

***PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD
LIGHTING SYSTEM***

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terpan

Oleh:

SATRIA CANDRA BUANA

NIT: 56192010021



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

PROGRAM SARJANA TERAPAN

POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2024

***PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD
LIGHTING SYSTEM***

TUGAS AKHIR

Oleh:

SATRIA CANDRA BUANA

NIT: 56192010020



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

PROGRAM SARJANA TERAPAN

POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

JULI 2024

ABSTRAK

PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD LIGHTING SYSTEM

Oleh:

SATRIA CANDRA BUANA

NIT: 56192010021

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Pendidikan vokasi mempunyai tujuan untuk meningkatkan suatu kemampuan peserta didik dalam berbagai proses pembelajaran, dosen harus menggunakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kemampuan peserta didik. Fakta bahwa sekolah vokasi mengutamakan pembelajaran praktik lebih banyak dari pada teori pendidikan, sehingga lulusan vokasi lebih banyak dibutuhkan karena dianggap lebih siap untuk terjun ke dunia kerja. Kondisi yang ditemui saat ini di dalam bidang pembelajaran alat peraga adalah pengemasan pembelajaran alat peraga untuk pemahaman dan keterampilan kreatif tidak tertangani secara sistematis. Hal ini membuat para pendidik cenderung mengajarkan materi melalui diskusi, presentasi, dan penulisan makalah. Oleh karena itu, penulis merancang alat yang bertujuan menyediakan peralatan praktis dengan fungsi yang mirip dengan yang ada di bandara. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan tahapan *Borg&Gall*. Penelitian ini menghasilkan *prototype portable solar cell* pada *taxiway light* yang dirancang penulis sebagai media pembelajaran alat bantu visual *taxiway light* pada mata kuliah *Airfield Lighting System*. Penulis telah melakukan uji coba terhadap alat yang rancang kepada 2 validator sebagai ahli media dan materi dengan hasil penilaian 85,75% dan dinyatakan “layak digunakan”. Penulis berharap media pembelajaran yang di rancang ini dapat membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi yang diharapkan.

Kata Kunci: *taxiway light, solar cell, media pembelajaran, pendidikan vokasi*

ABSTRACT

PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL ON TAXIWAY LIGHT AS A LEARNING MEDIUM FOR AIRFIELD LIGHTING SYSTEM COURSE

By:

SATRIA CANDRA BUANA

NIT: 56192010021

Airport Engineering Technology Study Program

Applied Undergraduated Program

Vocational education aims to improve the ability of students in various learning processes, lecturers must use effective strategies to improve the ability of students. The fact that vocational schools prioritize practical learning more than educational theory, so that vocational graduates are more in demand because they are considered more ready to enter the world of work. The current condition in the field of teaching aids learning is that the packaging of teaching aids learning for understanding and creative skills is not handled systematically. This causes educators to still relatively provide learning through discussions, presentations, and writing papers, therefore the tool designed by the author aims to provide practical equipment that has a function similar to that at the airport. The method used by the author in this research is the Research and Development (R&D) method with the Borg & Gall stages. The result of this research is a portable solar cell prototype on taxiway light designed by the author as a learning media for visual aids, namely taxiway light in the Airfield Lighting System course. The author conducted trials on the designed tool with two validators as media experts and material experts, resulting in a total evaluation score of 85.75%, and it was declared "suitable for use" The author hopes that the learning media designed can help students achieve the competencies they need.

Keywords: *taxiway light, solar cell, learning media, vocational education*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas akhir: “*PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD LIGHTING SYSTEM*” telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang



NAMA : SATRIA CANDRA BUANA

NIT : 56192010021

PEMBIMBING I

PARJAN, S.Si.T., M.T.

Pembina (IV/a)

NIP. 19770127 200212 1 001

PEMBIMBING II

WILDAN NUGRAHA, S.E., MS. ASM

Penata Tk.I (III/c)

NIP.19890121 200912 1 002

KETUA PROGRAM STUDI

M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR : “*PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD LIGHTING SYSTEM*”

telah dipertahankan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Palembang – Palembang. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 24 Juli 2024.

KETUA



SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T
Penata Tk. I (III/d)
NIP.19720217 199501 1 001

SEKRETARIS



WILDAN NUGRAHA, S.E., MS. ASM
Penata (III/c)
NIP. 19890121 200912 1 002

ANGGOTA



THURSINA ANDAYANI, M.Sc.
Penata Muda Tk. 1 (III/b)
NIP. 19860703 202203 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Satria Candra Buana

NIT : 56192010021

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “*PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH AIRFIELD LIGHTING SYSTEM*” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Satria Candra Buana

NIT. 56192010021

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir Sarjana Terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian tugas akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut: Buana,S.C. (2024): *PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH *AIRFIELD LIGHTING SYSTEM* tugas akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan Kepada

*Ayahanda Eka Arif Fitriyanto, Ibunda Herliana Lubis serta Abang&Adik tercinta
Ananda Inka Pratama & Syarhani Sekar Langit.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan hidayahNya, tugas akhir yang berjudul berjudul “*PROTOTYPE PORTABLE SOLAR CELL PADA TAXIWAY LIGHT* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH *AIRFIELD LIGHTING SYSTEM*” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyelesaian tugas akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu prasyarat untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi Politeknik Penerbangan Palembang untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T). Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan proposal tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala, Allah Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat, Karunia dan Nikmat-Nya.
2. Kedua orang tua, abang, adek, keluarga, dan yang telah memberikan Do’a, serta dukungan yang membuat penulisan menjadi lebih mudah.
3. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
4. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
5. Bapak Parjan, S.Si.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Satu tugas akhir.
6. Bapak Wildan Nugraha, S.E., MS.ASM. selaku Dosen Pembimbing Dua tugas akhir.
7. Ibu Ir. Direstu Amalia S.T.,MS.ASM selaku dosen metodologi penelitian yang telah membantu penulis dalam pengerjaan latar belakang penelitian tugas akhir.
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.
9. Seluruh rekan-rekan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara angkatan 1 Politeknik Penerbangan Palembang.
10. Kekasihku annisa yang telah memberi semangat, bantuan, motivasi, dukungan dan selalu menemani dari awal pelaksanaan pendidikan hingga selesai.

Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan peneliti dari para pembaca. Semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Satria Candra Buana', written over a horizontal line.

Satria Candra Buana

NIT. 56192010021

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Deskripsi Teori	6
1. Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).....	6
2. Aplikasi dan Implementasi di bidang pendidikan	7
3. <i>Solar cell</i>	8
4. <i>Taxiway light</i>	10

5. <i>Prototype</i>	11
6. <i>LED HPL</i>	11
7. Baterai VRLA.....	12
8. SCC (<i>Solar Charge Controller</i>).....	14
9. <i>SketchUp</i>	16
10. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	17
B. Kajian Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Desain Penelitian.....	20
B. Prosedur Pengembangan	21
1. Potensi masalah	21
2. Pengumpulan data.....	22
3. Desain Produk.....	22
4. Validasi Desain	22
5. Revisi Desain	23
6. Uji coba produk.....	23
C. Perancangan Alat.....	23
D. Komponen dalam Pembuatan Alat.....	24
E. Teknik Pengujian.....	25
F. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Pengumpulan Data	28
B. Tahapan Potensi Masalah.....	29
C. Desain Produk	31
1. Merancang desain alat	31
2. Pembuatan <i>prototype portable solar cell</i> pada <i>taxiway light</i>	33
3. Cara Kerja Alat	38
D. Validasi Desain.....	39
E. Revisi Desain	41
F. Uji Coba Produk.....	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Merakit Alat	51
Lampiran B. Validasi Desain.....	53
Lampiran C. Uji coba produk didepan validator.....	55
Lampiran D. Spesifikasi Komponen.....	56
Lampiran E. Hasil Uji coba alat.....	57
Lampiran F. Lembar Bimbingan.....	60
Lampiran G. Manual Book	62
Lampiran H. Data sheet solar charger controller	64
Lampiran I. Data sheet pulse width modulation	65
Lampiran J. Data sheet Batrai VRLA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Solar Cell	9
Gambar II.2 <i>Taxiway Light</i>	10
Gambar II.3 LED HPL	12
Gambar II.4 Baterai VRLA.....	13
Gambar II.5 <i>Solar Charge Controller</i>	14
Gambar II.6 <i>SketchUp</i>	16
Gambar II.7 <i>Pulse Width Modulation</i>	17
Gambar III.1 Langkah-langkah penggunaan metode RnD	20
Gambar III.2 Tahapan Desain Penulis Penelitian.....	21
Gambar III.3 Kerangka Konseptual	24
Gambar IV.1 <i>Root Cause Analisis</i>	29
Gambar IV.2 Diagram Design Product	31
Gambar IV.3 <i>Control Panel</i>	32
Gambar IV.4 Dudukan <i>Solar Cell</i>	32
Gambar IV.5 Glas pada Lampu	33
Gambar IV.6 Pembuatan <i>Cover Alat</i>	34
Gambar IV.7 Pemasangan Lampu LED HPL	34
Gambar IV.8 Penyambungan <i>Solar Cell</i>	35
Gambar IV. 9 Pembuatan Dudukan <i>Solar Cell</i>	36
Gambar IV. 10 Pemasangan <i>Solar Charge Controller</i>	36
Gambar IV.11 Pemasangan Baterai.....	37
Gambar IV.12 Kerja Pada Alat.....	38
Gambar IV.13 Flowchart Kerja Alat	39
Gambar IV.14 Validator 1	45
Gambar IV.15 Validator 2	45
Gambar IV.16 Total Validator	46

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi <i>Solar Cell</i>	9
Tabel II.2 Spesifikasi LED HPL	12
Tabel II.3 Spesifikasi Baterai	14
Tabel II.4 Spesifikasi <i>Solar Charger Controller</i>	15
Tabel II.5 Spesifikasi PWM	17
Tabel III.1 Komponen Pembuatan Alat.....	24
Tabel III.2 Nilai Skala Skor Pertanyaan.....	25
Tabel III.3 Presentase Kelayakan	26
Tabel III.4 <i>Timeline</i> Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel IV.1 GAP pada Tahapan Masalah.....	30
Tabel IV.2 Hasil Uji Coba Validator 1.....	43
Tabel IV.3 Hasil Uji Coba Validator 2.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan vokasi memiliki peran yang penting didalam dunia pendidikan, khususnya dalam menyediakan tenaga terampil dan tenaga yang ahli disektor kehidupan. Dalam era globalisasi seperti sekarang, pendidikan vokasi menjadi pilihan sekolah yang tepat. Fakta bahwa sekolah vokasi mengutamakan pembelajaran praktik lebih banyak dibandingkan dengan pembelajaran teori, sehingga lulusan pendidikan vokasi lebih banyak dibutuhkan perusahaan karena dianggap lebih siap terjun ke dunia kerja (Kurnianto., 2020). Pendidikan vokasi bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berbagai bidang. Dalam proses pembelajaran, dosen harus menggunakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kemampuan peserta didik.

Mata kuliah *airfield lighting system* (AFL) sebagai salah satu mata kuliah kompetensi yaitu mampu merencanakan, memelihara dan juga mampu permasalahan jika terjadi suatu kerusakan pada peralatan sebagaimana tertuang dalam peraturan nomor PR 26 tahun 2022 Bagian 139-27 (Advisory Circular CASR Part 139-27), dengan beban 4 SKS yakni 2 SKS teori dan 2 SKS praktik. *airfield lighting system* adalah suatu sistem penerangan pendaratan secara visual yang berfungsi untuk membantu pesawat udara yang melakukan take off dan landing di landasan pacu serta melakukan *taxi* agar dapat bergerak secara efisien dan aman.

Fasilitas alat bantu pendaratan visual pada AFL terdiri dari lampu-lampu khusus yang digunakan untuk memberikan isyarat serta informasi secara visual kepada pilot, terutama pada waktu pilot akan melakukan pendaratan (*landing*) atau tinggal landas (*take off*). Dalam sistem *airfield lighting system* (AFL), terdapat beberapa jenis lampu yang digunakan untuk membantu proses pendaratan dan *takeoff* pesawat. Berikut adalah beberapa jenis lampu yang umum digunakan: *approach lights*, *runway edge lights* (R/W light), *threshold lights/end lights*, *centre line lights*, *taxiway lights*, *apron*

lights, precision approach path indicator (PAPI), sequence flashing light (SQFL), apron flood light.

Taxiway light merupakan salah satu bagian penting dalam operasional bandar udara yang memerlukan energi listrik untuk menjamin keselamatan dan efisiensi operasional. *Taxiway light* yang memiliki fungsi sebagai rambu penerangan *taxiway* yang menghubungkan *runway* dan *apron*, terdiri dari lampu-lampu yang dipasang dengan jarak yang sudah ditetapkan untuk memberi tuntunan kepada penerbang pada perjalanan menuju *apron* pada siang hari di cuaca buruk ataupun pada malam hari (Saragi dkk., 2022). Namun penerangan *taxiway* juga memerlukan energi listrik yang signifikan, sehingga memerlukan sumber energi yang efektif dan efisien.

Solar cell merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sangat menjanjikan untuk menggantikan sumber energi konvensional (Ratnaya dkk., 2023). *Solar cell* dapat mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan penerangan. Peralatan elektronika membutuhkan baterai sebagai sumber energi, jika baterai tersebut habis lalu diisi kembali melalui listrik dari PLN atau dari sumber konvensional, membuat penggunaan listrik yang berlebihan akan sangat berpengaruh terhadap lingkungan, karena temperatur lingkungan sekitar akan meningkat, dapat menyebabkan *global warming* di alam dan dunia ini (Cahyadi dkk., 2020) (Mas Oka dkk., 2020).

Dengan menggunakan *solar cell*, bandar udara dapat menghemat biaya energi dan mengurangi dampak lingkungan (Ratnaya dkk., 2023). Namun penggunaan *solar cell* untuk menerangi *taxiway* juga memerlukan perawatan yang baik dan desain yang tepat. *Solar cell* juga harus diprogram untuk memastikan bahwa energi yang dihasilkan bisa digunakan secara efektif dan efisien. Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Soleh dkk., 2022). menemukan bahwa analisis kebutuhan peserta didik terhadap pengembangan bahan ajar digital menunjukkan bahwa media pembelajaran digital dapat membantu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berbagai bidang.

Pada Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, khususnya di mata kuliah AFL, terdapat kendala dalam penggunaan alat peraga yang tidak terstruktur untuk pembelajaran. Saat ini, metode pembelajaran yang digunakan sebagian besar melibatkan diskusi, presentasi, dan penulisan makalah, yang menyebabkan kurangnya penanganan yang sistematis dalam pengemasan materi ajar (Amalia dkk., 2024). Hasil observasi peneliti terkait pembelajaran mata kuliah *solar cell* yang mana pengaplikasian *solar cell* pada saat aktivitas pembelajar hanya menggunakan objek berupa lampu saja dan masih kurangnya alat praktek yang melibatkan alat-alat yang ada pada bandar udara khususnya *taxiway light* untuk diaplikasikan menggunakan *solar cell*, seharusnya pembelajaran mata kuliah *solar cell* memiliki alat praktek yang khusus untuk di terapkan pada alat-alat yang berhubungan dengan bandara agar *output* dari pembelajaran tersebut dapat diimplementasikan pada saat peserta didik yang nantinya akan berkeja pada bandar.

Penelitian (Soleh dkk., 2024) tentang pembelajaran pada program studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara yaitu alat bantu navigasi pendaratan yang berfungsi sebagai pembantu pendaratan pesawat. Dibidang penerbangan menurut penelitian (Taryana dkk., 2021) Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Penelitian tersebut bertujuan mengontrol *edge light* menggunakan alat komunikasi jarak jauh radio frekuensi dua arah, bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa C.

Media pembelajaran yang dirancang oleh penulis nantinya akan digunakan sebagai media pembelajaran alat bantu visual yaitu *taxiway* pada mata kuliah *airfield lighting system* dan juga mempelajari sumber energi terbarukan yaitu *solar cell* yang merupakan bagian dari mata kuliah *UPS & solar cell*. Untuk menyediakan pelaratan praktis yang memiliki fungsi serupa dengan yang ada pada bandar udara, penulis mengembangkan media pembelajaran yang memiliki dimensi skala 1:1 dari *taxiway light* yang ada pada bandara. Dikarenakan energi yang digunakan menggunakan *solar cell* alat yang dirancang oleh penulis dapat dipindahkan dengan mudah (*portable*) sehingga selain dapat belajar mengenal lampu pada alat bantu visual dengan mudah juga dapat belajar pentingnya penggunaan energi terbarukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengangkat judul tugas akhir yaitu ***“Prototype Portable Solar Cell pada Taxiway Light sebagai media pembelajaran mata kuliah Airfield Lighting System”*** diharapkan media pembelajaran ini membantu peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti dapat merumuskan masalah yaitu: Bagaimana cara membuat *prototype portable solar cell* pada *taxiway light* sebagai media pembelajaran.

C. Batasan masalah

Agar produk penelitian yang penulis lakukan lebih terarah, tidak melampaui pembahasan yang dimaksud dan memperlancar pembahasan agar tercapai tujuan penelitian, maka penelitian ini membatasi ruang lingkup pembahasan *“bagaimana prototype portable solar cell pada taxiway light sebagai media pembelajaran mata kuliah airfield lighting system”*.

D. Tujuan Penelitian

Untuk merancang *prototype portable solar cell* pada *taxiway light* sebagai media pembelajaran mata kuliah *Airfield lighting system*.

E. Manfaat Penelitian

Prototype portable solar cell pada *taxiway light* dikembangkan sebagai media pembelajaran yang inovatif dan interaktif, memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep energi matahari dan teknologi *solar* dengan cara yang lebih menarik dan efektif, serta media pembelajaran ini dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam bidang desain, teknologi, dan pengembangan, sehingga dapat membantu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menghadapi tantangan industri yang modern.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian kali ini antara lain, sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Didalamnya mengandung latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian, teori penunjang, dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai perbandingan produk yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memaparkan mengenai metode penilitan yang digunakan, perancangan, dan langkah-langkah pembuatan produk.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil dari metodologi penelitian yang dijabarkan dalam bentuk pembahasan dan pengoperasian produk.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Didapat kesimpulan menyeluruh dari hasil dan pembahasan serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU)

Program studi teknologi rekayasa bandar udara merupakan program pendidikan yang menawarkan persiapan yang komprehensif dalam perencanaan, pengelolaan dan juga mengembangkan infrastruktur bandara serta sistem teknologi yang terkait dengan operasi bandar udara (Soleh dkk., 2022). Dalam program ini, peserta didik belajar tentang desain, pengembangan, dan implementasi sistem yang terkait dengan bandar udara, seperti sistem navigasi, sistem komunikasi, sistem pengawasan, dan sistem manajemen lalu lintas udara. Peserta didik juga mempelajari tentang material dan struktur yang digunakan dalam konstruksi bandar udara, serta tentang analisis risiko dan mitigasi untuk memastikan keselamatan operasional. Program ini biasanya mencakup berbagai aspek yang berkaitan dengan operasional, manajemen, dan teknis dari bandar udara, termasuk:

- a) **Operasional Bandar Udara:**
Memahami operasi sehari-hari di bandara, termasuk penanganan penumpang, kargo, dan peralatan.
- b) **Manajemen Bandar Udara**
Mempelajari aspek manajemen yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya manusia, keuangan, dan keselamatan pada bandara.
- c) **Teknologi Bandar Udara**
Menyelami teknologi yang digunakan pada bandara, seperti sistem navigasi, keamanan, dan informasi penerbangan.
- d) **Perawatan dan Pemeliharaan**
Memahami prosedur perawatan dan pemeliharaan fasilitas dan peralatan pada bandara.

e) Regulasi dan Keamanan:

Mempelajari regulasi yang mengatur operasional bandara dan standar keamanan internasional.

Dalam program ini, peserta didik juga mempelajari tentang prinsip-prinsip rekayasa yang digunakan dalam desain dan pengembangan sistem bandar udara. Peserta didik belajar tentang cara mengintegrasikan teknologi yang berbeda-beda untuk mencapai tujuan yang spesifik dan efektif. Selain itu, peserta didik juga mempelajari tentang metodologi dan alat analisis yang digunakan dalam desain dan pengembangan sistem bandar udara, serta tentang cara menguji dan mengoptimalkan sistem tersebut. Lulusan dari program studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara memiliki kompetensi yang luas dalam desain, pengembangan, dan implementasi sistem bandar udara yang aman, efisien, dan efektif. Peserta didik dapat bekerja sebagai pegawai operasional pada bandar udara yang dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi dan sistem yang lebih baik untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional bandar udara.

2. Aplikasi dan Implementasi di bidang pendidikan

Menggunakan alat peraga atau aplikasi sebagai media pembelajaran akan melibatkan peserta didik secara aktif dalam merancang pengembangan, melakukan perawatan dan juga uji coba produk *prototype* yang dirancang (Kustoro, 2020). Menurut (Heinich, 2002). media pembelajaran mencakup semua komponen yang dapat menyalurkan pesan serta merangsang perhatian, perasaan, pikiran, dan kemauan peserta didik sehingga terjadi proses belajar. Media pembelajaran memainkan peran yang penting untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Dengan menggunakan media yang tepat, pembelajaran dapat disampaikan dengan lebih muda dan menarik untuk dipahami oleh peserta didik. Media pembelajaran dapat membantu pengajar dalam menjelaskan konsep yang kompleks dengan cara yang lebih sederhana dan visual.

Terdapat jenis-jenis media pembelajaran yang digunakan dalam proses pendidikan, yang umumnya dikategorikan menjadi media visual, audiovisual, audio dan

multimedia. Media visual meliputi gambar, grafik, dan diagram yang membantu memperjelas informasi teks. Media audio seperti rekaman suara dan podcast berguna untuk meningkatkan keterlibatan pendengaran peserta didik. Media audiovisual seperti video pembelajaran menggabungkan elemen visual dan audio untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif.

Implementasi media pembelajaran dalam kelas memiliki dampak positif dari hasil belajar peserta didik. Penggunaan media yang bervariasi dapat meningkatkan motivasi dan minat peserta didik terhadap materi pelajaran. Penggunaan media dalam pembelajaran dapat meningkatkan retensi dan pemahaman informasi oleh peserta didik. Namun, implementasi media juga memerlukan persiapan dan pemilihan yang cermat agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik. Tantangan lain yang dihadapi adalah ketersediaan dan akses terhadap media pembelajaran, serta kemampuan guru dalam mengoperasikan dan memanfaatkan media tersebut secara efektif.

3. *Solar cell*

Pemanfaatan menggunakan sistem *Solar cell* sudah banyak digunakan pada industri masa kini dengan tujuan efisiensi energi dan teknologi yang ramah lingkungan pada masa depan (Mustafa dkk., 2020) (Soleh dkk., 2022). Penelitian yang dilakukan Purnomo pada jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta tentang efisiensi penggunaan *solar cell* menyimpulkan bahwa penggunaan *solar cell* sebagai energi alternatif untuk mensuplai beban listrik yang efisien dibandingkan dengan menggunakan genset (Purnomo dkk., 2023). *Solar cell* merupakan suatu alat yang bisa mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek *fotovoltaic*.



Gambar II.1 Solar Cell

Tegangan keluaran dari sebuah *solar cell* dapat bervariasi tergantung pada jenis material yang digunakan dan kondisi operasional seperti intensitas cahaya matahari. Secara umum tegangan terbuka (*open-circuit voltage*) dari sebuah *solar cell* silikon monokristalin atau polikristalin biasanya berkisar antara 0,5 hingga 0,6 volt per sel. Jadi, 0,6 volt bukanlah tegangan terkecil yang bisa dihasilkan, tetapi merupakan nilai umum untuk tegangan terbuka satu sel surya silikon (Jabbar dkk., 2023).

Cara kerja *solar cell* terdiri dari 2 (dua) lapisan semi konduktor yaitu satu lapisan yang berisi muatan negatif dan muatan positif, *solar cell* ini menangkap sinar matahari yang terdiri dari partikel kecil dari energi *foton* matahari. Ketika lapisan negatif dari *solar cell* sudah cukup untuk menyerap *foton* maka *elektron* akan dibebaskan dari lapisan negatif menuju ke lapisan positif sehingga menciptakan perbedaan tegangan. Dari perbedaan tegangan ini akan menghasilkan energi listrik yang dapat disimpan (Cahyadi dkk. 2020). Spesifikasi *solar cell* yang digunakan penulis untuk pembuatan alat yaitu:

Tabel II.1 Spesifikasi Solar Cell

<i>Maximum power</i>	10 watt
<i>Maximum power voltage</i>	17,2 volt
<i>Maximum power current</i>	0,58 Ampere

<i>Short circuit current</i>	0,65 ampere
dimensi	415 x 20 mm
<i>Circuit voltage</i>	20,64 volt

4. *Taxiway light*

Taxiway light merupakan rambu yang terdiri dari lampu-lampu yang memancarkan cahaya biru terpasang pada sisi *taxiway* yang berfungsi memandu penerbang untuk mengemudikan pesawat dari *runway* ke *apron* atau dari tempat parkir pesawat (Caesar dkk., 2022). Saat kondisi cuaca buruk atau malam hari, *taxiway light* dapat membantu pilot untuk melihat jalur *taxi* dengan jelas, meningkatkan keselamatan operasi bandara (Nuzulia 2020). *Taxiway light* sangat penting dalam operasional bandara karena membantu mengurangi risiko kecelakaan dan memudahkan proses perawatan jalan. Lampu-lampu ini dipasang pada jarak-jarak tertentu, sehingga penerbang dapat melihat jelas rute yang harus diikuti dan petugas perawatan jalan dapat melakukan tugasnya dengan lebih mudah.



Gambar II.2 *Taxiway Light*

Taxiway lights memiliki beberapa jenis, termasuk *taxiway centerline lights*, *taxiway edge lights*, dan *taxiway threshold lights*. *Taxiway centerline lights* adalah jenis yang paling umum digunakan, yang berupa baris lampu yang dipasang ditengah *taxiway*. *Taxiway edge lights* dipasang di tepi *taxiway* untuk memberikan panduan tambahan

pada pilot. *Taxiway threshold lights*, yang dipasang diujung *taxiway*, berfungsi sebagai peringatan bagi pilot bahwa mereka telah mencapai ujung *taxiway* dan harus memasuki *runway*. Dalam beberapa kasus, *taxiway light* juga digunakan sebagai rambu penerangan yang membantu penerbang dalam melakukan prosedur penerbang yang aman. Contohnya, lampu berwarna biru yang dipasang di tepi kanan dan kiri *taxiway* membantu penerbang dalam mengetahui jarak yang harus diikuti dan memudahkan pilot dalam melakukan prosedur penerbang yang aman.

5. Prototype

Prototype merupakan sebuah contoh awal dari sebuah *system* atau produk yang sedang dikembangkan. *Prototype* dibuat untuk memudahkan proses pengembangan dan pengujian, serta untuk memastikan bahwa produk atau sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna (Akhir dkk., 2021). Dalam pengembangan sebuah produk atau sistem, *prototype* sering dibuat untuk menguji fungsi dan kinerja produk atau sistem tersebut. *Prototype* ini dapat dibuat dengan menggunakan berbagai metode dan teknologi, seperti *3D printing*, *coding*, dan desain grafis

Prototype digunakan untuk memudahkan proses pengujian dan pengembangan. Dengan membuat *prototype*, pengembang dapat memudahkan proses pengujian dan pengembangan, serta dapat memperbaiki kesalahan dan kekurangan yang terjadi selama proses pengembangan (Pratama 2021). Selain itu, *prototype* juga dapat digunakan untuk memudahkan komunikasi dengan tim pengembang dan dengan pengguna, serta dapat memudahkan proses pengembangan yang lebih efektif dan efisien.

6. LED HPL

LED HPL, juga dikenal sebagai *High Power LED*, memiliki intensitas cahaya yang lebih besar dari pada jenis LED lainnya. Namun, jenis LED ini akan lebih cepat panas dari pada jenis LED lainnya. Gelombang cahaya dan warna yang dipancarkan oleh LED bergantung pada pita energi yang berbeda dari bahan yang membentuk *junction p-n*. *Chip* semi konduktor yang dipenuhi atau *di-dop*. LED memiliki kecenderungan untuk polarisasi. *Chip* lampu diode (LED) memiliki kutub positif dan negatif (n-p) dan

akan menyala ketika diberikan arus maju. Dengan daya yang lebih besar dari pada lampu LED biasa, lampu ini dapat menghasilkan cahaya yang lebih kuat dan efisien.



Gambar II.3 LED HPL

Untuk saat ini penggunaan lampu LED HPL telah dikembangkan dalam desain smart untuk kontrol pencahayaan yang berbasis Internet of Things (IoT) (Suryadinatha dkk., 2022). Dalam pengembangannya lampu LED HPL digunakan dalam kombinasi warna RGB dan *white* untuk menghasilkan cahaya yang lebih variatif dan efektif. Lampu ini juga dilengkapi dengan sistem *exhaust* otomatis untuk mengantisipasi panas tinggi yang dihasilkan oleh lampu. Berikut spesifikasi lampu LED HPL yang penulis gunakan untuk perancangan alat.

Tabel II.2 Spesifikasi LED HPL

Warna	Biru
Arus	10 Watt
Tegangan	12 Volt DC
Kecerahan	30-40 Lumen

7. Baterai VRLA

Baterai VRLA (*Valve-Regulated Lead-Acid Battery*) adalah baterai dengan elektroda yang terbuat dari timbal yang terendam oleh asam sulfat encer. Dibandingkan dengan

baterai basah atau aki basah, baterai VRLA dapat ditempatkan dimana saja dan tidak membutuhkan perawatan rutin. Karena baterai VRLA perlu dirawat dan diuji secara teratur, istilah "bebas perawatan" ini tidak benar dan terus keliru. Perangkat listrik portabel, sistem tenaga off-grid (tidak terhubung ke jaringan PLN), dan lain-lain menggunakan baterai jenis ini.

Baterai VRLA memiliki kimia dasar timbal dan asam sulfat yang sama, tetapi larutan asam elektrolit yang dibuat tidak bergerak. Dalam baterai konvensional, elektrolit asam sulfat berada dalam bentuk cair, yang disebut aki basah. Dalam baterai VRLA terdapat dua lempeng timbal berfungsi sebagai elektroda dan direndam dalam larutan asam sulfat, atau *elektrolit*. baik dengan memasukkan bahan *fiberglass* ke dalamnya atau dengan mengubah cairan menjadi gel pasta dengan menambahkan silikon atau bahan gel lainnya. Ketika sebuah sel membuang muatannya, timbal dan asam akan bereaksi menjadi timbal-sulfat dan air.



Gambar II.4 Baterai VRLA

Arus muatan listrik yang masuk harus diatur sehingga baterai dapat menyerap dan mengubah energi menjadi reaksi kimia. Jika tidak, muatan yang masuk akan menghasilkan reaksi asam sulfat yang menghasilkan panas, yang jika tidak dibuang segera akan menghasilkan sulfur, hidrogen, dan oksigen. Spesifikasi batrai yang digunakan penulis untuk perancangan alat sebagai berikut:

Tabel II.3 Spesifikasi Baterai

Tegangan	12 Volt
Kapasitas	20 Ah
Dimensi	18,1cm x 7,7 cm
Stanby use	13,5 – 13,9 Volt

8. SCC (*Solar Charge Controller*)

Komponen SCC dalam sistem PLTS digunakan untuk mengoptimalkan pengisian baterai dari daya yang dihasilkan *solar cell*. SCC digunakan untuk mengatur tegangan dan arus pengisian sesuai dengan daya yang tersedia dari *solar cell*, dan menampilkan informasi status pengisian baterai. SCC ini juga bertugas untuk mengoptimalkan efisiensi energi yang dihasilkan *solar cell* dan menjaga umur pakai baterai. Oleh karena itu, sangat penting untuk memilih tipe dan desain SCC yang sesuai dengan konfigurasi *solar cell*, sistem tegangan, dan karakteristik baterai pada sistem PLTS.



Gambar II.5 Solar Charge Controller
(sumber: google.com)

Dalam penelitian, SCC telah dikembangkan untuk sistem *solar* yang lebih kompleks. Misalnya, SCC telah dikembangkan dalam sistem *solar* yang memiliki lebih dari satu *solar cell*. Dalam sistem ini, SCC berfungsi untuk mengatur arus listrik yang dihasilkan dari masing-masing *solar cell* agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Dalam aplikasi, SCC telah digunakan dalam berbagai bidang, seperti sistem *solar* rumah tangga, sistem

solar industri, dan sistem *solar* mobil. SCC sangat penting dalam sistem *solar* karena dapat meningkatkan efisiensi dan daya tahan sistem. Dengan demikian, SCC telah menjadi salah satu komponen penting dalam sistem *solar* yang ingin meningkatkan efisiensi dan daya tahan. Berikut cara kerja dan juga spesifikasi dari SCC yang digunakan penulis untuk merancang alat:

Tabel II.4 Spesifikasi *Solar Charger Controller*

Tegangan batrai	12 Volt
Arus pengisian maksimal	10 Ampere
Maksimal masukan matahari	25 volt (untuk batrai 12 Volt)
Float charge	13,7 Volt
Discharge terhubung Kembali	12,6 Volt
USB output	5 Volt / 3 Ampere

Penerimaan Daya dari *solar cell*:

- *Solar cell* mengubah energi matahari menjadi listrik.
- Listrik berupa arus DC kemudian dialirkan ke SCC.

Regulasi Tegangan dan Arus:

- SCC mengukur tegangan dan arus yang masuk dari *solar cell*.
- SCC mengatur aliran listrik ke baterai agar baterai tidak mengalami pengisian berlebih.
- Jika tegangan baterai sudah mencapai batas maksimal yang aman, SCC akan mengurangi atau menghentikan aliran listrik ke baterai.

Pengelolaan Pengosongan Baterai:

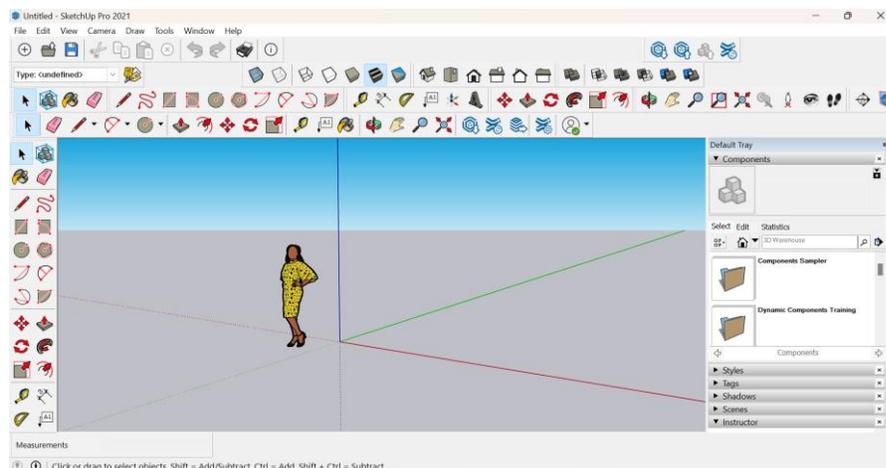
- SCC juga memantau tingkat pengosongan baterai.
- Jika tegangan baterai turun di bawah batas minimum yang aman, SCC akan memutuskan aliran listrik dari baterai ke beban untuk mencegah kerusakan baterai.

Pemeliharaan Baterai:

- SCC sering dilengkapi dengan fitur pemeliharaan baterai seperti pengisian dengan arus kecil saat baterai hampir penuh, yang disebut “trickle charging”.

9. *SketchUp*

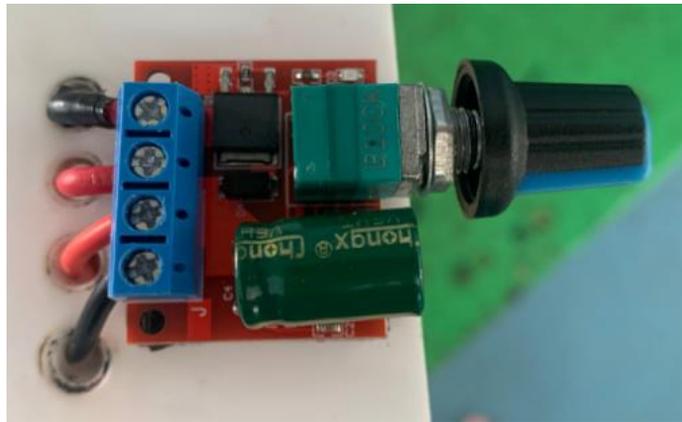
Sketch Up adalah perangkat lunak desain 3D yang berguna yang membantu profesional kreatif membuat ide-ide mereka menjadi kenyataan dalam bentuk model 3D yang menakjubkan. Dengan antarmuka pengguna yang mudah digunakan dan berbagai fitur, *SketchUp* membantu pengguna membuat model 3D untuk berbagai bidang pekerjaan, seperti engineering dan arsitektur. Untuk rekayasa mesin, *SketchUp* memungkinkan pengguna membuat model 3D dari mesin lengkap, sistem mekanis, dan komponennya. *SketchUp* juga telah dikembangkan untuk digunakan dalam pendidikan, terutama dalam mata kuliah desain dan arsitektur. Dalam pendidikan, *SketchUp* digunakan untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan desain dan modeling 3D. *SketchUp* memungkinkan peserta didik untuk membuat model 3D yang lebih detail dan realistis, sehingga dapat membantu mereka dalam memahami konsep desain dan arsitektur yang lebih baik. Selain itu, *SketchUp* juga dapat digunakan untuk membuat model 3D yang dapat diubah-ubah dan disimpan dalam berbagai format, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti 3D printing dan rendering.



Gambar II.6 *SketchUp*

10. PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM adalah kepanjangan dari *Pulse Width Modulation*, PWM adalah suatu teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa (*pulse width*) dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. PWM dapat dianggap sebagai kebalikan dari ADC (*Analog to Digital Converter*) yang mengkonversi sinyal Analog ke digital, PWM digunakan untuk menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital.



Gambar II.7 *Pulse Width Modulation*

Pada dasarnya PWM biasanya digunakan untuk telekomunikasi, *amplifier*, pengatur daya dan sebagai regulator tegangan. Pada penelitian ini PWM digunakan untuk regulator tegangan yang dapat mengatur *braigness* pada lampu LED. Pada dasarnya rangkaian PWM ini menggunakan komponen TRIAC yang berfungsi untuk mengatur tegangan yang diberikan untuk menyalakan lampu. Sedangkan DIAC dan VR berfungsi mengatur bias TRIAC yang menentukan titik on atau off dari TRIAC. Semakin besar tegangan gate TRIAC, maka semakin kuat intensitas cahaya yang dihasilkan. Pengaturan tegangan bias TRIAC dikendalikan oleh potensio meter. dari kerja PWM ini maka kita dapat mengubah tegangan listrik sehingga lampu dapat diatur. Spesifikasi PWM yang digunakan penulis seperti berikutt :

Tabel II.5 Spesifikasi PWM

Tegangan	4,5 – 35 Volt (DC)
Output arus	0 – 5 ampere

Daya	90 Watt (<i>Max</i>)
PWM <i>duty cycle</i>	1% - 100 %
<i>Frequency</i>	20 khz
Size	26 x 30 mm

B. Kajian Penelitian Terdahulu

Dari penelitian yang terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun, penulis menggunakan beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi untuk memperkaya bahan kajian dalam penelitian. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan peneliti.

1. Rancang bangun Kontrol dan Monitoring pada *prototype emergency solar runway edge light*. Penelitian ini dilakukan oleh (Taryana dkk., 2021) dari Politeknik Penerbangan Indonesia Curug pada tahun 2021. Pada rancangan alat ini telah menghasilkan pembahasan mengenai rekomendasi yang dapat diberikan dari penelitian ini terkait rancangan mengontrol lampu *edge light* dari jarak jauh dan juga menggunakan *solar cell*. Dalam penelitian ini memiliki perasamaan yang membahas *solar cell* dan lampu *edge light*
2. Pada penelitian (Soleh dkk., 2022) penelitian ini dilakukan pada tahun 2022 dengan membahas *solar cell* sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Dari jurnal ini, peneliti mendapatkan ilmu teori pemasangan *solar cell* yang dimana akan diterapkan dalam penelitian penulis kerjakan. Serta sama sama diaplikasikan untuk media pembelajaran
3. Pada penelitian (Fikri dkk., 2022) penelitian ini diterapkan pada desa Tumpatan Nibung yang dimana daerah tersebut tidak memiliki penerangan yang memadai. Pemasangan lampu penerangan jalan menggunakan *solar cell* merupakan bentuk solusi pada penelitian tersebut. yang dimana penelitian ini memiliki kesamaan dengan rancangan yang akan dilakukan oleh penulis yang menggunakan *solar cell*.

4. Pada penelitian (Ardiyanto dkk., 2021) penelitian membahas kurangnya pembelajaran tentang energi terbarukan dengan tujuan memberi pemahaman peserta didik dalam pentingnya energi terbarukan seperti system penerangan jalan umum menggunakan *solar cell*. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penulis kerjakan yang membahas *solar cell* dan media pembelajaran.
5. Pada (Ardiyanto dkk., 2021) penelitian membahas kurangnya pembelajaran tentang energi terbarukan dengan tujuan memberi pemahaman peserta didik dalam pentingnya energi terbarukan telah dikembangkan media pembelajaran efek *fotolistrik* yang merangkaian *solar cell* dengan tujuan sebagai media pembelajaran dan juga mengukur peran media pembelajaran *solar cell* dalam pendidikan serta pengaplikasian dalam kehidupan sehari hari.