

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk, menyebabkan semakin besar juga permintaan masyarakat akan listrik. Listrik menjadi kebutuhan yang sangat vital, karena hampir sebagian aktivitas manusia bergantung pada listrik misalnya internet, industri, peralatan elektronik, dan masih banyak lagi. Menurut Sekretaris Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Ida Nuryatin sampai dengan September 2022 angka konsumsi listrik di Indonesia mencapai 1.169 kWh/kapita [1].

Dilansir dari *CNBC INDONESIA*, sebesar 87,4% produksi listrik di Indonesia pada tahun 2020 masih berasal dari bahan fosil. Angka tersebut menurun dibandingkan pada tahun 2019 yaitu sebesar 88,73% sedangkan untuk penggunaan energi baru terbarukan (EBT) hanya 10,9% sisanya merupakan energi dari sumber bahan fosil [2]. Berdasarkan data tersebut berarti ketergantungan negara Indonesia terhadap energi fosil masih sangat besar terutama di bagian batu bara, dan minyak. Seperti yang diketahui energi yang dihasilkan dari fosil dapat membawa dampak negatif seperti pemanasan global dan perubahan iklim yang diakibatkan oleh efek gas rumah kaca yang berupa gas CO² yang salah satu sumbernya adalah dari pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil. Dalam hal ini Ir. Arifin Tasri mengungkapkan bahwa pada tahun 2060 Indonesia telah berkomitmen untuk mencapai *Net Zero Energy* atau mungkin bisa lebih cepat dengan peran migas yang tetap krusial dalam proses transisi energi.

Seperti yang diketahui bahwa salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan adalah menciptakan energi yang bersih dan terjangkau, maka saat ini beberapa negara termasuk Indonesia sedang mengeksplorasi energi-energi terbarukan yang akan menghasilkan energi jauh lebih bersih dan ramah lingkungan. Di tahun 2025 Peraturan Presiden menargetkan Rencana Umum Energi Nasional sebesar 23% untuk penggunaan energi terbarukan di Indonesia, hingga pada tahun 2050 mencapai 31,2%. Sedangkan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT)

mencapai 2,5%, dengan sumber tenaga terbesar berasal dari tenaga surya atau energi matahari [3]. Penggunaan dan pemanfaatan PLTS memiliki potensi yang luar biasa. Melihat letak Indonesia yang berada di garis khatulistiwa memastikan bahwa negara Indonesia akan mendapatkan sinar matahari yang cukup. Selain itu sebagai salah satu negara dengan penghasil timah terbesar ke-2 dunia menjadikan Indonesia mempunyai peluang yang besar untuk memproduksi salah satu bahan utama sel surya yaitu *Perovskite Solar Cell* (PCS). *Perovskite Solar Cell* memiliki efisiensi penyerapan energi yang cukup tinggi. Pemanfaatan energi surya juga dapat mengurangi kadar polutan di udara. Pemilihan PLTS sebagai salah satu energi yang perlu dikembangkan karena mudahnya akses masyarakat dalam memahami sistem pemasangan dan penggunaan serta nanti serta semakin menurunnya biaya untuk panel surya dari tahun ke tahun.

Umumnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terbagi menjadi dua jenis yaitu *on-grid* dan *off-grid*. Sistem *on-grid* adalah PLTS yang terkoneksi langsung dengan jaringan listrik (PLN) serta tidak memakai baterai sebagai sumber cadangan. Sedangkan, sistem *off-grid* adalah PLTS yang berdiri sendiri dan tidak terkoneksi dengan jaringan listrik (PLN) serta memerlukan baterai untuk penyimpanan energi berlebih. Prinsip kerja dari PLTS adalah dengan memanfaatkan teknologi *photovoltaic* maka iradiasi matahari yang ditangkap dapat dikonversi menjadi energi listrik. Seperti yang diketahui bahwa pada cahaya matahari terdapat partikel yang dinamakan foton. Saat foton tersebut mengenai permukaan sel surya maka foton akan diserap oleh sel surya yang memiliki bahan semikonduktor, setelah itu di dalam sel surya terjadilah pelepasan elektron yang terikat sebelumnya. Saat elektron tersebut dapat menempuh lapisan bahan semikonduktor yang berbeda maka terjadi perubahan sigma gaya pada bahan tersebut. Gaya yang terjadi pada bahan tersebut menyebabkan adanya aliran medan listrik demikianlah proses kerja sel surya.

Seperti yang diketahui bahwa produksi energi yang dihasilkan oleh *photovoltaic* sangat bergantung pada cuaca dan kemampuan *photovoltaic* dalam menyerap iradiasi matahari. Oleh karena itu kemampuan kinerja dan efisiensi dari panel *photovoltaic* sangatlah penting. Apalagi saat kondisi cuaca seperti mendung,

hujan, dan dengan tingkat radiasi yang rendah, maka Efisiensi dari kinerja panel bisa menjadi tidak maksimal dan akan berpengaruh juga terhadap tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan sehingga pemenuhan akan beban yang ada tidak tercukupi. Oleh karena itu dilakukan simulasi dan pemodelan terhadap *photovoltaic* yang terkoneksi ke jaringan guna memastikan ketersediaan suplai daya listrik yang dihasilkan dari *photovoltaic* dalam memenuhi kebutuhan beban serta kinerja yang efisien.

Matrix Laboratory (Matlab) merupakan suatu program perangkat lunak yang dipakai untuk melakukan pemrograman dan numerik. Pada awalnya Matlab dikembangkan oleh MathWorks pada tahun 1984 dan sampai sekarang sudah menjadi *software* yang sering digunakan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu Matlab menjadi salah satu *software* yang banyak diminati karena banyaknya sumber acuan atau referensi dalam pembelajarannya. Berikut merupakan beberapa manfaat dan kelebihan yang bisa diperoleh dari Matlab yaitu:

1. Digunakan untuk pengolahan sinyal, pengendalian sistem, optimasi, simulasi jaringan listrik, statistik, dan lain-lain.
2. Matlab/Simulink menyediakan alat atau blok-blok yang sangat luas sehingga sangat cocok digunakan dalam simulasi dan pemodelan yang dibutuhkan.
3. Memiliki keandalan dan kecepatan dalam proses komputasi, sehingga dapat melakukan proses simulasi yang akurat dan cepat.
4. Terintegrasi dengan perangkat-perangkat yang dibutuhkan dalam simulasi dan pemodelan seperti PV dan *inverter*.

Menurut Eriko Alvin Karuniawan dalam penelitiannya yang dipublikasikan pada tahun 2021 membahas mengenai "ANALISIS PERANGKAT LUNAK *PVSYST*, *PVSOL*, DAN *HELIOSCOPE* DALAM SIMULASI *FIXED TILT PHOTOVOLTAIC*". Pada penelitiannya penulis melakukan analisis dan perbandingan dari tiga perangkat yang dipakai yaitu *PVSOL*, *PVSYST*, dan *HelioScope* baik dari segi fitur dan hasil simulasinya. Adapun pv yang digunakan berkapasitas 2.650, *inverter on-grid* 2500 W. Untuk data cuaca diperoleh dari

Meteonorm dengan lokasi berada di UNU Yogyakarta. Simulasi dilakukan dengan melakukan variasi pada kemiringan PV dengan orientasi ke utara. Hasil yang diperoleh yaitu panel menghasilkan daya paling besar pada saat kemiringan 10-50 derajat. Signifikasi *losses* akibat dari perubahan tingkat kemiringan hanya 1,62%, dan saat kemiringan dirubah dari 10° menjadi 0°, maka nilainya 3,14%. Ketika kemiringan diubah lagi dari 15° menjadi 30° derajat. Berdasarkan ketersediaan dari fitur yang ada maka *software PVSOL* dan *PVSYST* lebih lengkap dibandingkan *HelioScope*. Keunggulan *HelioScope* yaitu memiliki keunggulan antar muka yang sederhana dan praktis [4].

Dari penelitian yang dilakukan oleh Yusfiya Rohman dan dipublikasikan pada tahun 2020 tentang "PERENCANAAN MODEL *ON GRID SOLAR HOME SYSTEM* TANPA KOMPONEN PENYIMPANAN ENERGI UNTUK SUPLAY LISTRIK RUMAH TANGGA 900 VA". Pada penelitian ini, HOMER digunakan untuk mendesain dan melihat kinerja *Solar Home System (SHS) on grid* dalam menyuplai listrik 900 VA di kabupaten Kebumen. Metode yang dilakukan yaitu dengan mencari data mengenai tingkat irradiasi matahari, spesifikasi alat dan beban listrik 900 VA. Berdasarkan hasil yang diperoleh HOMER, maka konfigurasi modul 250 Wp dengan 5 pasang modul dan dengan kapasitas 50 Wp kemudian dirangkai secara paralel serta terhubung dengan *grid tie inverter* dengan kapasitas 300 W adalah konfigurasi optimum. Tarif dasar untuk beban rumah tangga 900 VA memperoleh subsidi sedangkan yang 1.300 VA tidak, sehingga perpindahan 900 VA ke 1.300 VA dilakukan. Terjadi kenaikan tarif listrik yang tinggi dari *Net Present Cost* sebesar Rp.41.291.949 menjadi Rp.104.320.669. dari data tersebut maka di dapat bahwa sistem *on-grid* pada SHS sangat cocok untuk digunakan pada listrik rumah tangga 900 VA, karena SHS membantu mengurangi NPC sebesar Rp.2.742.607 [5].

Pada penelitian yang dipublikasi di tahun 2022 oleh Agus Kurniawan dengan judul "PERENCANAAN MODEL DAN SIMULASI MODUL SURYA PARALEL MENGGUNAKAN MATLAB" menyatakan bahwa penelitian mengenai pemodelan dan simulasi tersebut dilakukan dengan tujuan agar mengetahui karakteristik dari dua modul sel surya yaitu tunggal dan paralel.

Paramater yang digunakan yaitu, arus, tegangan, dan daya maksimum supaya dapat menganalisis kinerja dari panel surya. Hasil yang diperoleh yaitu pada saat iradiasi konstan, daya maksimum pada modul tunggal sebesar 156,49 watt dengan nilai efisiensi 15,649 %, sedangkan untuk modul paralel daya maksimum yang dihasilkan sebesar 313,206 watt dengan nilai efisiensi 16,36% [6].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Usaman, Ahmad Rosyid Idris, Sofyan,, dan Irfan Syamsudin yang dipublikasikan pada tahun 2020 tentang "SIMULASI *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN PENDEKATAN MODEL TIGA DIODE" pada penelitian ini pemodelan pada PV bertujuan menyamakan model daya maksimal dengan *data sheet* yang ada dan diimplementasikan pada MATLAB maka diperoleh kurva karakteristik *photovoltaic*. Hasil simulasi diperoleh sebesar 2,159%. Dengan rangkaian model satu dioda diperoleh kurva I-V. Kemudian lakukan perbandingan dengan model yang sama, namun dengan algoritma MRFO, SFO, COA, WOA, SA, dan GA. Hasil yang diperoleh dari kedua perbandingan hampir sama, yang mana konstanta a , R_s , dan R_p sangat mempengaruhi kurva I-V. [7].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rudi Irwanto, Dwi Songgo Panggayudi, dan Ade Kortiko Fanani yang dipublikasikan pada tahun 2021 tentang "RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN DAYA *PHOTOVOLTAIC* PADA KOLAM IKAN BERBASIS *ARDUINO* DAN *INTERNET OF THINGS (IOT)*". Adapun fokus dari penelitian ini adalah untuk mendukung perkembangan teknologi perikanan dengan memberikan informasi perbandingan mengenai kebutuhan dan manajemen energi listrik pada kolam ikan. Dalam penelitian ini terdapat 2 buah kolam yang digunakan untuk menyimulasikan manajemen daya, sehingga kolam dengan baterai yang lebih rendah akan dapat diparalelkan dengan pv untuk membantu proses *charging* baterai. Sedangkan pada malam hari kebutuhan beban akan disuplai oleh baterai dengan level yang lebih tinggi. Penghematan daya dapat dilakukan dengan cara melakukan *start* dan *stop* pada *aerator*. Dengan menjaga nilai DO > 5 ppm. Dari pengujian yang dilakukan pada start dan stop *aerator*, maka didapat hasil yang optimum pada saat 30 menit stop dan 30 menit stop secara berkelanjutan. Dari

hasil pengujian yang dilakukan maka diperoleh penghematan pada baterai pertama sebesar 34,63% dan baterai kedua sebesar 41,8% [8].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syafrudin Masri, Jaya Kuncara Rosa Susila yang dipublikasikan pada tahun 2020 tentang "MODEL SIMULASI IMPLEMENTASI ALGORITMA *PERTURB & OBSERVE* MPPT PADA MODUL PV MENGGUNAKAN MATLAB-SIMULINK" pada penelitian ini menunjukkan prosedur dari model Simulink implementasi *Algoritma Maximum Power Point Tracking (MPPT) "Perturb and Observe"* pada *photovoltaic (PV)* dengan Matlab/Simulink yang secara detail akan menampilkan rangkaian model PV, konverter *Buck DC-DC* dengan kelengkapan MPPT menggunakan metode algoritma *P&O*. Hasil simulasi menunjukkan respons MPPT yang valid dalam menentukan titik operasional daya untuk berbagi tingkatan iradiasi matahari dan temperatur sel solar [9].

Menurut penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh Syafii, Yona Mayura, dan Muhardika yang dipublikasikan pada tahun 2019 tentang "STRATEGI PEMBEBANAN PLTS *OFF-GRID* UNTUK PENINGKATAN KONTINUITAS SUPPLAI ENERGI LISTRIK" apabila cuaca dalam kondisi cerah PLTS mampu menyalurkan daya ke beban yang besar sekaligus mengisi baterai sampai penuh. Akan tetapi apabila cuaca dalam kondisi mendung/hujan atau malam hari maka PLTS akan tetap melayani beban tetapi pengisian baterai tidak dilakukan. Energi yang disimpan pada baterai akan disuplai ke beban sampai habis dan akan berhenti sampai waktu yang sudah ditentukan. Sehingga diperlukan penelitian mengenai strategi pembebanan PLTS dengan tujuan meningkatkan pasokan listrik melalui pemanfaatan energi matahari dan memastikan kelancaran distribusi listrik ke beban. Rencana pengaturan daya beban didasarkan pada tingkat ketersediaan energi matahari, termasuk kondisi cuaca cerah, mendung, hujan dan pada malam hari dengan mempertimbangkan sisa kapasitas baterai yang dapat dimanfaatkan. Sistem instalasi beban diklasifikasikan menjadi instalasi beban rendah, menengah, dan tinggi. Dari simulasi yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa penerapan strategi manajemen pembebanan mampu meningkatkan lama operasi PLTS. Pada saat daya baterai hanya 15% dan jaringan PLN tersedia, saklar pasokan akan

dialihkan ke PLN. Naam pada saat listrik PLN padam, maka daya 15% baterai PLTS dapat digunakan untuk mempertahankan pasokan listrik ke beban rendah. Dengan demikian penggunaan strategi pembebanan akan meningkatkan pasokan listrik dari energi terbarukan dan meningkatkan kontinuitas suplai listrik [10].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irfan Jamil, Hong Lucheng, Salman Habib, Muhammad Aurangzeb, Emad M. Ahmed, dan Rehan Jamil yang dipublikasikan pada tahun 2023 dengan judul "*PERFORMANCE EVALUATION OF SOLAR POWER PLANT FOR EXCESS ENERGY BASED ON ENERGY PRODUCTION*". Pada penelitian ini, penulis menganalisis kelebihan energi pembangkit listrik tenaga surya skala besar berdasarkan hasil analisis kinerja data produksi energi. Telah dihitung kelebihan energi dan bonus energi selama satu tahun dalam bentuk energi listrik untuk mengetahui kinerja pembangkit. Melalui hasil analisis tersebut, ditemukan bahwa proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Quaid-e-Azam* dengan kapasitas 100MW sepenuhnya disalurkan ke jaringan dan menghasilkan energi dalam jumlah yang signifikan, sesuai dengan persyaratan kontrak untuk pembangkit listrik di bawah EPA. Pembacaan variabel energi untuk 100MW-QASP diperoleh berdasarkan hasil analisis kinerja energi untuk mengoptimalkan kelebihan energi. Menurut perhitungan teoritis, energi ekstra dari 100MW-QASP yang terhubung ke jaringan telah dihitung menjadi 1504,32 MWh, *performance ratio* (PR) 75,64%, dan *performance ratio feed* sistem 8% lebih tinggi dari target 74,94%, dengan selisih 0,7%. Akibatnya, produksi tambahan kelebihan energi 165.588,58 MWh diproduksi dan bonus energi \$300.864,87, maka Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Quaid-e-Azam* dengan kapasitas 100MW memperoleh keuntungan. Dalam penelitian ini juga penulis menganalisis kurva produksi, *irradiation*, dan *performance ratio* pada PLTS selama satu tahun [11].

Photovoltaic merupakan sebuah teknologi yang terdiri dari sel surya yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* berfungsi untuk mengumpulkan energi dari matahari dan menghasilkan aliran arus antara dua lapisan yang memiliki polaritas yang berbeda. *Photovoltaic* biasanya mempunyai daya maksimum (*watt-peak*) antara lain 50Wp, 80 Wp, 100 Wp, 125 Wp, dan 285 Wp yang masing-masing

mempunyai tegangan dan arus maksimum [12]. Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan diatas masih terdapat beberapa kekurangan diantaranya tidak adanya pembahasan secara detail mengenai simulasi serta pemodelan *photovoltaic* khususnya *on-grid* yang terkoneksi dengan jaringan. Oleh karena itu peneliti ingin melakukan kajian terhadap *photovoltaic* yang terkoneksi ke jaringan sehingga dapat mengetahui kemampuan dalam menghasilkan daya listrik guna menyuplai beban yang dibutuhkan. Oleh karena itu, penulis akan membahas topik tersebut dengan judul “**Pemodelan dan Simulasi On-Grid Photovoltaic Dengan Grid-Tie Inverter Menggunakan Matlab/Simulink**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membuat pemodelan dan simulasi sistem *on-grid photovoltaic* dengan *grid-tie inverter* yang terhubung ke jaringan satu fasa berbasis Matlab/Simulink untuk mendapatkan karakteristik sistem tersebut?
2. Berapa besar daya listrik yang dihasilkan dari *on-grid photovoltaic* guna menyuplai beban listrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini yang ingin dicapai yaitu:

- 1) Membuat pemodelan dan simulasi sistem *on grid photovoltaic* dengan *grid-tie inverter* yang terhubung ke jaringan satu fasa berbasis Matlab/Simulink untuk mendapatkan karakteristik sistem tersebut.
- 2) Menganalisa daya listrik yang dihasilkan dari *on-grid photovoltaic* guna menyuplai beban listrik berdasarkan keluaran dari panel surya, inverter, dan grid.

1.4 Batasan Masalah

Pentingnya memiliki batasan masalah adalah agar diskusi tetap terfokus dan tidak meluas, sehingga dapat mengatasi pertanyaan di atas yang meliputi :

- 1) *Photovoltaic* yang sudah terpasang di Jalan Purimas 1 Nomor 13 RT 16/RW 08 Kelapa Dua Wetan, Ciracas, Jakarta Timur sebagai objek penelitian.
- 2) 10 modul *photovoltaic* (PV) masing-masing berkapasitas 100 Wp dengan total 1000 Wp, sebagai sumber energi.
- 3) Membahas aliran daya dari pv ke inverter dan jaringan, untuk aliran daya dari jaringan ke inverter dan PV tidak dibahas dalam penelitian ini.
- 4) Jaringan listrik 1 fasa pada tegangan 220 volt.
- 5) Sistem SHS terhubung *on-grid* ke PLN tanpa menggunakan *energy storage* seperti baterai.
- 6) Menggunakan Matlab/Simulink untuk pemodelan dan simulasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Dengan mengetahui pola *supply and demand pattern* PV, maka dapat diketahui pemanfaatan optimal PV dalam menyuplai beban listrik tanpa bergantung pada baterai.
- 2) Membantu meningkatkan kualitas suplai energi listrik pada sistem tersebut dengan memastikan bahwa beban dapat terpenuhi secara stabil dan berkualitas.
- 3) Meningkatkan efisiensi dan kinerja PLTS yang terhubung ke *grid*.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan adalah kepustakaan (*Library Research*) dan penelitian kuantitatif, dimana akan dilakukan beberapa tahap diantaranya sebagai berikut:

- 1) Identifikasi Masalah: Menentukan masalah dan tujuan penelitian pemodelan dan simulasi *photovoltaic* menggunakan *grid-tie inverter* berbasis Matlab/Simulink.

- 2) Studi Literatur: Melakukan studi literatur dan mengumpulkan informasi terkait analisis pemodelan dan simulasi *photovoltaic* menggunakan *grid-tie inverter* berbasis Matlab/Simulink dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian.
- 3) Pengumpulan Data: Mengumpulkan data tentang beban energi pada sistem *on-grid*, pemodelan dan hasil simulasi dengan Matlab/Simulink, kapasitas energi *photovoltaic*, serta efisiensi kerja dari PV.
- 4) Analisis Data: Mengolah dan menganalisis hasil pengumpulan data *photovoltaic* real yang terpasang dan besarnya beban serta jaringan PLN yang telah terpasang pada suatu rumah untuk memenuhi kebutuhan beban serta dilanjutkan dengan pemodelan dan simulasinya berbasis Matlab/Simulink.
- 5) Setelah dilakukan pemodelan dan simulasi, maka selanjutnya dilakukan perhitungan tegangan, arus, dan daya dari PV dan *inverter*, dan *grid* dari Matlab/Simulink.
- 6) Hasil perhitungan simulasi Matlab/Simulink dibandingkan dengan kebutuhan daya listrik dan selanjutnya dianalisis hasilnya.
- 7) Kesimpulan: Menarik kesimpulan hasil analisis dan menyampaikan saran untuk yang akan melakukan penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini mencakup beberapa bagian berikut:

Bab I : Pendahuluan

Bagian ini akan mencantumkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Semua bahasan yang mencakup di bab ini memberikan pemaparan secara umum mengenai **"Pemodelan Dan Simulasi *On-Grid Photovoltaic* Dengan *Grid-Tie Inverter* Menggunakan Matlab/Simulink"**.

Bab II : Landasan Teori

Bagian ini akan mengulas beberapa konsep dasar yang berkaitan dengan penelitian. Teori-teori tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. pengertian dan sistem kerja dari *photovoltaic*.

2. Pengertian dan sistem *on-grid*.
3. Bagaimana pemodelan dan simulasi *on-grid photovoltaic* menggunakan *grid-tie inverter* berbasis Matlab Simulink.
4. Bagaimana manajemen energi dengan pengaturan pembebanan listrik pada *Solar Home System* (SHS).

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas tentang bagaimana proses sistematis yang digunakan untuk menganalisis data agar dapat memecahkan suatu masalah dalam penelitian. Dalam hal ini dilakukanlah studi literatur, pengumpulan data, analisis data, simulasi serta metode-metode lain guna mendukung memperoleh pemahaman yang baik akan "**Pemodelan Dan Simulasi On-Grid Photovoltaic Dengan Grid-Tie Inverter Menggunakan Matlab/Simulink**" serta mendapatkan data-data yang diperlukan untuk penelitian.

Bab IV: Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini akan memaparkan tentang hasil dari suatu penelitian, kemudian menganalisis hasil tersebut serta membahas implikasi dari hasil tersebut. Bagian ini menjadi sangat penting karena membantu memahami apa yang telah ditemukan dalam penelitian dan bagaimana hasil tersebut bisa digunakan dalam konteks yang lebih luas.

Bab V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang hasil dari analisis dan interpretasi data yang telah diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis. Sedangkan untuk saran akan berisi rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dari temuan-temuan yang ada, atau bagaimana hasil peneliti dapat digunakan dalam praktik. Ini dapat berupa saran untuk peneliti selanjutnya atau bagaimana hasil dapat diterapkan pada bidang tertentu yang lebih relevan.