

SKRIPSI

**PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
BERBASIS TRANSISTOR 2N3055 DAN *THERMOELECTRIC
COOLER (TEC)***



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

ALDI FAREZI

03041381924104

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS
TRANSISTOR 2N3055 DAN *THERMOELECTRIC COOLER* (TEC)**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

ALDI FAREZI

03041381924104

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Palembang, Maret 2023

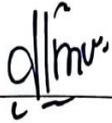
Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Caroline, S.T., M.T.
NIP. 197701252003122002

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Caroline, S.T., M.T.

Tanggal : 31 /Maret/2023

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldi Farezi
NIM : 03041381924104
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 3%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Transistor 2n3055 Dan *Thermoelectric Cooler* (TEC)" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, Maret 2023



Aldi Farezi

NIM.03041381924104

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldi Farezi
NIM : 03041381924104
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS
TRANSISTOR 2N3055 DAN *THERMOELECTRIC COOLER* (TEC)**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada tanggal: Maret 2023



Aldi Farezi
NIM.03041381924104

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan Thermoelectric Cooler (TEC)**". Shalawat serta salam tak hentinya tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang Inshaallah hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. Sekaligus dosen pembimbing akademik penulis.
2. Ibu Caroline, S.T., M.T. selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir dan penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Kedua Orang tua dan keluarga besar yang telah memberi dukungan serta senantiasa mendo'akan untuk kelancaran penulisan skripsi.
4. Keluarga kecil club robotika Universitas Sriwijaya yang telah banyak mengukir kenangan bersama semasa kuliah.
5. Ratna Sari Dewi yang telah membantu segalanya dari awal pengerjaan tugas akhir hingga saat ini sampai mendapat gelar Sarjana bersama-sama dengan penuh kasih sayang dan semangat.
6. Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2019 yang telah berbagi susah dan senang selama masa perkuliahan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebajikan dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang, Maret 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. H. H.' with a stylized flourish at the end.

Penulis

ABSTRAK

Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan *Thermoelectric Cooler* (TEC)

(Aldi Farezi, 03041381924104, 2023, 44 Halaman)

Perkembangan teknologi di Indonesia yang sangat pesat saat ini menjadikan listrik sebagai kebutuhan utama. Di Indonesia ini masih terdapat beberapa pembangkit yang menggunakan minyak bumi sebagai bahan bakar utama dalam produksi sehingga menjadi tidak ramah lingkungan. Solusi dari hal tersebut adalah dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui atau energi alternatif seperti matahari. Namun, pembangkit listrik masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin besar di zaman sekarang ini. Oleh karena itu, penggabungan antar dua pembangkit listrik ini bertujuan agar dapat memenuhi kebutuhan listrik yang semakin besar dan juga bertujuan untuk menutupi kelemahan dari masing-masing pembangkit listrik tersebut. Dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan transistor 2N3055 yang di *hybrid* dengan 12 modul *thermoelectric cooler* (TEC) selama 7 hari, mendapatkan tegangan tertinggi yaitu 14.43 V dan arus tertinggi 0.88 mA, serta menghasilkan daya tertinggi 0.012599 W. Nilai *output* yang dihasilkan transistor bergantung dengan tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari, apabila intensitas cahaya matahari tinggi maka nilai *output* yang dihasilkan akan tinggi begitupula sebaliknya. Sedangkan untuk *thermoelectric cooler* (TEC) bergantung dengan radiasi matahari, semakin besar radiasi matahari maka nilai *output* yang dihasilkan akan besar pula akibat dari nilai beda temperatur yang dihasilkan semakin besar juga.

Kata Kunci: Cahaya matahari, *thermoelectric cooler* (TEC), transistor 2N3055

ABSTRACT

Prototype Solar Power Plant Based on Transistor 2N3055 and Thermoelectric Cooler (TEC)

(Aldi Farezi, 03041381924104, 2023, 44 Pages)

The rapid development of technology in Indonesia today makes electricity the main need. In Indonesia, there are still several plants that use petroleum as the main fuel in production so that it becomes not environmentally friendly. The solution to this is to use renewable natural resources or alternative energy such as the sun. However, power generation is still not enough to meet the growing electricity needs of today's contemporaries. Therefore, the merger between the two power plants aims to meet the growing electricity needs and also aims to cover the weaknesses of each of these power plants. From research and tests that have been carried out using the 2N3055 transistor which is hybridized with 12 thermoelectric cooler (TEC) modules for 7 days, getting the highest voltage of 14.43 V and the highest current of 0.88 mA, and producing the highest power of 0.012599 W. The output value produced by the transistor depends on the high low intensity of sunlight, if the intensity of sunlight is high, the value of the resulting output will be high and vice versa. As for the thermoelectric cooler (TEC) depending on solar radiation, the greater the solar radiation, the greater the output value will be as a result of the temperature difference value produced the greater as well.

Keywords: Sunlight, thermoelectric cooler (TEC), transistor 2N3055

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.2 Jenis-jenis Panel Surya.....	6
2.2.1 <i>Monocrystalline</i> (Monokristalin).....	6
2.2.2 <i>Polycrystallin</i> (Polikristalin).....	7
2.2.3 <i>Thin Film Solar Cell</i>	7
2.3 Cahaya Matahari	8
2.3.1 Penyinaran Secara Langsung	8

2.3.2	Penyinaran Secara Tidak Langsung.....	8
2.4	Intensitas Cahaya.....	9
2.5	<i>Photovoltaic Cell</i>	9
2.6	Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Teknologi <i>Hybrid</i>	9
2.7	<i>Cooling Technique</i>	10
2.8	<i>Heat Transfer</i>	11
2.8.1	Konduksi (<i>conduction</i>).....	11
2.8.2	Konveksi (<i>convection</i>)	11
2.8.3	Radiasi (<i>radiation</i>).....	11
2.9	Transistor.....	12
2.9.1	Transistor NPN	12
2.9.2	Transistor PNP	13
2.10	Prinsip Kerja Transistor	13
2.11	Transistor 2N3055.....	14
2.12	Germanium.....	15
2.13	Termoelektrik	16
2.13.1	Thermoelectric Cooler (TEC)	16
2.13.2	Cara Kerja <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).....	17
2.13.3	Konstruksi <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC)	18
2.14	Daya Listrik.....	19
2.14.1	Daya Aktif.....	19
2.14.2	Daya Reaktif	20
2.14.3	Daya Semu	20
2.15	Penelitian Sebelumnya	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Lokasi Penelitian	22
3.2	Waktu Penelitian	22
3.3	Metode Penelitian.....	22
3.4	Alat dan Bahan	23
3.5	Pemodelan Alat Penelitian	24

3.6	Diagram Alir Penelitian	27
3.7	Desain Alat Penelitian.....	28
3.8	Rangkaian Pengujian.....	29
3.9	Penyusunan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC) Secara Seri.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....		42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya Jenis Monokristalin [9].....	6
Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Polikristalin [11].....	7
Gambar 2. 3 Panel Surya Jenis <i>Thin Film Solar Cell</i> [13].....	8
Gambar 2. 4 Simbol Transistor NPN[28]	12
Gambar 2. 5 Simbol Transistor PNP[29]	13
Gambar 2. 6 Konfigurasi Terminal Transistor 2N3055 [31].....	15
Gambar 2. 7 Konversi Termoelektrik [32].....	16
Gambar 2. 8 Bentuk Peltier <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC) [33].....	17
Gambar 2. 9 Penampang <i>Thermoelectric</i> [33]	18
Gambar 2. 10 Proses Pemindahan Panas [33].....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3. 2 Desain Alat Penelitian.....	28
Gambar 3. 3 Rangkaian Pengujian.....	29
Gambar 3. 4 Rangkaian Pengukuran Arus.....	29
Gambar 3. 5 Rangkaian Pengukuran Tegangan.....	29
Gambar 3. 6 Penyusunan TEC1 12706 Secara Seri.....	30
Gambar 3. 7 Pengkabelan Prototipe Penelitian.....	30
Gambar 4. 1 Penyusunan Transistor Secara Seri di <i>Printed Circuit Board</i> (PCB)	32
Gambar 4. 2 Penyusunan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC) Diatas <i>Heatsink</i>	33
Gambar 4. 3 Tampak Atas dan Tampak Bawah Prototipe Penelitian.....	34
Gambar 4. 4 Grafik Rata-rata Nilai Tegangan Selama 7 Hari Pengambilan Data	37
Gambar 4. 5 Grafik Rata-rata Nilai Arus Selama 7 Hari Pengambilan Data	38
Gambar 4. 6 Grafik Rata-rata Nilai Daya Selama 7 Hari Pengambilan Data.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Transistor 2N3055	15
Tabel 2. 2 Data Penelitian Berkaitan Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan	21
Tabel 3. 1 Rencana Waktu Penelitian.	22
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
Tabel 4. 1 Rata-rata Hasil Pengukuran dan Perhitungan Protoitpe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).....	35

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Efisiensi Panel Surya	1
Rumus 2.2 Daya Aktif	15
Rumus 2.3 Daya Reaktif	15
Rumus 2.4 Daya Semu.....	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Selama 7 Hari

Lampiran 2 Hasil Akhir Perancangan Prototipe

Lampiran 3 Gambar Pengambilan Data

Lampiran 1. 1 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-1 Kamis, 9 Februari 2023

Lampiran 1. 2 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-2 Jum'at, 10 Februari 2023

Lampiran 1. 3 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-3 Sabtu, 11 Februari 2023

Lampiran 1. 4 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-4 Minggu, 12 Februari 2023

Lampiran 1. 5 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-5 Senin, 13 Februari 2023

Lampiran 1. 6 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-6 Selasa, 14 Februari 2023

Lampiran 1. 7 Data dan Grafik Pengukuran Prototipe Hari Ke-7 Rabu, 15 Februari 2023

Lampiran 2. 1 Gambar Prototipe

Lampiran 3. 1 Gambar Pengambilan Data Tegangan *Output* Prototipe

Lampiran 3. 2 Gambar Pengambilan Data Arus *Output* Prototipe

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi baru dan terbarukan pada zaman ini memiliki peranan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi. Hal tersebut dikarenakan pembangkit listrik konvensional dengan jangka panjang banyak menggunakan dan menguras sumber minyak bumi, gas, batu bara, hal tersebut juga berdampak buruk terhadap lingkungan. Agar hal tersebut tidak terjadi, maka pada penelitian ini memanfaatkan energi matahari dan juga energi panas yang dihasilkan dari sumber air panas. Mengingat Indonesia adalah daerah tropis yang memiliki potensi energi matahari yang sangat besar dan letak geografis Indonesia yang memiliki sumber air panas yang cukup banyak. Tetapi dalam pemanfaatannya, baik energi matahari maupun energi panas yang dihasilkan sumber air panas masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Selain itu juga, harga *solar cell* yang ada di pasaran pada saat ini masih dianggap cukup mahal bagi sebagian masyarakat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis berupaya mencari solusi dengan membangun suatu rancangan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang berbasis transistor 2N3055 dan *Thermoelectric Cooler* (TEC). Sehingga dari produk ini dihasilkan suatu produk yang memanfaatkan komponen elektronik yang ekonomis yaitu dengan memanfaatkan energi matahari yang berupa cahaya matahari dan panas matahari serta dapat juga memanfaatkan sumber air panas [1].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan komponen transistor 2N3055 dan *Thermoelectric Cooler* (TEC). Karena selama ini yang kita ketahui dalam penggunaannya, transistor 2N3055 dan TEC memanfaatkan energi listrik. Sedangkan sebaliknya, dalam penelitian ini transistor 2N3055 dan TEC akan digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Transistor 2N3055 dan TEC yang digunakan untuk keperluan pembuatan panel surya yang tidak hanya memanfaatkan energi matahari yang berupa cahaya matahari, tetapi juga memanfaatkan energi panas dari matahari dan juga sumber air panas. Selain itu, eksperimen ini merupakan aplikasi nyata dari penelitian-penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan sehingga menghasilkan desain penghasil energi alternatif untuk dikembangkan selanjutnya.

Adapun prinsip kerja transistor 2N3055 dalam menghasilkan listrik sama seperti *solar cell* pada umumnya, yaitu memanfaatkan cahaya matahari. Sedangkan *Thermoelectric Cooler*

(TEC) dalam menghasilkan energi listrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung. Untuk menghasilkan energi listrik, material *thermoelectric cooler* cukup diletakkan sedemikian rupa dalam sumber panas dan dingin, sehingga ketika terjadi perbedaan suhu antara kedua permukaan TEC timbulah energi listrik [2].

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menjadikan energi matahari sebagai alternatif karena energi matahari mudah didapatkan dan dapat ditemukan dimanapun. Alat yang dapat memanfaatkan energi matahari ini adalah panel surya, karena panel surya dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Namun pada saat ini tidak semua orang dapat memiliki panel surya karena harganya yang cukup mahal. Oleh karena itu pada penelitian ini memanfaatkan transistor 2N3055 sebagai pengganti panel surya dengan *thermoelectric cooler*. Penelitian ini sangat berguna agar nantinya dapat dimanfaatkan oleh banyak orang [3].

Penelitian mengenai pembangkit listrik dengan memanfaatkan transistor 2N3055 *hybrid* dengan *thermoelectric* generator pernah dilakukan oleh Tri Lakasono Indriawan pada tahun 2020 dengan menggunakan transistor 2N3055 sebanyak 32 buah. Dengan memanfaatkan *thermoelectric* generator fungsi utama dari alat yang dibuat adalah merubah panas menjadi energi listrik. Terlepas dari itu penulis ingin membuat sebuah pembangkit listrik tenaga surya yang tidak hanya dapat menghasilkan listrik dari cahaya matahari namun juga dapat menghasilkan listrik apabila tidak mendapat cahaya matahari dengan memanfaatkan transistor 2N3055 dan *thermoelectric cooler*.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah tersebut, maka penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Rancang bangun prototipe PLTS berbasis transistor 2N3055 dengan *thermoelectric cooler*.
2. Mengukur dan menganalisis tegangan dan arus listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya berbasis transistor 2N3055 dengan *thermoelectric cooler*.
3. Menghitung dan menganalisis daya keluaran dari pembangkit listrik tenaga surya berbasis transistor 2N3055 dengan *thermoelectric cooler* [4].

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari masalah yang menyimpang, maka pada penelitian ini memiliki batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Tidak membahas *thermoelectric* lain selain *thermoelectric cooler* (TEC1-12706).
2. Hanya menggunakan transistor jenis 2N3055 yang disusun secara seri.
3. Pembangkit yang telah dibuat tidak memperhitungkan faktor ekonomi.
4. Tidak memperhitungkan faktor lingkungan [5].

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian dengan judul Analisa Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan *Thermoelectric Cooler* yaitu:

1. Dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena memanfaatkan energi terbarukan.
2. Energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya berbasis transistor 2N3055 dengan *thermoelectric cooler* dapat digunakan kapan saja.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan mengenai gambaran umum tentang teori teori yang relevan dengan penelitian serta mendukung dan menunjang penelitian.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tempat, waktu pelaksanaan, prosedur, metode penelitian, dan diagram alir penelitian yang digunakan untuk melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan mengenai data dan hasil penelitian dari pembangkit listrik tenaga surya berbasis transistor 2N3055 dan Thermoelektric Cooler.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang perlu diperhatikan berkaitan dengan kendala-kendala yang ditemui dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Purwoto, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, hal. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [2] T. Roisy dan H. Nim, “Rancang Bangun Optimasi Sel Surya Menggunakan Transistor 2N3055 Bekas Berbasis Atmega 16,” no. 4.
- [3] Y. Bow, Zulkarnain, N. P. Utami, dan M. P. Permadi, “Prototipe Panel Surya Berbahan Baku Limbah Transistor 2N3055,” *Kinetika*, vol. 8, no. 2, hal. 41–47, 2017.
- [4] C. D. K. Proportional-integral- dan W. Indrawan, “Sistem Pendingin Menggunakan Thermo-Electric Cooler Dengan Kontroler Proportional-Integralderivative,” *Berk. Fis.*, vol. 22, no. 2, hal. 68–76, 2019.
- [5] A. Mansyur, “Rancang Bangun Cooler Box Berbasis Termoelektrik Dengan Variasi Heatsink,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 9, no. 1, hal. 59–64, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.989.
- [6] M. R. S. Shaikh, “A Review Paper on Electricity Generation from Solar Energy,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. V, no. IX, hal. 1884–1889, 2017, doi: 10.22214/ijraset.2017.9272.
- [7] S. S. Mohammad Hafidz ;, “Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta,” *Jur. Tek. Elektro, Sekol. Tinggi Tek. PLN*, vol. 7, no. JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015, hal. 49, 2015.
- [8] A. Haris *et al.*, “Sistem Monitoring Dan Klaster Ketersediaan Energi Menggunakan Metode K-Means Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *J. SPEKTRUM*, vol. 4, no. 2, hal. 2502–714, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/download/52823/31281%0Ahttps://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess/article/view/12834/pdf>.
- [9] H. Sikumbang, A. Haris, dan M. J. Elly, “Sistem Kendali Dan Monitoring Dengan Syaraf Tiruan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Petir*, vol. 13, no. 2, hal. 119–127, 2020, doi: 10.33322/petir.v13i2.1066.
- [10] V. R. Yandri, “Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia,” *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 4, no. 1, hal. 14–19, 2012, doi: 10.25077/jif.4.1.14-19.2012.
- [11] H. S. Utomo, T. Hardianto, dan B. S. Kaloko, “Optimalisasi Daya dan Energi Listrik pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor,” *Berk. Sainstek*, vol. 5, no. 1, hal. 45, 2017, doi: 10.19184/bst.v5i1.5375.
- [12] Rosalina dan E. Sinduningrum, “Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Lahan Pertanian Terpadu Ciseeng Parung-Bogor,” *Semin. Nas. Teknoka*, vol. 4, no. 2502, hal.

- 99–109, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v.
- [13] J. Adhyaksa dan K. No, “270957-Analisa-Rancangan-Sel-Surya-Dengan-Kapas-505Ef9B9,” vol. 01, no. 02, hal. 33–39, 2016.
- [14] S. Aryza, H. Hermansyah, A. P. U. Siahaan, S. Suherman, dan Z. Lubis, “Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel,” *It J. Res. Dev.*, vol. 2, no. 1, hal. 12–18, 2017, doi: 10.25299/itjrd.2017.vol2(1).642.
- [15] M. Rifan, S. H. Pramono, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, dan F. Suhartati, “Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,” *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, hal. 44–48, 2012.
- [16] D. Muliadi, “Universitas Sumatera Utara 7,” hal. 7–37, 2015.
- [17] B. A. B. Ii dan T. Pustaka, “BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Solar Cell.”
- [18] T. Uhsg, Z. Lubis, dan T. B. Sitorus, “Analisa kinerja sistempendingin peltier yang menggunakan sel PV dengan sumber energi radiasi matahari,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, hal. 166–173, 2017.
- [19] T. U. G. Manik, T. B. Sitorus, dan F. Sembiring, “Kinerja Sistem Kotak Pendingin Peltier Tenaga Surya Untuk Penyimpanan Sayur dan Buah,” *Rotasi*, vol. 20, no. 4, hal. 214, 2019, doi: 10.14710/rotasi.20.4.214-220.
- [20] A. Rahim, Yandri, dan K. Hee Khwee, “Penggunaan Pendingin Thermo-Electric (Peltier) Untuk Menurunkan Temperatur Permukaan dalam Meningkatkan Daya Keluaran Panel Surya,” *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [21] H. Suharto dan dan Handiyanta Kristiadjie, “Alat Ukur Karakteristik Kurva Bipolar Junction Transistor Berbasis Personal Computer,” *J. TESLA*, vol. 17, no. 1, hal. 52–68, 2015.
- [22] C. Kim *et al.*, “Planar-Radial Structured Thermoelectric Cooler for Local Hot Spot Cooling in Mobile Electronics,” *Proc. - Electron. Components Technol. Conf.*, vol. 2020-June, hal. 2242–2246, 2020, doi: 10.1109/ECTC32862.2020.00349.
- [23] I. Pujiyanti, “Alternatif Teknik Passive Cooling Yang Efisien Pada Ruang Auditorium Gedung B Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta,” *J. Arsit. dan Perenc.*, vol. 1, no. 1, hal. 43–57, 2018, doi: 10.31101/juara.v1i1.364.
- [24] A. Z. A. D. Pandu dan L. Purwanto, “Komparasi Perpindahan Panas (Heat Transfer) Material Dinding Dengan Simulasi Therm,” *J. Arsit. ARCADE*, vol. 5, no. 1, hal. 77, 2021, doi: 10.31848/arcade.v5i1.654.
- [25] L. Wijati dan B. U. K. Widodo, “Studi Eksperimen Perpindahan Panas Konveksi Paksa pada Berkas Pin Fin Berpenampang Circular dengan Susunan Aligned,” *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.42376.
- [26] W. Wahyono dan I. Rochani, “Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, hal. 50, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1506.

- [27] R. T. Jurnal, “Perancangan Rangkaian Penguat Daya Dengan Transistor,” *Sutet*, vol. 7, no. 2, hal. 88–92, 2018, doi: 10.33322/sutet.v7i2.81.
- [28] M. Rahmad, Y. Angelia, dan D. M. Sahal, “Perancangan Rangkaian Aplikasi Dasar Transistor Bopolar,” *J. Geliga Sains*, vol. 1, no. 1, hal. 38–44, 2007.
- [29] D. B. Perkasa, T. Andromeda, dan M. A. Riyadi, “Perancangan Perangkat Keras Alat Uji Bipolar Junction Transistor Berbasis Mikrokontroler,” *Transmisi*, vol. 21, no. 1, hal. 19, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.1.19-24.
- [30] Nurhasanah, A. Harijanto, Maryani, dan Program, “Alat Peraga Karakteristik Transistor Menggunakan Papan Arduino dan Laptop Sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar,” *Semin. Nas. Pendidik. Fis. 2018*, vol. 3, hal. 158–161, 2018.
- [31] I. T. D. Ramdan; dan Rimbawati, “Studi Analisis Pemanfaatan Transistor 2n3055 Menjadi Solarcell Sebagai Alternatif Pengecasan Handphone Study Analysis of Transistor Utilization 2n3055 Become Solarcell As an Alternative of Mobile Phone,” *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [32] J. R. Material dan M. Energi, “FT-UMSU FT-UMSU,” vol. 5, no. 1, hal. 26–32, 2022.
- [33] D. Wahyu, Andriyanto, Hanif, R. Sukma, dan Y. Rosa, “Kajian Eksperimental Alat Multi Fungsi Bercatu Daya Termoelektrik untuk Pendinginan dan Pemanasan,” *J. ROTOR*, vol. 1, no. 2, hal. 46–51, 2016.