PROJECT BASED LEARNING: PENGEMBANGAN MONITORING ARAH DAN KECEPATAN ANGIN DENGAN TENAGA SURYA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

[1]Setiyo, [2]Asep M. Soleh, [3]Sunardi,
[4]Mayang Enggar Kusumastuti,
[5]Afra Nabilah Andeni
setiyo@poltekbangplg.ac.id
asep@poltekbangplg.ac.id
sunardi@poltekbangplg.ac.id
mayang@poltekbang.ac.id
afra.tr02@taruna.poltekbangplg.ac.id

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
PALEMBANG
2024

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN

1	Judul Penelitian	Project Based Learning: Pengembangan Monitoring Arah dan Keceptan Angin dengan Tenaga Surya sebagai Media Pembelajaran
2	Bidang Kajian	Implementasi Bidang Pembelajaran
3	Ketua Peneliti	
	a. Nama Lengkap	Dr. Ir. Setiyo, M.M.
	b. NIP/NIK	196011271980021001
	c. NIDN	4227116001
	d. Pangkat/Golongan	Pembina Tk.1 (IV/b)
	e. Jabatan Fungsional	Lektor
	f. Program Studi/Jurusan	Politeknik Penerbangan Palembang
	g. Telp/Faks/Email	0711-410930/420385
	h. Sinta Author id	
	i. Scopus author id/H-Indeks	
4	Anggota Peneliti 1	
	a. Nama	Ir.Asep Muhamad Soleh, S.SiT, S.T., M.Pd
	b. NIDN	4221067501
	c. Program Studi	Teknologi Rekayasa Bandar Udara
	d. Perguruan Tinggi	Politeknik Penerbangan Palembang
5	Anggota Peneliti 2	
	Nama	Sunardi, S.T.,.M.Pd., M.T
	NIDN	4217027201
	Program Studi	Teknologi Rekayasa Bandar Udara
	Perguruan Tinggi	Politeknik Penerbangan Palembang
6	Anggota Peneliti 2	
	Nama	Mayang Enggar Kusumastuti, A.Md
	NIDN	-
	Program Studi	Teknologi Rekayasa Bandar Udara
	Perguruan Tinggi	Politeknik Penerbangan Palembang
7	Lama Penelitian	6 (enam) bulan
8	Biaya yang diperlukan	Rp. 24.770.000

Menyetujui, Ketua Program Studi,	Palembang, 28 Oktober 2024 Ketua Peneliti,
M. Indra Martadinata, S.St. M.Si NIP. 19810306 200212 1 001	**Dr. Ir. Setiyo, M.M.** NIP. 196011271980021001

Mengetahui,
Kepala Pusat PPM

Yeti Komalasari, S.SiT, M.Adm.SDA
NIP. 19870525 200912 2 005

ABSTRAK

Arah dan kecepatan angin adalah salah informasi data di bandar udara yang sangat penting. Data ini digunakan untuk menetukan arah mendarat maupun lepas landas bagi pesawat terbang. Studi ini bertujuan mendapatkan data yang akurat, maka penulis merancang dan membuat alat yang dapat memonitor arah adan kecepatan angin di bandar udara dengan menggunakan mikrokontroller. Untuk daya listrik berasal dari Pembangkit Listrik tenaga surya sebagai energi elternatif. Pembuatan alat ini, melibatkan taruna dengan metode pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning*. Dalam proses pembuatan alatoleh taruna, digunakan metode riset dan pengembangan dilaksanakan di Politeknik Penerbangan Palembang. Penelitian yang kami lakukan menghasilkan produk berupa alat monitor arah dan kecepatan angin dengan tenaga surya sebagai sumber listrik yang dapat ditampilkan di laptop dan *handphone.* Dengan menggunakan aplikasi sehingga memudahkan *Air Traffic Controller* memperoleh data tersebut di menara pengendali di bandar udara secara *real-time*. Studi ini juga untuk meningkatkan pengetahuan dan kompetensi taruna di bidang alat bantu pendaratan visual di bandar udara. Dengan meningkatnya kompetensi taruna diharapkan dapat menunjang keselamatan penerbangan di Indonesia.

Kata Kunci: *Arah angin; bandar udara; kecepatan angin.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan kesempatan, kekuatan dan petunjuk sehingga kami bisa menyelesaikan Laporan penelitian ini. Penulisan ini bertujuan untuk mengembangkan metode pembelajaran dan media pembelajaran di program studi Tekonologi Rekayasa Bandar Udara.

Dalam penulisan ini penulis menyadari masih belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan khususnya bidang teknologi alat bantu pendaratan secara visual bandar udara.

Penulis menyadari, berhasilnya penyusunan hasil pengembangan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do'a kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan, sehingga sepatutnya pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada, Sukahir, S.SiT, M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan lomba inovasi ini.

Akhirnya semoga hasil dari pengembangan ini dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN ii
ABSTRAK iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
BAB I x
PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan Penelitian 4
D. Manfaat Penelitian 4
BAB II 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
A. Deskripsi Teoretik 5
B. Hasil Penelitian yang Relevan 8
BAB III 11
METODE PENELITIAN 11
A. Metode dan Jenis Penelitian 11
B. Tempat dan Waktu Penelitian 13
C. Populasi dan Sampel Penelitian 14
D. Teknik Pengumpulan Data 14
BAB IV 155
JADWAL PELAKSANAAN PENELITIAN 155
BAB V 16
ANGGARAN BIAYA PENELITIAN 16
DAFTAR PUSTAKA 17
Lampiran 1. SURAT PERNYATAAN KESANGGUPAN MENYELESAIKAN PENELITIAN 19

Lampiran 2. SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN 20
Lampiran 3. BIODATA.....21

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kualifikasi tingkat kelayakan berdasarkan persentase 21
Tabel 2. *Roadmap* Penelitian 23
Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Kecepetan dan Arah Angin 39
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Skor kreativitas dan hasil belajar 40
Tabel 5. Hasil Analisis Manova 41
Tabel 6. Tests of Between-Subjects Effects 42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Rancangan Alat.....5
Gambar 2. Diagram Sistem PLTS.....5
Gambar 3. Board Ardiuno.....7
Gambar 4. Board Ardiuno Nano.....8
Gambar 5. Internet of Things (IoT).....8
Gambar 6. Tampilan Aplikasi Blynk.....10
Gambar 7. ESP8266 NodeMCU DataSheet.....12
Gambar 8. *Breadboard*.....14
Gambar 9. Kabel *Jumper*.....14
Gambar 10. Baterai Lithium.....16
Gambar 11. Roadmap Penelitian.....18
Gambar 12. Desain Perancangan.....25
Gambar 13. Aplikasi Arduino IDE.....26
Gambar 14. Tampilan awal.....27
Gambar 15. Tampilan pengkodingan.....29
Gambar 16. *Download* aplikasi pada *smartphone*.....30
Gambar 17. Tampilan awal Blynk.....30
Gambar 18. Tampilan awal pembuatan projek baru.....31
Gambar 19. Tampilan token pada blynk.....31
Gambar 20. Notifikasi token melalui *e-mail*.....31
Gambar 21. Tampilan *widget box*.....32
Gambar 22. Tampilan pada *button*.....32
Gambar 23. Tampilan monitoring *wind vane*.....32
Gambar 24. Tahap Implementasi Produk monitor arah dan kecepatan angin.....34
Gambar 25. Tahap Implementasi Pengembangan *wind vane* dengan tenaga surya.....34
Gambar 26. Hasil Survey kebutuhan alat.....35
Gambar 27. Rangkaian PLTS.....36
Gambar 28. Ujicoba Alat.....37
Gambar 29. Ujicoba Aplikasi.....38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Kesanggupan Menyelesaikan Penelitian.....19
Lampiran 2. Surat Pernyataan Orisinilitas Penelitian.....20
Lampiran 3. Biodata 21

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Energi dan sumber energi terbarukan saat ini menjadi isu global yang sangat penting dan menjadi kepedulian di antara negara-negara di dunia. Hal ini juga terkait dengan isu pemanasan global yang kini terjadi di seluruh dunia. Pemasanasan global menyebabkan es di sebagian kutub mulai mencair, sehingga menimbulkan bertambah tingginya permukaan air laut. Dengan bertambah tingginya permukaan air laut, permukaan daratan yang rendah akan tenggelam. Pemanasaan global diakibatkan banyaknya karbon di atmosfer yang berasal dari pembakaran bahan bakar yang dibunakan untuk keperluan energi.

Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3, menyebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi taruna agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Berdasarkan pada tujuan pendidikan nasional tersebut, maka tujuan pendidikan kita pada hakekatnya tidak hanya menekankan pada pengembangan aspek intelektual taruna saja, melainkan juga pada aspek emosional dan spiritual atau karakter taruna.

Perkembangan tenologi akan berpengaruh dominan terhadap pembentukan inovasi dan karakter bangsa, sehingga perilaku masyarakat akan diwarnai teknologi dan penggunaan teknologi tersebut, karena teknologi dan energi akan digunakan oleh bangsa ini dalam kehidupan sehari-hari. Sejak jaman dulu, Indonesia merupakan salah satu bangsa yang dikenal sebagai bangsa yang berpegang teguh pada adat-istiadat ketimuran yang sarat dengan nilai-nilai sopan santun, keramah-tamahan, kejujuran, dan menjunjung tinggi semangat kebersamaan atau kegotong-royongan serta sikap saling harga menghargai harkat dan martabat orang lain. Nilai-nilai tersebut merupakan warisan budaya dan karakter luhur bangsa serta sebagai pembentuk peradaban bangsa Indonesia

yang perlu terus dilestarikan dan dipelihara keberadaannya dalam kehidupan berbangsa dan bermasyarakat sehari-hari, ditengah derasnya perkembangan arus globalisasi. Dengan cara demikian, bagnsa Indonesai dapat memadukan isu teknologi dan lingkungandengan niali-nilai bangsa Indonesia. Sehingga kita tidak akan menjadi bangsa yang tidak kehilangan jati diri dan kemandirian dalam teknologi dan sayang terdadap ingkungannya ditengah-tengah kuatnya arus percaturan global.

Namun sayang, pada realitas yang ada menunjukkan bahwa, perkembangan bangsa Indonesia dalam beberapa tahun terakhir ini mengarah kepada perubahan yang konsumtif, terutama dalam bidang inovasi dan teknologi yang telah menyebabkan keterpurukan bangsa Indonesia yang dulu dikenal sebagai bangsa yang santun dan taat beragama dan inovatif menjadi bangsa yang beringas, korup, banyak melanggar norma-norma keagamaan dan ketinggalan zaman. Menurunnya prestasi anak bangsa dan citra yang buruk menjadi hal yang ironis dan bukti terjadinya kemunduran bangsa kita. Perubahan bangsa baik yang mengarah kepada kemajuan teknologi maupun yang mengarah kepada kemunduran teknologi merupakan masalah yang terkait langsung maupun tidak langsung dengan penyelengaraan pendidikan, baik formal, non formal maupun informal.

Perkembangan teknologi juga berpengaruh terhadap karakter inovasi bangsa indonesia. Menurut Hermawan Kertajaya, karakter adalah ciri khas yang dimiliki oleh suatu benda atau individu (Kertajaya, 2010). Ciri khas tersebut adalah asli dan mengakar pada kepribadian benda atau individu tersebut, serta merupakan ”mesin” yang mendorong bagaimana seseorang bertindak, bersikap, berucap, dan merespon sesuatu. Oleh karena itu, penguatan muatan pendidikan karakter dalam proses pendidikan kita perlu terus menjadi perhatian utama dalam rangka pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas dan berkarakter dan inovatif.

Walaupun dunia penerbangan di Indonesia saat ini pertumbuhannya terdampak oleh adanya pandemi COVID-19. Laporan hasil penelitian yang dilakukan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kemenerian Perhubungan tahun 2020 yang bekerjasama dengan Universitas Indonesia menyatakan terjadi pengurangan kursi penumpang hingga 35% oleh berbagai maskapai penerbangan. Pertumbuhan sektor penerbangan mengalami kontraksi sebesar 13,3% pada semester I tahun 2020. Demikian juga dalam sektor pariwisata mengalami kontraksi sebesar 31% pada tahun 2020 (balitbanghub, 2020).

Di tengah kontraksi laju pertumbuhan penerbangan ini tidak serta merta mengurangi energi yang signiifikan yang digunakan di bandar udara. Karena infrastruktur di bandar udara tetap menggunakan energi, walaupun tidak digunakan atau karena berkurangnya penumpang. Oleh sebab itu diperlukan gagasan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi yang dihasilkan dari sumber energi terbarukan.

Penyediaan Sumber daya manusia dalam bidang penerbangan telah diatur dalam Undang-Undang Penerbangan Nomor 1 Tahun 2009, dalam BAB XIX Pasal 381 ayat (1) Pemerintah bertanggung jawab terhadap penyediaan dan pengembangan sumber daya manusia di bidang penerbangan. (2) Penyediaan dan pengembangan sumber daya manusia di bidang penerbangan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertujuan untuk mewujudkan sumber daya manusia yang profesional, kompeten, disiplin, bertanggung jawab dan memiliki integritas (Menkumham, 2009).

Politeknik Penerbangan Palembang yang merupakan Unit Pelaksana Teknis Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan (BPDSM) dan secara teknis di bina oleh Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara (PPSDMPU) merupakan salah satu lembaga yang bertugas untuk mengasilkan luaran tenaga di bidang penerbangan yang prima, profesional dan beretika.

Oleh sebab itu Politeknik Penerbangan Palembang perlu memngembangkan perangkat yang

mampu menciptakan manusia perhubungan yang inovatif. Salah satu pengembangan inovatif di Politeknik Penerbangan Palembang adalah tersedianya media pembelajaran untuk kegiatan praktik yang juga mendukung peralatan di bandar udara. Oleh sebab itu untuk mengimplementasikan sistem pembelajaran yang inovatif perlu di kembangkan dengan menyediakan peralatan media dan metode pembelajaran yang inovatif dan berwawasan lingkungan, menggunakan energi terbarukan, sesuai perkembangan teknologi saat ini dan akan datang. Maka penulis membuat inovasi dengan judul tersebut diatas.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana membuat dapat menciptakan alat monitoring arah dan kecepatan angin dengan tenaga surya sebagai media pembelajaran dengan metode pembelajaran berbasis proyek?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pengembangan ini adalah untuk mendesain monitoring arah dan kecepatan angin menggunakan mikrokontroller dengan tenaga surya sebagai media pembelajaran.

D. Manfaat Penelitian

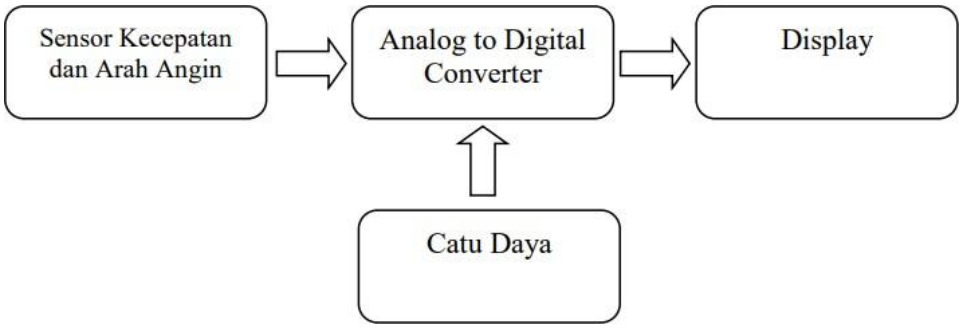
Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini dibagi menjadi:

1. Memberikan gambaran yang nyata bagi taruna dalam mempelajari pembangkit listrik tenaga surya.
2. Memberikan gambaran kepada taruna bagaimana cara kerja dari sistem listrik tenaga surya.
3. Memberikan alternatif energi terbarukan untuk alat monitoring arah dan kecepatan angin di bandar udara.
4. Taruna dapat praktikum secara langsung menggunakan mikrokontroller untuk menampilkan arah dan kecepatan angin melalui aplikasi Blynk di Laptop dan Handphone

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teoretik

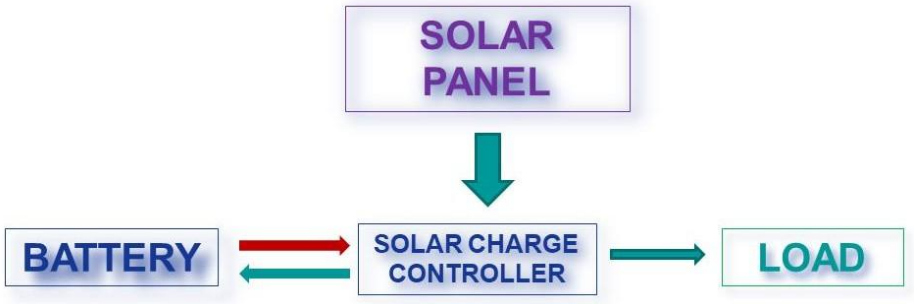
1. Alat Monitoring Arah dan Kecepatan Angin



Gambar 1. Diagram Rancangan alat

Alat ini menggunakan sensor arah dan kecepatan angin yang menghasilkan keluaran tegangan 0-5 volt DC. Tegangan keluaran akan di konversi dengan pemrograman mikrokontroller menjadi arah dan kecepatan angin. Arah dan kecepatan angin ditampilkan dalam layar kristal. Kecepatan angin ditampilkan berupa angka tiga digit dengan satuan derajat. Kecepatan angin ditambilkan dalam bentuk angka dengan satuan kilometer perjam.

2. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)



Gambar 2. Diagram Sistem PLTS

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya terdiri dari 4 (empat) bagian utama, yaitu solar panel, solar charge controller baterai dan beban output berpa port USB. Solar panel berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang di ubah menjadi tegangan listrik, sehingga dapat mengalirkan arus listrik untuk mengisi baterai. Solar charge controller berfungsi untuk mengatur masukan dari solar panel yang akan mengisi listrik pada aki dan mengeluarkan listrik untuk menghidupkan beban berupa lport usb. Masuk dan keluarnya listrik dari baterai akan di atur sedemikian rupa oleh solar charge controller ini sehingga peralatan akan aman digunakan. Baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang berasal dari solar panel, ketika baterai dinyatakan terisi penuh, maka pengisian akan dihentikan oleh solar charge controller. Demikian juga ketika energi listrik dalam baterai berkurang maka solar charge controller akan mengisi kembali energi listrik dari solar panel. Komponen keempat adalah beban, beban ini berupa telepon selular yang dihubungkan dengan kabel charger melalui port usb.

3. Arduino

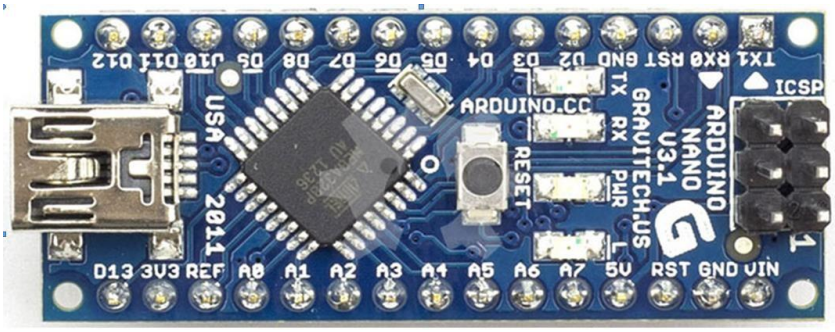
Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat open source, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya. (www.arduino.cc). Menurut (FeriDjuandi, 2011) Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATMega 328 yang merupakan produk dari Atmel.



Gambar 3. Board Arduino
(Sumber: Arduino Manual Book, Arduino, 2016)

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramanya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Nama arduino di sini tidak hanya dipakai untuk menamai board rangkaiannya saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan software pemogramannya, serta lingkungan pemogrammannya atau IDE-nya (IDE = Itergrated Development Environment).

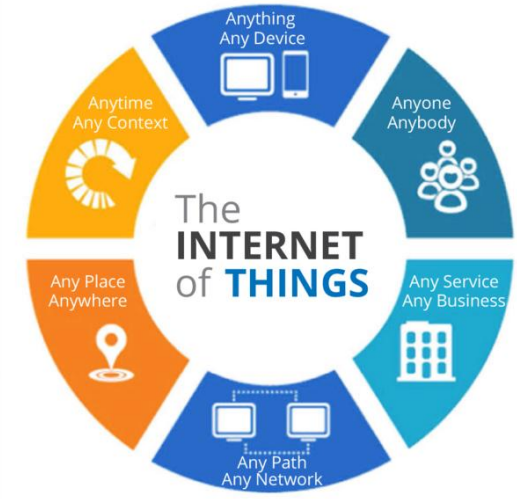
Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino Nano versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B.



Gambar 4. Board Arduino Nano
(Sumber: Arduino Nano datasheet, Arduino Nano, 2016)

4. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggambarkan jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan mampu mengumpulkan serta bertukar data. IoT mencakup berbagai jenis perangkat, mulai dari sensor sederhana hingga perangkat elektronik kompleks yang berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem pusat untuk meningkatkan efisiensi dan memberikan wawasan yang lebih mendalam. Teknologi ini memungkinkan otomatisasi dan pengendalian dari jarak jauh, sehingga memberikan dampak signifikan dalam berbagai sektor seperti rumah pintar, kesehatan, transportasi, dan industri (Villamil et al., 2020).



Gambar 5. Ilustrasi *Internet of Things* (IoT)
(Sumber: IlmuElektro.id)

Dalam sektor rumah pintar, IoT telah mengubah cara kita mengelola dan mengontrol lingkungan tempat tinggal kita. Perangkat IoT seperti thermostat pintar, lampu yang dapat dikendalikan dari jarak jauh, dan sistem keamanan canggih memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau rumah mereka melalui aplikasi mobile atau web. Ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keamanan tetapi juga membantu dalam mengurangi konsumsi energi. Misalnya, sebuah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan thermostat pintar dapat mengurangi konsumsi energi hingga 10-15% per tahun (Humayun et al., 2021).

Dalam sektor kesehatan, IoT telah memperkenalkan berbagai inovasi yang meningkatkan perawatan pasien dan efisiensi operasional. Perangkat medis yang terhubung ke internet, seperti monitor kesehatan yang dapat dipakai, memungkinkan pengawasan kesehatan pasien secara real-time oleh profesional medis. Hal ini memungkinkan deteksi dini kondisi kesehatan yang memburuk dan memberikan respons yang lebih cepat. Sebuah studi menyatakan bahwa penerapan teknologi IoT di sektor kesehatan dapat mengurangi biaya perawatan hingga 25% dan meningkatkan hasil kesehatan pasien secara signifikan (Smith & Anderson, 2020).

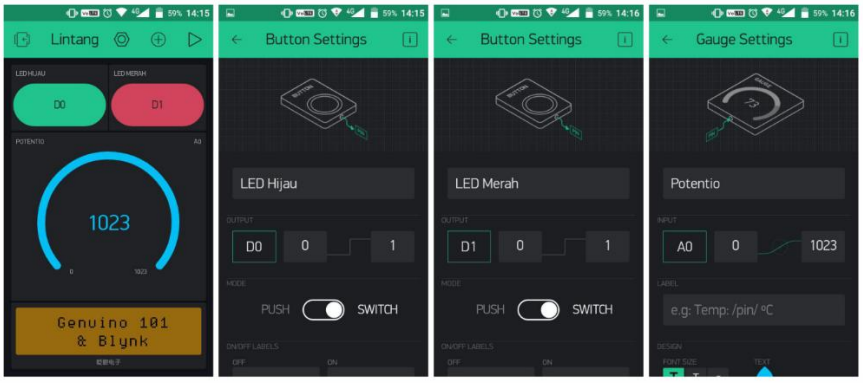
Transportasi juga merupakan bidang yang mendapat manfaat besar dari IoT. Sistem transportasi pintar menggunakan sensor dan perangkat terhubung lainnya untuk mengumpulkan data lalu lintas, kondisi jalan, dan perilaku pengemudi. Data ini kemudian dianalisis untuk mengoptimalkan rute perjalanan, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan keselamatan. Sebagai contoh, kota-kota yang telah mengadopsi sistem transportasi pintar melaporkan penurunan waktu perjalanan rata-rata sebesar 20% dan pengurangan emisi karbon hingga 15% (Prasetyo & Wardana, 2021).

Di sektor industri, IoT dikenal dengan istilah Industrial Internet of Things (IIoT). IIoT melibatkan penggunaan sensor, perangkat, dan teknologi lainnya untuk meningkatkan efisiensi operasi dan produktivitas. Sensor di mesin pabrik, misalnya, dapat mengumpulkan data tentang kinerja dan kondisi mesin, yang kemudian dianalisis untuk memprediksi kerusakan dan melakukan pemeliharaan preventif. Ini tidak hanya mengurangi waktu henti tetapi juga meningkatkan umur panjang peralatan. Menurut sebuah laporan, penerapan IIoT dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 30% dan mengurangi biaya pemeliharaan hingga 40% (Motlagh et al., 2020).

Namun, di balik semua manfaatnya, IoT juga menghadirkan tantangan, terutama terkait dengan keamanan dan privasi. Perangkat yang terhubung ke internet rentan terhadap serangan siber, dan pelanggaran data dapat mengakibatkan konsekuensi serius. Oleh karena itu, keamanan menjadi aspek kritis dalam pengembangan dan implementasi solusi IoT. Penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 70% perangkat IoT memiliki kerentanan keamanan yang dapat dieksploitasi (HP, 2015). Ini menekankan pentingnya pengembangan standar keamanan yang kuat dan praktik terbaik untuk melindungi data dan memastikan integritas sistem IoT (Junaidi, 2015).

5. Blynk

Blynk adalah platform IoT (Internet of Things) yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor perangkat keras mereka dari jarak jauh melalui aplikasi mobile atau web. Blynk mempermudah proses pembuatan prototipe dan implementasi proyek IoT dengan menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif dan beragam widget untuk visualisasi data serta kontrol perangkat. Dengan Blynk, pengembang dapat menghubungkan perangkat mereka ke internet menggunakan berbagai protokol komunikasi seperti Wi-Fi, Ethernet, dan GSM (Doshi et al., 2017; Hailan et al., 2023).



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Blynk
(Sumber: Platform Blynk)

Salah satu fitur utama dari Blynk adalah kemampuan untuk mendukung berbagai jenis mikrokontroler dan papan pengembangan seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan lainnya. Fleksibilitas ini menjadikan Blynk pilihan populer di kalangan hobiis dan profesional dalam mengembangkan proyek-proyek IoT. Selain itu, Blynk menyediakan Blynk Cloud, sebuah layanan cloud yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan

dan mengakses data dari perangkat mereka kapan saja dan dari mana saja (Sirait et al., 2023).

Keunggulan lain dari Blynk adalah kemudahan dalam pengaturan dan integrasinya dengan berbagai layanan cloud lainnya seperti Google Cloud, Amazon Web Services, dan Microsoft Azure. Pengguna dapat dengan mudah mengintegrasikan perangkat mereka dengan layanan-layanan tersebut untuk memperluas fungsionalitas dan skala proyek mereka. Selain itu, Blynk juga menyediakan *library* yang lengkap dan dokumentasi yang mendetail, sehingga memudahkan pengembang dalam memulai dan mengembangkan proyek mereka (Ridwan et al., 2023).

Dari segi keamanan, Blynk juga memperhatikan aspek ini dengan serius. Platform ini menyediakan berbagai fitur keamanan seperti enkripsi data dan autentikasi pengguna untuk memastikan bahwa data yang dikirim dan diterima aman dari akses yang tidak sah. Hal ini penting terutama dalam aplikasi-aplikasi IoT yang berkaitan dengan data sensitif atau pengendalian perangkat yang kritis (Tri Sulistyorini et al., 2022).

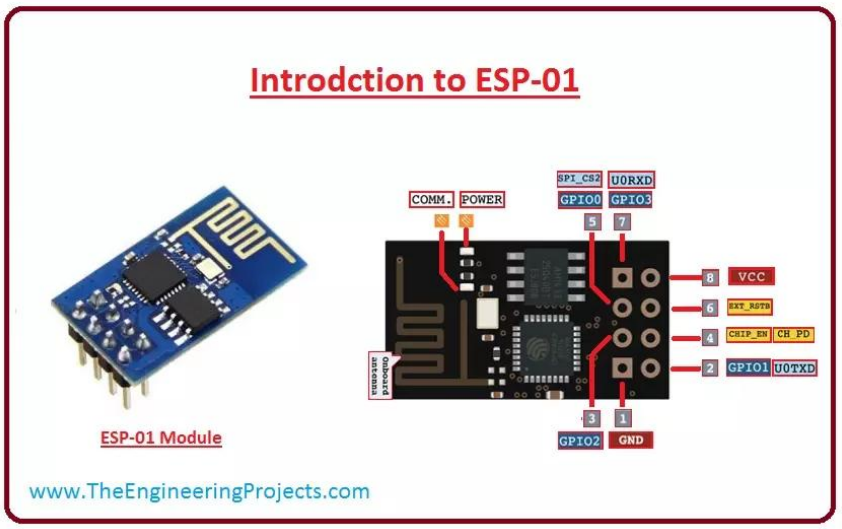
Dalam beberapa tahun terakhir, Blynk telah mengalami perkembangan yang signifikan dan digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari otomatisasi rumah, proyek-proyek pendidikan, hingga aplikasi industri. Dengan komunitas pengguna yang aktif dan dukungan yang terus-menerus dari pengembang, Blynk terus berkembang dan menjadi salah satu platform IoT yang paling populer dan andal di pasaran (Nugroho & ., 2021).

6. ESP 8266

ESP8266 adalah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi terintegrasi, yang diproduksi oleh Espressif Systems. Chip ini telah menjadi sangat populer di kalangan pengembang IoT (*Internet of Things*) karena harganya yang terjangkau dan kemampuannya yang kuat dalam menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi. ESP8266 mendukung berbagai protokol komunikasi dan dapat diprogram menggunakan berbagai bahasa pemrograman seperti C, C++, dan MicroPython (Mehta, 2015).

Salah satu fitur unggulan dari ESP8266 adalah kemampuannya untuk berfungsi sebagai host atau sebagai modul Wi-Fi. Ini berarti bahwa ESP8266 dapat mengendalikan perangkat lain atau hanya menambahkan konektivitas Wi-Fi ke mikrokontroler lainnya. Dengan prosesor Tensilica L106 32-bit dan RAM yang cukup untuk menjalankan aplikasi IoT, ESP8266 mampu melakukan pemrosesan data yang kompleks secara efisien. Chip ini juga dilengkapi dengan GPIO (*General Purpose Input/Output*) yang memungkinkan

koneksi ke berbagai sensor dan aktuator, menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi IoT (Ambarita et al., 2019).



Gambar 7. ESP8266 NodeMCU DataSheet
(Sumber: ESP8266 WiFi Module)

Dukungan komunitas yang luas adalah salah satu alasan mengapa ESP8266 sangat populer. Ada banyak tutorial, forum, dan proyek open-source yang tersedia di internet, yang memudahkan pemula untuk memulai dan membantu profesional dalam mengembangkan proyek yang lebih kompleks. Selain itu, ESP8266 juga kompatibel dengan berbagai platform pengembangan seperti Arduino IDE, PlatformIO, dan NodeMCU, yang menyediakan berbagai *library* dan *tool* untuk mempermudah pengembangan perangkat lunak (Prasetyo & Wardana, 2021).

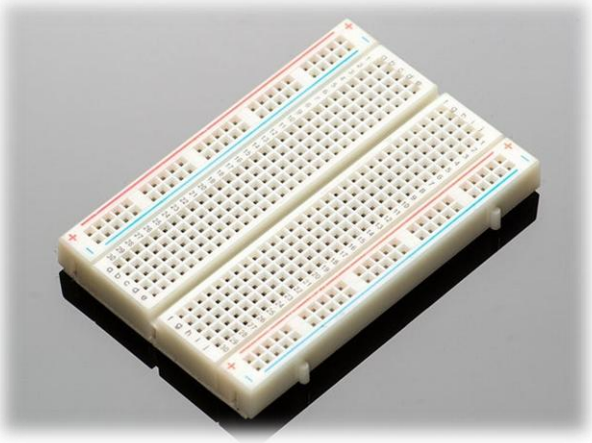
Keamanan adalah aspek penting dalam pengembangan perangkat IoT, dan ESP8266 tidak terkecuali. Modul ini mendukung enkripsi SSL/TLS untuk komunikasi yang aman, yang sangat penting dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan tingkat keamanan tinggi, seperti sistem otomasi rumah dan perangkat medis. Namun, pengguna harus tetap berhati-hati dan memastikan bahwa mereka mengikuti praktik terbaik dalam mengamankan perangkat mereka, termasuk menggunakan kata sandi yang kuat dan memperbarui firmware secara teratur (Hidayat et al., 2018).

7. Breadboard

Breadboard adalah alat penting dalam elektronika yang digunakan untuk membuat prototipe rangkaian elektronik tanpa perlu menyolder komponen. Ini memungkinkan para insinyur untuk dengan cepat merakit, mengubah, dan menguji rangkaian sebelum membuat desain akhir pada papan sirkuit cetak (PCB). *Breadboard* terdiri dari grid lubang kecil yang diatur dalam pola tertentu, memungkinkan komponen elektronik dan kabel penghubung untuk dimasukkan dan dihubungkan secara mudah (Site et al., 2011).

Penggunaan *breadboard* pertama kali populer di tahun 1960-an dan 1970-an sebagai cara yang efisien untuk mengembangkan rangkaian digital dan analog. Seiring dengan perkembangan teknologi, desain breadboard telah mengalami beberapa perubahan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan. Ada beberapa jenis *breadboard*, termasuk breadboard tanpa bus daya, mini breadboard, dan breadboard besar yang dilengkapi dengan jalur distribusi daya di kedua sisi papan (Zargar et al., 2015).

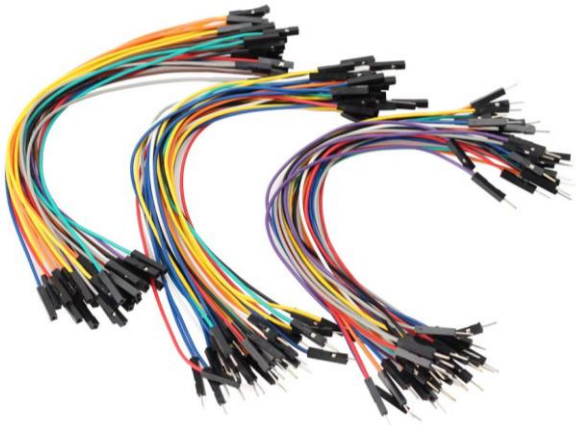
Salah satu keunggulan utama breadboard adalah kemampuannya untuk digunakan kembali. Komponen dapat dengan mudah dilepas dan dipindahkan tanpa merusak alat atau komponen itu sendiri. Ini menjadikan *breadboard* alat yang ekonomis dan praktis untuk proses pembelajaran dan pengembangan prototipe. Para pengajar sering menggunakan *breadboard* dalam pendidikan teknik dan elektronika untuk membantu siswa memahami dasar-dasar rangkaian dan logika digital (Zakaria, 2020). Namun, breadboard juga memiliki beberapa keterbatasan. Koneksi yang dibuat pada breadboard bisa menjadi longgar seiring waktu, yang dapat menyebabkan masalah ketidakandalan dalam pengujian rangkaian. Selain itu, *breadboard* tidak cocok untuk frekuensi tinggi atau aplikasi daya tinggi karena kapasitan dan induktansi parasit yang dapat mempengaruhi kinerja rangkaian. Oleh karena itu, meskipun berguna untuk prototipe awal, desain akhir biasanya dipindahkan ke PCB untuk stabilitas dan keandalan yang lebih tinggi.



Gambar 8. *Breadboard*
(Sumber: EdukasiElektronika.com)

8. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper*, atau yang sering disebut *jumper wire*, adalah komponen penting dalam elektronika dan teknik elektro yang digunakan untuk membuat sambungan sementara antara dua titik dalam rangkaian listrik. Kabel ini biasanya terdiri dari kawat tembaga yang dilapisi dengan isolasi plastik. Fungsinya adalah untuk menghubungkan komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, atau IC (*Integrated Circuit*) tanpa perlu melakukan penyolderan permanen, sehingga memudahkan dalam percobaan dan prototipe rangkaian. Menurut Mumford & Hindle (2014), kabel *jumper* sangat berguna dalam pengembangan sirkuit prototipe karena memungkinkan perubahan konfigurasi dengan cepat dan mudah, serta meminimalkan risiko kerusakan pada komponen selama proses pengujian.



Gambar 9. Kabel *Jumper*
(Sumber: EdukasiElektronika.com)

Selain itu, kabel *jumper* juga memainkan peran penting dalam papan percobaan (*breadboard*) yang digunakan secara luas dalam pendidikan dan pengembangan perangkat elektronik. Penggunaan kabel *jumper* pada *breadboard* memungkinkan para insinyur dan teknisi untuk membuat dan menguji sirkuit secara modular dan fleksibel. Sebagaimana diungkapkan oleh Hurley (2013), kabel *jumper* tidak hanya memfasilitasi koneksi yang andal tetapi juga membantu dalam penataan sirkuit yang rapi dan terorganisir, yang sangat penting dalam proses pengembangan dan *debugging* rangkaian elektronik. Dengan berbagai ukuran dan jenis konektor, kabel *jumper* dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik rangkaian, menjadikannya komponen yang tak tergantikan dalam laboratorium elektronika modern.

9. Baterai *Lithium*

Baterai *lithium* adalah jenis baterai yang menggunakan *lithium* sebagai bahan elektroda utamanya. Teknologi ini telah mengalami perkembangan signifikan sejak pertama kali diperkenalkan pada awal 1990-an, terutama karena kemampuan mereka dalam menyimpan energi dengan kepadatan tinggi, siklus hidup yang panjang, dan efisiensi pengisian ulang yang cepat. Baterai *lithium* terdiri dari tiga komponen utama: anoda, katoda, dan elektrolit. Anoda umumnya terbuat dari grafit, sementara katoda terdiri dari senyawa *lithium*, seperti *lithium kobalt oksida* (LiCoO2), *lithium mangan oksida* (LiMn2O4), atau *lithium besi fosfat* (LiFePO4). *Elektrolit* adalah larutan yang memungkinkan pergerakan *ion lithium* antara anoda dan katoda selama proses pengisian dan pengosongan baterai. Prinsip kerja baterai *lithium* melibatkan pergerakan *ion lithium* dari anoda ke katoda melalui elektrolit saat baterai melepaskan energi, dan sebaliknya saat baterai diisi ulang (Wiguna et al., 2021).



Gambar 10. Baterai *Lithium*
(Sumber: gesaintech.com)

Keunggulan utama baterai *lithium* adalah kepadatan energinya yang tinggi, yang berarti mereka dapat menyimpan lebih banyak energi per satuan berat dibandingkan dengan teknologi baterai lainnya seperti baterai *nikel-kadmium* atau *nikel-metal hidrida*. Selain itu, baterai lithium memiliki tingkat self-discharge yang rendah dan efisiensi pengisian yang tinggi, membuatnya ideal untuk perangkat elektronik *portabel* seperti smartphone, laptop, dan kendaraan listrik (Khasan, 2021). Namun, baterai *lithium* juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satu isu utama adalah risiko kebakaran dan ledakan jika baterai mengalami kerusakan fisik atau mengalami *overcharging*. Selain itu, degradasi kapasitas seiring waktu dan siklus pengisian yang berulang merupakan tantangan lain yang dihadapi oleh teknologi ini. Upaya penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan stabilitas dan umur panjang baterai *lithium* (Oetomo & Halim, 2017).

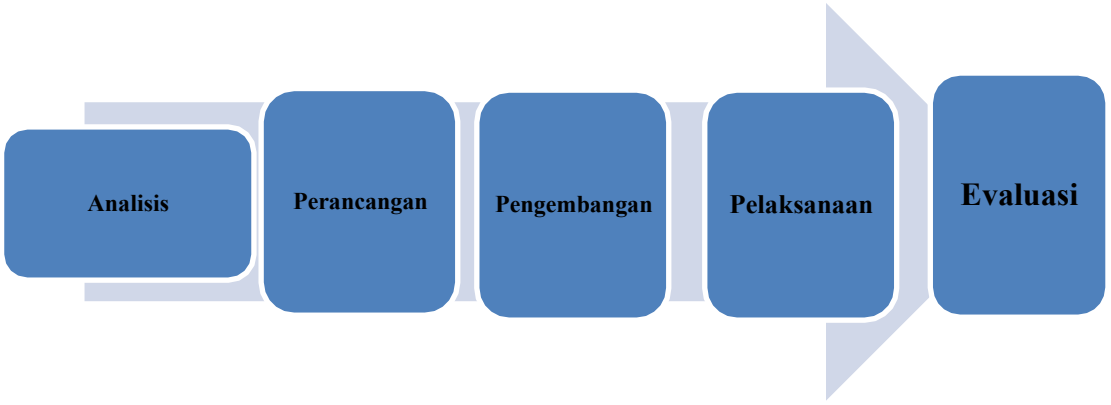
Aplikasi baterai *lithium* sangat luas, mencakup berbagai sektor mulai dari elektronik konsumen hingga kendaraan listrik dan penyimpanan energi untuk jaringan listrik. Dengan meningkatnya permintaan untuk solusi energi yang lebih bersih dan efisien, baterai *lithium* diharapkan memainkan peran yang semakin penting dalam transisi energi global. Inovasi dalam bahan dan desain baterai, seperti pengembangan baterai solid-state dan baterai *lithium* udara, menunjukkan potensi untuk meningkatkan kinerja dan keamanan baterai *lithium* di masa depan. Baterai *lithium* merupakan teknologi yang revolusioner dengan banyak keunggulan yang membuatnya unggul di berbagai aplikasi.

Meski demikian, tantangan terkait keamanan dan umur panjang masih perlu diatasi. Melalui penelitian dan pengembangan berkelanjutan, baterai *lithium* berpotensi untuk terus berkembang dan mendukung kebutuhan energi di masa depan (Puspita & Deni Cahyadi, 2022).

B. Hasil Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan adalah kajian terhadap hasil karya tulis atau tugas akhir yang berrhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis, Hasil penelitian tersebut akan diuraikan secara singkat, selanjutnya akan dijadikan pedoman dalam melengkapi penelitian ini. Berikut ini adalah beberapa kajian yang mendukung penelitian yang dilaksanakan, yang secara substansial berkaitan dengan *windsock* di dunia penerbangan. Artikel dengan judul "Pengembangan Alat Windsock dengan Berbasis Wireless Sebagai Penunjang Alat *Run Up*" (Abdiel Farhan Diba Putra, 2019). Dalam artikel tersebut di jelaskan betapa pentingnya *Windsock* bagi dunia penerbangan, untuk menentukan arah dan kecepatan angin di Bandar Udara untuk keperluan penerbangan.

C. Roadmap Penelitian



Gambar 11. *Roadmap Penelitian*

Tahap awal penelitian ini adalah tahap analisis yang meliputi analisis kompetensi yang telah ditetapkan pada para taruna dan yang kedua analisis terhadap sikap, pengetahuan, keterampilan, yang dicapai para taruna. Pada tahap ini ada tiga hal yang harus diketahui dan dimunculkan, yang pertama, kompetensi apa yang harus dikuasai oleh peserta didik setelah melakukan produk pengembangan? Pertanyaan ini terjawab apabila peserta didik mencapai kapabilitas, pengetahuan sikap dan keterampilan dalam pembejaran pembangkit tenaga listrik. Tahap awal adalah tahap analisis yang meliputi analisis kompetensi yang telah ditetapkan pada para taruna dan yang kedua analisis terhadap sikap, pengetahuan, keterampilan, yang dicapai para taruna. Pada tahap ini ada tiga hal yang harus diketahui dan dimunculkan, yang pertama, kompetensi apa yang harus dikuasai oleh peserta didik setelah melakukan produk pengembangan? Pertanyaan ini terjawab apabila peserta didik mencapai kapabilitas, pengetahuan sikap dan keterampilan dalam pembejaran pembangkit tenaga listrik.

Tahap selanjutnya Perancangan atau desain dilakukan dengan kerangka acuan, untuk siapa aplikasi ini dirancang? Kemampuan apa yang diinginkan untuk ditumbuhkembangkan? Pertanyaan tersebut mengacu pada empat unsur penting dalam merancang media pembelajaran yaitu taruna, tujuan, metode dan evaluasi. Berdasarkan pertanyaan tersebut, dalam merancang media pembelajaran difokuskan pada bagaimana peserta dapat melaksanakan kegiatan akademik dengan baik, yaitu pemilihan media pembelajaran sesuai dengan program studi dan tuntutan kompetensi, strategi

pembelajaran akademik yang diterapkan dan bentuk serta metode asesmen dan evaluasi yang digunakan.

Tahap pengembangan merupakan tahapan menerjemahkan spesifikasi desain ke dalam bentuk medai pembelajaran, yang pada akhirnya menghasilkan prototype produk pengembangan. Kegiatan ini meliputi hal hal sebagai berikut: Pencarian dan pengambilan pengumpulan data segala sumber atau referensi yang dibutuhkan untuk pengembangan portable eco charger, pembuatan bagan dan tabel-tabel pendukung, pembuatan gambar-gambar ilustrasi, pengetikan, pengaturan layout, penyusunan instrumen evaluasi dan sebagainya.

Setelah tahap pengembangan maka selanjutnya dalah tahap pelaksanaan atau implementasi. Dari hasil pengembangan maka akan dihasilkan produk pengembangan yang bisa diterapkan dan diujicobakan dalam proses pembelajara akademik. Maka setelah diimplementasikan akan diketahui pengaruhnya terhadap kualitas pembelajaran yang meliputi keefektifan, kemenarikan, efisiensi, kepraktisan dan validitas produk pengembangan tersebut.

Akhir dari langkah pengembangan adalah melaksanakan evaluasi. Tahap ini meliputi evaluasi formatif maupun evaluasi sumatif. Pada evaluasi formatif, yang dilakukan adalah mengumpulkan data pada tahapan-tahapan yang sudah dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas pembelajaran taruna dan kualitas lulusan.