

Bidang Ilmu Teknik

**NASKAH PUBLIKASI
PENELITIAN BERPOTENSI PRODUK**



**REKAYASA PEMBUATAN
SEL SURYA PEMBANGKIT LISTRIK
DARI BAHAN DASAR Si-ZnO₂ (Silikon Seng Oksida)**

Oleh :

Ir. Diding Suhardi.,MT

Dibiayai dari Anggaran Dana Pembinaan Pendidikan (DPP)
Universitas Muhammadiyah Malang Berdasarkan SK Pembantu Rektor I

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

Mei 2010

**HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI
PENELITIAN BERORIENTASI PRODUK**

1. Judul Penelitian : Rekayasa Pembuatan Sel Surya Pembangkit Listrik
Dari Bahan Dasar Si-ZnO₂ (Silikon Seng Oksida).
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ir. Diding Suhardi, MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki.
 - c. N I P : 108.9210.0286
 - d. Jabatan Struktural : Penata Tk.I
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor / III-D.
 - f. Bidang Keahlian : Teknik Sistem Tenaga / Elektronika Daya
 - g. Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Elektro.
 - h. Pusat Penelitian : Universitas Muhammadiyah Malang.
 - i. Tim Peneliti : -
3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian :
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 4 Semester/ 2 tahun.
 - b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 12.000.000,-
 - c. Biaya yang disetujui tahun 2009/2010 : Rp. 6.000.000,-

Malang, 5 Mei 2010

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Peneliti,

Ir. Sudarman, MT
NIP : 108.8909.0132

Ir. Diding Suhardi, MT
NIP : 108.9210.0286

Lembaga Penelitian
Universitas Muhammadiyah Malang
Ketua,

Prof. Dr. Bambang Widagdo, MM
NIP : 195905201985111001

REKAYASA PEMBUATAN SEL SURYA PEMBANGKIT LISTRIK DARI BAHAN DASAR Si-ZnO₂ (Silikon Seng Oksida)

Diding Suhardi *)

Abstrak

Jika kita perhatikan Bumi saat ini telah mengalami kerusakan akibat pencemaran udara dari polusi sisa-sisa pembakaran bahan bakar fosil. Disamping itu cadangan bahan bakar dari bahan fosil semakin menyusut dan tidak dapat diperbaharui. Akibat pencemaran Bumi mengalami peningkatan suhu karena efek rumah kaca karbon, berubahnya pola cuaca Bumi dan mencairnya es di kutub-kutub Bumi.

Energi tetap diperlukan oleh manusia, energi yang menarik untuk dikembangkan adalah energi listrik dari sumber alam yang selalu terbarukan dan ramah lingkungan seperti PLT Surya, Angin dan Air, tetapi pembangkit listrik tenaga surya memerlukan komponen pengkonversi dari sinar surya menjadi energi listrik berupa sel surya.

Kendala yang terjadi hingga saat ini untuk memproduksi sel surya masih mahal akibat teknologi pengolahan silikon masih memerlukan cara khusus. Penggunaan bahan selain silikon masih diteliti hingga saat ini, harapannya bahan silikon dapat diganti dengan bahan lain yang lebih mudah pembuatannya dan murah prosesnya.

Pada penelitian ini dilakukan desain, perencanaan dan pembuatan sel surya dengan bahan paduan Si-ZnO₂ (Silikon Seng Oksida) yang lebih murah dan pembuatannya lebih mudah.

Kata Kunci : Seng Oksida, Substrat Kaca, Konduktor Tembaga.

*) Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.

I. Pendahuluan

1.1. Latar belakang

Kondisi bumi kita semakin lama semakin memprihatinkan karena tercemarnya lingkungan dan terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu Bumi (*global warming*), hujan asam, rusaknya lapisan ozon hingga berkurang lapisan es yang ada di kutub selatan Bumi. Semua jenis polusi itu rata-rata akibat penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, uranium, plutonium, batu bara dan lain-lain. Padahal bahan bakar dari fosil tidak dapat diperbaharui, tidak seperti bahan bakar non-fosil yang dapat selalu diperbaharui. Dengan kondisi yang sudah berbahaya, gerakan hemat energi sudah merupakan keharusan di seluruh dunia. Salah satunya dengan menghemat bahan bakar dan menggunakan bahan bakar dari

sumber non-fosil yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air, energi panas bumi, tenaga matahari, dan lainnya. Dunia sudah mulai mengubah penggunaan bahan bakarnya, dari bahan bakar fosil beralih ke bahan bakar non-fosil, terutama tenaga surya yang tersedia dalam jumlah melimpah. Indonesia merupakan daerah katulistiwa mendapatkan jumlah sinar matahari dalam jumlah melimpah. Sinar surya yang masuk ke Bumi di daerah katulistiwa jika dikonversi menjadi energi listrik menghasilkan sekitar 4,5 kW/m²/hari.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk keperluan apa saja dan di mana saja : bangunan besar, pabrik, perumahan, dan lainnya. Selain persediaannya tanpa batas, tenaga surya tidak berdampak buruk terhadap lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Di negara-negara industri maju seperti Jepang, Amerika Serikat, dan beberapa negara Eropa dengan bantuan subsidi pemerintah telah diluncurkan program-program untuk memasyarakatkan listrik tenaga surya. Negara-negara sedang berkembang seperti India, Mongol promosi pemakaian sumber energi yang dapat diperbaharui terus dilakukan. Untuk memperoleh sel surya yang murah dan mudah dibuat maka dalam penelitian ini akan dilakukan disain, perencanaan dan pembuatan sel surya pembangkit energi listrik dengan bahan dasar Si-ZnO₂ atau Silikon Seng Oksida.

1.2. Permasalahan

Sel surya jika mendapatkan sinar surya akan mengubah energi cahaya dari matahari menjadi energi listrik. Sehingga teknik pembuatan sel surya akan menarik jika dari bahan yang murah tetapi mempunyai efisiensi yang tinggi. Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan penggunaan lapisan Silikon Seng Oksida menjadi sel surya, sehingga disain bahan Silikon Seng Oksida dan teknik pelapisan akan sangat penting

untuk diteliti, mengingat jika menggunakan silikon murni mengakibatkan harga sel mahal.

1.3. Tujuan

Penelitian ini merupakan penelitian tahap pertama, pada tahap ini akan dilakukan disain bahan Silikon Seng Oksida, susunan bahan, tebal bahan lapisan dan disain lapisan, terutama akan dicoba beberapa teknik pelapisan sehingga menghasilkan lapisan yang paling optimal efisiensinya.

II. Metode Penelitian

2.1. Pada tahap awal

Untuk dapat melakukan penelitian hingga mendapatkan hasil yang baik, maka penelitian ini dilakukan dalam 1 (satu) tahun, dengan masing-masing tahap dilakukan dalam 10 bulan, adapun tahapan yang akan dilakukan sebagai berikut :

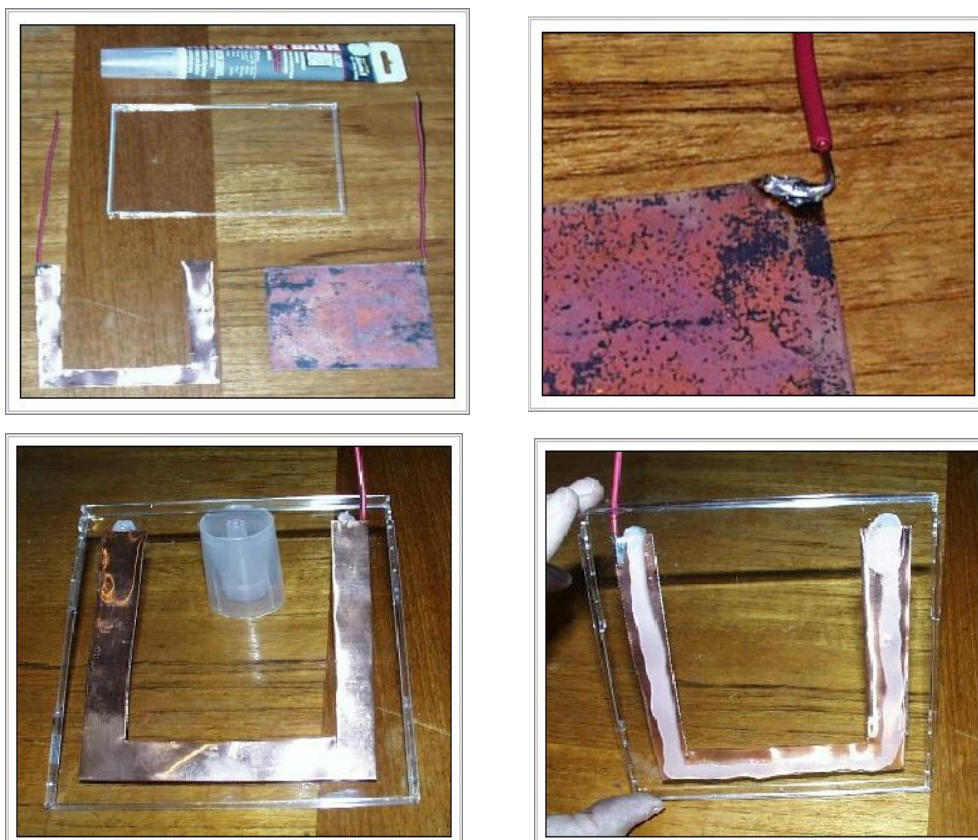
PENELITIAN TAHUN PERTAMA :

- Penelitian diawali dengan membaca beberapa literature, jurnal penelitian dan proceeding terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini.
- Membeli beberapa komponen desain dan uji seperti : pita tembaga, substrat kaca kwarsa, serbuk Silikon Oksida (SiO_2), serbuk Seng Oksida (ZnO_2), lem silika dan kaca pembesar 10 kali.
- Membeli beberapa alat ukur antara lain Lampu Day Light Variabel Light 100 Watt, Lux Meter 0 - 20, Amper Meter 0 – 500 mA, Volt Meter 0 – 6 Volt dan Oven Pengering Variabel 40 Watt.
- Menentukan langkah-langkah disain sesuai hipotesa yang didapat dari literatur, jurnal penelitian dan proseding terdahulu.
- Melakukan disain sesuai literatur dan melakukan perencanaan sesuai hipotesa.
- Melakukan beberapa teknik (cara) pelapisan bahan pada substrat kaca biasa, substrat kaca tahan panas dan substrat kaca kwarsa.
- Melakukan pengambilan data dari sel surya yang telah ada dan disesuaikan menurut rencana dan tahapan.

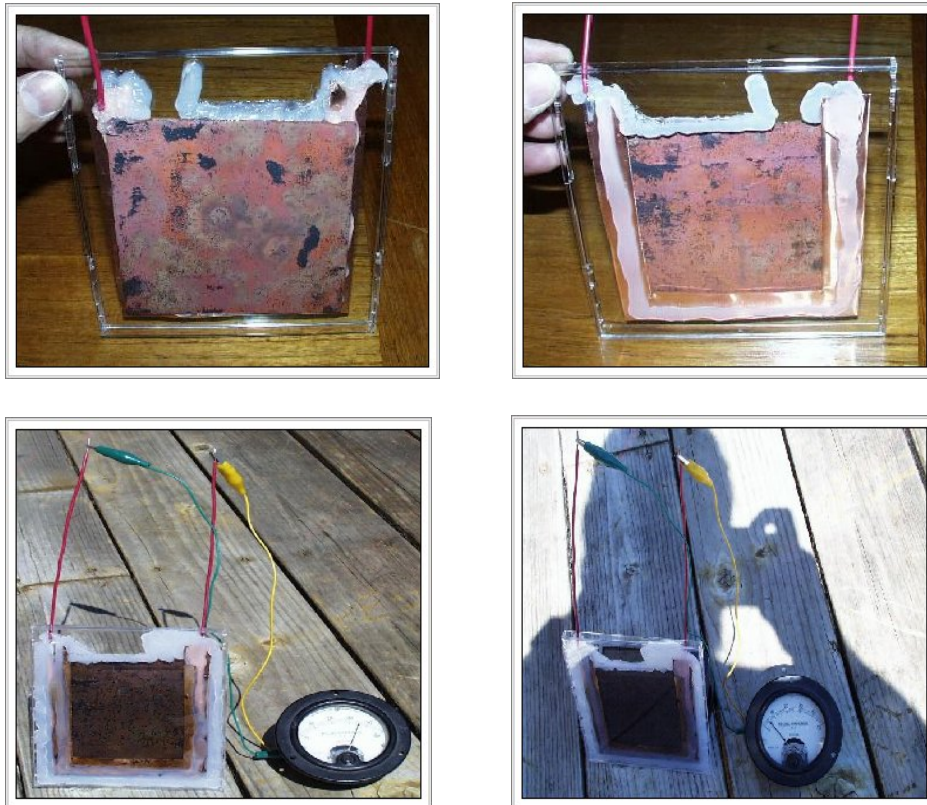
- Melakukan disain dan perencanaan sesuai teori, tentang sel surya bahan Si-ZnO₂.
- Melakukan pengolahan data-data disain dan membuat gambar detail perencanaan sel surya bahan Si-ZnO₂.

Hasil yang telah dicapai :

1. Memperoleh data lengkap dari sel surya yang telah ada, untuk kemudian dilakukan perubahan dan perbaikan susunan serta bahan.
 2. Memperoleh disain sel surya dan perhitungannya.
 3. Memperoleh disain substrat, konduktor dan perhitungannya.
 4. Memperoleh disain bahan-bahan dan perhitungannya.
 5. Memperoleh teknik (cara) pelapisan bahan yang tepat.
- Semua permasalahan yang ada diidentifikasi dan dijelaskan, untuk kemudian ditulis pada laporan.



Gambar 1. Proses Pembuatan Sel



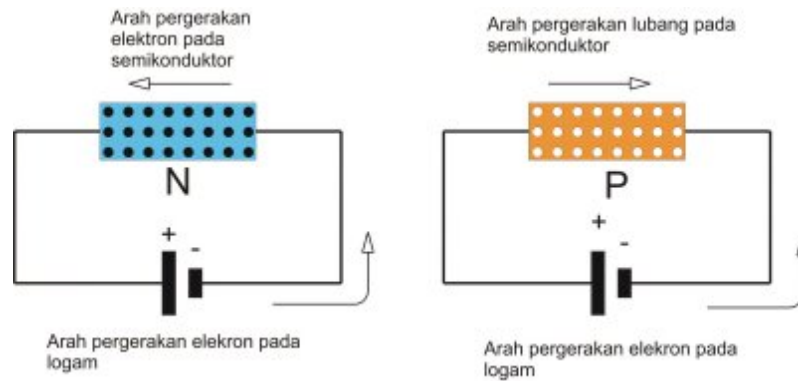
Gambar 2. Proses Pengujian Sel

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Prinsip Kerja

Baik semikonduktor jenis P maupun semikonduktor jenis N bila dihubungkan dengan baterai akan menghantar listrik. Walaupun secara kasat mata tidak ada perbedaan antara keduanya. Seandainya kita dapat melihat sampai ke tingkat atom, perbedaan itu akan tampak, pembawa muatan pada jenis N adalah elektron bebas. Elektron yang bermuatan negatif ini akan bergerak menjauhi kutub negatif menuju kutub positif. Ingat bahwa muatan senama saling tolak menolak dan sebaliknya muatan yang berlainan tarik-menarik. Sedang pembawa muatan pada jenis P adalah lubang.

Lubang dapat bergerak karena elektron dari atom tetangga dapat jatuh ke dalam lubang dengan cara memutus ikatan kovalen. Lubang berperilaku seperti muatan positif, bergerak menjauhi kutub positif menuju kutub negatif. Jadi berlawanan dengan arah gerak elektron.



Gambar 3. Arah Gerak Muatan Pada Semikonduktor

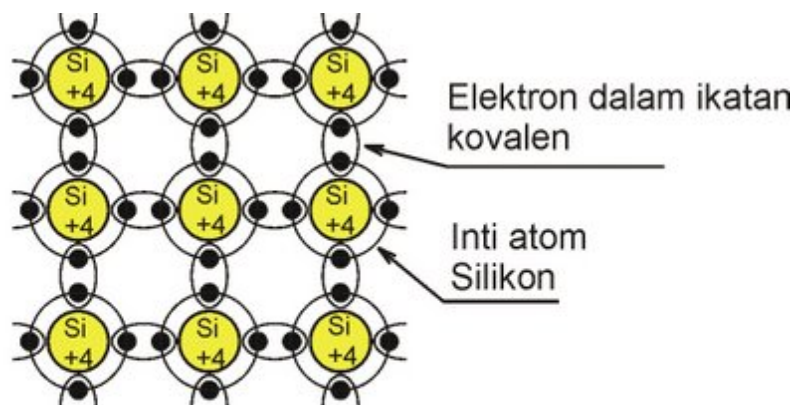
Tidak ada yang istimewa dengan semikonduktor jenis N maupun Jenis P apabila digunakan tersendiri. Mereka akan menghantar listrik seperti halnya penghantar biasa. Tetapi apabila kita pertemuan jenis N maupun jenis P, terjadi hal yang unik. Komponen elektronika yang dibuat dengan cara demikian disebut sel. Dinamakan sel karena mempunyai dua kaki (elektroda), bernama Katoda dan Anoda. Anoda terbuat dari semikonduktor jenis P, Sedang katoda terbuat dari semikonduktor jenis N. Sel dapat menghantar listrik dengan baik, apabila arus listrik mengalir dari Anoda ke Katoda. Sedang pada arah sebaliknya sel menyumbat. Arah panah pada lambang sel menunjukkan arah arus dimana sel dapat menghantar.

3.2. Semikonduktor Dengan Pengotor

Semikonduktor murni dapat menghantar listrik, tetapi daya hantarnya buruk maklumlah karena kosentrasi pembawa muatan sangat kecil. Hal tersebut berbeda dengan logam yang mempunyai pembawa muatan berlimpah. Kristal silikon murni (disebut semikonduktor intrinsik) yang sedikit menghantar listrik ini akan meningkat hantaran listriknya dengan cukup berarti apabila diberi bahan pengotor. Penambahan bahan pengotor ini hanya perlu dalam jumlah yang amat sedikit. Namun hal tersebut telah mengubah sifat asli dari semikonduktor yang bersangkutan (hantaran listriknya

jauh lebih besar dari sebelumnya). Semikonduktor berpengotor ini disebut semikonduktor ekstrinsik.

Selanjutnya penambahan bahan pengotor kita sebut doping. Kita mengenal dua jenis semikonduktor ekstrinsik yaitu semikonduktor jenis N dan semikonduktor jenis P. Umumnya kita tidak menyukai ketidak murnian. Pada semikonduktor doping justru diperlukan. Doping sangat berguna menjadikan semikonduktor tersebut lebih mudah menghantar listrik. Atom-atom silikon saling mengikat satu sama lain membentuk kristal padat. Ikatan pada atom silikon disebut ikatan kovalen. Atom silikon mempunyai 4 elektron terluar. Ikatan kovalen terbentuk dengan cara setiap atom terluar berpasangan dengan elektron terluar atom tetangga. Ikatan kovalen atom silikon yang pada kenyataanya berbentuk 3 dimensi.



Semikonduktor murni

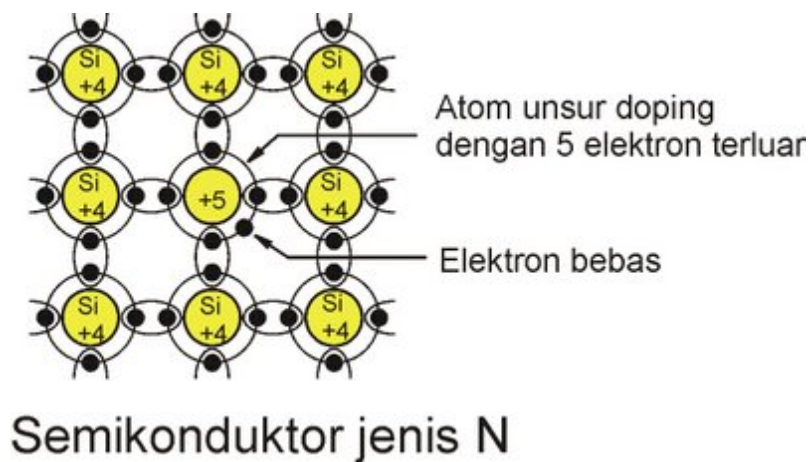
Gambar 4. Semikonduktor Masih Murni

3.3. Semikonduktor Jenis N

Semikonduktor jenis N terbentuk dengan menambah unsur doping berupa Fosfor (P), Arsenik (As) atau Atimon (Sb). Atom pada unsur-unsur tersebut mempunyai elektron terluar sebanyak 5 buah. Elektron kelima dari atom sisipan ini tidak mempunyai ikatan, sehingga elektron ini berlaku sebagai elektron bebas. Semikonduktor jenis N dapat menghantar listrik karena adanya elektron bebas tersebut.

Elektron bermuatan negatif, karena itu semikonduktor jenis ini disebut semikonduktor jenis N.

Tidak seperti semikonduktor murni yang sulit menghantar listrik, semikonduktor jenis N dapat menghantar listrik dengan mudah. Tak mengherankan karena semikonduktor N kaya dengan elektron bebas. Pembawa muatan utama pada semikonduktor N adalah elektron bebas. Pada semikonduktor N, lubang ikut pula membawa muatan, tetapi jumlahnya sangat kecil dibandingkan dengan elektron bebas. Lubang merupakan pembawa muatan minoritas. Mekanisme terbentuknya lubang sama seperti yang terjadi pada semikonduktor murni.

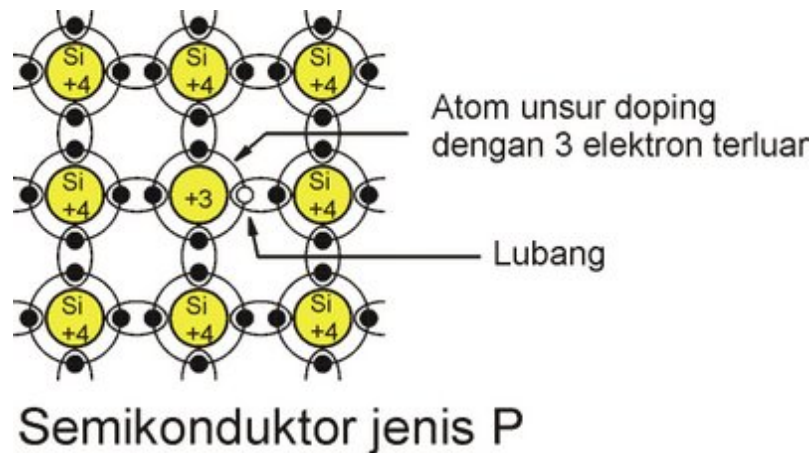


Gambar 5. Semikonduktor Jenis N

3.4. Semikonduktor Jenis P

Untuk membentuk semikonduktor jenis P, kali ini digunakan unsur doping Boron(B), Alumunium (Al), Indium (In) atau galium (Ga). Atom-atom tersebut mempunyai elektron terluar sebanyak 3 buah. Penyisipan ini akan mengakibatkan lubang dimana elektron terluar silikon tidak mempunyai teman untuk membentuk ikatan. Tidak seperti semikonduktor murni yang sulit menghantar listrik, semikonduktor jenis P dapat menghantar listrik dengan mudah. Tak mengherankan karena semikonduktor P

kaya dengan lubang. Pembawa muatan utama pada semikonduktor P adalah lubang. Elektron bebas merupakan pembawa muatan minoritas.



Gambar 6. Semikonduktor Jenis P

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

1. Beberapa bahan seperti pita tembaga, substrat kaca kwarsa, serbuk Silikon Oksida (SiO_2), serbuk Seng Oksida (ZnO_2) dan lem silika, mempunyai beberapa karakteristik listrik yang berbeda-beda pada setiap merek produk.
2. Beberapa alat ukur antara lain Amper Meter dan Volt Meter sebaiknya menggunakan skala mA dan mV dengan tampilan digital karena lebih sensitif.
3. Beberapa langkah desain dari jurnal penelitian dapat diikuti, mengingat dari beberapa percobaan keberhasilannya cukup tinggi.
4. Beberapa teknik (cara) pelapisan bahan pada substrat kaca biasa, substrat kaca tahan panas dan substrat kaca kwarsa, memiliki karakteristik yang berbeda pula, selisih kecil pada ketebalan sangat mempengaruhi hasil.
5. Sel surya bahan Si-ZnO₂ mempunyai beberapa kelemahan diantaranya efisiensi sekitar 4 % dari daya yang seharusnya dibangkitkan per-luas permukaan.
6. Sel surya bahan Si-ZnO₂ mempunyai harga pembuatan yang murah, sekitar Rp.4.000,- per Watt daya listrik.

4.2. Saran

1. Sebaiknya menggunakan bahan-bahan dari merek produk yang sama agar perbedaan karakteristik listrik tidak terlalu jauh.

2. Menggunakan alat-alat ukur yang sensitif mengingat perubahan arus dan tegangan sangat kecil.
3. Menggunakan langkah desain dari hasil penelitian jurnal kemudian dikembangkan (direkayasa) sendiri.
4. Dapat digunakan paduan logam lain seperti Si-CuO₂ (Silikon Tembaga Oksida) atau logam-logam yang lain, mungkin efisiensinya lebih tinggi.

V. Ucapan Terima Kasih

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

1. Bapak DR. Muhadjir Effendy, MAP Rektor yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian ini.
2. Bapak Prof. DR. Bambang Widagdo, MM direktur DPPM UMM yang telah memberi ijin kepada kami untuk melakukan penelitian ini.
3. Ibu DR. Ir. Maftuchah, MP yang telah banyak membantu memberikan ijin penelitian.
4. Bapak Ir. Ahmad Fauzan HS, MT yang telah banyak membantu penelitian ini.
5. Adik-adik Asisten Laboratorium Teknik Elektro, yang banyak membantu peneliti.

VI. Daftar Pustaka

1. Athur. E. Fitzgerald, Pantur Silaban, 2001. “ *Dasar-dasar Elektroteknik* “. Penerbit Erlangga, Jakarta 2001. 454 hal.
2. Bartholomew, Davis. 2007 “*Semiconductor Material Raw*”. Bab 11. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
3. Bown, C.C at al. 2008. ” *Problem in material efficiency semiconductor and isolator* “ IEEE Trans. on Industry Applications, Vol.7 No. 2 June 2004. p 433 – 438.
4. Chaine, W at al. 2007. ” *Current and voltage force in semiconductor materials* ”. IEEE Trans On PWRD Vol.4. No. 2. p. 329. 2007.
5. Dennys, C at al. 2008. “ *Silicon-n and silicon-p layer in material sel rectifier* “. IEEE Trans. On PWRD. Jan/Febr. 2008. Vol. 6. No. 4. p.566.
6. David, James W. 2007. “*Instrumentation for Engineering Measurements*”. John Wiley & Sons, Inc, p.605.
7. Hanny, Jack at al. 2008. ” *Silicon characteristic serie in over load current* “

IEEE Trans. On Industry Appl. Vol.6. No. 1. Jan. 2008. p 213 – 217.

8. Marvin, K 1996. “ *Fisika Konduktor dan Semikonduktor* ” PT. Dian Rakyat, Juni 1996.
9. Partridge, G.R. 2006 “ *Principles of Electronic Material*”. Bab 13. Englewood Cliffs, N.J ; Prentice-Hall, Inc.,2006
10. Penny, G at al. 2008. ” *Design small layer silicon oxide and cupper oxide* ” IEEE Trans. On PWRD. Jun/Jul. 2008. Vol.3. No.2. p. 132
11. Zuhail. 1999. “*Dasar Tenaga Listrik*”. Cetakan kedua. 9a. 208h. 21cm. Penerbit ITB Bandung.