 2.3. Dimana, di pagi dan sore hari, intensitas radiasi di permukaan bumi relatif kecil karena arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi sehingga sinar matahari terdifusi oleh atmosfer bumi.



Gambar 2.3 Radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi

2.3. Sel Surya

Sel surya adalah alat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Pemanfaatan panel surya untuk dapat menunjang kebutuhan akan energi listrik sangat potensial karena keberadaan sumber energi ini sangat melimpah. Proses pengubahan energi dari sinar matahari menjadi energi listrik melalui efek *photovoltaic*. Secara sederhana *solar cell* terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n, apabila terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran *elektron*. Aliran *elektron* inilah yang disebut sebagai arus listrik.

2.4. Panel Surya

Panel surya merupakan suatu kumpulan dari sel surya yang memiliki fungsi untuk menangkap sinar matahari, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh *solar cell* dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah kondisi dimana tegangan listrik muncul yang disebabkan adanya hubungan atau kontak dua *elektroda* yang dihubungkan saat mendapatkan energi cahaya. Pada umumnya, setiap *solar cell* dapat menghasilkan tegangan sebesar 0,45-0,5 V dan arus listrik sebesar 0,1 A pada saat menerima cahaya terang [9].



Gambar 2.4 Panel Surya

Tabel 2.1 Spesifikasi *Solar* Panel 100 Wp

Spesifikasi	keterangan
<i>Max. Power Voltage (Pmax)</i>	100 W
<i>Power Tolerance Range</i>	±3%
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22 V
<i>Rated Voltage (Vmp)</i>	18,29 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	5,82 A
<i>Rated Current (Imp)</i>	5,47 A
<i>Max. System Voltage</i>	600 V
<i>Dimension</i>	1005 x 665 x 30 mm
<i>Weigh</i>	7,2 KG
<i>Series Fuse Rating</i>	10 A

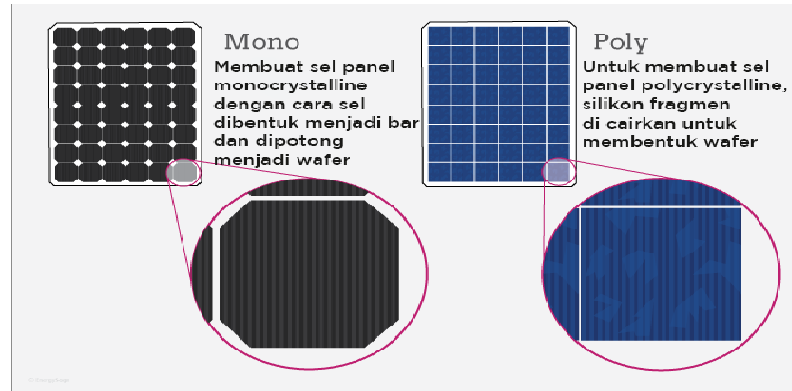
Berdasarkan sel surya penyusunnya, panel surya dibedakan sebagai berikut:

1. *Monocrystalline silicon*

Monocrystalline silicon merupakan panel surya yang paling efisien. Namun panel surya ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan cahaya yang sangat terang ketika beroperasi. Panel surya ini akan mengalami pengurangan efisiensi apabila berada pada cuaca yang berawan dan mendung.

2. *Polycrystalline silicon*

Polycrystalline silicon merupakan panel surya dengan teknologi terbaru dengan material yang tersusun dari batang *silicon* yang kemudian dicairkan.



Gambar 2.5 Panel surya monocrystalline silicon dan polycrystalline silicon

Kinerja dari panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

1. Intensitas cahaya matahari

Semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya, maka akan semakin tinggi arus yang dihasilkan solar panel. Dengan demikian daya yang dihasilkan akan semakin besar.

2. Temperatur *solar cell*

Tingkat suhu mempengaruhi kinerja *solar cell*. Semakin tinggi suhu *solar cell* maka akan menurunkan efisiensi kerja *solar cell*. Kenaikan 1°C akan mengurangi efisiensi sekitar 0,4%.

3. Bayangan (*Shading*)

Shading adalah kondisi salah satu atau lebih *sel silicon* dari panel surya tertutup dari cahaya matahari. Bayangan (*shading*) ini mengakibatkan daya yang dihasilkan panel surya menjadi berkurang.

2.5. *Dual Axis*

Sistem dual-axis berfungsi untuk merubah posisi panel surya dengan menyesuaikan arah datangnya sinar matahari ke empat (4) arah yang berbeda [10]. Menggunakan *sistem koordinat horizontal* di bumi dengan ditentukan oleh sudut *altitude/elevasi*, sudut *azimuth* dan sudut *zenith*.



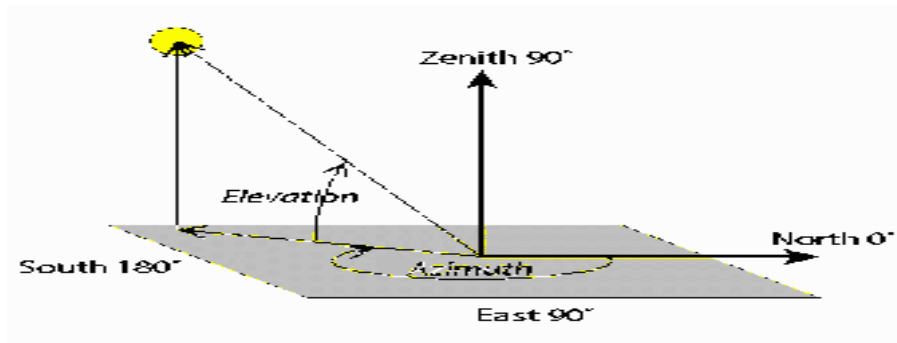
Gambar 2.6 *Solar Tracker Dual-axis*

2.5.1 *Azimuth*

Sudut *azimuth* diperlukan agar posisi panel surya maksimal dalam menyerap radiasi sinar matahari serta menjaga posisi panel surya terhindar dari bayangan yang menghalangi.

2.5.2 *altitude*

Sudut peletakan panel surya dengan acuan arah dari timur ke barat. *Altitude* sendiri menunjukkan ketinggian matahari dari horizon. Horizon adalah bidang datar yang menjadi pijakan pengamat menjadikan batasan antara belahan langit yang bias diamati dan tidak bias diamati.



Gambar 2.7 sudut *azimuth*, *altitude*, dan *zenith*

2.6. Arduino UNO

Arduino uno adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Atmega 328, arduino sebagai perangkat *hardware open source* berarti siapapun memiliki kebebasan untuk dapat membuat serta mengembangkan arduino sendiri. Arduino mendukung perangkat mikrokontroler yang dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB sebagai *loader dan port komunikasi serial* [11].



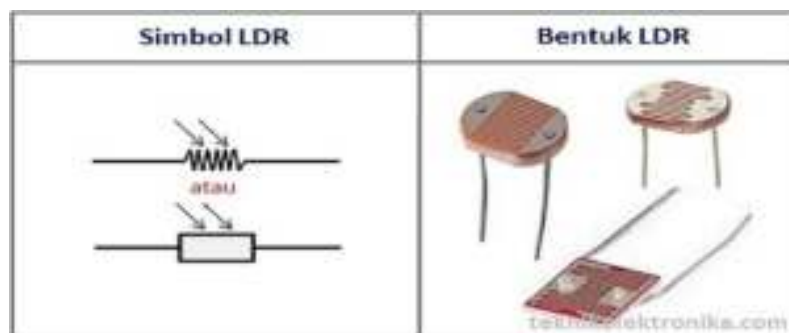
Gambar 2.8 Arduino Uno

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Keterangan
<i>Microcontroller</i>	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (Recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (Limits)</i>	6-12V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 Ma
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 Ma
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16MHz

2.7. Sensor LDR

Sensor LDR (*light Dependent Resistor*) merupakan salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya [12]. LDR terbuat dari *cadmium sulfida* yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. LDR bisa digunakan sebagai *detector* cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya [13]. Bila cahaya gelap maka nilai tahanannya menjadi semakin kecil.



Gambar 2.9 Sensor LDR

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor LDR

Spesifikasi	Keterangan
<i>Model</i>	GL5516
<i>Bright Resistance</i>	5-10 KOhm
<i>Dark Resistance</i>	0,2 MOhm
<i>Max. Voltage</i>	150 VDC
<i>Max. Wattage</i>	100 Mw
<i>Diameter</i>	5 mm
<i>Operating Temperature</i>	30 s/d +70 °C
<i>Spectral Peak</i>	540 nm
<i>Response Time</i>	20 ms(Rise), 30 ms(Down)
<i>Resistance Illumination</i>	2

2.8. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau *actuator* putar (motor) yang dirancang dengan sistem *control* umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output*. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, *control* dan *potensiometer*. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 2.10 Motor Servo

Tabel 2.4 Spesifikasi Motor Servo

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Kerja	4,8-6 Vdc
Torsi	1,6 kg/cm
Arus	<500 Ma
Dimensi	22 x 12,5 x 29,5 cm
Berat	9 gr
Kecepatan Putaran	0,12 detik/60°

2.9. Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah salah satu media komunikasi data tanpa kabel (*nirkabel*). Tujuan utama penggunaan dari modul bluetooth ini adalah menggantikan komunikasi serial menggunakan kabel. Terdapat 2 jenis komunikasi bluetooth, yaitu *Master* (pengirim data) dan *Slave* (penerima data). Bluetooth HC-05 dapat berperan sebagai *bluetooth master device* ataupun *slave device* [14].



Gambar 2.11 Bluetooth HC-05

Tabel 2.5 Spesifikasi Bluetooth HC-05

Spesifikasi	Keterangan
Daya Transmit RF	+4dBm
Sensitivitas	-80dBm
Operasi Daya Rendah	1,8V-3,6V I/O

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

Metode penelitian yang menjadi dasar dalam penulisan ini adalah melalui eksperimen yang berarti bahwa data-data yang diperoleh di lapangan baik (berupa pengamatan langsung di lapangan atau lisan) dokumen maupun dalam bentuk lainnya yang berhubungan dengan judul penelitian, dianalisis kemudian diinterpretasikan guna mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas HKBP Nommensen Medan, di Jalan Sutomo No.4 A Medan. Penelitian dilakukan juli 2023.

3.2. Alat dan Bahan

Alat ukur dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop yang sudah *terinstall Software GUI dan Data Logger*

Alat atau *software* yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari, tegangan dan kuat arus.

2. Anemometer

Alat ini berfungsi untuk mengukur kecepatan angin dan temperatur selama pengujian

3. Panel surya

Panel surya yang diuji adalah panel surya 100 Wp jenis *polycrystalline*.

3.3. Studi pustaka

Sumber data pada penelitian ini adalah laporan-laporan, jurnal-jurnal dan lain-lain yang berhubungan dengan permasalahan yang ada serta berguna bagi peneliti.

3.4. Persiapan alat dan bahan

Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian ke lokasi penelitian.

3.5. Pengujian alat dan bahan

Pengujian penelitian ini menggunakan panel surya 100 Wp dengan *sistem solar tracker dual-axis*

3.6. Pengambilan data

Data diperoleh dengan pengukuran secara langsung

3.7. Analisis Data

Proses analisis data yang diperoleh ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Mencatat semua data yang diperlukan dalam penelitian
- b. Membuat tabel penelitian
- c. Memasukkan data pada tabel
- d. Menganalisa hasil penelitian
- e. Memberikan hipotesa.

3.8. Diagram alir pengerjaan tugas akhir

