



**HUBUNGAN INTENSITAS CAHAYA LAMPU
HALOGEN SEBAGAI *INPUT* PANEL
SURYA TERHADAP NILAI KELUARAN PANEL
SURYA JENIS *MONOCRYSTALLINE* DAN
*POLYCRYSTALLINE***

SKRIPSI

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Teknik Elektro
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

UNNES
oleh
Romadhon Hafid Wijanarko Putra
5301412069
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Hubungan Intensitas Cahaya Lampu Halogen Sebagai *Input* Panel Surya Terhadap Nilai Keluaran Panel Surya Jenis *Monocrystalline* Dan *Polycrystalline* telah dipertahankan didepan sidang panitia ujian skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 24 bulan Februari tahun 2017.

Oleh

Nama : Romadhon Hafid Wijanarko Putra
NIM : 5301412069
Program studi : Pendidikan Teknik Elektro

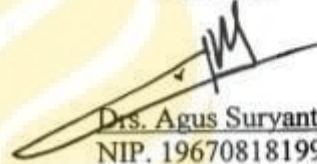
Panitia :

Ketua



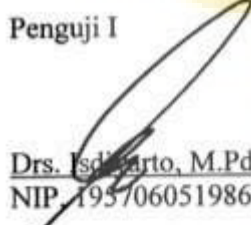
Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197805312005011002

Sekretaris



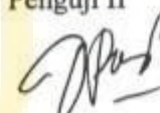
Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I



Drs. Isdianto, M.Pd.
NIP. 195706051986011001

Penguji II




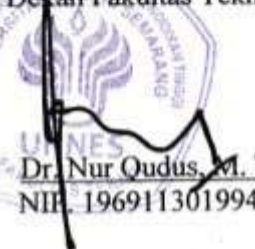
Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197805312005011002

Penguji III



Drs. Agus Murnomo, M.T.
NIP. 195506061986031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M. T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana, Magister dan atau Doktor), baik Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 4 Mei 2017
yang membuat pernyataan,

The image shows the logo of Universitas Negeri Semarang (UNNES) in blue, with a stylized yellow figure in the background. Overlaid on the logo is a handwritten signature in black ink.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Romadhon Hafid Wijanarko Putra
NIM. 5301412069

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. (QS. Ar Ra'd 13:11).
- Tidak ada kata terlambat untuk perbaikan (H.M.Kodrat Samadikoen)
- Tuntutlah ilmu, tetapi tidak melupakan ibadah, dan kerjakanlah ibadah, tetapi tidak melupakan ilmu (Hasan al-Bashri).
- Orang tidak akan mengingat hari, tetapi yang diingat adalah momen penting dan berkesan.
- Hidup adalah suatu tantangan yang harus dihadapi dan Perjuangan yang harus dimenangkan.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Ayah saya Bapak Bambang Wijanarko Yang selalu mendoakan, menyemangati dan berusaha untuk memberikan yang terbaik untuk anaknya.
- Ibu saya Ibu Darwanti yang selalu mendoakan saya dan tidak lupa selalu mengingatkan saya untuk terus semangat dalam mengerjakan skripsi
- Adik saya tersayang, Nafa Savitri Wijanarko Putri dan Qurata Ayun Wijanarka Putri yang selalu memberi dukungan untuk selalu berjuang.
- Kekasih hati yang selalu menemani.
- Teman-teman seperjuangan PTE 2012 UNNES.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Putra, Romadhon Hafid Wijanarko. 2017. “**Hubungan Intensitas Cahaya Lampu Halogen Sebagai Input Panel Surya Terhadap Nilai Keluaran Panel Surya Jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline***”. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Dr. –Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T, M.T., Drs. Agus Murnomo, M.T.

Intensitas cahaya menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keluran panel surya. Intensitas cahaya erat kaitannya dengan jumlah *foton* yang dilepaskan sumber cahaya. Dalam penelitian ini akan membahas hubungan intensitas cahaya lampu Halogen sebagai *input* panel surya pada panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* terhadap keluaran panel surya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada hubungan intensitas cahaya lampu Halogen terhadap keluaran panel surya. serta mengetahui apakah ada perbandingan dari hasil kinerja panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Prosedur yang digunakan adalah studi literatur, pengukuran, data penelitian didapat, analisis, dan hasil akhir. Analisis pada penelitian ini menggunakan korelasi Pearson dimana variable yang diteliti adalah intensitas cahaya lampu dan keluaran panel surya (tegangan dan arus) serta menghitung prosentase selisih tegangan dan arus dari jenis panel surya yang digunakan untuk mengetahui pada penelitian ini jenis panel surya mana yang kinerjanya lebih baik.

Hasil dari penelitian menyatakan bahwa pada panel surya jenis *Monocrystalline*, hubungan variabel intensitas cahaya lampu dengan tegangan dan arus didapatkan nilai $r_a > r_t$ yaitu $0,970 > 0,878$ (ada hubungan) dan variable intensitas cahaya dengan arus didapatkan nilai $r_a < r_t$ $0,822 < 0,878$ (tidak ada hubungan). Pada panel surya jenis *Polycrystalline* hubungan variabel intensitas cahaya lampu dengan tegangan dan arus didapatkan nilai $r_a > r_t$ yaitu $0,958 > 0,878$ (ada hubungan) dan variable intensitas cahaya dengan arus didapatkan nilai $r_a > r_t$ $0,945 > 0,878$ (tidak ada hubungan), Untuk perbandingan kinerja 2 jenis panel surya yang digunakan pada penelitian ini melalui perhitungan prosentase tegangan dan arus yang dihasilkan didapatkan hasil bahwa panel surya jenis *Monocrystalline* memiliki kinerja lebih baik daripada jenis *Polycrystalline* dengan prosentase tegangan sebesar 1,1% dan arus sebesar 56%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa, Pertama, bila merujuk pada tabel *r Product Moment* (r_t), pada penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu Halogen memiliki hubungan dengan keluaran panel surya yang dihasilkan, namun tidak berlaku pada arus hasil keluaran panel surya jenis *Monocrystalline* (tidak signifikan/tidak ada hubungan). Kedua, perbandingan kinerja dua jenis panel surya yang digunakan pada penelitian ini melalui perhitungan prosentase tegangan dan arus yang dihasilkan, maka didapatkan hasil bahwa panel surya jenis *Monocrystalline* lebih baik kinerjanya daripada jenis *Polycrystalline*.

Kata Kunci: **Intensitas Cahaya, Halogen, *Monocrystalline*, *Polycrystalline*.
Pearson**

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahNya penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun dalam rangka penyelesaian studi Strata 1 untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan. Penulisan Skripsi ini selesai berkat bantuan berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih tersampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M. T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Kaprodi Pendidikan Teknik Elektro dan Dosen pembimbing I yang telah memberikan saran, bimbingan dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Drs. Agus Murnomo, M.T., sebagai dosen pembimbing II yang juga telah memberi masukan saran, bimbingan dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
4. Seluruh laboran Laboratorium Teknik Elektro FT UNNES, Pak Sartono, Mas Siroj, Mas Lambang, Mas Arlinto yang telah memberikan arahan dan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini.
5. Keluarga yang selalu memberi semangat, nasehat dan selalu mengiringi langkahku dengan doa.
6. Deny Prima Oktavianty yang selalu menemani dalam senang maupun susah dan memberi semangat serta memberi doa.

7. Teman-teman PTE 2012 yang sudah membantu selama kuliah dan penyusunan skripsi.
8. Semua adik angkatan baik 2013, 2014, 2015, 2016. Dipundak kalianlah sekarang perjuangan untuk memajukan Jurusan Teknik Elektro UNNES.
9. Semua pihak yang tidak mungkin saya sebutkan namanya satu persatu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, 4 Mei 2017

Peneliti



Romadhon Hafid W.P



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penulisan.....	4
1.7 Penegasan Istilah.....	5

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori.....	7
2.1.1 Panel Surya.....	7
2.1.2 Karakteristik Sel Surya.....	9
2.1.2.1 Karakteristik Efisiensi Konversi.....	10
2.1.2.2 Karakteristik Tegangan Terhadap Arus.....	11
2.1.2.3 Karakteristik Respon Spektral.....	12
2.1.2.4 Karakteristik Suhu Terhadap Daya.....	13
2.1.3 Jenis Bahan Sel Surya.....	14
2.1.3.1 <i>Polycrystalline</i>	14
2.1.3.2 <i>Monocrystalline</i>	15
2.1.3.3 <i>Thin Film</i>	16
2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Sel Surya.....	16
2.1.4.1 Intensitas Cahaya Matahari.....	17
2.1.4.2 Faktor Awan.....	17
2.1.4.3 Kenaikan Suhu Panel Surya.....	19
2.1.4.4 Kelembaban Lingkungan.....	20
2.1.4.5 Faktor Bayangan.....	21
2.1.4.6 Penempatan dan sudut kemiringan panel surya.....	22
2.1.4.7 Faktor Debu.....	23
2.1.5 Lampu Halogen.....	24

2.2 Penelitian yang Relevan.....	25
3. METODE PENELITIAN	
3.1. Jenis Penelitian.....	27
3.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.3. Desain Penelitian	27
3.4. Alat dan Bahan.....	28
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	29
3.6. Instrumen Penelitian	31
3.7. Teknik Analisis Data.....	32
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	35
4.1.1. Data penelitian tegangan dan arus panel surya	35
4.1.2. Analisis hubungan intensitas cahaya lampu terhadap keluaran panel surya pada panel surya <i>Monocrystalline</i>	36
4.1.3. Analisis hubungan intensitas cahaya lampu terhadap keluaran panel surya pada panel surya <i>Polycrystalline</i>	39
4.1.4. Perbandingan panel surya jenis <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	42
4.2. Pembahasan.....	43
5. PENUTUP	
5.1. Simpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan lampu Halogen	25
Tabel 3.1 Tabel nilai r <i>Product Moment</i> (Sutrisno, 2015)	33
Tabel 4.1 Hasil penelitian pada panel surya jenis <i>Monocrystalline</i>	35
Tabel 4.2 Hasil penelitian pada panel surya jenis <i>Polycrystalline</i>	36
Tabel 4.3 Analisis korelasi Pearson antara intensitas cahaya lampu terhadap tegangan rata-rata	37
Tabel 4.4 Analisis korelasi Pearson antara intensitas cahaya lampu terhadap arus rata-rata	38
Tabel 4.5 Analisis korelasi Pearson antara intensitas cahaya lampu terhadap tegangan rata-rata	39
Tabel 4.6 Analisis korelasi Pearson antara intensitas cahaya lampu terhadap arus rata-rata	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya.....	8
Gambar 2.2 Karakteristik tegangan terhadap arus sel surya (Karina, 2011)	12
Gambar 2.3 Hubungan respon spektral dan relatif	12
Gambar 2.4 Pengaruh suhu terhadap daya panel surya	13
Gambar 2.5 Panel surya berbahan Polycrystalline	15
Gambar 2.6 Panel surya berbahan Monocrystalline	15
Gambar 2.7 Panel surya berbahan Thin film	16
Gambar 2.8 Perbandingan besarnya penyinaran matahari terhadap keluaran panel	17
Gambar 2.9 Nilai rata – rata sumber cahaya matahari berdasarkan kondisicuaca dan jenis sumber cahaya	17
Gambar 2.10 Efek kondisi cuaca terhadap keluaran panel surya	18
Gambar 2.11 Hubungan I-V dengan kenaikan dan penurunan suhu panel.....	19
Gambar 2.12 Hubungan antara kelembaban dengan tegangan keluaran panel surya	20
Gambar 2.13 Hubungan antara kelembaban dengan arus keluaran panel surya	21
Gambar 2.14 Hubungan antara kelembaban dengan daya keluaran panel surya.....	21
Gambar 2.15 Hubungan antara keluaran panel surya dengan dan tanpa bayangan	22
Gambar 2.16 Variasi antara Fouling coefficient dan waktu	22
Gambar 2.17 Cara kerja lampu Halogen.....	24
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	28
Gambar 3.2 Ruang uji tampak depan dan samping	30
Gambar 3.3 Lapisan luar ruang uji (kiri), lapisan dalam ruang uji (kanan).....	30
Gambar 3.4 Gambar rangkaian pengukuran panel surya	30
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap tegangan rata-rata	36
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap arus rata-rata	37
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap tegangan rata-rata	39
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap arus rata-rata.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Usulan Topik	50
Lampiran 2 Surat usulan dosen pembimbing penulisan skripsi.....	51
Lampiran 3 Surat tugas dosen pembimbing.....	52
Lampiran 4 Surat ijin penelitian.....	53
Lampiran 5 Dokumentasi penelitian	54
Lampiran 6 Dokumentasi alat penelitian	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Peningkatan kebutuhan listrik diperkirakan dapat tumbuh rata-rata 6,5% per tahun hingga tahun 2020 (Moch. Muchlis, 2003). Konsumsi listrik Indonesia yang begitu besar akan menjadi suatu masalah bila dalam penyediaannya tidak sejalan dengan kebutuhan. Di Indonesia melimpahnya tenaga surya yang merata dan dapat ditangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi yang sangat potensial. Energi alternatif dan yang terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit - pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satunya upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau dalam penerapannya menggunakan sel surya (dikenal juga panel surya).

Secara umum hasil keluaran panel surya dihasilkan dari intensitas cahaya matahari yang ditangkap panel surya. Contoh penerapannya ada pada lampu jalan dan lampu *traffic light* yang menggunakan panel surya sebagai sumber tunggal energi listriknya, lampu jalan dan *traffic light* pada siang hari memanfaatkan

cahaya matahari untuk mengisi baterai (aki) untuk digunakan pada malam hari, namun bila baterai tempat penampungan listrik hasil konversi energi cahaya oleh panel surya tidak bekerja secara normal atau rusak maka akan berimbas langsung pada terganggunya kinerja lampu jalan dan *traffic light*. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan inovasi sumber cahaya lain yang dapat digunakan sebagai *input* cahaya untuk panel surya, dalam penelitian ini akan diujikan penggunaan cahaya buatan (bukan matahari) sebagai cahaya *input* panel surya, salah satunya adalah lampu Halogen. Untuk penerapannya pada permasalahan tersebut radiasi cahaya lampu untuk sumber *input* cahaya didapatkan dari radiasi lampu jalan dan papan iklan/baliho yang notabene penempatannya lebih tinggi dari *traffic light* yang secara langsung dapat menyinari panel surya pada *traffic light*. Pada penelitian ini melibatkan lampu jenis Halogen sebagai sumber cahaya untuk panel surya membangkitkan listrik yang kemudian di analisis hubungannya.

Jenis panel surya sendiri dari segi pembuatannya dikelompokkan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Terdapat perbedaan jenis-jenis panel surya yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dewasa ini. Secara umum terdapat dua jenis yaitu jenis *Crystalline Silicon (c-si)* dan *Thin film* namun panel surya jenis mana yang mampu memberikan keluaran terbesar pada kondisi yang sama masih dipertanyakan. Pada penelitian ini akan mencoba untuk membandingkan hasil keluaran dari dua ragam panel surya jenis *Crystalline Silicon* yaitu *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*. Pada dasarnya letak perbedaan panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* adalah pada bagian proses

pembuatan dan penggunaan kristal yang digunakan dalam pembuatan kedua jenis panel; surya tersebut (Bagher, 2015).

1.2 Identifikasi Masalah

1. Panel surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari.
2. Bila baterai tempat menampung energi listrik dari panel surya pada *traffic light* dan lampu jalan tidak berfungsi normal maka kinerja dari *traffic light* dan lampu jalan akan terganggu.
3. Panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* melalui proses pembuatan yang berbeda.

1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi sesuai dengan tujuan penulisan, maka penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut

1. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Instalasi dan Tenaga UNNES.
2. Salah satu sumber cahaya dalam pembangkitan energi listrik berasal dari lampu jenis Halogen.
3. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi daya sebesar 50Wp yang terdiri dari jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*.
4. Luasan ruang uji yang digunakan saat dilakukan pengambilan data dibatasi menggunakan ruang uji dari bahan *Styrofoam* dan pada bagian dalam dibuat gelap.
5. Parameter yang diukur adalah arus dan tegangan keluaran dari panel surya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan intensitas cahaya lampu terhadap arus dan tegangan keluaran dari panel surya ?
2. Bagaimana hasil keluaran dari panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*?

1.5 Tujuan Penulisan

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah ada hubungan intensitas cahaya lampu terhadap arus dan tegangan keluaran dari panel surya.
2. Mengetahui apakah ada perbandingan dari hasil kinerja panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*.

1.6 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan sumbangan ilmu dan informasi terhadap penelitian penggunaan sumber cahaya lampu (Halogen) untuk penyinaran panel surya dan perbandingan kinerja panel surya jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*, yang kedepannya dapat dilakukan pengembangan penelitian dengan lebih banyak variabel yang dilibatkan.

1.7 Penegasan Istilah

1. **Hubungan**, secara umum diartikan sebagai kesinambungan interaksi antara dua obyek atau lebih yang memudahkan proses pengenalan satu akan yang lain. Pada penelitian ini hubungan dapat diartikan sebagai interaksi dari dua variabel yaitu intensitas cahaya dan keluaran panel surya (tegangan dan arus). Pada penelitian ini akan coba ditemukan hubungan kedua variabel tersebut.
2. **Intensitas cahaya**, adalah besaran pokok fisika untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Pada penelitian ini intensitas cahaya berasal dari lampu jenis Halogen.
3. **Lampu halogen**, adalah adalah lampu yang dibuat dari kaca kuarsa yang tipis dan tahan panas, pada lampu halogen ditambahkan sedikit gas halogen seperti iodin dan bromin.
4. **Panel surya**, adalah alat yang terdiri dari sel – sel surya yang mengubah energi cahaya menjadi listrik.
5. **Nilai keluaran**, pada penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap tegangan dan arus panel surya.
6. **Monocrystalline**, adalah jenis sel surya.
7. **Polycrystalline**, adalah jenis sel surya.

Pengertian judul penelitian ini secara keseluruhan adalah untuk menemukan hubungan/korelasi dari dua variabel yang digunakan yaitu intensitas cahaya yang berasal dari lampu Halogen terhadap nilai keluaran panel surya (tegangan dan arus) pada jenis *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* dengan menggunakan analisis

korelasi Pearson. Hasil tegangan dan arus dari kedua panel suryayang digunakan kemudian dibandingkan dengan menghitung tegangan dan arus rata-ratanya guna untuk mengetahui perbandingan kinerjanya dalam penelitian ini.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

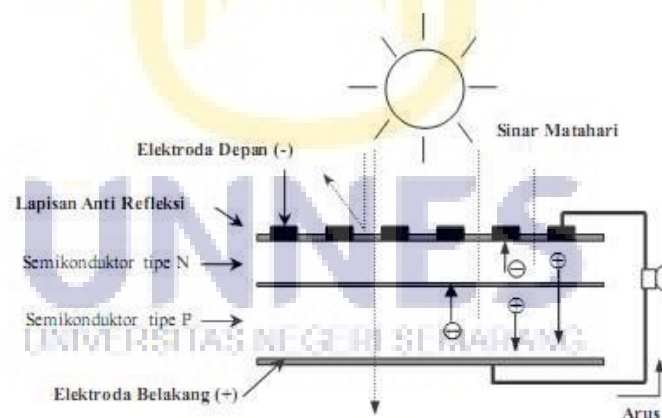
2.1. Kajian Teori

Kajian teori merupakan landasan penting yang ada dalam penelitian, kajian teori ini berfungsi untuk memberikan sebuah landasan dan kajian informasi kemudian menjabarkan materi apa saja yang akan digunakan dalam penelitian melalui materi-materi dan acuan buku dari berbagai sumber. Dalam penelitian ini diberikan beberapa bahan teori untuk kajian yaitu mengenai panel surya, karakteristik sel surya, jenis bahan sel surya, faktor - faktor yang mempengaruhi kinerja sel surya dan lampu halogen sebagai *input* cahaya untuk panel surya.

2.1.1 Panel surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik dan terdiri dari banyak sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel (Suyanto, 2014).. Sel surya sendiri merupakan suatu elemen aktif yang merubah cahaya menjadi energi listrik. Pada umumnya memiliki ketebalan minimal 0,3 mm dan terbuat dari irisan bahan semi konduktor dengan kutub positif dan negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek fotovoltaiik, yaitu suatu efek yang dapat secara langsung mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik.Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh Bac-quere, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu,

maka energi kinetik dari foton – foton akan menembak ke atom – atom logam tersebut. Atom logam yang teriradiasi akan melepaskan elektron – elektronnya. Elektron bebas inilah yang akan mengalirkan arus dalam jumlah tertentu. Pembangkitan energi listrik pada sel surya terjadi berdasarkan efek fotolistrik atau disebut juga efek fotovoltaik, yaitu efek yang terjadi akibat foton dengan panjang gelombang tertentu yang jika energinya lebih besar daripada energi ambang semikonduktor, maka akan diserap oleh elektron sehingga elektron berpindah dari pita valensi (N) ke pita konduksi (P) dan meninggalkan *hole* pada pita valensi, selanjutnya 2 buah muatan yaitu pasangan elektron-*hole* dibangkitkan. Aliran elektron-*hole* yang terjadi apabila dihubungkan ke beban listrik melalui penghantar akan menghasilkan arus listrik. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya

Faktor pemilihan bahan panel surya perlu diperhatikan, yaitu dengan memodifikasi struktur molekul dari semikonduktor yang dipergunakan. Agar efisiensi sel surya bisa tinggi maka foton yang berasal dari sinar matahari harus

bisa diserap secara maksimal dengan memperkecil refleksi serta memperbesar konduktivitas dari bahan panel surya. Salah satu bahan yang sedang banyak diteliti adalah CuInSe₂ yang dikenal merupakan salah satu dari *direct semiconductor* (Rusminto, 2003). Untuk mendapatkan keluaran yang besar maka perlu penggabungan dari beberapa sel surya yang disebut dengan modul sel surya. Pada modul, sel surya dihubungkan secara seri atau parallel untuk menghasilkan tegangan, arus, atau daya yang tinggi.

2.1.2 Karakteristik sel surya

Karakteristik sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu I_{sc} (arus hubung singkat), V_{oc} (tegangan rangkaian terbuka) dan *Fill Factor* (FF) (Suyanto, 2014). *Fill factor* sel surya merupakan besaran tak berdimensi yang menyatakan perbandingan daya maksimum yang dihasilkan sel surya terhadap perkalian antara V_{oc} dan I_{sc} . Besarnya faktor isi dapat diperoleh dengan persamaan (Suyanto, 2014)

$$Ff = \frac{I_{mp} \times V_{mp}}{I_{sc} \times V_{oc}}$$

Keterangan :  UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Ff : Faktor isi (Fill Factor)

I_{mp} : Arus maksimum (Ampere)

V_{mp} : Tegangan maksimum (Volt)

I_{sc} : Arus hubung singkat (Ampere)

V_{oc} : Tegangan hubung terbuka (Volt)

Bila sel surya tak berbeban maka dapat ditemukan suatu arus hubung singkat (I_{sc}) dan suatu titik karakteristik sel surya. Dengan mengatur beban sampai harga tertentu maka akan didapatkan kurva dari karakteristik arus dan tegangan sel surya. Bila bebannya besar maka tidak ada arus yang melewatinya, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukkan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban (V_{oc}). Untuk jenis karakteristik sel surya dibedakan menjadi 4 yaitu karakteristik efisiensi konversi, karakteristik tegangan terhadap arus sel surya, karakteristik respon spektral dan karakteristik suhu terhadap daya.

2.1.2.1 Karakteristik efisiensi konversi

Karakteristik efisiensi konversi adalah perbandingan antara daya yang dapat diperoleh sel surya dengan daya yang diterima dari matahari. Kepadatan daya cahaya matahari yang mencapai bagian luar atmosfer bumi dipengaruhi oleh jarak antara bumi dan matahari. Jarak ini selalu bervariasi setiap tahunnya antara $1,47 \times 10^8$ km sampai $1,52 \times 10^8$ km. Akibatnya kepadatan daya cahaya matahari berfluktuasi antara 1325 W/m^2 sampai 1413 W/m^2 . Untuk cuaca cerah pada siang hari kepadatan daya cahaya matahari berkisar diangka 1050 W/m^2 , ini dikarenakan radiasi matahari telah melewati proses pemantulan, penyerapan (oleh ozon, uap air, oksigen dan karbondioksida) dan penghamburan (oleh molekul-molekul udara, partikel debu atau polusi) (Muchammad, 2010). Persamaan untuk efisiensi konversi dapat dituliskan sebagai berikut

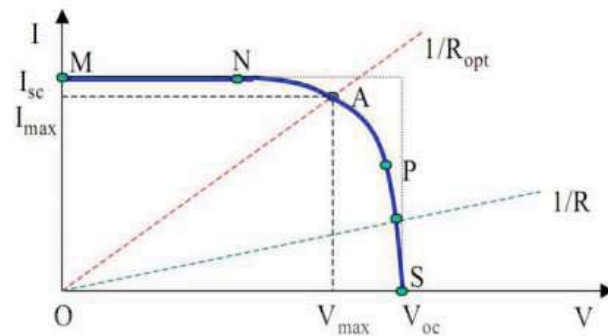
$$\eta = \frac{V \times I}{P \times A} \%$$

Keterangan :

- η = efisiensi tegangan
- V = tegangan yang dibangkitkan (volt)
- I = arus yang dibangkitkan (ampere)
- P = rapat daya yang mengenai panel surya
- A = luas penampang panel surya

2.1.2.2 Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

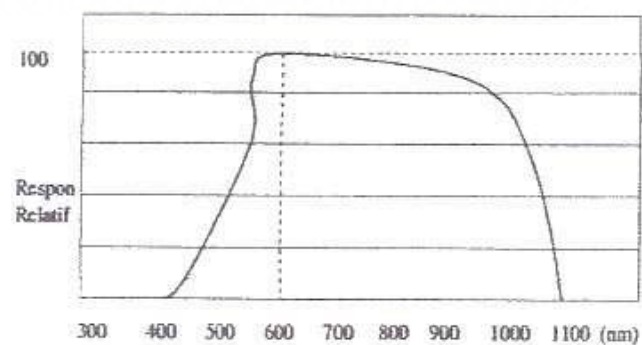
Karakteristik tegangan terhadap arus sel surya digambarkan dalam kurva hubungan arus dan tegangan (*I-V curve*) yang menjelaskan sifat dari panel surya. Hal ini dijelaskan pada Gambar 2.2 dimana ketika sel surya dihubungkan dengan beban (R). Beban memberi hambatan sebagai garis linear dengan garis $I/V = I/R$. Hal tersebut menunjukkan daya yang didapat bergantung pada nilai resistansi. Jika R kecil maka sel beroperasi pada daerah kurva MN, dimana sel beroperasi sebagai sumber arus yang konstan atau arus *short circuit*. Pada sisi lain jika R besar, sel beroperasi pada daerah kurva PS, dimana sel beroperasi sebagai sumber tegangan yang konstan atau tegangan open-circuit. Jika dihubungkan dengan hambatan optimal R_{opt} berarti sel menghasilkan daya maksimal dan arus maksimal.



Gambar 2.2 Karakteristik tegangan terhadap arus sel surya (Karina, 2011)

2.1.2.3 Karakteristik Respon Spektral

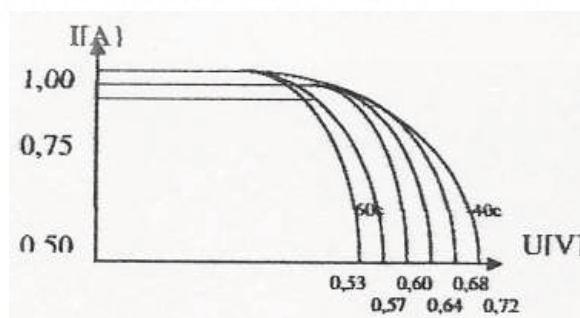
Karakteristik respon spektral berkaitan langsung dengan respon relatif. Respon relatif adalah energi listrik yang dihasilkan dari sel surya akibat spektrum yang luas dengan panjang gelombang pada nilai tertentu yang mengenai panel surya, jadi dapat dikatakan respon spektral merupakan rasio antara *output* panel surya dengan kekuatan cahaya yang menyinari panel surya. Hubungan respon spektral dan relatif dijelaskan pada gambar 2.3. Respon relatif terbesar diberikan pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar 525 nanometer yaitu pada cahaya hijau. Sel surya juga mampu menghasilkan energi listrik bila disinari lampu pijar atau sumber cahaya lain.



Gambar 2.3 Hubungan respon spektral dan relatif (Suyanto, 2014)

2.1.2.4 Karakteristik Suhu Terhadap Daya

Dengan penyinaran yang konstan, daya panel surya berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur. Hal ini sesuai dengan sifat tegangan beban nol dan berlawanan dengan arus hubung singkat (Suyanto, 2014). Tegangan beban nol berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur yang besarnya lebih kurang 3mV/K . Sedangkan pada arus hubung singkat akan bertambah sesuai dengan kenaikan temperatur yang besarnya lebih kurang $0,1\%/K$. Grafik kenaikan temperatur dapat dilihat pada gambar 2.4. Pada gambar 2.4 mengindikasikan bahwa penurunan tegangan jauh lebih besar dibandingkan dengan kenaikan arus. Sebaiknya panel surya ditempatkan pada tempat yang agak dingin agar penurunan tegangan tidak terlalu besar walaupun hal ini agak sulit sebab sel surya akan memanaskan sendiri apabila ada sinar yang jatuh padanya. Pengaruh luas permukaan panel surya terhadap daya yaitu mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya tersebut dan dalam hal ini bersifat linier. Kerugian refleksi adalah bagian dari sinar matahari yang melalui permukaan panel surya direfleksikan dan menghilang. Bahan silikon sendiri dapat merefleksikan sinar matahari sampai 36%.



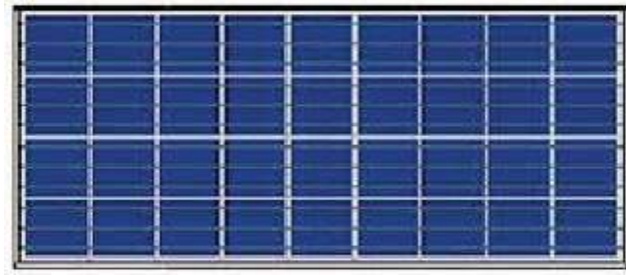
Gambar 2.4 Pengaruh suhu terhadap daya panel surya (Suyanto, 2014)

2.1.3 Jenis Bahan Sel Surya

Untuk menentukan bagus tidaknya sebuah sel surya digunakan istilah Efisiensi. Menentukan nilai efisiensi ini menggunakan rumus yang rumit dengan berbagai persyaratan dan dihitung dalam persen (%). Namun kita definisikan saja secara sederhana yaitu, perbandingan energi listrik yang dihasilkan dari suatu sel surya terhadap energi cahaya yang mengenai permukaan sel surya tersebut. Permukaan sel surya erat kaitannya dengan jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan sel surya. Dalam perkembangannya, jenis bahan yang digunakan panel surya terdiri dari 3 yaitu *Polycrystalline*, *Monocrystalline*, *Thin film* dengan ketiga jenis bahan ini memiliki tingkat efisiensi yang berbeda.

2.1.3.1 *Polycrystalline*

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur/dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Pada awalnya silikon melalui proses penyaringan (*Siemens process*) termasuk didalamnya melalui proses penyulingan (Bagher, 2015). Kemurnian kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah. Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya *Monocrystalline*.



Gambar 2.5 Panel surya berbahan *Polycrystalline*

2.1.3.2 Monocrystalline

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang sebelumnya diproses melalui proses Czochralski. Pada proses tersebut batangan silikon mempunyai panjang hingga 2 meter dengan berat beberapa ratus kilogram sebelum dipotong menjadi bentuk wafer (Bagher, 2015). Digunakannya teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain dipasaran. Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya.



Gambar 2.6 Panel surya berbahan *Monocrystalline*

2.1.3.3 *Thin Film*

Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*). Untuk panel surya jenis ini dibagi menjadi 3 bahan pembuat yaitu *Amorphous Silikon (a-Si)*, *Cadmium Telluride (CdTe)* dan *Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)* (Bagher, 2015) . Teknologi panel surya jenis ini masih dikembangkan untuk nilai efisiensinya karena jenis bahan yang digunakan lebih murah daripada jenis silikon.



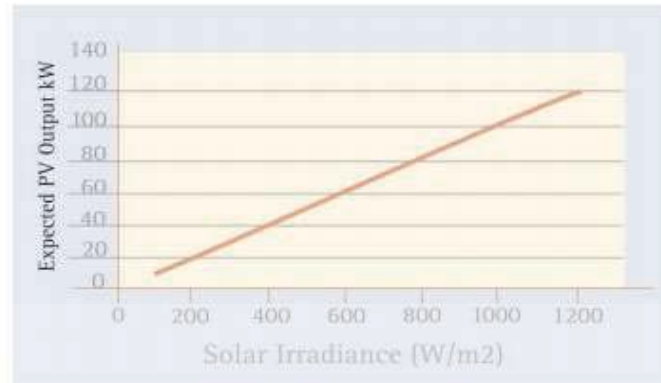
Gambar 2.7 Panel surya berbahan *Thin film*

2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Panel Surya

Tidak ada sesuatu yang sempurna termasuk teknologi. Penelitian membuktikan adanya faktor – faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi dari sistem panel surya. Beberapa faktor tersebut adalah intensitas cahaya matahari, awan, kelembaban dan kenaikan suhu (Gordo, 2015). Selain keempat faktor tersebut dapat ditambahkan beberapa faktor lain seperti faktor bayangan, kemiringan panel surya dan debu (Subhash, 2014).

2.1.4.1 Intensitas Cahaya Matahari

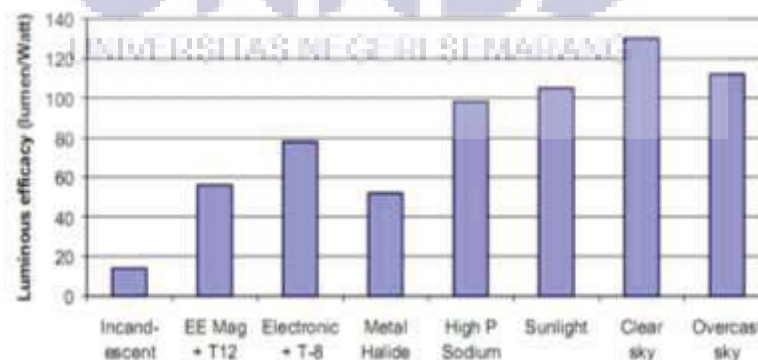
Penyinaran sinar matahari dan gelombang cahayanya pada tengah hari (siang hari saat cerah) adalah sumber energi dalam jumlah paling besar dari matahari. Imbasnya secara langsung pada peningkatan hasil keluaran dari panel surya (Gordo, 2015). Intensitas cahaya matahari yang menyinari panel surya berkaitan langsung dengan kekuatan radiasi matahari. Radiasi matahari yang masuk ke bumi berkisar pada angka 1050 W/m^2 (Muchammad, 2010). Angka tersebut didapat setelah melewati atmosfer bumi dan gejala alam lainnya seperti debu, polusi dan gas-gas yang ada di bumi.



Gambar 2.8 Perbandingan besarnya penyinaran matahari terhadap keluaran panel (Sun Power Corp)

2.1.4.2 Faktor Awan

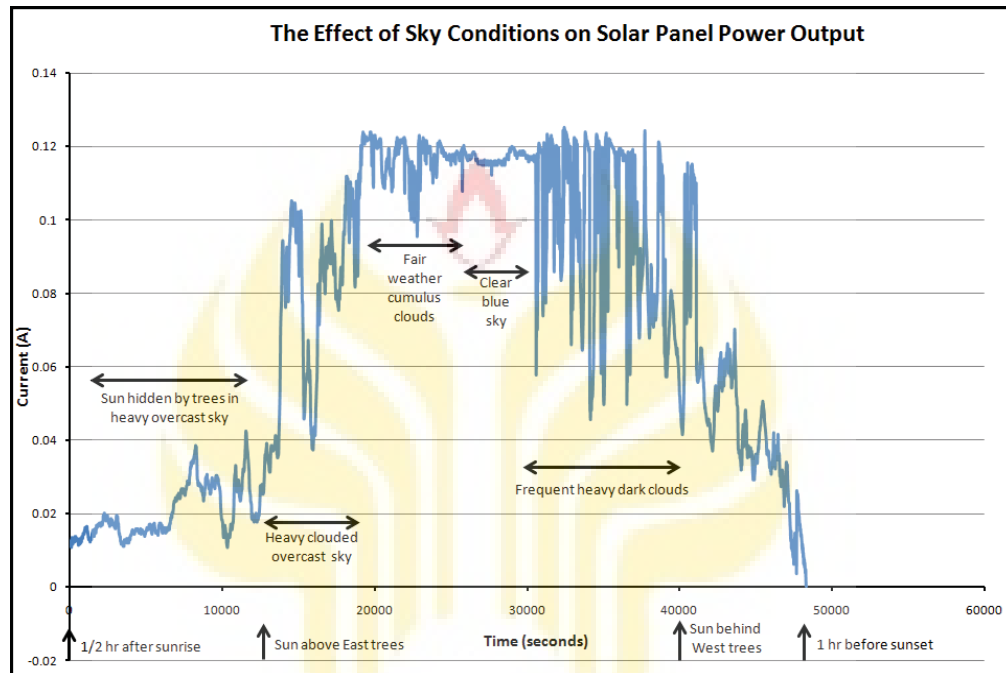
Saat kondisi cuaca berawan, sinar matahari intensitasnya berkurang dikarenakan awan memantulkan beberapa sinar matahari dan membatasi jumlah penyerapan sinar oleh panel matahari. Indonesia sendiri memiliki 2 musim yaitu musim kemarau dan penghujan dimana saat musim penghujan intensitas cahaya matahari berkurang dikarenakan tertutupnya cahaya matahari oleh mendung. Hal ini dapat dibuktikan besarnya nilai rata – rata sumber cahaya dari matahari saat kondisi cuaca mendung berkisar antara 100 hingga 120 lm/watt.



**Overcast sky*: kondisi langit yang secara total ditutupi awan (Danny, 2004)

Gambar 2.9 Nilai rata – rata sumber cahaya matahari berdasarkan kondisi cuaca dan jenis sumber cahaya (Heschong, 2000)

Jumlah masukan intensitas cahaya berdasarkan variasi keadaan cuaca sangat mempengaruhi keluaran dari panel surya (Richard, 2011). Hal ini dapat dibuktikan dengan gambar 2.10



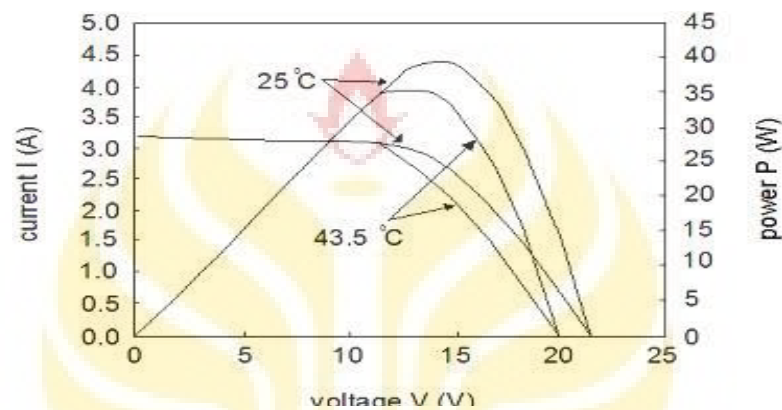
Gambar 2.10 Efek kondisi cuaca terhadap keluaran panel surya (Richard, 2011)

Secara garis besar dapat dikatakan bahwa dalam posisi cuaca berawan panel surya masih dapat menghasilkan energi listrik meski tak sebesar saat intensitas cahaya tinggi (cuaca cerah).

2.1.4.3 Kenaikan Suhu Panel Surya

Pada musim panas dengan suhu lingkungan yang tinggi terlebih ekstrim memiliki pengaruh padakenaikan panas dari panel. Efeknya pada hasil keluaran panel surya dapat berkurang 10 - 25%. Hal ini disebabkan oleh kenaikan suhu pada panel yang menyebabkan perbedaan keseimbangan antar bahan semikonduktor (*p-n junction*) dan mengurangi besarnya medan listrik (Gordo,

2015). Hubungan keluaran panel surya terhadap suhu dapat dijelaskan dengan Gambar 2.11 yang menjelaskan karakteristik hubungan I-V pada panel surya dengan pencahayaan yang tetap ketika temperatur berubah. Panel surya cenderung menghasilkan tegangan yang tinggi saat temperatur turun dan tegangan yang dihasilkan panel surya menurun saat temperatur naik.

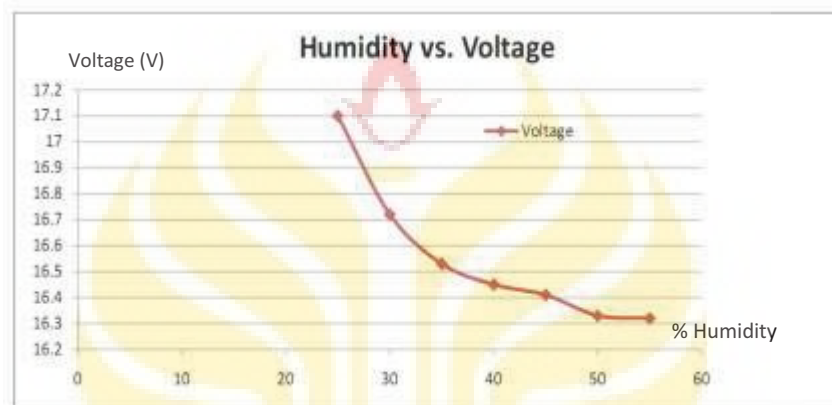


Gambar 2.11 Hubungan I-V dengan kenaikan dan penurunan suhu panel (Furkan, 2010)

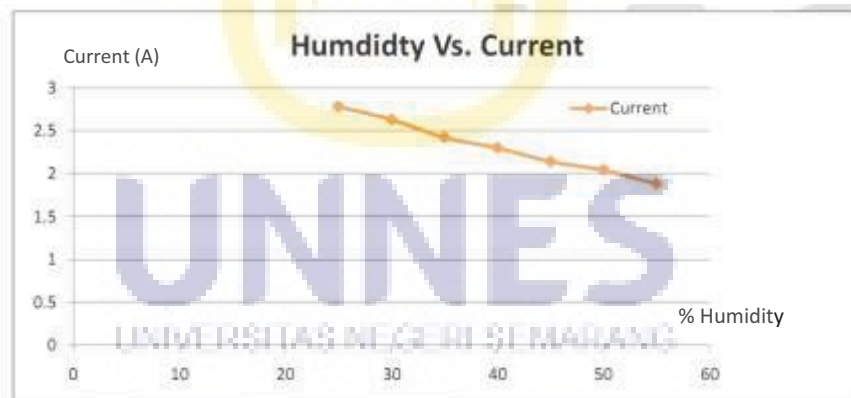
2.1.4.4 Kelembaban Lingkungan

Kondisi lingkungan yang memiliki tingkat kelembaban tinggi maka dapat mengurangi performa dari panel surya untuk memproduksi jumlah energi keluaran dan memperburuk kinerja panel secara permanen (Panjwani, 2014). Pada faktanya bumi terdiri dari 70% air dan energi matahari yang menuju ke bumi yang langsung menuju ke perairan juga membantu menaikkan level kelembaban. Kelembaban tidak hanya menciptakan masalah pada atmosfer namun juga mempengaruhi perangkat - perangkat elektronik. Salah satunya efek kelembaban yang berdampak langsung pada panel surya dimana menyebabkan panel surya bekerja tidak maksimum. Hubungan antara kelembaban dengan tegangan dan arus

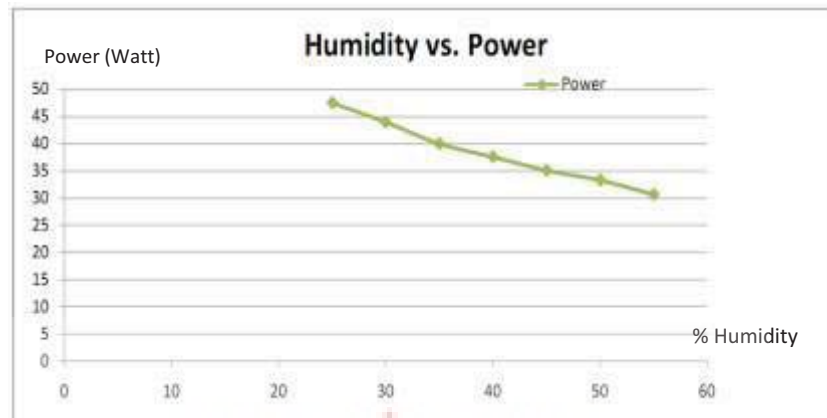
dapat dilihat pada gambar 2.12. dan 2.13. Pada kota yang memiliki tingkat kelembaban berkisar diatas angka 30 % memiliki ciri-ciri seperti timbulnya lapisan air diatas panel surya yang menyebabkan berkurangnya efisiensi panel itu sendiri(Panjwani, 2014).



Gambar 2.12 Hubungan antara kelembaban dengan tegangan keluaran panel surya (Panjwani,2014)



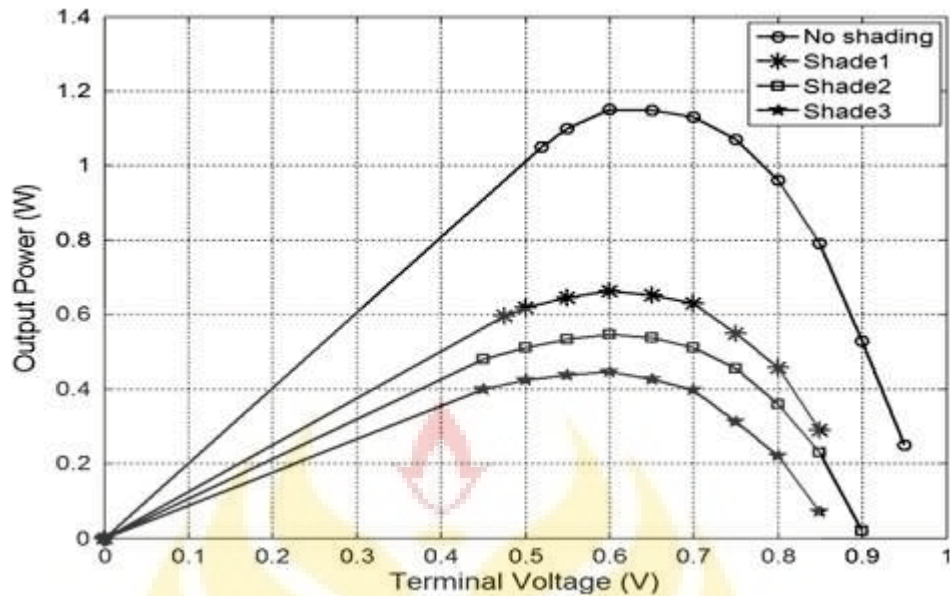
Gambar 2.13 Hubungan antara kelembaban dengan arus keluaran panel surya (Panjwani,2014)



Gambar 2.14 Hubungan antara kelembaban dengan daya keluaran panel surya (Panjwani, 2014)

2.1.4.5 Faktor Bayangan

Saat akan meletakkan panel surya diatas atap rumah harusnya memilih tempat yang bebas dari hambatan termasuk bayangan benda apapun. Bayangan tersebut bisa disebabkan oleh pohon dan bangunan sekitar. Pemasangan panel surya secara paralel adalah solusi tepat untuk menyikapi bayangan yang menutup sebagian atau seluruh permukaan panel surya (Subhash, 2014). Pemasangan panel surya secara seri dianggap kurang maksimal karena hasil arus yg dihasilkan cenderung sama, berbeda dengan paralel yang cenderung beda.



Gambar 2.15 Hubungan antara keluaran panel surya dengan dan tanpa bayangan (Subhash, 2014)

2.1.4.6 Penempatan dan Sudut Kemiringan Panel Surya

Penempatan dan sudut kemiringan panel surya berkaitan dengan banyaknya radiasi dari sinar matahari yang diterima permukaan panel surya. Secara normal panel surya yang terpasang pada belahan bumi bagian utara terpasang miring ke selatan (arah garis equator) dan panel yang terpasang pada belahan bumi bagian selatan terpasang miring ke utara dengan sudut yang sejajar dengan garis lintang. Hal tersebut dimaksudkan agar keluaran panel surya dapat dicapai secara maksimal. (Subhash, 2014).

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut Θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \Theta$ (Jansen, 1995).

$$I_r = I_{r0} \cos \Theta$$

Keterangan

I_r : Radiasi yang diserap panel

I_{r0} : Radiasi yang mengenai panel

Θ : Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel

2.1.4.7 Faktor Debu

Faktor debu berpengaruh pada efisiensi dari panel surya. Saat cahaya dengan intensitas tertentu mengenai panel surya dengan permukaan berdebu, kaca dari modul panel surya akan menjadi panas disebabkan adanya refraksi. Selain menaikkan temperatur, debu juga dapat menghalangi cahaya masuk menuju panel surya. (Subhash, 2014). Debu yang mengandung asam dan alcohol mampu menyebabkan pengikisan kaca modul panel surya.



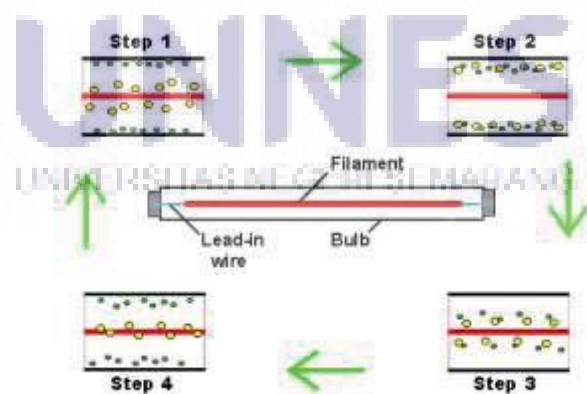
Gambar 2.16 Variasi antara *Fouling coefficient* dan waktu

Gambar 2.16 menjelaskan rasio antara panel surya saat kotor dan saat bersih. Debu pada musim penghujan berkurang maka dari itu nilai koefisiennya paling tinggi. Disisi lain pada area yang kering nilai koefisiennya paling rendah.

Dapat disimpulkan bahwa hujan sangat penting untuk mereduksi temperatur dan mengurangi debu.(Subhash, 2014).

2.1.5 Lampu Halogen

Lampu halogen adalah lampu yang dibuat dari kaca kuarsa yang tipis dan tahan panas. Pada lampu halogen ditambahkan sedikit gas halogen seperti Iodin dan Bromin. Cara kerja lampu halogen dapat dilihat pada gambar 2.17 dimana saat lampu Halogen dialiri arus listrik maka terjadi pemanasan tungsten filamen yang menimbulkan pancaran cahaya lampu. Akibat pemanasan tersebut terjadi penguapan atom – atom penyusun filamen yang secara langsung imbasnya membuat kawat filamen semakin tipis. Penguapan atom – atom tersebut diikat oleh gas penyusun lampu yaitu Bromin dan Iodin. Pada saat filamen dalam keadaan dingin maka atom – atom yang mengalami penguapan kembali semula ke filamen. Siklus ini disebut *Halogen cycle*.



Gambar 2.17 Cara kerja lampu Halogen

Lampu Halogen adalah generasi penerus lampu pijar, hanya perbedaannya terdapat pada siklus Halogen (pada lampu Halogen). Untuk kekurangan dan

kelebihan dari lampu Halogen dapat dilihat pada tabel 2.2. Lampu halogen juga memiliki nilai efikasi yang lebih tinggi dibanding generasi lampu pijar. Nilai efikasi lampu Halogen adalah 22 lm/watt lebih tinggi dibandingkan jenis lampu pijar yaitu 15 lm/Watt (Brodrick, 2012).

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan lampu Halogen (*edisontechcenter.org*)

KELEBIHAN	KEKURANGAN
* Ukuran lampu yang tergolong kecil dan ringan	* Suhu lampu tergolong tinggi
* Harganya yang tergolong murah (dibanding jenis LED)	* Sensitif dengan minyak pada kulit manusia saat kulit menempel lampu
* <i>Color temperatur-nya</i> mendekati cahaya matahari (2800-3400K)	* Nilai efikasi yang masih tergolong rendah
* <i>Lifetime</i> yang lebih lama daripada lampu jenis pijar	
* Nyala lampu langsung terang dan dapat diatur (<i>dimmable</i>)	

2.2 Penelitian Yang Relevan

Berikut ini adalah beberapa hasil penelitian sebelumnya yang mendukung direkomendasikannya penelitian ini :

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan Reza Pahlevi (2014) dengan judul Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin besar lux nya, maka kinerja panel sel surya semakin meningkat.
2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ajeng Purnama Sari (2014) dengan judul Pengukuran Karakteristik Sel Surya, disimpulkan ada eksperimen pengukukuran sel surya dapat disimpulkan bahwa sel surya (photovoltaic) merupakan teknologi yang menghasilkan listrik dari suatu baha semi

konsuktor ketika dipaparkan oleh cahaya dan akan menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja sel surya yaitu bekerja berdasarkan efek foto elektrik pada material semikonduktor untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik. Berdasarkan teori maxwel tentang radiasi eletromagnetik, cahaya dianggap sebagai sektrum geombang dengan panjang gelombang yang berbeda dan ini terbukti pada perbedaan atus dan tegnagan yang menggunakan filter dengan yang tidak. Karakteristik sel surya sangat ditentukan oleh intensitas cahaya yang jatuh pada permukaan sel. Semakin banyak intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya maka arus yang dihasilkan akan semakin besar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Jadi, dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bila merujuk pada tabel r *Product Moment*(r_t), pada penelitian ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya lampu Halogen memiliki hubungan dengan keluaran panel surya yang dihasilkan, namun tidak berlaku pada arus hasil keluaran panel surya jenis *Monocrystalline* (tidak signifikan/tidak ada hubungan).
2. Perbandingan kinerja dua jenis panel surya yang digunakan pada penelitian ini melalui perhitungan prosentase tegangan dan arus yang dihasilkan, maka didapatkan hasil bahwa panel surya jenis *Monocrystalline* lebih baik kinerjanya daripada jenis *Polycrystalline*.

5.2 Saran

Saran yang dapat peneliti berikan untuk penelitian kedepannya adalah:

1. Bila ingin tetap dilakukan penelitian intensitas cahaya lampu terhadap kinerja panel surya maka dapat menggunakan sumber cahaya yang berasal dari lampu selain Halogen.
2. Sebaiknya juga dilakukan penelitian terhadap faktor lain yang mempengaruhi panel surya selain pengujian intensitas cahaya.

3. Diharapkan juga kedepannya mampu menguji panel surya jenis *thin film* (bila telah beredar di pasaran).



DAFTAR PUSTAKA

- Askari, Mohammad Bagher, Vahid, Mirzaei Mahmoud Abadi, Mohsen, Mirhabibi, 2015, “*Types of Solar Cells and Application*”, American Journal of Optics and Photonics, Volume 3, No. 5.
- Born, Richard G, 2011, “*The Effect of Sky Conditions on Solar Panel Power Output*”. (<http://www.vernier.com/innovate/the-effect-of-sky-conditions-on-solar-panel-power-output>, diakses tanggal 10 Juli 2016)
- Brodrick, James R, 2012, “*Solid-State Lighting Research and Development*”, Washington D.C.
- Chawla, Mantosh K, 2016, “*A Step By Step Guide To Selecting The “Right” Solar Simulator For Your Solar Cell Testing Application*”.
- Dinçer, Furkan, Meral, Mehmet Emin, 2010, “*Critical Factors that Affecting Efficiency of Solar Cells*”. SciRes, Volume. 1
- Gordo, Ericson, Khalaf, Nashat, Strangeowl, Taylor, 2015, “*Factors Affecting Solar Power Production Efficiency*”.
- Hadi, Sutrisno, 2015, “*Statistik Bagian II*”, Pustaka Pelajar Yogyakarta
- Heschong, Lisa, McHugh, Jonathan, 2010, “*Skylights: Calculating Illumination Levels and Energy Impacts*”, Journal of the Illuminating Engineering Society, Volume 29, No. 1.
- Kumar, Subhash, Kaur, Tarchlohan, 2014, “*Solar PV Performance-Issues and Challenges*”, International Journal Of Innovative Research In Electrical, Electronics, Instrumentation And Control Engineering, Volume 2, No. 11.
- Li, Danny H.W, Lau, Chris C.S, Lam, Joseph C, 2004, “*Overcast Sky Conditions and Luminance Distribution In Hong Kong*”, Elsevier, Volume 39.
- Magrissa, Rifani, 2015, “*Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono-Crystalline Silikon Sel Solar*”
- Muchammad, Yohana, Eflita, 2010, “*Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran yang Dihasilkan Menggunakan Reflector Dengan Variasi Sudut Reflektor 0° , 50° , 60° , 70° , 80°* ”, ROTASI, Volume 12, No. 4.

- Muchlis, Moch, 2003, "Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003-2020".
- Namin, Anon, Jivacate, Chaya, Chenvidhya, Dirayut, 2012. "*Construction of Tungsten Halogen, Pulsed LED, and Combined Tungsten Halogen-LED Solar Simulators for Solar Cell I-V Characterization and Electrical Parameters Determination*". Hindawi Publishing Corporation International Journal of Photoenergi. Volume 2012.
- Pahlevi, Reza, 2014. "*Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas tenaga surya*". Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Panjwani, Manoj Kumar, 2014, "*Effect of Humidity on the Efficiency of Solar Cell (photovoltaic)*". International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 2, No. 4.
- Rusdiana, Dadi, (), "*Kebergantungan Faktor Pengisian (Fill Factor) Sel Surya Terhadap Besar Celah Pita Energi Material Semikonduktor Pembuatnya : Suatu Tinjauan Matematika*". Proseding Seminar Fisika dan Aplikasinya, ITS.
- Sari, Ajeng Purnama, 2014, "*Pengukuran Karakteristik Sel Surya*", UIN Sunan Gunung Djati.
- Suyanto, Muhammad, 2014, "*Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Pembangkit Listrik Terbarukan*", Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Volume 27, No. 3.
- Widodo, Rusminto Tjatur, 2003, "*Solar Cell Sumber Energi Masa Depan yang Ramah Lingkungan*", <http://www.energi.lipi.go.id>. (Diakses 2 Juni 2016).