

SKRIPSI

**PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI SUBSTITUSI ENERGI
LISTRIK MENGGUNAKAN *GRID TIE INVERTER* UNTUK
MENGGERAKKAN POMPA HIDROPONIK**

***THE UTILIZATION OF SOLAR ENERGY AS THE SUBSTITUTION OF
ELECTRICAL ENERGY USING GRID TIE INVERTER FOR POWERING THE
HYDROPONICS PUMP***



**Tyas Kurnia Adriani
05021381520043**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI SUBSTITUSI ENERGI
LISTRIK MENGGUNAKAN *GRID TIE INVERTER* UNTUK
MENGERAKKAN POMPA HIDROPONIK

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

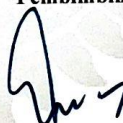
Tyas Kurnia Adriani
05021381520043

Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief
NIP. 196309181990031004

Indralaya, Agustus 2019
Pembimbing 2



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 196107051989031006



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


Dr. Dr. Andri Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003

Tanggal Diskusi : 11 Desember 2018

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

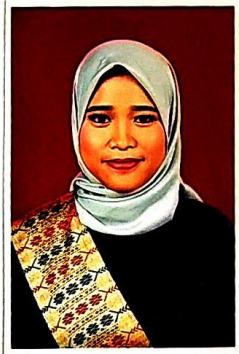
Nama : Tyas Kurnia Adriani

NIM : 05021381520043

Judul : Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Substitusi Energi Listrik
Menggunakan *Grid Tie Inverter* untuk Menggerakkan Pompa
Hidroponik.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Agustus 2019



Tyas Kurnia Adriani

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Substitusi Energi Listrik Menggunakan *Grid Tie Inverter* untuk Menggerakkan Pompa Hidroponik”. Penelitian ini merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief sebagai pembimbing pertama dan Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan arahan serta masukan dalam proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman angkatan, pekerja perpustakaan dan pihak-pihak yang telah membantu dan meluangkan waktu agar terselesainya penelitian ini.

Kepada para pembaca, dengan senang hati penulis akan menerima kritik dan saran yang dapat membantu, semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk kita semua baik itu pembaca maupun penulis.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Tujuan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Energi Matahari	4
2.2. Jenis-Jenis Panel Surya	5
2.3. Prinsip Kerja Panel Surya	7
2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Panel Surya	9
2.5. Sistem PLTS	10
2.6. Karakteristik Sel Surya	11
2.7. Komponen Sistem Panel Surya	12
2.8. <i>Grid Tie Inverter</i>	14
2.9. Hidroponik NFT	15
2.10. Pompa	16
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Metode Penelitian	18
3.4. Cara Kerja	19
3.5. Parameter Pengamatan	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21

4.1. Daya Panel dan Daya PLN	21
4.2. Daya Panel dan Daya PLN Harian dalam Satu Minggu	31
4.3. Daya dan Intensitas Matahari pada Panel Surya	32
4.4. Daya Harian Panel Surya dalam Satu Minggu.....	41
4.5. Efisiensi Panel Surya	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Radiasi matahari	5
Gambar 2.2. Ikatan kovalen kristal silikon	8
Gambar 2.3. Kurva karakteristik I-V	12
Gambar 2.4. Bentuk gelombang inverter	13
Gambar 4.1. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-1	24
Gambar 4.2. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-2	24
Gambar 4.3. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-3	25
Gambar 4.4. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-4.....	25
Gambar 4.5. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-5	26
Gambar 4.6. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-6	26
Gambar 4.7. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-7	27
Gambar 4.8. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-8	27
Gambar 4.9. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-9	28
Gambar 4.10. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-10	28
Gambar 4.11. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-11	29
Gambar 4.12. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-12	29
Gambar 4.13. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-13	30
Gambar 4.14. Daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air hari ke-14	30
Gambar 4.15. Rerata daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air minggu ke-1	31
Gambar 4.16. Rerata daya panel, daya PLN, daya pompa dan debit air pada minggu ke-2	32
Gambar 4.17. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-1	33
Gambar 4.18. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-2	33
Gambar 4.19. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-3	34
Gambar 4.20. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-4	34

Gambar 4.21. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-5	35
Gambar 4.22. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-6	36
Gambar 4.23. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-7	36
Gambar 4.24. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-8	37
Gambar 4.25. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-9	37
Gambar 4.26. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-10	38
Gambar 4.27. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-11	39
Gambar 4.28. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-12	39
Gambar 4.29. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-13	40
Gambar 4.30. Daya, waktu dan intensitas matahari hari ke-14	40
Gambar 4.31. Rerata daya dan intensitas matahari minggu ke-1	41
Gambar 4.32. Rerata daya dan intensitas matahari minggu ke-2	41
Gambar 4.33. Efisiensi panel surya minggu ke-1	42
Gambar 4.34. Efisiensi panel surya minggu ke-2	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	50
Lampiran 2. Gambar rangkaian panel surya	51
Lampiran 3. Gambar alat penelitian	52
Lampiran 4. Contoh perhitungan daya, <i>fill factor</i> dan efisiensi panel surya hari ke-1	57
Lampiran 5. Perhitungan biaya listrik	59
Lampiran 6. Biaya instalasi panel surya menggunakan <i>Grid Tie Inverter</i>	61
Lampiran 7. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -1	62
Lampiran 8. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -2	63
Lampiran 9. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -3	64
Lampiran 10. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -4	65
Lampiran 11. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -5	66
Lampiran 12. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -6	67
Lampiran 13. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -7	68
Lampiran 14. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -8	69
Lampiran 15. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -9	70
Lampiran 16. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -10	71
Lampiran 17. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -11	72
Lampiran 18. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -12	73
Lampiran 19. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -13	74
Lampiran 20. Tabel hasil pengukuran panel surya hari ke -14	75

RINGKASAN

TYAS KURNIA ADRIANI. Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Substitusi Energi Listrik Menggunakan *Grid Tie Inverter* untuk Menggerakkan Pompa Hidroponik (**TAMRIN LATIEF dan ENDO ARGO KUNCORO**).

Penelitian ini bertujuan mempelajari besarnya energi matahari yang dapat dimanfaatkan sebagai energi pendukung (substitusi parsial) energi utama listrik untuk menggerakkan pompa hidroponik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2019 di Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen - deskriptif dengan penyajian data dalam bentuk tabel serta grafik. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: 1) Menentukan daya pompa air hidroponik, 2) perhitungan daya yang dibutuhkan secara teoritis, 3) persiapan dan perakitan panel surya dengan Grid Tie Inverter, 4) pengumpulan data yang dihasilkan panel surya dan listrik PLN, 5) Pengolahan data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi energi antara listrik PLN dan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya silikon tipe polikristal menggunakan Grid Tie Inverter dapat bekerja secara baik dan mampu mengurangi penggunaan energi listrik untuk menggerakkan pompa hidroponik NFT. Panel surya silikon tipe polikristal mampu mensubstitusi pemakaian listrik PLN sebesar 1.584,68 Watt atau 56,4% dari kebutuhan total listrik untuk menggerakkan pompa hidroponik. Panel surya silikon tipe polikristal mampu bekerja pada keadaan mendung dan menghasilkan daya sebesar 21,86 Watt, efisiensi tertinggi yang dihasilkan panel surya silikon tipe polikristal adalah 5,36%.

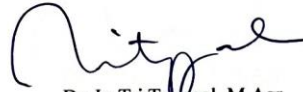
Kata kunci : panel surya, grid tie inverter, listrik PLN, NFT, pompa.

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M.Si.
NIP. 19630918 1990031004

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 19610705 1989031006

ABSTRACT

TYAS KURNIA ADRIANI. The Utilization of Solar Energy as The Substitution of Electrical Energy Using Grid Tie Inverter for Powering The Hydroponics Pump (Supervised by **TAMRIN LATIEF and ENDO ARGO KUNCORO**)

The objective of this research was to determine that solar energy can be used as supported energy (partial substitution) of the main electrical energy for powering hydroponic pump. The research was conducted on March to July 2019 in Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural, Sriwijaya University. The research was consisted of five phase: determined the power of hydroponic pump, calculated the theoretical power, prepared the solar panel with Grid Tie Inverter, collected data from solar panel and PLN then processed the data.

The result showed that substitution energy between PLN electricity and electrical energy produced by polycrystalline silicon solar panel used Grid Tie Inverter can work well and can decreased the utilization of electrical energy for powered NFT hydroponic pump. Polycrystalline silicon solar panel was capable of substituted PLN electricity usage of 1.584,68 Watts or 56,4% of the total electricity needs to powered hydroponic pump. Polycrystalline silicon solar panels was able to work in cloudy conditions and generated power of 21,86 Watt, the highest efficiency produced by polycrystalline silicon solar panels was 5,36%.

Keywords : solar panel, grid tie inverter, PLN electricity, NFT, pump

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M.Si.
NIP. 19630918 1990031004

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

Pembimbing II



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 19610705 1989031006

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap tahunnya konsumsi listrik terus mengalami peningkatan yang diperkirakan sebesar 6,5% per tahun hingga tahun 2020. Matahari sebagai sumber energi utama mampu memberikan masukan yang sangat penting untuk pemanfaatan solar sel sebagai pembangkit listrik. Energi matahari yang diubah menjadi energi listrik mampu menghasilkan daya sebesar 156,486 MW dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² di seluruh wilayah Indonesia (Sumbang dan Letsoin, 2012). Dengan kebutuhan energi yang sangat banyak itulah bahan bakar fosil dan gas bumi tidak mampu mencukupi semua kebutuhan. Pemanfaatan energi terbarukan dengan menggunakan sel surya atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diharapkan mampu mencukupi kebutuhan energi tersebut (Suriadi dan Syukri, 2010).

Modul surya merupakan kumpulan beberapa sel surya sedangkan panel surya merupakan kumpulan beberapa modul surya. Sel surya mampu menghasilkan tegangan dan arus listrik karena dipengaruhi oleh variabel fisis yaitu intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu lingkungan (Suryana dan Ali, 2016).

Sel surya bekerja menggunakan prinsip efek fotolistrik, yaitu akan melepaskan elektron apabila terkena pancaran cahaya. Energi elektron yang terlepas bergantung pada cahaya matahari yang menyinarinya. Semakin besar intensitas cahaya matahari maka akan semakin banyak elektron terlepas yang menyebabkan makin besar arus yang dihasilkan (Priyanto, 2013).

Konversi energi matahari menjadi energi listrik dapat menggunakan *photovoltaic*. Komponen utama *photovoltaic* adalah sel surya yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik (Bahari *et al.*, 2017). Menurut Asy'ari *et al.*, (2012) *photovoltaic* merupakan pembangkit listrik yang aman untuk lingkungan sehingga tidak menimbulkan polusi udara seperti pembangkit lainnya.

Energi listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic* bergantung pada intensitas sinar matahari. Pada cuaca cerah siang hari sel surya dapat menghasilkan daya sebesar 1000 watt/m^2 , hal tersebut dikarenakan intensitas cahaya matahari sampai ke permukaan bumi paling optimal dan memiliki nilai paling besar pada tengah hari.

Menurut Rahmad dan Rangkuti (2018) daya yang dihasilkan oleh panel surya bergantung pada besar dan kecilnya intensitas cahaya matahari yang diperoleh modul surya. Menurut Ariani *et al.* (2014) beberapa faktor yang mempengaruhi daya keluaran pada panel surya adalah radiasi matahari, temperatur sel surya, orientasi panel surya (*array*), sudut kemiringan panel surya dan bayangan (*shading*). Daya keluaran yang dihasilkan oleh panel tersebut bergantung pada radiasi matahari yang diterima oleh modul, sehingga panel surya harus memperoleh radiasi maksimal agar daya yang dihasilkan juga tinggi.

Menurut Rif'an *et al.* (2012) penggunaan panel surya tipe polikristal memerlukan luasan yang lebih besar dibandingkan jenis monokristal untuk mampu menghasilkan daya yang sama pada saat cuaca mendung, sedangkan jenis monokristal menghasilkan daya yang lebih tinggi dan memiliki efisiensi sampai 15% namun tidak berfungsi secara baik apabila ditempat yang intensitas matahari rendah.

Grid tie inverter (GTI) ialah inverter khusus dapat digunakan untuk mengkonversi tegangan DC menjadi tegangan AC dari berbagai sumber energi terbarukan. GTI atau *synchronous inverter* merupakan jenis alat yang digunakan untuk konversi listrik dan tidak dapat berdiri sendiri dikarenakan harus terhubung dengan jaringan listrik yang telah tersedia seperti PLN. GTI memiliki kelebihan yaitu apabila daya yang dihasilkan oleh panel surya berlebih maka dapat dialirkan kembali ke jaringan PLN sehingga daya tersebut dapat dijual dengan ketentuan tertentu yang disepakati pihak-pihak terkait (Sulun, 2012).

Pada bidang pertanian sel surya memiliki beberapa manfaat, salah satunya yaitu sebagai penggerak pompa irigasi pada sistem hidroponik. Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air sebagai media pengganti tanah tersebut. Beberapa tanaman yang bisa

menggunakan sistem hidroponik yaitu tanaman sayur, tanaman buah-buahan, tanaman hias dan tanaman obat-obatan (Roidah, 2014).

NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan sistem hidroponik yang menggunakan aliran hara yang berasal dari talang-talang yang disusun pada meja tanaman. Air pada sistem NFT bersirkulasi selama 24 jam secara terus-menerus dan sebagian akar dari tanaman terendam air dan sebagian lagi berada di atas permukaan. Namun sering kali nutrisi tidak mampu diserap tanaman karena aliran air yang tidak merata sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Harjoko, 2009).

Penggunaan energi terbarukan seperti solar sel yang digunakan untuk sistem irigasi pada bidang pertanian mampu menekan penggunaan bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas buangan. Hal ini dikarekan energi terbarukan tersebut tidak membutuhkan biaya rutin dan bisa digunakan setiap saat, meskipun energi surya cukup mahal untuk mencukupi daya listrik yang besar namun dengan berkembangnya teknologi pompa berkapasitas tinggi, biaya penggunaan sel surya mampu ditekan dan investasi yang digunakan akan semakin kecil (Wijayanto dan Widiastuti, 2016).

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari besarnya energi matahari yang dapat dimanfaatkan sebagai energi pendukung (substitusi parsial) energi listrik untuk menggerakkan pompa hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiyan, N. 2015. Karakteristik Panel Surya Model SR-156P-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari. Skripsi. Universitas Lampung
- Ali, F. M. 2017. Optimasi Orientasi dan Sudut Kemiringan Panel Surya di Gedung CDast. Skripsi. Universitas Jember
- Apriboyo, H.C., Endah, T. dan Anwar, M. 2017. Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian. Jurnal Abdimas, 21(2): 97-101
- Asy'ari, H., Jatmiko dan Angga. 2012. Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS: 52-57
- Ariani, W.D., Karnoto dan Bambang, W. 2014. Analisa Kapasitas dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. TRANSIENT, 3(2): 1-8
- Arianto. 2015. Perancangan Pompa Sentrifugal untuk Penyediaan Air Bersih pada Masjid Al-Ahya Palembang. Skripsi. Universitas IBA
- Bahari, S., Laka, A. dan Rosmiati. 2017. Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan. Seminar Nasional Sains dan Teknologi: 1-8
- Binaraesa, C. P. N. I., Sutan, M. S. dan Ahmad, M. A. 2016. Nilai EC (*Electro Conductivity*) Berdasarkan Umur Tanam Selada Daun Hijau (*Lactuca sativa* L.) dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). Jurnal Keteknikaan Pertanian dan Biosistem, 4(1): 65-54
- Eflita, Yohana dan Darmanto. 2012. Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Modul Surya 50 Watt Peak dengan Posisi Mengikuti Pergerakan Arah Matahari. Mekanika, 11(1): 25-30
- Fahiswara, A. J. A. 2015. Desain dan Simulasi Sistem Pompa Air Sel Surya dengan Optimasi Kontrol Slip untuk Memaksimalkan Daya dan Efisiensi. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Fiamelda, L. 2017. Uji Kinerja Panel Surya Silikon Tipe Polikristal dan Monokristal. Skripsi. Universitas Sriwijaya

- Harjoko, D. 2009. Studi Media dan Debit Aliran Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Secara Hidroponik NFT. *Agrosains*, 11(2): 58-62
- Haryanto, D. dan Nurwijayanti. 2018. Simulator Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Hidroponik dengan Arduino. *Tesla*, 2(20): 131-139
- Hasan, H. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, 10(2): 169-180
- Heliadi, G. G., Kirom, R. M. dan Suhendi, A. 2018. Monitoring dan Kontrol Nutrisi Pada Sistem Hidroponik NFT Berbasis Konduktivitas Elektrik. *Proceeding of Engineering*, 5(1): ISSN 2355-9365: 885-893
- Iqtimal, Z., Sara, I.D. dan Syahrial. 2018. Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 3(1): 1-8
- Khwee, H. K. 2013. Pengaruh Temperatur Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak). *Jurnal Elkha*, 5(2): 23-26
- Panestuningtyas, Hermawan dan Kartono. 2013. Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap. *Jurnal Transient*, 2(4) ISSN: 2302-9927: 930-937
- Partha, I.G.C., Wijaya, A.W.I., Janardana, I.G.N. dan Budiastira, N.I. 2015. Pengaruh Ketinggian Panel Surya Terhadap Daya Listrik untuk Menekan Pemakaian Energi Listrik. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Sanastek)*: 1-8
- Priyanto, B. 2013. Peningkatan Daya Keluaran Sel Surya dengan Penambahan Intensitas Berkas Cahaya Matahari. *Jurnal Neutrino*, 5(2): 105-115
- Priyanto, B. 2014. Pemaksimalan Daya Keluaran Sel Surya Menggunakan Lensa Cembung. *Jurnal Neutrino*, 6(2): 68-73
- Rahmad, F. dan Rangkuti, C. 2018. Pengujian Sistem Sirkulasi Air untuk Tanaman Hidroponik Menggunakan Listrik dari Panel Surya. *Seminar Nasional Pakar Ke-1*. ISSN (P): 2615-2584
- Rif'an, Sholeh, Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H. dan Fitriana. 2012. Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1): 44-48

- Roidah, S.I. 2014. Pemanfaatan Lahan Menggunakan Sistem Hidroponik. Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO, 1(2): 43-50
- Rusman. 2015. Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Sell dengan Kapasitas 50 Wp. Jurnal Turbo, 4(2): 84-90
- Satwiko. 2012. Uji Karakteristik Sel Surya pada Sistem 24 Volt DC Sebagai Catudaya pada Sistem Pembangkit Tenaga Hybrid. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY: ISSN 0853-0823
- Setyabudy, R., Setiawan, A.E. dan Budiyanto. 2012. Peningkatan Kinerja Grid Tie Inverter pada Jaringan Listrik Mikro Saat Kondisi Islanding dengan Penambahan Perangkat Uninterrupted Power Supply. Jurnal Ilmiah Elite Elektro, 3(2): 125-131
- Sidopekso, S. dan Febtiwiyanti, E.A. 2010. Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan Menggunakan Reflektor. Jurnal Berkala Fisika, 12(3): ISSN 1410-9662: 101-104
- Subandi dan Hani, S. 2015. Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air dengan Menggunaka Solar Sell. Jurnal Teknologi Technoscientia, 7(2): ISSN 1979-8415: 157-163
- Sukmajati, S. dan Hafidz, M. 2015. Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW *On-Grid*di Yogyakarta. Jurnal Energi dan Kelistrikan, 7(10): 49-63
- Sulun, S. 2012. Analisis Pengaruh Penyambungan *Grid Tie Inverter* Terhadap Harmonisa Sistem Saat Terhubung Beban pada Jaringan Tegangan Rendah. Skripsi. Universitas Indonesia
- Sumbang, H.F. dan Letsoin, Y. 2012. Analisa dan Estimasi Radiasi Konstan Energi Matahari Melalui Variasi Sudut Panel Fotovoltaik SHS 50 Wp. Jurnal Ilmiah Mustek Anim, 1(1): 1-10
- Suriadi dan Syukri, M. 2010. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST pada Komplek Perumahan di Banda Aceh. Jurnal Rekayasa Elektrika, 9(2): 77-80
- Suryana, D. dan Ali, M.M. 2016. Pengaruh Temperatur atau Suhu Terhadap Tegangan yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi, 2(1): 49-52

- Tamimi, Indrasari dan Iswanto. 2016. Oprimasi Sudut Kemirinan Panel Surya pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif. Prosiding Seminar Nasional Fisika. 5: 53-56
- Usman, Sunding, A. dan Parawangsa, N.A. 2018. Analisa Kinerja dan Ekonomi Sistem Pompa Air Tenaga Surya Skala Laboratorium. Jurnal Teknologi Terapan, 4(1): 12-18
- Vidianto, Z. D., Fatimah, S. dan Wasonowati, C. 2012. Penerapan Panjang Talang dan Jarak Tanam dengan Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Tanaman Kailan (*Brassica oleracear* var. alboglabra). Jurnal AGROVIVOR, 6(2): ISSN 1979-5777: 128-135
- Wahyudi, I. 2013. Analisis Perancangan Pompa Guna Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih PDAM Kota Probolinggo. Skripsi. Universitas Jember
- Widayana, G. 2012. Pemanfaatan Energi Surya. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, 9(1): ISSN 0216-3241 : 37-46. Denpasar
- Wijaya, R. 2012. Analisis Karakteristik *Grid Tie Inverter*. Skripsi. Universitas Indonesia
- Wijayanto, S.D. dan Widiastuti, I. 2016. Pompa Air Bertenaga Hibrid untuk Irigasi Tanaman Buah Naga. VANOS *Journal of Mechanical Engineering Education*, 1(2): 169-178