

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818



Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 2, Juni 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
2

Hal
65-152

Lampung
Juni 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir. R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicih Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ITP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 2, bulan Juni 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi perlakuan uap panas dan pengaruhnya terhadap mutu buah melon, aplikasi USLE dan GIS untuk prediksi laju erosi, studi kuantifikasi pencampuran kopi dekafeinasi menggunakan UV-Vis, manajemen irigasi pembibitan sawit dengan CROPWAT, uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung biji jagung, *the effects of empty fruit bunch treatments for straw mushroom*, sistem otomatisasi photovoltaic pada PLTS berbasis mikrokontroler, dan penerapan rancang bangun sistem hidroponik otomatis untuk budidaya bawang merah.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON (<i>Cucumis melo</i> L.) SELAMA PENYIMPANAN <i>Michael Alexander Hutabarat, Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin</i>	65-75
APLIKASI USLE DAN GIS UNTUK PREDIKSI LAJU EROSI DI WILAYAH DAS BRANTAS <i>Novitasari, M. Holilul Rohman, Astarina Ayu Ambarwati, Indarto Indarto</i>	76-85
STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF-NONDEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS <i>Diding Suhandy, Iskandar Zulkarnain, Meinilwita Yulia, Galih Pratama</i>	86-96
MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT (<i>Elaeis guineensis</i>) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0 <i>Lisma Safitri</i>	97-106
UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI MESIN PENEPUNG BIJI JAGUNG (STUDI KASUS DI DESA CIKAWUNG, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG) <i>Wahyu K. Sugandi, Asep Yusuf, Totok Herwanto, Aura Marjani Ummah</i>	107-119
THE EFFECTS OF EMPTY FRUIT BUNCH TREATMENTS FOR STRAW MUSHROOM SUBSTRATE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIS OF A BIOFERTILIZER <i>Sugeng Triyono, Rio Pujiono, Iskandar Zulkarnain, Ridwan, Agus Haryanto, Dermiyati, Jamalam Lumbanraja</i>	120-129
SISTEM OTOMASI PHOTOVOLTAIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM <i>Huswatun Ida Lailatun, Rahmat Sabani, Guyup Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati</i>	130-138
PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH (<i>Allium Ascalonicum</i> L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA <i>Mareli Telaumbanua, An'nisa Nur Rachmawaty, Sugeng Triyono, Siti Suharyatun</i>	139-152

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

SISTEM OTOMASI *PHOTOVOLTAIC* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM

ARDDUINO MICROCONTROLLER BASED PHOTOVOLTAIC AUTOMATION SYSTEMS ON LAB SCALE SOLAR POWER PLANT (PLTS)

Huswatun Ida Lailatun¹, Rahmat Sabani¹, Guyup Mahardian Dwi Putra^{1✉}, Diah Ajeng Setiawati¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram

✉ Komunikasi penulis, email: guyupmdp@unram.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv8i2.130-138>

Naskah ini diterima pada 6 Mei 2019; revisi pada 29 Juni 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 29 Juni 2019

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) is a device that used to convert solar radiation into electricity. This study aims to design an automation system in a dynamic solar power plant. The method was experimental using microcontroller as control system, 4 units of LDR, LCD, and 2 motor servo as a movement. Result showed that the designed system produced 5.97 Watt of power at 1000,14 W/m² solar intensity. The obtained fill factor was 0.79 and the highest solar panel efficiency was 21.94%.

Keywords: *energy, microcontroller, photovoltaic, power, LDR*

ABSTRAK

Photovoltaic (PV) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi sinar surya menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini merancang Sistem Otomasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang bersifat dinamik. Metodologi penelitian ini bersifat eksperimental dengan mikrokontroler sebagai sistem kendali, 4 buah rangkaian LDR, LCD dan 2 buah motor servo sebagai penggerak. Hasil penelitian menunjukkan daya yang dihasilkan yaitu 5,97 Watt pada intensitas matahari 1000,14 W/m². Nilai *fill factor* didapatkan sebesar 0,79 dan efisiensi panel surya tertinggi yaitu 21,94%.

Kata kunci: *daya, energi, LDR, mikrokontroler, photovoltaic*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan peningkatan konsumsi energi. Namun, saat ini peningkatan kebutuhan energi ini tidak diimbangi dengan peningkatan penerapan energi baru terbarukan untuk mengantisipasi kekurangan energi. Meskipun energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat, ketersediaan energi listrik masih terbatas. Salah satu solusi untuk mengantisipasi kekurangan tersebut yaitu memanfaatkan energi yang tersedia di alam salah satunya energi matahari.

Menurut Hasan (2012) sinar matahari merupakan salah satu alternatif yang tepat untuk

menghemat energi listrik dari jaringan listrik PLN karena jumlahnya tidak terbatas. Sinar surya dinyatakan sebagai sumber energi alternatif utama di Indonesia yang terletak di kawasan iklim tropis. Terbentang sepanjang garis katulistiwa, sinar surya rata-rata harian di Indonesia tercatat mencapai 4000-5000 Wj/m², sedangkan rata-rata jumlah penyinaran matahari antara 4 hingga 8 jam (Supranto, 2015).

Potensi energi yang dikandung sinar matahari sebenarnya sangat tinggi, namun energi sinar matahari yang dikonsumsi oleh dunia hanyalah 1% dari seluruh energi yang ada. Jika sinar matahari tersebut dapat dimanfaatkan sebanyak 25%, maka kebutuhan energi dunia yang umum didapat dengan memanfaatkan minyak bumi dan

batu bara dapat ditekan lagi (Sukandarrumidi, dkk. 2013)

Pengaplikasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan panel surya saat ini sudah mulai berkembang baik yang bersifat *on grid* maupun *off grid*. Namun energi panas yang diterima masih kurang maksimal karena posisi panel surya bersifat statik atau sudut elevasinya tetap (*fixed elevating angles*). Menurut Asrul, dkk., (2016), untuk mendapatkan nilai efisiensi dari panel surya diperlukan nilai perhitungan *input* dan *output*. Berdasarkan nilai *input* dan nilai *output* diperoleh parameter yang dimasukkan dalam perhitungan, seperti I_{sc} (arus hubungan singkat), V_{oc} (tegangan tanpa beban), *fill factor* (FF), *Voltage at V_{max}* (V_{mp}), *Current at V_{max}* (I_{mp}), intensitas cahaya, serta dimensi dari panel surya.

Untuk meningkatkan efisiensi panel surya dalam menghasilkan energi listrik, desain sistem kontrol panel surya yang bersifat dinamis terhadap perubahan sudut datang sinar matahari, sangat penting untuk dikembangkan. Di India yang merupakan negara subtropis, mulai banyak dilakukan penelitian untuk mendesain sistem pendeteksi sinar matahari pada panel surya tipe *dual axis* (Kumar dan Suryanarayana (2014); Maharaja, dkk., (2015); Rajshree, dkk., (2016); Mishra, dkk., (2017); Disha, dkk., (2018)).

Sebagai negara tropis, penelitian-penelitian sejenis telah dikembangkan seperti yang dilakukan oleh Hilman dan Musyafa (2014) serta Sutaya dan Ariawan (2016). Hasil penelitian berjudul "Sistem Otomasi Photovoltaic pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Mikrokontroler Arduino skala laboratorium" ini diharapkan dapat turut berkontribusi dalam menyelesaikan permasalahan rendahnya efisiensi pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. Dengan mengkolaborasi beberapa ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), hasil penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga menghasilkan energi yang optimal untuk menunjang kebutuhan sistem kelistrikan di Indonesia.

II. BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikrokontroler arduino uno, Photovoltaic 5 WP, kabel USB, Motor servo, solder listrik, timah, PCB, resistor 100 K, kabel jumper, LDR, LCD, lem tembak, lem G, sekrup, potensiometer, lux meter, kotak plastik, palu, gergaji, paku, kayu usuk, laptop, dan alat tulis.

2.1. Perancangan Rangkaian Sistem Kontrol

Skema rangkaian PLTS dinamik yang dirancang dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Sementara itu, tabel 1 memperlihatkan port Arduino dan hubungannya dengan Input/Output sistem kontrol. Sebagai komponen utama dalam rangkaian input, digunakan empat buah LDR sebagai sensor cahaya.

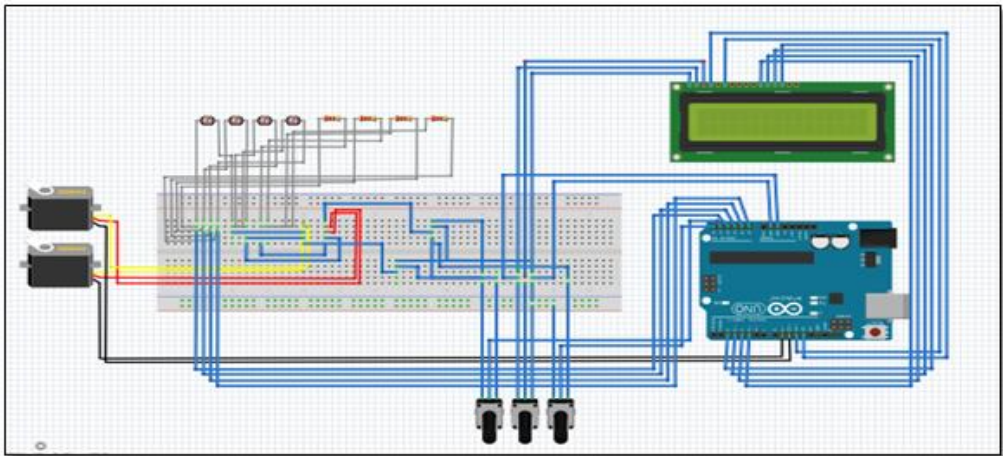
2.2 Desain PLTS dinamik

Desain PLTS dinamis ini dibuat menggunakan aplikasi *sketchup*. Desain PLTS dinamik dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 3 memperlihatkan bagan alir proses perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dinamis. Tahap perancangan dimulai dengan persiapan alat dan bahan, selanjutnya dilakukan pembuatan rancangan PLTS dinamis dan rancangan sistem kontrol otomatis. Komponen yang ada kemudian dirakit sesuai desain yang dirancang. Penyusunan bahasa program dilakukan agar sistem kontrol dapat bekerja sesuai yang diharapkan, yaitu LCD dapat menampilkan nilai bacaan sensor cahaya (LDR) berupa putaran motor servo ($^{\circ}$) dan aktuator (motor servo) menggerakkan panel surya sesuai pergerakan matahari.

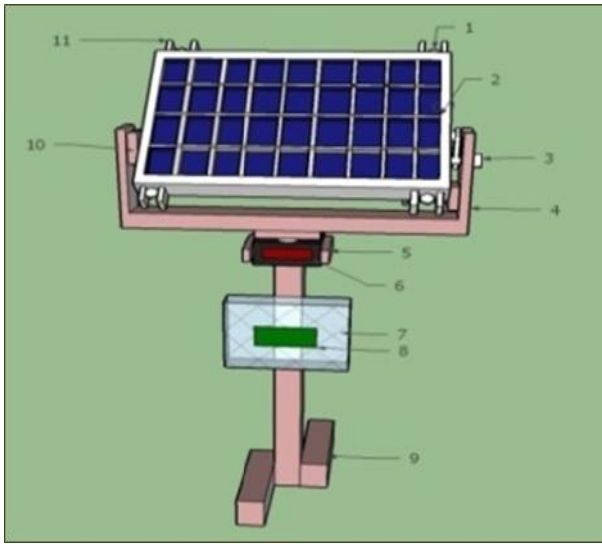
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kalibrasi sensor

Sensor LDR adalah jenis komponen elektronika yang sangat sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya matahari. Perubahan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh masing-masing sensor yang menyebabkan fluktuasi nilai resistansi dari LDR tersebut. Dalam penelitian ini digunakan empat buah sensor cahaya (LDR).



Gambar 1. Skema Rangkaian

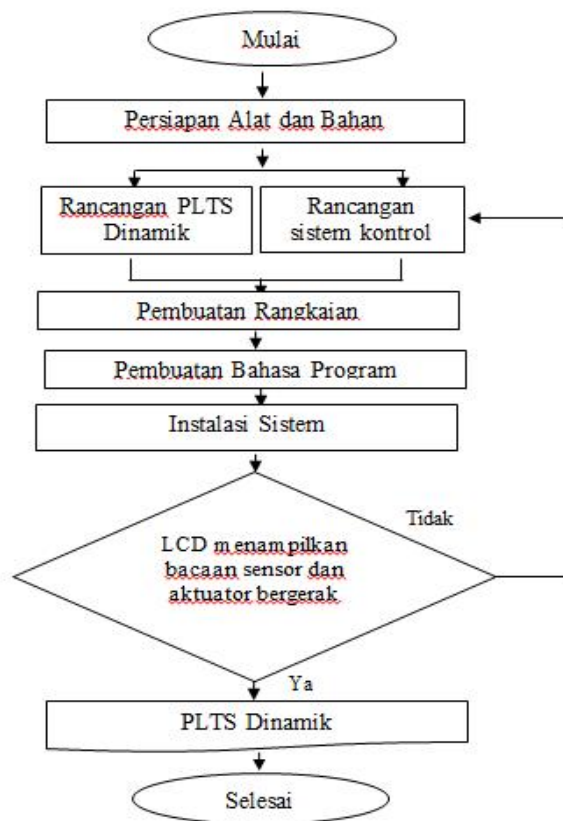


- Keterangan:
- 1. Sensor Cahaya
 - 2. Tenaga Surya 5 Wp
 - 3. Potensiometer
 - 4. Penopang tenaga surya
 - 5. Penopang motor servo
 - 6. Motor servo horizontal
 - 7. Box rangkaian
 - 8. LCD
 - 9. Penopang beban
 - 10. Motor servo vertical
 - 11. Penutup Sensor

Gambar 2. Desain PLTS Dinamik

Tabel 1. Hubungan port arduino dengan rangkaian Input/Output (I/O)

Rangkaian Input/Output	Port sistem arduino uno
Rangkaian input	
Sensor/LDR 1,2,3,4	Port analog A3, A2, A1, A0
Servo horizontal	Port digital 10
Servo vertikal	Port digital 9
Potensiometer 1	Port analog A4
Potensiometer 2	Port power GND
Potensiometer 3	Port analog A5
Rangkaian output	
LCD	
Port R/S	Port digital 12
Port E	Port digital 11
Port D 4	Port digital 5
Port D 5	Port digital 4
Port D 6	Port digital 3
Port D 7	Port digital 2



Gambar 3. Bagan Alir Pembuatan Sistem Otomasi PLTS Dinamik

Kalibrasi sensor telah dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dalam membaca perubahan intensitas cahaya. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan tingkat resistansi sensor cahaya (LDR) dengan nilai intensitas cahaya matahari (lux) yang terbaca pada lux meter yang sudah dikalibrasi sebelumnya. Gambar 4 memperlihatkan nilai resistansi LDR dan tingkat intensitas cahaya matahari selama pengamatan.

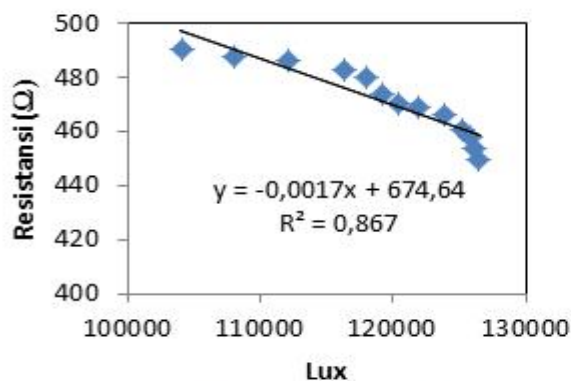
Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat perbandingan antara resistansi dengan intensitas matahari pada empat sensor cahaya (LDR) yang digunakan dalam penelitian ini. Sensor cahaya LDR dikatakan akurat jika nilai resistansi LDR menurun ketika nilai lux meningkat. Hal ini sesuai yang diperlihatkan oleh gambar 4; didapatkan persamaan linieritas $y = -0.001x + 674.6$ dan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.867$ untuk LDR 1; persamaan linieritas $y = -0.001x + 678.9$ dengan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.860$ untuk LDR 2; persamaan linieritas $y = -0.001x + 690,8$ dengan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.893$ untuk LDR 3; serta pembacaan persamaan linieritas $y = -$

$0.002x + 704.5$ dengan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.926$ untuk LDR 4. Keempat persamaan linier tersebut menunjukkan nilai R^2 mendekati 1 yang berarti hubungan semakin linier dan akurasi alat cukup tinggi.

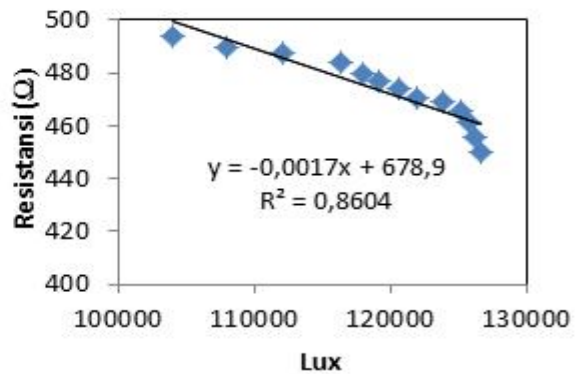
3.2 Perancangan dan Perakitan

Penelitian pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dinamik ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu perancangan rangkaian sistem kontrol dan Perakitan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dinamik serta pembuatan bahasa pemrograman untuk sistem kendali PLTS dinamik tersebut. Sistem kontrol dilengkapi dengan bahasa pemrograman dalam pengoperasiannya.

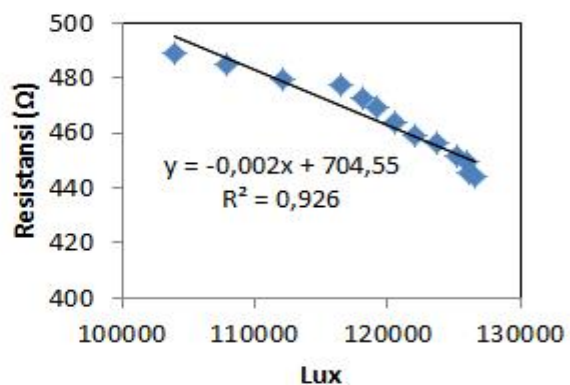
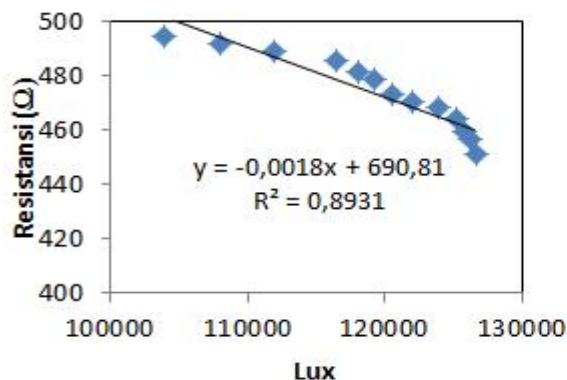
Tahapan perancangan sistem kontrol ini dilakukan dengan merangkai beberapa komponen penyusun sistem kontrol. Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam pengontrolan PLTS dinamik ini antara lain terdiri dari 4 buah sensor cahaya LDR, 1 buah mikrokontroler arduino uno, dan 2 buah servo, 1 buah LCD 20x4, potensiometer dan kabel



Grafik Kalibrasi Sensor Cahaya/LDR 1



Grafik Kalibrasi Sensor Cahaya/LDR 2



Gambar 4. Kalibrasi Sensor LDR

jumper sebagai konektor masing-masing komponen kemudian dirangkai pada PCB bolong sesuai dengan rancangan skematik yang telah direncanakan. Berikut penjabaran fungsi dari masing-masing komponen pada rangkaian skematik.

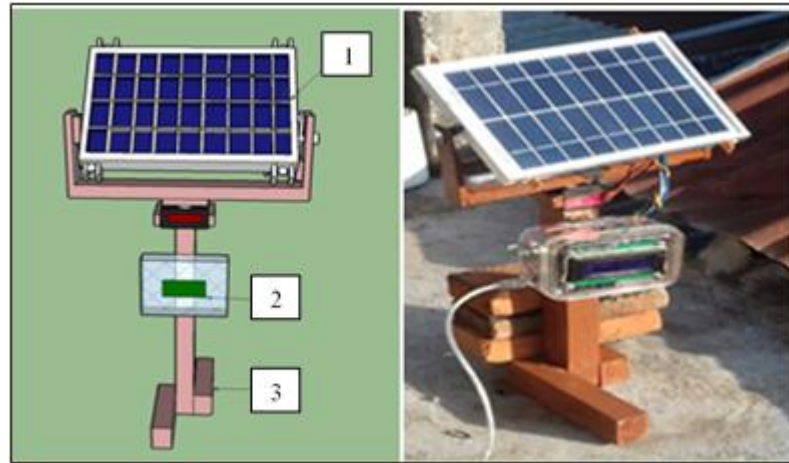
1. LDR berfungsi sebagai sensor cahaya
2. Resistor berfungsi untuk mengatur resistansi dan mengatur tegangan
3. Motor Servo berfungsi sebagai motor penggerak sesuai sinyal PWM
4. Breadboard berfungsi untuk menghubungkan komponen yang satu dengan yang lainnya
5. LCD berfungsi sebagai komponen output, yaitu untuk menampilkan hasil berupa huruf dan angka (posisi panel surya dalam satuan derajat (°))
6. Mikrokontroler arduino uno berfungsi sebagai sistem kontrol
7. Potensiometer berfungsi untuk mengatur sensitivitas servo dan mengatur kecerahan LCD.

3.3 Perakitan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dinamik

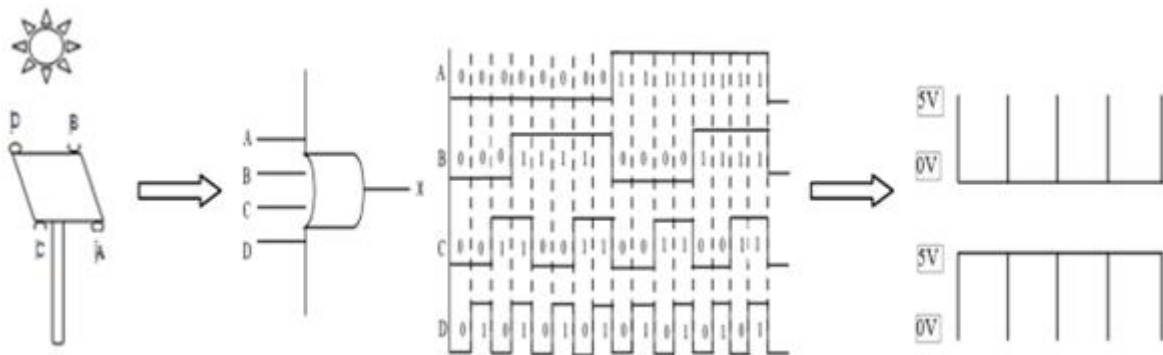
Proses perakitan yaitu pemasangan rangkaian yang telah dirancang dengan menghubungkan beberapa komponen. Selain itu, pembuatan tiang penopang PLTS dinamik juga dilakukan pada tahap ini.

Gambar 5 memperlihatkan hasil perakitan PLTS Dinamik dengan sistem kontrol *arduino uno*. Berikut penjelasan fungsi dari masing-masing bagian pada PLTS Dinamik tersebut.

1. Panel surya berfungsi sebagai pembangkit yang menerima cahaya matahari kemudian mengkonversinya menjadi tegangan sesuai intensitas matahari yang diterima.
2. Kotak sistem kontrol berfungsi sebagai tempat atau wadah dari sistem kontrol *arduino uno*
3. Tiang berfungsi sebagai penopang beberapa komponen dan tempat melekatnya alat



Gambar 5. Foto PLTS Dinamik



Gambar 6. Sistem Kerja PLTS Dinamik Dengan Gerbang Logika OR

3.4 Prinsip Kerja PLTS Dinamik

Rangkaian ini bekerja sesuai dengan pergerakan matahari yang mengenai rangkaian LDR. Intensitas matahari yang diterima oleh LDR berupa tegangan. Tegangan ini akan dikirim ke mikrokontroler melalui ADC (*analog to digital converter*). ADC selanjutnya mengubah masukan analog menjadi masukan digital. Arduino uno mempunyai resolusi data 10 bit, sehingga dapat digunakan untuk mengkonversi data analog menjadi 2^{10} atau 1024 keadaan. Nilai ADC yang berasal dari tegangan keluaran sensor dirubah menjadi kode digital, kemudian diproses oleh arduino uno untuk kemudian dieksekusi pada bagian luaran sistem (Anglista, 2018).

LDR bekerja menerima cahaya dengan nilai resistansi bervariasi sesuai banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Sinyal tegangan yang telah dikonversi dari analog menjadi sinyal digital kemudian diterima dan diterjemahkan oleh arduino sebagai nilai LDR (Boando, dkk., 2016). Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai

resistansi LDR1, LDR2, LDR3, dan LDR4 pada kondisi terang (intensitas matahari = 1000 W/m^2) berturut-turut sebesar 449 Ohm, 450 Ohm, 451 Ohm, dan 444 Ohm. LCD menampilkan pembacaan sensor dalam bentuk DAC dari 1000 sampai dengan 1005. Sistem selanjutnya membandingkan nilai *error* pada hasil rata-rata pembacaan empat sensor tersebut. Menurut Boando, dkk. (2016), motor akan bergerak kearah LDR yang memiliki nilai *error* yang mendekati acuan *error* pada sistem. Nilai DAC tersebut selanjutnya dikirimkan berupa sinyal analog ke motor servo (Anglista, 2018).

Gambar 6 menjelaskan sistem kerja dari PLTS dinamik dengan menggunakan gerbang logika OR atau Gate OR. Rangkaian logika Gate OR pada gambar terdapat sinyal input dan sinyal output yang terdiri dari 0 dan 1. Gerbang Logika OR berperan sebagai pengatur respon dari servo dengan memberikan nilai output 0 dan 1. Jika nilai output 0, maka sistem *off*. Sedangkan jika nilai output 1, maka sistem *on*. Dalam rangkaian



Gambar 7. Posisi LDR Pada Panel Surya

PLTS dinamik ini, LDR merupakan sistem input untuk menentukan output sistem *on* atau *off*. Input dari LDR selanjutnya dilogikakan dengan gerbang OR dan ditransfer ke sistem mekanik yaitu motor servo. Output dari gerbang logika OR menentukan respon dari motor servo yang kemudian motor servo menentukan gerakan panel surya sesuai dengan PWM yang dikirim mikrokontroler ke motor servo.

PWM yang disajikan pada Gambar 6 berupa sinyal yang berubah dari *on* menuju *off* (dari 0 V sampai dengan 5 V). Tegangan kerja motor servo berada pada *range* 0 V sampai dengan 5 V. Artinya, jika pembacaan tegangan servo 0 V, maka servo akan *off*. Sebaliknya jika pembacaan tegangan servo 5 V, maka servo akan *on*. Pada satuan frekuensi atau periode di dalam PWM terdapat sebuah *duty cycle* yang digunakan untuk mengatur tegangan keluaran. *Duty cycle* ini merupakan perbandingan antara fase nyala dan fase mati. Misalnya, untuk penggunaan 50% *duty cycle* dihasilkan tegangan keluaran sekitar 2,5 V. Sedangkan pada *duty cycle* 100% dihasilkan tegangan keluaran 5 V. Sebaliknya jika *duty cycle* 0%, maka tegangan keluarannya 0 V.

3.5 Unjuk Kinerja PLTS Dinamik Berbasis Mikrokontroler

Daya motor servo sangat berpengaruh terhadap torsi motor. Dalam penelitian ini daya yang digunakan adalah 4,2 Watt yang menghasilkan torsi motor 1,07. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Antonov dan Oktariani (2016) yang menyatakan semakin besar torsi akan menghasilkan daya yang semakin besar daya dan jika beban semakin besar torsi yang dihasilkan juga semakin besar.

Motor servo bergerak berdasarkan sinyal *Pulse Modulation* berupa derajat ($^{\circ}$) dari mikrokontroler yang dikirimkan ke bagian input servo. Besarnya tegangan keluaran yang digunakan untuk menggerakkan motor servo ditentukan dengan persentase *duty cycle*. Menurut Rahmat (2016), sinyal *pulse* tersebut ada pada arduino dan dikirim berdasarkan derajat ($^{\circ}$). Misalnya, jika mikrokontroler mengirim 10° , maka servo akan berada di posisi 10° . Jika mikrokontroler mengirim 80° , maka servo akan bergerak ke posisi 80° .

Pada proses transfer sinyal PWM berlangsung proses konversi dari sinyal digital menjadi sinyal analog. Sistem ini bekerja berdasarkan sinyal keluaran dari LDR berupa sinyal analog yang kemudian dikonversi menjadi sinyal digital dan dikonversi kembali menjadi analog untuk menggerakkan motor servo yang terdapat pada panel surya. Motor servo dalam PLTS dinamis ini terdiri dari motor servo vertikal yang berfungsi untuk menggerakkan panel surya ke arah atas dan bawah, serta motor servo horizontal yang berfungsi menggerakkan motor servo ke arah kiri dan kanan. Pergerakan motor servo menggunakan sinyal tegangan dari 0V sampai dengan 5V.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dinamik ini memiliki 4 sensor yang diletakkan pada panel surya seperti yang diperlihatkan oleh gambar 7. Akibat posisi yang berbeda ini, setiap sensor menerima intensitas cahaya (lux) yang berbeda. Dalam menentukan arah dari panel surya tersebut, sensor tidak bekerja berdasarkan sistem *on* atau *off*, melainkan menggunakan perbandingan nilai hambatan setiap sensor. Sistem ini menggunakan

persentase *duty cycle* pada PWM untuk menentukan pergerakan motor servo dalam mengubah arah panel, sehingga tetap pada kondisi tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

Sistem kerja sensor untuk menggerakkan motor servo vertikal pada PLTS Dinamik ini berdasarkan nilai intensitas matahari yang diterima oleh sensor 1 dan sensor 3 (I_1 dan I_3) yang kemudian dibandingkan dengan nilai yang diterima oleh sensor 2 dan sensor 4 (I_2 dan I_4). Contohnya saat pagi ke siang hari, nilai intensitas yang diterima sensor 1 dan sensor 3 lebih kecil daripada sensor 2 dan sensor 4 (I_1 dan $I_3 < I_2$ dan I_4), sehingga motor servo menggerakkan panel surya ke arah 90° . Saat panel telah datar (90°), posisi matahari berada tepat di atas kepala. Pada kondisi ini, setiap sensor menerima intensitas cahaya yang sama besar ($I_1 = I_2 = I_3 = I_4$). Seiring pergerakan matahari ke arah barat, posisi panel berkisar di atas 100° hingga 180° , dengan nilai intensitas yang diterima sensor 1 dan sensor 3 lebih besar daripada yang diterima sensor 2 dan sensor 4 (I_1 dan $I_3 > I_2$ dan I_4).

Adapun prinsip kerja ke empat sensor untuk menggerakkan servo horizontal sama dengan prinsip kerja sensor untuk menggerakkan servo vertikal. Yang membedakan adalah untuk menggerakkan motor servo ke arah kanan, nilai intensitas matahari yang diterima sensor 1 dan 2 harus lebih besar dibandingkan dengan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor 3 dan 4 (I_1 dan $I_2 > I_3$ dan I_4). Sebaliknya untuk menggerakkan motor servo ke arah kiri, nilai intensitas matahari yang diterima oleh sensor 3 dan sensor 4 harus lebih besar dari pada sensor 1 dan sensor 2 (I_3 dan $I_4 > I_1$ dan I_2).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem otomatisasi hasil dari perancangan sudah dapat bekerja dengan baik, dapat menggerakkan panel surya sesuai dengan pergerakan sinar matahari.
2. Kinerja panel surya menunjukkan semakin tinggi intensitas matahari, daya yang dihasilkan juga semakin meningkat. Daya yang dihasilkan oleh PLTS dinamis ini

mencapai 5,97 Watt pada intensitas matahari $1000,14 \text{ W/m}^2$.

3. Nilai *fill factor* PLTS dinamis didapatkan sebesar 0,79 yang menunjukkan tingginya kualitas panel surya.
4. Efisiensi panel surya tertinggi adalah sebesar 21,94% dengan daya 3,12 Watt

DAFTAR PUSTAKA

- Anglistia, Septa. 2018. Prototype Pelacakan Sinar Matahari Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino. Skripsi. FTUMS. Surakarta.
- Antonov dan Oktariani, Y. 2016. Studi Pengaruh Torsi Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fase. *Jurnal Teknik Elektro ITP*. Vol 5., No 1.
- Asrul, Demak, R. Kyai, dan Hatib, Rustan. 2016. Komparasi Energi Surya dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul *Photovoltaic Multicristalin*. *Jurnal Mekanika*. Vol 7. No.1.
- Boando, T.H., dan Winardi, S. 2016. Rancang Bangun Prototipe Sistem Pelacak Matahari Menggunakan Arduino. Artikel Ilmiah. FIKUN. Surabaya.
- Disha, G., Pooja, G., Sartaj, K., Revati, S., dan Vrushali, S. 2018. IoT based dual axis solar tracker system. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol.5, No.10. Hlm. 1029-1031.
- Hasan, Hasnawiya. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JRTK)*. Vol 10. No 2.
- Hilman, C. dan Musyafa, A. 2014. Rancang Bangun Dual-Axis PV Solar Tracker System Menggunakan Interval Type-2 Fuzzy Logic Controller. *Proceeding Seminar Nasional Pascasarjana XIV – ITS*.
- Kumar, V.S.S. dan Suryanarayana, S. 2014. Automatic Dual Axis Sun Tracking System

- using LDR Sensor. International Journal of Current Engineering and Technology. International Journal of Current Engineering and Technology, Vol4, No.5 (Oct 2014). Hlm. 3214 – 3217. DOI: 10.14741/Ijcet/4/5/2014/22.
- Maharaja, K., Xavier, R.J., Amla, L.J., dan Balaji, P.P. 2015. Intensity Based Dual Axis Solar Tracking System. International Journal of Applied Engineering Research. Vol.10, No.8. Hlm. 19457-19465.
- Mishra, J., Thakur, R., dan Deep, A. 2017. Arduino based Dual Axis Smart Solar Tracker. International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS), Vol.3, No. 5. Hlm. 532-535. DOI: 10.24001/ijaems.3.5.20.
- Rajshree, Jaiswal, A.K., Chaudhary, C., dan Jayswal, V.K. 2016. Development of a Dual Axis Solar Tracking System Using LDR Sensor for Roof-Top Applications. Recent Trends in Sensor Research & Technology, STM Journals. Hlm. 21-26.
- Rahmat, A. 2016. Cara Mudah Memprogram Servo Dengan Arduino. [Http://KelasrobotCom](http://KelasrobotCom).
- Sukandarrumidi, Kotta, H.Z., dan Wintolo, Djoko. 2013. *Energi Terbarukan (Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi)*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Supranto. 2015. *Teknologi Tenaga Surya*. Yogyakarta. Global Pustaka Utama.
- Sutaya, I.W., dan Ariawan, K.U. 2016. Solar Tracker Cerdas dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 BIT ATmega8535. Jurnal Sains dan Teknologi, Vo.5, No.1. Hlm. 673-682.

