

**RANCANG BANGUN *SOLAR TRACKER* DAN *MAXIMUM
POWER POINT TRACKER* PADA PANEL SURYA
MENGUNAKAN ALGORITMA P&O BERBASIS
MIKROKONTROLER DAN IOT**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Banu Luthfan Aziz

222441905



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DAN MAXIMUM POWER
POINT TRACKER PADA PANEL SURYA MENGGUNAKAN
ALGORITMA P&O BERBASIS MIKROKONTROLER DAN IOT**

Oleh:

Banu Luthfan Aziz

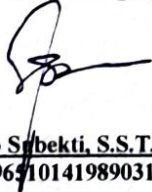
222441905

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Ruminto Subekti, S.S.T., M.T
NIP 196510141989031002

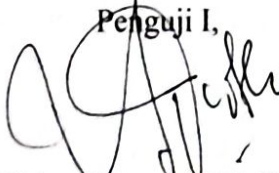
Pembimbing II,



M. Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc
NRP 221409009

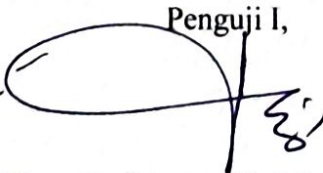
Disahkan,

Penguji I,



Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.
NIP 197001061995121002

Penguji I,



Dr. Setyawan Ajie Sukarno,
S.S.T., M.Sc.Tech.
NIP 198004282008102001

Penguji III,



Adhitya Sumandi Sunarya,
S.Si., M.Si.
NIP 198110052009121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Banu Luthfan Aziz
NIM	:	222441905
Jurusan	:	Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Rancang Bangun <i>Solar Tracker</i> Dan <i>Maximum Power Point Tracker</i> Pada Panel Surya Menggunakan Algoritma P&O Berbasis Mikrokontroler Dan IoT

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Banu Luthfan Aziz)
NIM 222441905

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Banu Luthfan Aziz
NIM : 222441905
Jurusan : Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Solar Tracker* Dan *Maximum Power Point Tracker* Pada Panel Surya Menggunakan Algoritma P&O Berbasis Mikrokontroler Dan IoT

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Banu Luthfan Aziz)
NIM 222441905

MOTO PRIBADI

Samudera yang tenang tidak akan pernah melahirkan seorang pelaut yang handal.

Expanding your comfort zone always give you a true lesson learns. Setelah berlelah di dunia yang fana ini, hanya ‘pelaut’ yang berfikir lah yang akan mendapatkan kebahagiaan hakiki.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk semua pihak yang telah mengatakan bahwa mereka ada dan membuktikannya. Jazakallahu Khairan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun *Solar Tracker* Dan *Maximum Power Point Tracker* Pada Panel Surya Menggunakan Algoritma P&O Berbasis Mikrokontroler Dan IoT”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin S.T, M.B.A
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim S.T, M.T
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T, M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ruminto Subekti, S.S.T., M.T dan Bapak M. Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T., Bapak Dr. Setyawan Ajie Sukarno, S.S.T., M.Sc.Tech., dan Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.
6. Panitia tugas akhir, Bapak M. Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc dan lainnya.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Tuti Saidah dan Bapak Agus Subianto rahimahullah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk istri saya Restya Yenuary Putri dan anak saya Hamima Wafa Azkadina yang telah menjadi pelipur lara ketika lelah menyapa.
9. Untuk kakak dan adik saya atas segala bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Panel surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi sangat besar, tetapi daya keluaran panel surya sangat bergantung pada arah datang cahaya matahari dan intensitas iradiasi matahari. *Solar Tracker* dan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) merupakan alat yang digunakan untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh panel surya. *Solar Tracker* berfungsi untuk memposisikan permukaan panel surya agar sebisa mungkin berada tegak lurus terhadap arah datang cahaya matahari, sedangkan MPPT memanfaatkan karakteristik panel surya yang memiliki kurva pada grafik arus terhadap tegangannya, pada kurva tersebut dapat ditemukan titik dimana hasil kali antara arus dan tegangan menghasilkan nilai daya tertinggi. MPPT bekerja dengan mengondisikan tegangan panel surya untuk menjejak titik daya maksimum panel surya. Algoritma *Perturb & Observe* digunakan untuk menentukan langkah selanjutnya dalam pengondisian tegangan operasi panel surya. VDI 2206 merupakan metoda yang digunakan untuk melakukan proses rancang bangun *Solar Tracker* dan MPPT. Sistem Mekanik, Elektrik, dan Informasi dibuat dan diintegrasikan agar kedua modul dapat bekerja sebagaimana fungsi yang dikehendaki. Pada pengujian perbandingan daya keluaran panel surya yang dilengkapi *Solar Tracker* dan MPPT dengan panel surya yang terhubung langsung dengan baterai 6V sebagai beban, didapat bahwa peningkatan daya rata-rata adalah 0,85 W atau 82,48 % dari panel surya yang terhubung langsung dengan baterai.

Kata kunci: Panel Surya, *Solar Tracker*, MPPT, *Perturb & Observe*

ABSTRACT

Solar panels are one renewable energy source that has enormous potential, but the output power of solar panels is very dependent on the direction of sunlight and the intensity of solar irradiation.

Solar Tracker and Maximum Power Point Tracker (MPPT) are tools used to maximize the power generated by solar panels. Solar Tracker serves to position the surface of the solar panel so that it is as much as possible perpendicular to the direction of incoming sunlight, while MPPT utilizes the characteristics of solar panels that have a curve on the current graph to the voltage, on that curve can be found the point where the product between current and voltage produces the highest power value. MPPT works by conditioning the voltage of solar panels to track the maximum power point of solar panels. The Perturb & Observe algorithm is used to determine the next step in conditioning the operating voltage of solar panels. VDI 2206 is a method used to design Solar Tracker and MPPT. Mechanical, Electrical, and Information Systems are created and integrated so that both modules can work as desired functions. In the comparison test of the output power of solar panels equipped with Solar Tracker and MPPT with solar panels directly connected to 6V batteries as a load, it was found that the average increase in power was 0,85 W or 82,48 % of solar panels directly connected to batteries.

Keywords: Solar Panel, Solar Tracker, MPPT, Perturb & Observe

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
I BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-5
II.1 Tinjauan Teori	II-5
II.1.1 Sel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	II-5
II.1.2 <i>Solar Tracker</i>	II-7
II.1.3 <i>Maximum Power Point Tracker</i>	II-7
II.1.4 <i>Algoritma Perturb and Observe</i>	II-8
II.1.5 <i>DC Buck Converter</i>	II-9
II.1.6 <i>Internet of Things (IoT)</i>	II-12
II.2 Tinjauan Alat.....	II-13
II.2.1 Panel Surya	II-13
II.2.2 ESP 32.....	II-13
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-14
III BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Kebutuhan	III-2
III.2 Konsep Perancangan Sistem	III-2

III.3	Domain Desain Spesifik.....	III-4
III.3.1	Sistem Mekanik.....	III-6
III.3.2	Sistem Elektrik.....	III-8
III.3.3	Sistem Informasi	III-21
III.4	Integrasi Sistem.....	III-22
III.5	Verifikasi atau validasi.....	III-26
III.6	Modeling dan analisis model.....	III-28
III.7	Produk	III-29
IV	BAB IV HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS.....	IV-30
IV.1	Tahapan pengujian <i>Solar Tracker</i>	IV-30
IV.1.1	Pengujian motor penggerak sumbu horizontal.....	IV-30
IV.1.2	Pengujian motor penggerak sumbu vertikal.....	IV-31
IV.1.3	Pengujian respon LDR dan proses linearisasi.....	IV-33
IV.1.4	Pengujian respon <i>solar tracker</i> terhadap pergerakan cahaya...IV-34	
IV.2	Tahapan pengujian <i>MPPT</i>	IV-36
IV.2.1	Pengujian sensor tegangan panel surya.....	IV-36
IV.2.2	Pengujian sensor tegangan baterai	IV-38
IV.2.3	Pengujian sensor arus panel surya	IV-40
IV.2.4	Pengujian sensor arus baterai	IV-42
IV.2.5	Pengujian <i>DC Buck Converter</i>	IV-44
IV.2.6	Pengujian Sistem <i>Solar Tracker</i> dan <i>MPPT</i>	IV-49
IV.3	Tahapan pengujian visualisasi pada sistem IoT	IV-52
V	BAB V PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-1
	DAFTAR PUSTAKA.....	ii
	LAMPIRAN 1 Program Arduino IDE Solar Tracker dan MPPT	iv
	LAMPIRAN 2 Skematik Rangkaian Hubung Langsung.....	xiii
	LAMPIRAN 3 Program Arduino IDE Hubung Langsung.....	xiv

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Spesifikasi sel surya untuk $I = 1000\text{W}/\text{cm}^2$ dan $T = 25^\circ\text{C}$	II-13
Tabel II-2 Studi Penelitian Terdahulu.....	II-15
Tabel III-1 Tuntutan kerja.....	III-5
Tabel III-2 Alternatif komponen sistem mekanik.....	III-6
Tabel III-3 Komponen sistem mekanik.....	III-7
Tabel III-4 Alternatif komponen sistem elektrik – <i>solar tracker</i>	III-8
Tabel III-5 Komponen sistem elektrik – <i>solar tracker</i>	III-10
Tabel III-6 Tabel perbandingan MOSFET.....	III-13
Tabel III-7 Komponen sistem elektrik - MPPT	III-17
Tabel III-8 Penjelasan rancangan visualisasi pada platform Blynk IoT	III-22
Tabel IV-1 Pengujian motor servo sumbu horizontal.....	IV-30
Tabel IV-2 Pengujian motor servo sumbu vertikal	IV-32
Tabel IV-3 Pengujian respon terhadap prakiraan pergerakan matahari.....	IV-36
Tabel IV-4 Pengujian sensor tegangan panel surya	IV-37
Tabel IV-5 Pengujian sensor tegangan panel surya	IV-39
Tabel IV-6 Pengujian sensor arus panel surya	IV-41
Tabel IV-7 Pengujian sensor arus baterai	IV-43
Tabel IV-8 Pengujian efisiensi <i>DC Buck Converter (6,7 Ω)</i>	IV-45
Tabel IV-9 Pengujian efisiensi <i>DC Buck Converter (10 Ω)</i>	IV-46
Tabel IV-10 Pengujian efisiensi <i>DC Buck Converter (20 Ω)</i>	IV-46
Tabel IV-11 Pengujian efisiensi <i>DC Buck Converter (30 Ω)</i>	IV-47
Tabel IV-12 Pengujian pengaruh <i>Solar Tracker</i> dan <i>MPPT</i> terhadap keluaran daya panel surya	IV-49
Tabel IV-13 Tabel hasil kuesioner.....	IV-52

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron)	II-5
Gambar II-2 Grafik daya terhadap tegangan pada sel surya	II-6
Gambar II-3 <i>Flowchart</i> algoritma <i>Perturb and Observe</i>	II-9
Gambar II-4 Rangkaian <i>DC-DC converter</i> tipe buck	II-10
Gambar II-5 <i>Buck converter</i> dalam keadaan ON	II-10
Gambar II-6 <i>Buck converter</i> dalam keadaan OFF	II-11
Gambar II-7 Arsitektur ESP32	II-14
Gambar III-1 Penerapan model VDI 2206 [13]	III-1
Gambar III-2 Gambaran umum sistem	III-3
Gambar III-3 Desain sistem mekanik	III-7
Gambar III-4 IRFZ44N <i>Safe Operating Area</i>	III-14
Gambar III-5 Rangkaian <i>solar tracker</i> dan MPPT	III-20
Gambar III-6 Rancangan visualiasi pada platform Blynk IoT	III-21
Gambar III-7 Integrasi sistem mekanik 1	III-23
Gambar III-8 Integrasi sistem mekanik 2	III-24
Gambar III-9 Integrasi sistem elektrik 1	III-24
Gambar III-10 Integrasi sistem elektrik 2	III-25
Gambar IV-1 Grafik pergerakan sudut motor servo horizontal terhadap input PWM	IV-31
Gambar IV-2 Grafik pergerakan sudut motor servo vertikal terhadap input PWM	IV-32
Gambar IV-3 Respon LDR sebelum proses linearisasi	IV-33
Gambar IV-4 Respon LDR setelah proses linearisasi	IV-34
Gambar IV-5 Simulasi pergerakan matahari di daerah Jakarta Selatan	IV-35
Gambar IV-6 Orientasi <i>solar tracker</i>	IV-35
Gambar IV-7 Grafik error pengukuran pada sensor tegangan panel surya	IV-38
Gambar IV-8 Grafik error pengukuran pada sensor baterai	IV-40
Gambar IV-9 Grafik error pengukuran pada sensor tegangan panel surya	IV-42
Gambar IV-10 Grafik error pengukuran pada sensor arus baterai	IV-44
Gambar IV-11 Grafik efisiensi DC Buck Converter pada berbagai macam nilai <i>duty cycle</i> dan resistansi beban	IV-48
Gambar IV-12 Grafik perbandingan daya panel surya <i>solar tracker</i> + MPPT dengan hubung langsung	IV-51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Program Arduino IDE *Solar Tracker* dan MPPT
- Lampiran 2** Skematik Rangkaian Hubung Langsung
- Lampiran 3** Program Arduino IDE Hubung Langsung

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

I = arus listrik [Ampere]

V = tegangan[Volt]

W = daya [Watt]

R = resistansi [Ohm]

L = induktansi [μ H]

C = kapasitansi [μ F]

t = waktu [detik]

ADC = *Analog to Digital Converter*

PWM = *Pulse Width Modulation*

I2C = *Inter Integrated Circuit*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Konsumsi listrik di Indonesia terus meningkat, di saat cadangan energi konvensional terus menurun, hal ini mendorong manusia beralih ke energi baru dan terbarukan yang menjamin ketersediaan sumber listrik, [1] salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

Dalam penggunaannya, solar panel banyak dipasang statis sehingga tidak memperhitungkan titik optimal pancaran sinar matahari. Hal ini menyebabkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya kurang optimal. Sehingga untuk memaksimalkan penyerapan cahaya matahari diperlukan metode pembentukan sudut tegak lurus antara panel surya dengan arah datangnya sinar matahari [2].

Selain itu, terdapat pula sebuah alat yang mampu mengoptimalkan daya keluaran panel surya dengan mengondisikan tegangan operasi panel surya agar berada pada titik daya maksimumnya. Efisiensi daya keluaran panel surya dapat ditingkatkan dengan menambah kendali yang mampu mengekstrak energi panel surya secara maksimal. *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) adalah kendali yang efektif untuk menjajak titik operasi daya panel surya, dimana MPPT dapat diperoleh dengan instalasi konverter elektronik daya yang digunakan sebagai penghubung antara panel surya dan pengguna energi seperti beban atau baterai dalam sistem daya. [3]

Selain proses optimasi daya keluaran panel surya diperlukan pula sebuah sistem untuk monitoring MPPT, terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan, salah satunya adalah memanfaatkan *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things adalah teknologi yang memungkinkan benda-benda di sekitar kita terhubung dengan Internet. Pentingnya *Internet of Things* dapat dilihat dengan semakin banyaknya diterapkan dalam berbagai lini kehidupan saat ini. [4]

Teknologi IoT yang digunakan mengintegrasikan sinyal *input/output* analog dengan jaringan internet dan menyimpannya kedalam *database* pada *platform*

Blynk secara *online*, serta dapat dimonitor secara langsung oleh *user* melalui *mobile phone*.

Diantara penelitian-penelitian yang bisa digunakan sebagai dasar pembuatan alat ini adalah beberapa penelitian berikut:

1. Penelitian pembuatan *Prototype Solar Tracker* Dual Axis Menggunakan Kendali PID Berbasis Arduino yang dilakukan oleh Ivan Yuda Prasetya dan Feriyonika, ST., MSc.Eng. Penelitian ini menunjukkan beberapa langkah yang harus dilakukan untuk membuat *solar tracker* yang dapat memenuhi kebutuhan.
2. Penelitian Kinerja Konverter Arus Searah Tipe *Buck Converter* Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis TL494 yang dilakukan oleh Lukman Wira Cahyadi, Trias Andromeda dan Mochammad Facta. Penelitian ini menunjukkan cara menentukan nilai komponen yang diperlukan dalam proses pembuatan DC-DC Converter untuk sistem MPPT.
3. Penelitian Perancangan Aplikasi *Blynk* Untuk Monitoring Dan Kendali Penyiramaan Tanaman yang dilakukan oleh Rafiq Hariri, M. Andang Novianta S.T., M.T., Dr. Samuel Kristiyana S.T., M.T. Penelitian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk mengintegrasikan rangkaian elektronik dengan internet sehingga seluruh parameter sistem dapat terlihat dan terakuisisi.

Ketiga penelitian diatas adalah dasar dari alasan penulis untuk mengintegrasikan *Solar Tracker*, MPPT dan IoT sehingga daya keluaran panel surya dapat dimaksimalkan secara mekanis maupun statis dan proses monitoring dapat dilakukan secara *online* dan nirkabel.

Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada kelebihan dari ketiga penelitian diatas yaitu membuat *Solar Tracker Dual Axis* yang dilengkapi MPPT dengan algoritma *Perturb & Observe* (P&O) serta diintegrasikan dengan *IoT*.

Kelebihan dari alat yang dirancang daripada *Solar Tracker* dan atau MPPT yang ada di pasaran adalah tidak terintegrasinya pembacaan parameter dengan sistem IoT yang memungkinkan proses monitoring dan data akuisisi dapat dilakukan secara *online* dan mampu merekam data dengan agregasi tertentu.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat disimpulkan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *Solar Tracker Dual Axis* yang dapat merespon pergerakan cahaya matahari?
2. Bagaimana merancang MPPT menggunakan algoritma P&O pada sistem panel surya agar daya keluaran dapat selalu berada pada titik daya maksimumnya?
3. Bagaimana mengintegrasikan teknologi IoT dengan sistem *Solar Tracker* dan MPPT sehingga memungkinkan pemantauan kedua modul secara *real-time* dan nirkabel?
4. Berapa peningkatan daya yang dihasilkan ketika panel surya dilengkapi oleh *Solar Tracker* dan MPPT?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Panel surya yang dipakai adalah panel surya yang memiliki daya 10 Wp.
2. Tidak digunakan pengendalian sistem seperti PID, *Fuzzy Logic*, dan lainnya.
3. Metode penjejak yang digunakan adalah metode *Perturb and Observe*.
4. Pembebanan menggunakan baterai 6 V
5. DC-DC Converter yang digunakan adalah Buck Converter.
6. Rentang pergerakan sumbu vertikal adalah 35°-135°
7. Rentang pergerakan horizontal adalah 0°-180°
8. Pengujian dilakukan saat cuaca dalam keadaan tidak hujan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat modul *Solar Tracker Dual Axis* yang dapat merespon pergerakan cahaya matahari.
2. Membuat modul MPPT menggunakan algoritma P&O pada sistem panel surya.

3. Mengintegrasikan teknologi IoT dengan sistem *Solar Tracker* dan MPPT sehingga memungkinkan pemantauan kedua modul secara *online* dan nirkabel
4. Membandingkan daya keluaran panel surya dengan dan tanpa *Solar Tracker* & MPPT.

Manfaat yang diharapkan bisa dihadirkan dari penelitian ini adalah:

1. Terciptanya alat yang dapat memaksimalkan daya keluaran dari panel surya yang dapat dimonitor melalui sistem *IoT*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.