

**PROTOTYPE CONTROLLER LAMPU PENERANGAN
LED (LIGHT EMITTING DIODE) INDEPENDENT BERTENAGA SURYA**

***Prototype Lamp Lighting Controller LED (Light Emitting Diode) Independent Solar
Powered***

Diding Suhardi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang
Email: diding.suhardi@gmail.com

ABSTRACT

With the increasingly shrinking reserves of fuel oil as an energy source, whereas energy needs increase, then the man demanded more creative in finding and developing environmentally friendly technology efficient in energy consumption. In the field of lighting (lighting), developing lighting technology since the invention of the incandescent lamp, TL, SL, and now LED (Light Emitting Diode). Economically, the price is still expensive LED lights, but LED bulbs have good prospects in the future, considering the LED lights have several advantages over other types, one of which is age more than 30,000 hours. "Solar power plants (solar cells) attractive used considering solar energy is a renewable energy source that is clean and available in a number of very many in Indonesia, the price of solar cells began to decline, operation and easy installation. "The use of solar cells made of copper oxide (CuO) and zinc oxide (ZnO) with H₂SO₄ dielectric that has been found by researchers, will be used as a source of energy for lighting this LED." During this LED lighting system that uses electrical energy source PLTS not use control system voltage, current, short-circuit safety and cooling LED lights, so batrai easily damaged and LED short-lived due to excessive heat, to avoid some of these then made a series of system LED lighting controller types. "After doing some research, obtained LED lamp lighting system with solar cells and their source backup batrai can work normally with time, voltage, current, power and charging process, with a series of independent light controller solar-powered LED lighting. Have been made and tested, and the ignition timing control system outages appropriate natural lighting, system voltage between 2 volts and 7 volts to batrai, the current system is between 0.5 Amp and 10 Amp to batrai, cut-off interference and LED cooling.

Keyword : Controller, LED, Solar Powered.

ABSTRAK

Dengan semakin menyusutnya jumlah cadangan bahan bakar minyak sebagai sumber energi, sedangkan kebutuhan energi semakin meningkat, maka manusia dituntut lebih kreatif dalam menemukan dan mengembangkan teknologi ramah lingkungan yang efisien dalam konsumsi energi. Di bidang penerangan (*lighting*), teknologi lampu berkembang sejak ditemukannya lampu pijar, TL, SL dan kini lampu LED (*Light Emitting Diode*). Secara ekonomis harga lampu LED masih mahal, tetapi lampu LED mempunyai prospek yang baik di masa depan, mengingat LED mempunyai beberapa kelebihan dibanding lampu jenis lain, salah satunya adalah usia lebih dari 30.000 jam. Pembangkit listrik tenaga surya (sel surya) menarik digunakan mengingat energi surya adalah sumber energi terbarukan yang bersih dan tersedia dalam jumlah sangat banyak di Indonesia, harga sel surya mulai menurun, pengoperasian dan instalasinya mudah dilakukan. Penggunaan sel surya berbahan tembaga oksida (CuO) dan seng oksida (ZnO) dengan dielektrikum H₂SO₄ yang telah ditemukan oleh peneliti, akan digunakan sebagai sumber energi bagi lampu penerangan LED ini. Selama ini sistem penerangan LED yang menggunakan sumber energi listrik PLTS belum menggunakan sistem kontrol tegangan, arus, pengaman hubung singkat dan pendingin lampu LED, sehingga batrai cepat rusak dan lampu LED berumur pendek karena panas yang berlebihan, untuk menghindari beberapa hal tersebut maka dibuatlah rangkaian sistem pengendali lampu penerangan jenis LED. Setelah dilakukan beberapa penelitian, didapatkan sistem penerangan lampu LED dengan sumber sel surya beserta batrai cadangan dapat bekerja dengan normal sesuai waktu, tegangan, arus, daya dan proses pengisian, dengan rangkaian

pengendali lampu penerangan LED *independent* bertenaga surya. Telah dibuat dan diuji, sistem kendali waktu penyalaaan dan pemadaman sesuai pencahayaan alam, tegangan sistem antara 2 Volt dan 7 Volt ke batrai, arus sistem antara 0,5 Amp dan 10 Amp ke batrai, *cut-off* gangguan dan pendingin LED.

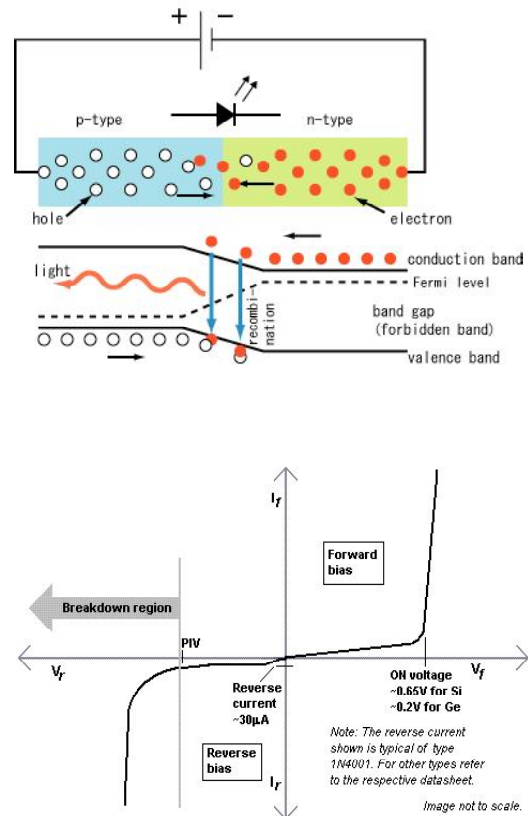
Kata kunci : *Controller*, LED, Bertenaga Surya

PENDAHULUAN

Jika kita perhatikan cadangan energi dari bahan minyak bumi di Indonesia diperkirakan tinggal 10 tahun lagi, sedangkan cadangan batu bara dan gas alam diperkirakan masih ada untuk 40 tahun lagi (BP Migas, 2011). Dengan semakin menyusutnya jumlah cadangan bahan bakar minyak, sedangkan disisi lain kebutuhannya semakin meningkat, maka manusia dituntut lebih kreatif melakukan penemuan dan mengembangkan pembangkit energi terbarukan yang ramah lingkungan dan menemukan alat-alat yang lebih efisien mengkonsumsi energi.

Di bidang penerangan (*lighting*), lampu penerangan berkembang maju sejak ditemukan lampu pijar oleh Thomas Alfa Edison, kemudian lampu jenis TL, SL dan kini lampu LED dan OLED. Secara ekonomis harga lampu LED saat ini masih mahal, tetapi mempunyai prospek sangat baik, mengingat lampu jenis LED mempunyai kelebihan dibanding lampu jenis lain.

LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*). Selama ini LED banyak digunakan pada perangkat elektronik karena ukuran yang kecil, cara pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah. Salah satu kelebihan LED adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika dioperasikan pada suhu lingkungan yang terlalu tinggi, misal di industri.



Gambar 1. Karakteristik Lampu LED

Dari beberapa penelitian diketahui bahwa energi listrik dari pembangkit listrik tenaga surya (sel surya) merupakan sumber energi listrik yang dapat diandalkan keberlangsungannya hingga usia matahari berakhir, akibatnya pengembangan sel surya dari berbagai bahan sangat cepat. Harga sel surya mulai turun akibat ditemukan beberapa bahan pembuat sel yang harganya murah. Dari kondisi yang ada diperkirakan sekitar 5 tahun kedepan akan banyak lampu penerangan menggunakan sel surya, mengingat energi listrik dapat disimpan.

METODE PENELITIAN

Pada tahap awal

Adapun metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif eksploratif. Subyek penelitian adalah rangkaian-rangkaian sel surya, baterai dan lampu LED yang di integrasi menjadi rangkaian kontrol lampu penerangan jenis LED yang di beri sumber tenaga dari sel surya. Fokus yang diteliti dalam penelitian ini adalah rangkaian *controller* lampu penerangan LED (*Light Emitting Diode independent* bertenaga surya).

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pencatatan dari kondisi rangkaian, kemudian melakukan optimalisasi terhadap bagian-bagian rangkaian, melakukan pencatatan dari kondisi rangkaian yang ada, menguji rangkaian, melakukan konsultasi dengan pakar kontrol, kemudian merevisi dan melakukan perbaikan, melakukan pengukuran langsung pada rangkaian, melakukan pengujian, melakukan perbaikan untuk mendapatkan rangkaian kontrol yang paling optimal.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis eksploratif dengan cara analisis catatan pengujian, perubahan dan pengukuran kemudian melakukan perbaikan dan pengujian, dengan memperhatikan beberapa jurnal dan penelitian-penelitian sebelumnya, hal-hal yang baik di catat kembali untuk kemudian dilakukan kembali pengujian, perbaikan dan pengukuran untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

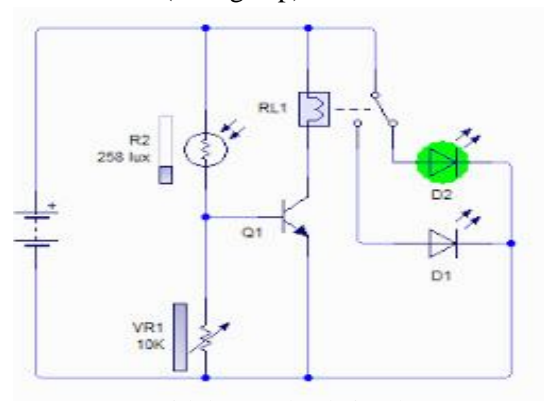
Hasil

Selama ini sistem penerangan jenis LED yang menggunakan sumber listrik PLTS belum menggunakan sistem kontrol tegangan, arus, pengaman hubung singkat dan pendingin lampu LED, sehingga baterai cepat rusak dan

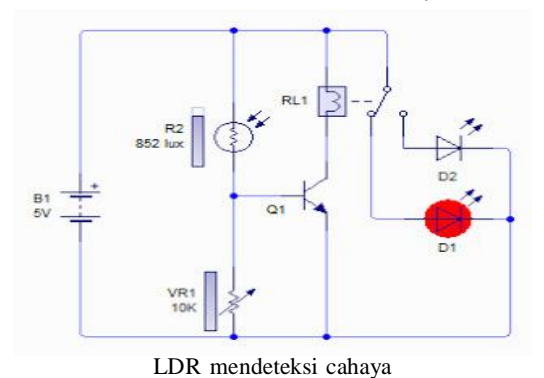
lampu LED berumur pendek karena panas yang berlebihan, rangkaian pengendali waktu penyalaan (pukul 17.30) dan pemadaman (pukul 05.00) menggunakan LDR sebagai sensor. Rangkaian pengendali tegangan minimal 2 Volt dan maksimal 7 Volt, agar tidak merusakkan sel baterai (accu). Rangkaian pengendali arus minimal 0,5 Amp dan maksimal 10 Amp, agar tidak merusakkan sel baterai (accu). Rangkaian *cut-off* untuk menghindari gangguan hubung singkat yang dapat merusakkan lampu LED, rangkaian pengendali dan baterai (accu). Lempong logam sebagai pendingin lampu LED agar usia lampu lebih panjang, terutama pada jenis logam, letak atau posisi logam dan ukuran lempeng logam.

Rangkaian yang digunakan

- Rangkaian pengendali waktu penyalaan menggunakan LDR sebagai sensor, membuat rangkaian keseimbangan tahanan, memanfaatkan perubahan tahanan tinggi (saat terang) dan tahanan rendah (saat gelap).



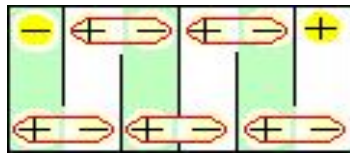
LDR tidak mendeteksi cahaya



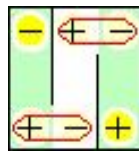
LDR mendeteksi cahaya

Gambar 2. Rangkaian pendeteksi cahaya

- Rangkaian pengendali tegangan minimal 2 Volt dan maksimal 7 Volt, rangkaian tahanan minimum dan maksimum untuk tegangan, agar tidak merusak sel batrai (accu).

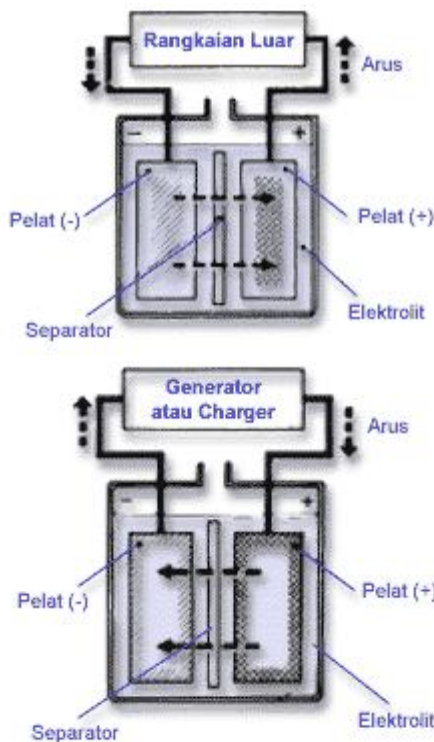


12 Volt



6 Volt

Gambar 3. Rangkaian seri sel batrai

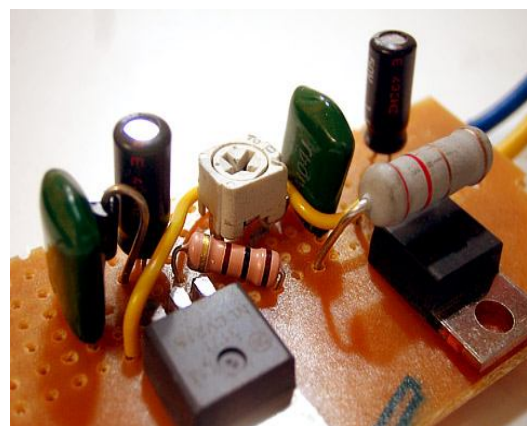


Gambar 4. Proses dalam sel batrai

- Rangkaian *cut-off* untuk menghindari gangguan hubung singkat, rangkaian hubung singkat sesaat arus membesar dan memutuskan sekering (fuse).
- Lempeng logam sebagai pendingin lampu LED dan reflektor cahaya, memanfaatkan hukum fisika aliran panas ke ruang alam, agar usia lampu LED lebih panjang.

Cara membuat

- Rangkaian pengendali penyalan dan pemadaman lampu menggunakan sensor LDR. Dibuat dengan logika rangkaian sistem bekerja mempunyai nilai tahanan tinggi (*off*) pada saat mendapatkan sinar terang matahari (mulai pukul 05.00) dan mempunyai nilai tahanan rendah (*on*) pada saat tidak mendapatkan sinar terang matahari (mulai pukul 17.30), LDR digunakan sebagai komponen input tahanan (tinggi atau rendah) pada rangkaian.
- Rangkaian pengendali tegangan digunakan agar tidak merusakkan sel batrai (*accu*). Dibuat dengan logika rangkaian sistem tegangan kurang dari 2 Volt rangkaian akan padam (*off*) dan pada tegangan lebih dari 7 Volt rangkaian akan padam (*off*). Sehingga rangkaian akan menyala (*on*) pada tegangan lebih dari 2 Volt dan kurang dari 7 Volt.
- Rangkaian pengendali arus digunakan agar tidak merusakkan sel batrai (*accu*). Dibuat dengan logika rangkaian sistem arus kurang dari 0,5 Amper rangkaian akan padam (*off*) dan pada arus lebih dari 10 Amper rangkaian akan padam (*off*). Sehingga rangkaian akan menyala (*on*) pada arus lebih dari 0,5 Amper dan kurang dari 10 Amper.



Gambar 5. Rangkaian Pengendali

- Rangkaian *cut-off* digunakan untuk menghindari kerusakan akibat gangguan

hubung singkat. Dibuat dengan logika rangkaian sistem padam (off) secara langsung jika terjadi hubung singkat pada rangkaian, menggunakan sekering (fuse) 1 Amper pada sisi keluaran (output) lampu ke netral, dan sekering (fuse) 1 Amper pada keluaran (output) batrai (accu).

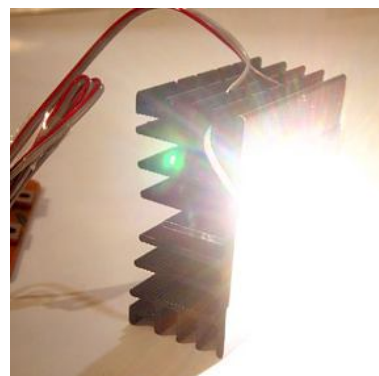
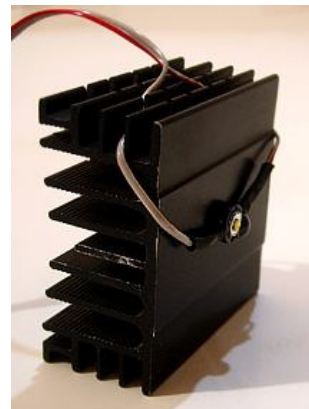
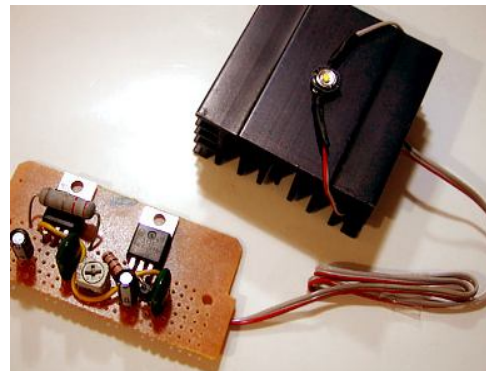
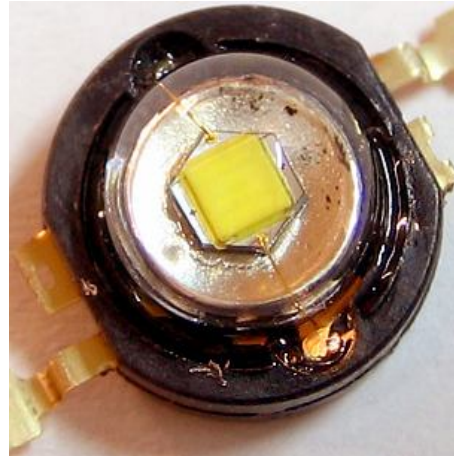
- Lempeng logam sebagai pendingin lampu LED dan reflektor cahaya. Dibuat dengan logika bahwa panas (kalor) akan disebarkan ke segala arah oleh logam, kemudian panas (kalor) akan dilepaskan ke alam. Jenis logam terbaik menggunakan aluminium, posisi terbaik pada tengah logam diameter 30 cm, ukuran luas terbaik 94,2 cm² dan ketebalan logam 0,4 mm.

Hasil

Pada penelitian ini menghasilkan prototipe rangkaian *controller* lampu penerangan LED (*Light Emitting Diode independent* bertenaga surya, yang bermanfaat bagi pengendalian otomatis lampu penerangan jenis LED 6 Watt 6 Volt dengan sumber listrik dari sel surya, sehingga lampu penerangan dengan sistem ini akan menyala dan padam secara otomatis mengikuti kondisi alam dengan sumber energi listrik juga dari alam (surya).

Adapun kerja pengendali dapat menyala dan padam mengikuti sinar surya alam, tegangan sistem lebih besar dari 2 Volt dan kurang dari 7 Volt, pada arus sistem lebih besar dari 0,5 Amper dan kurang dari 10 Amper, jika terjadi hubung singkat secara otomatis sistem akan padam dan dilengkapi lempeng logam pembuang panas ke alam.

Jenis lampu penerangan dengan pengendali semacam ini akan sangat diminati dimasa depan karena sangat efisien dalam penggunaan, mudah dikendalikan, mudah dirawat, hemat energi dan aman terhadap lingkungan.



Gambar 6. Uji rangkaian pengendali

Pembahasan

- Rangkaian pengendali penyalaan dan pemadaman lampu, rangkaian bekerja mati (*off*) saat mendapatkan sinar matahari dan hidup (*on*) pada saat tidak mendapatkan sinar matahari, LDR digunakan sebagai pemberi input tahanan (tinggi atau rendah) ke rangkaian, hal ini dilakukan untuk memudahkan pengendalian penyalaan lampu LED dan penghematan energi listrik di baterai (*accu*), telah diuji dan berhasil baik.
- Rangkaian pengendali tegangan untuk mengamankan baterai (*accu*) dari kerusakan akibat pengosongan total atau pengisian terlalu penuh, bekerja pada tegangan kurang dari 2 Volt rangkaian akan padam (*off*) dan pada tegangan lebih dari 7 Volt rangkaian akan padam (*off*). Sehingga lampu menyala (*on*) pada tegangan lebih dari 2 Volt dan kurang dari 7 Volt.
- Rangkaian pengendali arus untuk mengamankan baterai (*accu*) dari kerusakan akibat pengosongan total atau pengisian terlalu penuh, dengan logika rangkaian pada arus kurang dari 0,5 Amper rangkaian akan padam (*off*) dan pada arus lebih dari 10 Amper rangkaian akan padam (*off*). Sehingga rangkaian akan menyala (*on*) pada arus lebih dari 0,5 Amper dan kurang dari 10 Amper, telah diuji dan bekerja baik.
- Rangkaian *cut-off* untuk menghindari kerusakan total pada rangkaian, padam (*off*) langsung jika terjadi hubung singkat pada rangkaian, menggunakan sekering (*fuse*) 1 Amper pada sisi keluaran (*output*) lampu ke netral, dan sekering (*fuse*) 1 Amper pada keluaran (*output*) baterai (*accu*), telah diuji dan bekerja baik.
- Lempeng logam sebagai pendingin dan reflektor cahaya, logam terbaik penyalur panas adalah aluminium, posisi terbaik penyebaran panas lampu pada tengah

logam agar panas tersebar merata. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari panas berlebihan saat lampu LED menyala, sehingga menambah panjang umur lampu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Rangkaian pengendali penyalaan dan pemadaman lampu, dapat bekerja dengan baik, pada saat alam gelap maka lampu menyala dan sebaliknya saat alam terang maka lampu padam.
- Rangkaian pengendali tegangan bekerja baik dan normal, bekerja pada tegangan minimal 2 Volt dan maksimal 7 Volt, sebagai mengamankan baterai (*accu*) dari kerusakan akibat pengosongan tegangan total atau pengisian tegangan terlalu tinggi.
- Rangkaian pengendali arus bekerja dengan baik, bekerja pada arus 0,5 Amper dan maksimum 10 Amper, untuk mengamankan baterai (*accu*) dari kerusakan akibat pengosongan arus total atau pengisian arus terlalu penuh.
- Rangkaian *cut-off* untuk menghindari kerusakan akibat hubung singkat, dapat bekerja dengan baik untuk menghindari kerusakan total pada rangkaian pengendali.
- Lempeng logam sebagai pendingin dan reflektor cahaya, untuk menghindari panas berlebihan saat lampu LED menyala, sehingga kondisi lampu tetap dingin.

Saran

Agar dikembangkan lagi rangkaian kontrol lampu penerangan LED yang *independent* untuk lampu bertenaga surya yang dapat digunakan untuk beberapa pilihan tegangan dan beberapa pilihan daya lampu LED.

Agar dikembangkan rangkaian kontrol yang mampu menghadapi beberapa kondisi lingkungan sehingga bisa dipakai didalam ruangan (in door) dan diluar ruangan (out door).

Agar dikembangkan rangkaian kontrol jarak jauh untuk pengatur arah sorot lampu (pengendali arah *reflector*) sehingga arah penyinaran dapat diatur dari bawah tiang lampu.

Pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

- Bapak Dr. Muhadjir Effendy, MAP Rektor yang telah memberikan kesempatan
- kepada kami untuk melakukan penelitian ini.
- Bapak Prof. Dr. Sujono, direktur DP2M UMM yang telah memberi ijin.
- Ibu Dr. Vina Salfiana DS, M.Si wakil direktur DP2M yang telah memberikan ijin.
- Muhammad Liman S.F dan Hasrul Muliawan, TA mahasiswa yang ikut penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arakawa H. et al. 2012. “ Efficient Dye-sensitized Solar Cells Using Zinc Oxide Powder” National Inst. Materials and Chemical Res. July 2012.
- Elandbird, F et al. 2008. “ Current-Voltage Characteristics of The Solar Cells With These Electrodes Were Examined”. IEEE Transaction on Industry Applications, Vol. 7. No. 2. Jun. 2008. p 453 – 458.
- Horiguchi, Toshiro et al. 2011. “Dye-sensitized Solar Cell (Graetzel cell) Uses a Titania Photo-Electrode” . Sumitomoosakamento Shinkigiken. July 2011.
- Janu, Kapoor et al. 2012 “ Mercurochrome Dye Exhibits High Photoelectric Conversion Efficiency Over 60% in a Wide Region Up to 450-520nm”. IEEE Trans.on PWRD. Vol. 2. No. 2. p.178. 2012
- R.K Smith et al. 2010. “ Electrodes of High Specific Surface Area by Nano ZnO Particles” .IEEE Trans. On PWRD. Vol. 4. No. 2. p. 334. 2010.
- Shuji, Nakamura et al. 2010. “ Galium Nitrid Substrat For Uses Light Emitting Diode”. IEEE Trans. On PWRD. Vol. 3. No. 2. p. 186. 2010
- Suhardi, Diding. 2008 “ Rekayasa Pembuatan Sel Surya Berbahan Dasar Aluminium Oksida (AlO) Dengan Media Larutan NaCl “. DP2M UMM. 2008.
- Suhardi, Diding. 2010 “Rekayasa Pembuatan Sel Surya Dengan Bahan Dasar Tembaga Oksida (CuO) Dengan Media Larutan NaCl “. DP2M UMM. 2010.
- Suhardi, Diding. 2010 Jurnal SimNas RAPI –IX 2010. ISSN: 1412-9612, “Prototipe Sel Surya Tembaga Oksida (CuO) Dan Aluminium Oksida (AlO) Menggunakan Dielektrikum NaCl” hal. 36–42, Universitas Muhammadiyah Surakarta 2010.
- Whisker et al. 2011. “ Crystal Vacum Tube Base Light Emitting Diode “. IEEE Trans On PWRD. Jan/Febr. 2011. Vol.1. No. 2. p.109. 2011
- William D. Cooper. 2008 “ Pengukuran Listrik dan Instrumentasi Elektronika”. Penerbit Erlangga. Jakarta 2008.
- Wasito S. 2004 “ Vademekum Elektronika “ PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta 10270, Cetakan ke delapan, Edisi kedua