

**RANCANG BANGUN *TRACKING SYSTEM* PANEL SEL SURYA UNTUK
OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* BERBASIS ARDUINO UNO R3**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh:

YOGI RAMADHAN

13 2016 021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

SKRIPSI
RANCANG BANGUN *TRACKING SYSTEM* PANEL SEL SURYA UNTUK
OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* BERBASIS ARDUINO UNO R3



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada 13 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

YOGI RAMADHAN

132016021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Yosi Apriani, S.T., M.T.
NIDN : 0213048201

Penguji 1

Ir. Zulkiffli Saleh, M.Eng.
NIDN : 0212056402

Pembimbing 2

Ir. Muhar Danus, M.T.
NIDN : 0210105601

Penguji 2

Sofiah, S.T., M.T.
NIDN : 0209047302

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kes. Ahmad Roni, M.T.
NIDN : 0227777004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN : 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 13 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Yogi Ramadhan

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- ❖ Berdo'a dan berusaha
- ❖ Kepuasan pada keberhasilan yang telah diperoleh tergantung seberapa besar usaha yang telah dilakukan
- ❖ Jangan hanya menunggu, tapi ciptakan waktumu sendiri
- ❖ Jangan pernah takut mencoba hanya karena pernah gagal
- ❖ Jika orang lain bisa, maka aku juga bisa
- ❖ Jika tidak bisa hari ini, masih ada hari esok
- ❖ Bersyukurlah, maka Allah akan menambahkan nikmatmu
- ❖ Jadilah pemenang yang tidak pernah takut dan tidak pernah bimbang dalam mengambil suatu keputusan.
- ❖ Hasil takkan pernah berhianat pada persiapan.

Kupersembahkan skripsi kepada :

- ❖ ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
- ❖ Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Rozali dan Ibu Darmila yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan Doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
- ❖ Kepada Ayuk Weni Wendari dan kakak-kakak kandungku yang selalu mengerti keadaan membuat saya untuk bersemangat dalam mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan Pembimbing II Bapak Ir. Muhar Danus, M.T sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan.

- ❖ Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Untuk sahabat kuliah rekan-rekan HME (Himpunan Mahasiswa Elektro) Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Untuk teman-teman KKN (Kuliah Kerja Nyata) Posko 109 Talang Putri Universitas Muhammadiyah Palembang.
- ❖ Teman-teman satu angkatan 2016 dan Squad Bunda Kost yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah wasyukurilah, puji syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tetap selalu dilimpahkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikut-Nya hingga akhir zaman.

Penelitian yang berjudul **“RANCANG BANGUN *TRACKING SYSTEM* PANEL SEL SURYA UNTUK OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* BERBASIS ARDUINO UNO R3”**. Penyusunan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Strata-1 atau Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan penelitian ini berkat bimbingan, pengarah, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya penelitian ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Yosi Apriani, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Bapak Ir. Muhar Danus, M.T. selaku Pembimbing II

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam menyelesaikan penelitian, yaitu :

1. ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis penelitian ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. yang telah membimbing penulisan skripsi ini dan Pembimbing II Bapak Ir. Muhar Danus, M.T sekaligus telah menjadi ayah dikampus dan dilapangan.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Rozali dan Ibu Darmila serta Ayuk Weni Wendari dan kakak-kakak kandungku yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terimakasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, kupersembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
9. Untuk sahabat kuliah rekan-rekan HME (Himpunan Mahasiswa Elektro) Universitas Muhammadiyah Palembang
10. Untuk teman-teman KKN (Kuliah Kerja Nyata) Posko 109 Talang Putri Universitas Muhammdiyah Palembang.
11. Teman-teman satu angkatan 2016 dan Squad Bunda Kost yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
12. Seluruh pihak yang ikut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Semoga ALLAH SWT, membalas budi baik kalian yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Palembang, 13 Agustus 2020

Yogi Ramadhan

ABSTRAK

Matahari adalah salah satu komponen utama penggerak kehidupan. Studi juga menunjukkan bahwa energi matahari yang sampai ke bumi dalam satu jam sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan energi seluruh manusia dipermukaan bumi dalam satu tahun, alasan yang cukup untuk memacu pemaksimalan energi matahari sebagai energi terbarukan terutama dengan pengkonversian menjadi listrik oleh divais sel/panel surya. Untuk mendapatkan keluaran energi panel sel surya secara maksimal dengan cara mengoptimal arah panel sel surya terhadap matahari. Solusinya adalah membuat rancang bangun *tracking system* yang mengatur posisi panel sel surya secara otomatis mengikuti matahari berbasis Arduino Uno R3. Metode yang digunakan adalah dengan membandingkan kedua panel sel surya yang menggunakan *tracking system* dan panel sel surya tanpa *tracking system*. Dari kedua hasil pengukuran pada pagi sampai sore didapatkan antara panel yang menggunakan *tracking system* memiliki jumlah keluaran daya sebesar 104,3364 Watt dan panel tanpa *tracking system* memiliki jumlah keluaran daya sebesar 43,05094 Watt, demikian dari hasil pengukuran yang paling optimal yaitu panel yang menggunakan *tracking system*. Hal ini terlihat pada pengukuran dari pukul 09.30 WIB sampai dengan pukul 16.30 WIB panel sel surya dengan menggunakan *tracking system* menghasilkan keluaran energi lebih besar dibandingkan panel sel surya tanpa *tracking system*, peningkatan keluaran daya jika dibandingkan dengan panel tanpa *tracking system*.

Kata kunci : PLTS, *Solar Sel*, *Tracking System*, Arduino.

ABSTRACT

The sun is one of the main components that drive life. Studies also show that the solar energy that reaches the earth in one hour is sufficient to meet the energy needs of all humans on the surface of the earth in one year, sufficient reason to spur the maximization of solar energy as a renewable energy, especially by conversion into electricity by solar cell devices / panels. To get the maximum energy output of solar cell panels by optimizing the direction of the solar cell panels to the sun. The solution is to design a tracking system that regulates the position of the solar cell panels automatically following the sun based on Arduino Uno R3. The method used is to compare the two solar cell panels using a tracking system and a solar cell panel without a tracking system. From the two measurement results in the morning to evening, it was found that the panel that uses the tracking system has a total power output of 104.3364 Watt and the panel without the tracking system has a total power output of 43.05094 Watt, so from the most optimal measurement results, the panel that uses tracking system. This can be seen in measurements from 09.30 WIB to 16.30 WIB solar cell panels using a tracking system produce a greater energy output than solar cell panels without a tracking system, an increase in power output when compared to panels without a tracking system.

keywords: PLTS, Solar Cell, Tracking System, Arduino.

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.2 <i>Photovoltaic</i>	6
2.2.1 Efek <i>photovoltaic</i>	6
2.2.2 Sel <i>photovoltaic</i>	7
2.2.3 Prinsip kerja photovoltaik	8
2.3 Sel Surya (<i>Solar Cell</i>)	9
2.3.1 Mekanisme konversi energi	13
2.3.2 Struktur umum sel surya	15
2.4 Energi dan Daya	15
2.5 Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi	16
2.6 Pengaruh sudut datang terhadap radiasi yang diterima	19
2.7 Sistem Pelacak Posisi Matahari	20
2.8 Arduino UNO	20
2.8.1 Bagian-bagian papan mikrokontroler Arduino	21
2.8.2 Konfigurasi Pin Arduino uno	23
2.9 Motor Servo	23
2.10 Solar Power Meter	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat	26
3.2 <i>Fishbone Diagram</i>	26
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Alat	27
3.3.2 Bahan	27
3.4 Jadwal Penelitian	28
3.5 Metode Pengumpulan Data	29
3.6 Metode Pengolahan Data	29
3.7 Rancangan Alat	29

3.8 Metode Penelitian	30
3.9 Prosedur Penelitian	30
3.9.1 Pengujian Pengaruh Sudut Datang terhadap Keluaran Sel Surya	30
3.9.2 Pengambilan Data Posisi/Sudut Matahari	32
3.9.3. Pengujian Keluaran Panel Sel Surya	32
3.9.4 Pengujian Program Arduino Uno	32
3.9.5 Pembuatan Sistem Pelacak	34
3.9.6. Pembuatan <i>Hardware</i>	34
3.9.7. Pembuatan <i>Software</i>	35
3.9.8. Pengambilan Data	38
BAB 4 DATA DAN ANALISIS	40
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	41
4.2 Hasil Pengujian <i>Tracking System</i> Pada Luar Ruangan	42
4.3 Pengujian Solar tracker dalam ruangan	47
4.4 Hasil Pengujian Derajat Pergerakan Panel	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Simbol Photovoltaik	8
Gambar 2. 2 Pelepasan Elektron Pada Photovoltaik	8
Gambar 2. 3 Prinsip kerja photovoltaik	9
Gambar 2. 4 Diagram sel surya Si kristal	10
Gambar 2. 5 Pembangkitan arus listrik	11
Gambar 2. 6 Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik	12
Gambar 2. 7 Rangkaian Pemasangan Sel surya 50 WP	13
Gambar 2. 8 Kurva iradiasi matahari pada siang hari	16
Gambar 2. 9 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai	17
Gambar 2. 10 Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai	17
Gambar 2. 11 Zenith dan sistem koordinatnya pada bumi	18
Gambar 2. 12 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang	19
Gambar 2. 13 bagian-bagian Arduino Uno	22
Gambar 2. 14 Konfigurasi pin arduino uno	23
Gambar 2. 15 Motor Servo	24
Gambar 3. 1 Diagram Fishbone	26
Gambar 3. 2 Skema rancangan alat sistem pelacak panel sel surya	29
Gambar 3. 3 Pengujian pengaruh arah sudut matahari terhadap keluaran	31
Gambar 3. 4 tampilan awal program	36
Gambar 3. 5 tampilan halaman editor	36
Gambar 3. 6 bagian main program	37
Gambar 3. 7 Proses compile	37
Gambar 3. 8 perancangan software	38
Gambar 3. 9 Rangkaian pengukuran keluaran panel sel surya	38
Gambar 4. 1 Penempatan sensor LDR pada panel papan solar cell	40
Gambar 4. 2 Hasil Rancangan Alat Secara Keseluruhan	41
Gambar 4. 3 solar tracking pada pagi hari	42
Gambar 4. 4 solar tracking pada siang hari	43
Gambar 4. 5 solar tracking pada sore hari	44
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan tegangan panel 1 dengan 2	46
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan arus panel 1 dengan 2	47
Gambar 4. 8 grafik pengujian drajat pergerakan panel tiap 30 menit	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Alat	27
Tabel 3. 2 Tabel bahan	27
Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian	28
Tabel 3. 4 Bentuk rancangan <i>system</i> yang disusun	35
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dengan matahari	45
Tabel 4. 2 Hasil pengujian menggunakan senter	48
Tabel 4. 3 Hasil pengujian derajat pergerakan panel	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat, dimana listrik menjadi sumber energi yang selalu digunakan dalam banyak kegiatan baik di rumah tangga, instansi, maupun industri. Penggunaan listrik di masyarakat selalu meningkat dari waktu ke waktu. Gangguan pasokan listrik akan mempengaruhi aktivitas masyarakat, khususnya perekonomian masyarakat.

Bahan bakar minyak / energi fosil merupakan salah satu sumber energi tak terbarukan dan selalu menjadi andalan untuk memenuhi kebutuhan energi di segala bidang kegiatan. Sumber daya energi Indonesia yang melimpah, seperti tenaga air, panas bumi, gas alam, batu bara, gambut, biomassa, biogas, angin, laut, matahari, dan sumber energi lainnya, dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif, sehingga menggantikan ketergantungan pada minyak dan Jumlah ketergantungan meningkat dan cadangan terbatas. Bahan bakar minyak memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi dalam negeri (Kholiq, 2015).

Di tahun 2010, banyak negara / wilayah menyadari pentingnya penggunaan energi terbarukan untuk menggantikan sumber energi tak terbarukan (seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam), sumber energi tak terbarukan tersebut telah menyebabkan kerusakan besar pada bumi. Dengan menipisnya energi tak terbarukan, biaya penambangannya akan meningkat, yang akan meningkatkan harga masyarakat, sementara energi tak terbarukan akan melepaskan emisi karbon ke atmosfer yang merupakan penyebab penting dari pemanasan global (Alfiago, 2010).

Saat ini pengguna energi terbesar adalah sektor industri sebagian besar energi yang di konsumsi merupakan energi fosil yang tidak dapat diperbaharui (*renewable resources*). Ketersediaan energi fosil sebagai sumber energi utama sangat terbatas dan terus mengalami ancaman kelangkaan karena pengguna energi tersebut dalam skala besar dan sekacara terus menerus. Perlu adanya sumber energi alternatif baru

yang dapat di perbaharui (*renewable resources*) untuk menggantikan energi fosil (Rinanda et al., 2014). Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas diantaranya adalah energi surya.

Matahari adalah salah satu bahan utama yang menggerakkan kehidupan. Sulit membayangkan kelangsungan hidup makhluk hidup tanpa sinar matahari. Baik siklus alam (seperti angin dan air) maupun siklus pada tumbuhan (yaitu fotosintesis) melibatkan peran matahari, yang tidak hanya karena posisi matahari di bumi, tetapi juga karena radiasi cahaya yang mencapai bumi. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa energi matahari yang sampai ke bumi dalam waktu satu jam sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan energi seluruh manusia di permukaan bumi dalam waktu satu tahun. Hal ini menjadi alasan yang cukup untuk mendorong pemanfaatan energi matahari secara maksimal sebagai sumber energi terbarukan, terutama melalui panel sel surya dikonversikan menjadi listrik (Lynn, 2011).

Teknologi fotovoltaik yang mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan divais semikonduktor yang disebut sel surya banyak dikaji oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Di sisi lain panel sel surya buatan pabrik juga sudah tersedia (Knight, 2017).

Permasalahannya saat ini adalah cara menggunakan panel surya untuk mendapatkan output daya terbaik. Penggunaan panel surya biasanya ditempatkan di lokasi tertentu tanpa diubah, misalnya panel surya menghadap ke atas. Posisi panel menghadap ke atas, dan jika panel dianggap sebagai benda dengan permukaan datar maka panel akan menerima penyinaran matahari maksimal bila matahari tegak lurus dengan bidang panel. Ketika arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau pada sudut θ , panel akan menerima radiasi yang lebih sedikit dengan faktor $\cos \theta$. Dengan menurunnya radiasi yang diterima oleh panel maka jelas akan mengurangi energi listrik yang dikeluarkan oleh panel. Bahkan berkurangnya energi ini bias menjadi setengahnya jika $\theta = 60^\circ$ (Pruitt, 2001). Untuk itu perlu adanya pengaturan arah panel sel surya agar selalu tegak lurus dengan arah sinar matahari dengan adanya sesuatu sistem yang dapat mengatur arah panel sel

surya secara otomatis. Jika pengaturan sel surya dilakukan secara manual oleh manusia maka kurang efektif.

Dari permasalahan di atas penulis berupaya untuk membuat rancang bangun alat pelacak/ yang dapat mengatur arah panel terhadap matahari yang berbasis Arduino UNO R3 untuk mendapatkan *output* energi panel sel surya secara optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan keluaran energi panel sel surya secara maksimal dengan cara mengoptimalkan arah panel sel surya terhadap matahari dengan sistem pelacak yang mengatur posisi panel sel surya secara otomatis mengikuti matahari berbasis Arduino Uno R3.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini sistem pelacak/ *tracking system* panel sel surya memiliki dua derajat kebebasan dan diset untuk pengukuran selama satu hari. Sistem pelacak ini menggerakkan panel berdasarkan perubahan posisi matahari. Sistem kontrol alat yang digunakan berbasis Arduino UNO R3 (revisi 3). Pengaruh suhu panel surya terhadap keluaran arus dan tegangan tidak dikaji.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Skripsi ini meliputi 5 bab yang dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka yang melandasi dan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain teori tentang PLTS, *photovoltaic*, Sel surya (*solar cell*), radiasi harian matahari pada permukaan bumi, dan pengaruh sudut datang terhadap radiasi yang diterima, Arduino Uno R3, motor servo dan juga sensor yang akan digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi metodologi penelitian yang meliputi, Diagram Fishbone, tempat dan waktu pelaksanaan, alat-alat yang digunakan dalam penelitian serta cara pengujian

yang meliputi pengujian pengaruh posisi matahari terhadap keluaran panel sel surya, pengujian karakteristik dan keluaran panel sel surya pembuatan sistem pelacak/ *tracking system*, pengujian sistem pelacak dan pengujian instrument keseluruhan dari penelitian ini.

BAB 4 DATA DAN ANALISA

Berisi tentang hasil dari pengujian alat-alat, hasil pengukuran keluaran panel sel surya menggunakan sistem pelacak dan panel sel surya pada posisi tetap (tidak bergerak).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Menyimpulkan dari proses pembuatan alat sampai hasil yang di dapatkan setelah pengujian di lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiago, Alfiago. 'Buku Panduan Energi Yang Terbarukan Guidebook Renewable Energy Small 2'. Accessed 20 March 2020.
https://www.academia.edu/7039786/Buku_Panduan_Energi_yang_Terbarukan_guidebook_renewable_energy_small_2.
- Lynn, Paul A. *Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics*. John Wiley & Sons, 2011.
- Kholiq, Imam. 'PEMANFAATAN ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG SUBTITUSIBBM', no.2(2015):17
- Knight, Randall Dewey. *Physics for Scientists and Engineers: A Strategic Approach with Modern Physics*. Pearson, 2017.
- Rinanda, Jaka, Gigih Prabowo, and M. Machmud Rifadil. 'Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Untuk Pengoperasian Kinerja Lampu Led Pada Mercusuar Secara Otomatis', June 2014.
<https://repository.uksw.edu/handle/123456789/4461>.
- Erbe, DioN. 'Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang'. *Latarghria Jofania* (blog), 20 November 2009.
<https://jofania.wordpress.com/2009/11/20/teknologi-sel-surya-perkembangan-dewasa-ini-dan-yang-akan-datang/>.
- Pruitt, David. 'The Simulation of Building Integrated Photovoltaics in Commercial Office Buildings', n.d., 4.
- Lewis, Richard W. *Absolut book: the Absolut Vodka advertising story*. 1st ed. Boston: Journey Editions, 1996.
- Ramadhan, Anwar Ilmar, Ery Diniardi, and Sony Hari Mukti. 'Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP'. *Teknik* 37, no. 2 (31 December 2016): 59. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37i2.9011>.
- Arrasyid, Azmal Harun. 'ANALISIS PERENCANAAN PENERANGAN JALAN UMUM DAN LAMPU TAMAN BERBASIS PHOTOVOLTAIK DI UNIVERSITAS PAKUAN BOGOR'. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro* 1, no. 1 (16 November 2017)..
- Luque, Antonio, and Steven Hegedus. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. Wiley, 2003.
- Sihombing, Martha Adelina, Ade Agung Harnawan, and Tetti Novalina Manik. 'Modul Perangkat Lunak Monitoring Daya Sel Surya pada Pelacakan Posisi Matahari Harian Menggunakan Delphi'. *Jurnal Fisika FLUX* 14, no. 1 (19 August 2017): 53. <https://doi.org/10.20527/flux.v14i1.3838>.
- Abrori, Muchammad, Sugiyanto Sugiyanto, and Thaqibul Fikri Niyartama. 'Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif dan Media Pembelajaran Praktikum Siswa Di Pondok Pesantren "Nurul Iman" Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Menuju Pondok Mandiri Energi'. *Jurnal Bakti Saintek: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi* 1, no. 1 (7 April 2017): 17. <https://doi.org/10.14421/jbs.1131>.
- Prasetyono, Eka, Ragil Wigas Wicaksana, Novie Ayub Windarko, and Moh Zaenal Efendi. 'Pemodelan dan Prediksi Daya Output Photovoltaic secara Real Time

- Berbasis Mikrokontroler'. *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO* 4, no. 2 (8 September 2015): 190–99. <https://doi.org/10.25077/jnte.v4n2.163.2015>.
- Wibawa, Unggul, and Andy Darmawan. 'PENERAPAN SISTEM PHOTOVOLTAIK SEBAGAI SUPLAI DAYA LISTRIK BEBAN PERTAMANAN', no. 1(2008): 12.
- Hadi, Wahyu Setio. 'PERENCANAAN SISTEM PENERANGAN JALAN UMUM PHOTOVOLTAIK DI TAMAN WISATA MATAHARI'. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro* 1, no. 1 (29 June 2018).
- Mayfield, Ryan. *Photovoltaic Design and Installation For Dummies*. John Wiley & Sons, 2019.
- Sudradjat, Adjat, and Eddy Kantosa. 'Photovoltaic-Diesel Hybrid System How to Adapt to Real Site Conditions?' *KnE Energy* 1 (1 December 2015): 1. <https://doi.org/10.18502/ken.v1i1.328>.
- Kurniadi, Dede, Lia Amelia, and Sekolah Tinggi Teknologi Garut. 'Sistem Kendali Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Android dan Arduino'. *Jurnal Algoritma* 15, no. 2 (28 February 2019): 37–42. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.15-2.37>.
- Handoko, Prio. 'SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIKA MONOLITIK BERBASIS ARDUINO UNO R3', 2017, 11.
- Dahlan, Bahrin Bin. 'SISTEM KONTROL PENERANGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO'. *ILKOM Jurnal Ilmiah* 9, no. 3 (28 December 2017): 282–89..
- Duffie, John A, and William A Beckman. 'Solar Engineering of Thermal Processes', 2013, 928.
- Mintorogo, Danny Santoso. 'STRATEGI APLIKASI SEL SURYA (PHOTOVOLTAIC CELLS) PADA PERUMAHAN DAN BANGUNAN KOMERSIAL' 28, no. 2 (2000): 13.
- Handoko, Prio, Hendi Hermawan, and Mohammad Nasucha. 'SISTEM KENDALI ALAT ELEKTRONIKA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3 DAN ETHERNET SHIELD DENGAN ANTARMUKA BERBASIS ANDROID' 14, no. 2 (2018): 12.
- Akhmad, Kholid. 'PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PENERAPANNYA UNTUK DAERAH TERPENCIL', 2005, 7.
- Kumara, I Nyoman Satya. 'PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SKALA RUMAH TANGGA URBAN DAN KETERSEDIAANNYA DI INDONESIA'. *Majlaah Ilmiah Teknologi Elektro* 9 (1 July 2010).
- Christianti, Risa Farrid, and Didi Supriyadi. 'Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino', 2013, 7.
- Rursmida, Rusmida. 'RANCANG BANGUN NAMPAN KESEIMBANGAN'. *Jurnal Mikrotek* 1, no. 4 (2015): 106–13.
- DAMAYANTI, RIKA. 'APLIKASI MOTOR SERVO PADA PROTOTIPE PINTU RUMAH OTOMATIS MENGGUNAKAN LCD THIN FILM TRANSISTOR (TFT) TOUCHSCREEN BERBASIS ARDUINO MEGA2560'. Other, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2016.
- Ginting, R, and J Hidayati. 'Pengukuran Potensi Pemanfaatan Listrik Tenaga Sinar Matahari di Kabupaten Langkat' 22 (2020): 7.