

# Kaji Eksperimen Jarak Optimal Panen Energi Foton Bohlam LED untuk PV Polycrystalline

Mustofa

Jurusan Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Tadulako  
Palu - Indonesia  
[mustofauntad@gmail.com](mailto:mustofauntad@gmail.com)

**Abstract** – LED type bulb light is generally widely used in building spaces in Indonesia today because it is more energy efficient than other types. The purpose of this study is to utilize the light bulb as a new photon energy source and free no night for a 50 Wp Solar PV panel that generates new electrical energy. Experimentally, it is to be known at what distance the best absorption of photon energy is between the light source and the PV panel. The results showed that the maximum power (0.1 Watt) was obtained at a distance of 20 cm with the 40 Watt Mavel LED type, while the highest efficiency (1.3%) with Philips bulb light at a distance of 29 cm from the panel. The potential for the use of LED bulb light as lighting at night as well as as a new source of electrical energy – PLTBoh in closed indoor PV installations looks quite good. Therefore the incorporation of PV with solar energy during the day and bulb energy at night will help charging and storage of electrical energy on batteries for the availability of alternative electrical energy dc electronic devices even AC.

**Keywords** - Energy Harvesting Of Photons, LED Bulbs, Energy Saving, PV,



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

## I. PENDAHULUAN

Energi surya dikenal sebagai sumber energi terbarukan yang melimpah, gratis, tidak bising dan tersedia sepanjang masa kehidupan mahluk di muka bumi ini. Teknologi yang banyak memanfaatkan energi surya ini adalah panel surya fotovoltaik atau lebih sering disebut PV. Keluaran energi dari PV adalah energi listrik terbarukan atau alternatif pengganti energi fosil yang persediaanya sangat terbatas. Kelemahan teknologi PV ini masalah nilai ekonomi yang masih mahal bagi kalangan masyarakat ke bawah karena dibutuhkan instalasi rangkaian listrik dan peletakan posisi panel yang mengandalkan cahaya matahari. Beberapa penelitian yang memanfaatkan energi surya sebagai pembangkit energi listrik dengan PV adalah [1] [2] and [3].

Untuk menyaiasi mahalnya teknologi yang mampu memanen energi surya untuk energi listrik di ruang terbuka, pemanfaatan cahaya bohlam jadi alternatif menggantikan irradians matahari. Selama ini cahaya bohlam hanya digunakan sebagai sumber

penerangan ruangan di waktu malam. Pada penelitian ini manfaat cahaya malam berfungsi ganda sebagai sumber energi baru pembangkit energi listrik (PLTBoh). Piarah et al., [4] dan [5] telah megeksplorasi lebih jauh studi yang dilakukan oleh [6] dalam bentuk eksperimen penggunaan bohlam jenis Xenon, pijar dan Halogen sebagai sumber energi foton untuk modul mini PV. Namun, jenis bohlam ini tidak komersil sehingga masih terbatas aplikasinya di masyarakat umum. Mustofa et al., [7] mengawali penggunaan bohlam LED yang sering masyarakat gunakan sebagai cahaya foton untuk mini PV monocrystalline yang berdimensi 65 x 65 mm<sup>2</sup>. Yang utama diteliti adalah spektrum cahaya yang melintasi lensa Fresnel ke titik fokus modul. Daya yang dihasilkan masih tergolong kecil untuk aplikasi perangkat listrik, misalnya charging mobile phone dan notebooks. Selanjutnya [8] menguji panel surya daya 50 Wp yang ditempatkan dalam berbagai sudut elivasi mulai dari 0, 15, 30 dan 90° terhadap sudut datangnya 3 jenis cahaya bohlam LED yang statis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut 0° arah tegak lurus sumber cahaya foton yang terbaik daya dihasilkan, diikuti yang 15°. Namun, untuk memvalidasi hasil ini diperlukan data tambahan untuk mengetahui jarak optimal antara bohlam dan permukaan panel pada sudut itu [9]. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk menentukan jarak optimal antara sumber cahaya dan permukaan PV pada sudut elivasi 0°. Disamping itu, variasi jenis bohlam LED komersil kebutuhan ruangan tertutup ditambah.

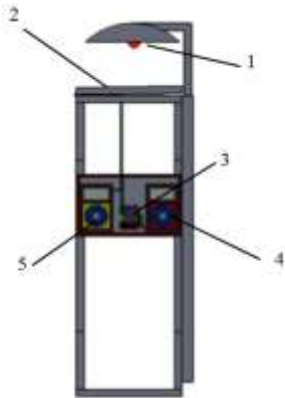
## II. METODE PENELITIAN

Bohlam LED yang digunakan pada pengujian adalah merek dagang Meval, Camus, Hannochs dan Philips dengan daya rata-rata 20 Watts. Merek ini semata-mata dipilih secara acak yang banyak tersedia di pasar lokal. Adapun panel PV dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1 yang ditempatkan dengan variasi jarak dari 17, 20, 26 dan 29 cm dari bohlam.

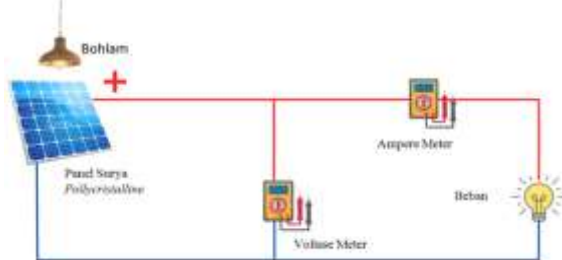
## Kaji Eksperimen Jarak Optimal Panen Energi Foton Bohlam LED untuk PV Polycrystalline

PV Polycrystalline	
Dimensions	63.9 x 47.3 cm
Peak Power ( $P_{msx}$ )	50 W
Max. Power Volt ( $V_{mp}$ )	17.6 V
Max. Power Current ( $I_{mp}$ )	2.85 A
Open Circuit Volt ( $V_{oc}$ )	22.5 V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	3.04 A
Max. System Voltage	700 VDC

Sementara beban pada rangkaian listrik yang digunakan adalah bohlam LED 2 Volt warna merah dan 3 Volt berwarna putih yang ditempatkan dalam kotak nomor 3 pada Gambar 1 di skema. Nomor 1 adalah bohlam LED dengan sungkupnya untuk memberikan optimasi pencahayaan ke panel PV nomor 2. Pengukuran arus dan tegangan listrik setiap menit selama 1 jam untuk setiap jenis bohlam per 1 jarak menggunakan alat ukur multimeter seperti pada nomor 4 dan 5. Rangkaian listrik lengkap pengujian dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Instalasi pengujian panel PV PLTBoh



Gambar 2. Rangkaian listrik PLTBoh

Untuk perhitungan efisiensi panel PV menggunakan persamaan-persamaan berikut ini.

### A. Efisiensi PV

$$\eta_{PV} = \frac{P_{maks}}{P_{in}} \quad (1)$$

dengan :

$$P_{maks} = V_{OC} I_{sc} FF$$

$$P_{in} = GA_{PV}$$

$$P_{maks} = \text{daya keluaran maksimum PV (W)}$$

$$P_{in} = \text{daya input irradians matahari (W)}$$

$$V_{oc} = \text{tegangan sirkuit terbuka (V)}$$

$$I_{sc} = \text{arus hubung singkat (A)}$$

$A_{PV}$  = luas permukaan PV yang mendapatkan cahaya ( $m^2$ )

$G$  = irradians ( $W/m^2$ )

Karakteristik penting lainnya dari sel surya yaitu Fill Factor (FF), diperoleh dengan persamaan :

$$FF = \frac{P_{maks}}{I_{sc} V_{oc}} = \frac{I_{mp} V_{mp}}{I_{sc} V_{oc}} \quad (2)$$

dengan :

$V_{mp}$  = tegangan pada titik daya maksimum [V]

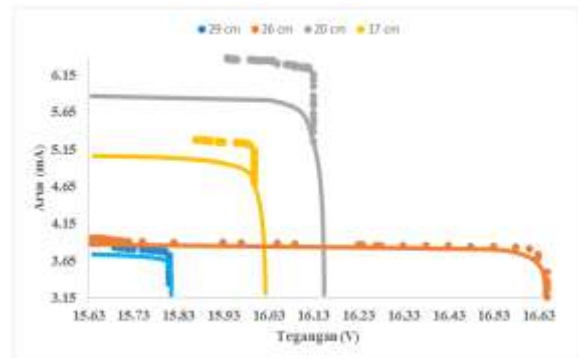
$I_{mp}$  = arus pada titik daya maksimum [A]

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

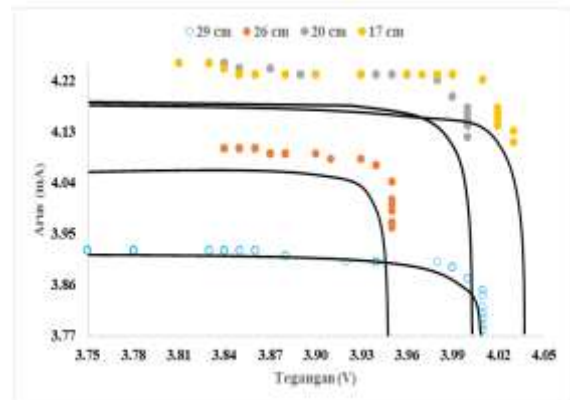
### A. Karakteristik I-V

Berikut ini ditampilkan karakteristik arus-tegangan (I-V) modul PV menggunakan ke empat jenis bohlam dengan daya komersil yang hampir sama sebagai input energi foton pembangkitan energi listrik PV pada 4 variasi jarak.

Baik bohlam Meval, Camus dan Hannochs menunjukkan karkateristik arus-tegangan yang hampir sama pada semua jarak. Namun, daya tertinggi diperoleh pada jarak 20 cm antara bohlam dan PV seperti pada Gbr 3, 4 dan 5. Arus listrik PV yang terbesar diperoleh pada bohlam Hannochs (10.52 mA).

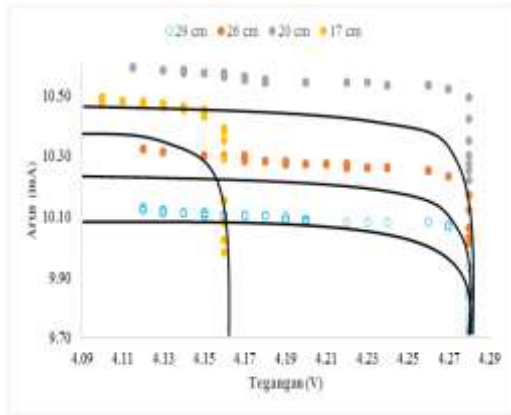


Gambar 3. Karakteristik I-V PV Poly dengan bohlam Meval



Gambar 4. Karakteristik I-V PV Poly dengan bohlam Camus

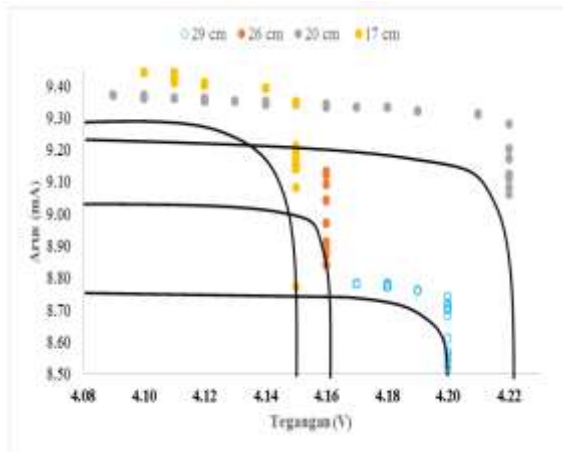
## Kaji Eksperimen Jarak Optimal Panen Energi Foton Bohlam LED untuk PV Polycrystalline



Gambar 5. Karakteristik I-V PV Poly dengan bohlam Hannocho

Karakteristik daya keluaran PV yang berbeda diperlihatkan dengan menggunakan sumber cahaya bohlam Philips (Gbr. 6). Daya keluaran optimal PV ada pada jarak terdekat dengan bohlamnya, yaitu 17 cm bukan 20 cm. Ini mengindikasikan bahwa sebaran energi foton pada permukaan panel surya boleh jadi lebih baik diserap panel PV pada jarak tersebut dibandingkan pada angka 20, 26 dan 29 cm. Bohlam jenis Philips tidak menjadi jaminan kualitas disini bahwa menjadi terbaik secara komersil melainkan hanya sebatas uji coba potensi energi foton pada daya tertentu.

Dalam hal arus keluaran yang dihasilkan panel PV, pemanfaatan bohlam LED Hannocho adalah yang tertinggi membangkitkan energi listrik pada PV dengan arus sekitar 10 mA, 10% lebih baik dari penggunaan LED Philips.



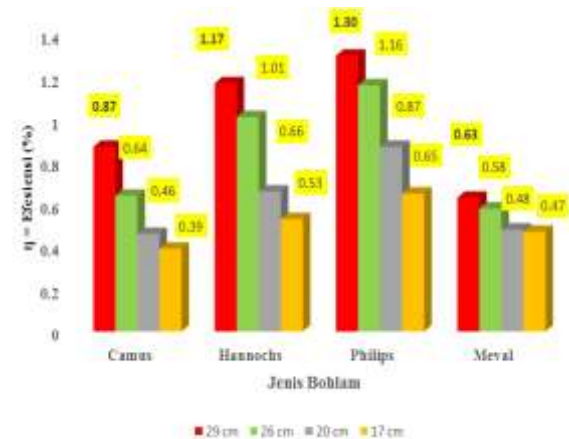
Gambar 6. Karakteristik I-V PV Poly dengan bohlam Philips

Arus listrik yang dibangkitkan memperlihatkan peningkatan yang cukup besar dibandingkan dengan metode penelitian yang hampir sama yang dilakukan oleh Piarah et al., [4], antara nilai sekitar 100  $\mu$ A hasil penelitian mereka, sementara pada studi ini mencapai sekitar 10 mA.

Mengenai tegangan listrik yang dibangkitkan PV terlihat terjadi pada penggunaan bohlam Meval, sebaliknya arusnya yang terkecil. Secara umum ditunjukkan bahwa bohlam LED jenis Philips memiliki faktor eksitasi elektron yang stabil pada PV sehingga total dayanya tertinggi dibandingkan dengan bohlam lainnya.

### B. Efisiensi panel PV

Angka efisiensi menunjukkan penampilan yang kontras dengan daya keluaran panel, dimana efisiensi tertinggi justru diperoleh pada jarak terjauh 29 cm panel ke bohlam (Gbr. 7). Efisiensi PV terbaik tetap dengan cahaya bohlam Philips sebesar 1.3% di ikuti Hannocho 1.17%. Nilai efisiensi ini masih tergolong kecil (indoor lights) jika dibandingkan dengan menggunakan sumber energi surya di ruangan terbuka (solar energy). Namun, paling tidak untuk pemenuhan *charging* perangkat elektronik seperti laptop, power bank dan *mobile phone* sudah tersedia.



Gambar 7. Efisiensi PV Poly dengan energi foton bohlam LED

## IV. KESIMPULAN

Dari penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa potensi untuk pemanfaatan cahaya bohlam LED sebagai penerangan di malam hari sekaligus sebagai sumber energi listrik baru – PLTBoh pada instalasi PV dalam ruangan tertutup terlihat cukup baik. Oleh karena itu penggabungan PV dengan energi surya di siang hari dan energi bohlam di malam hari akan membantu pengisian dan penyimpanan energi listrik pada baterai untuk ketersediaan energi listrik alternatif perangkat elektronik DC bahkan AC.

## V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, terutama Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin UNTAD. Penelitian ini adalah bagian dari penggunaan anggaran DIPA dengan nomor kontrak 764.y/UN28.2/PL/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Sado, L. H. Hassan, and S. Sado, "Photovoltaic panels tilt angle optimization," *E3S Web Conf.*, vol. 239, no. February, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202123900019.
- [2] G. Hailu and A. S. Fung, "Optimum tilt angle and orientation of photovoltaic thermal system for application in Greater Toronto Area, Canada," *Sustain.*, vol. 11, no. 22, 2019, doi: 10.3390/su11226443.
- [3] O. Z. Sharaf and M. F. Orhann, "Concentrated photovoltaic thermal (CPVT) solar collector systems: Part II - Implemented systems, performance assessment, and future directions," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 50, pp. 1566–1633, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2014.07.215.
- [4] W. H. Piarah, Z. Djafar, Syafaruddin, and Mustofa, "The characterization of a spectrum splitter of Techspec AOI 50.0mm square hot and cold mirrors using a halogen light for a photovoltaic-thermoelectric generator hybrid," *Energies*, 2019, doi: 10.3390/en12030353.
- [5] Mustofa, Z. Djafar, W. H. Piarah, and Syafaruddin, "A New Hybrid of Photovoltaic-thermoelectric Generator with Hot Mirror as Spectrum Splitter," *J. Phys. Sci.*, vol. 29, pp. 63–75, 2018.
- [6] Mustofa, Z. Djafar, Syafaruddin, and W. H. Piarah, "A new hybrid of photovoltaic-thermoelectric generator with hot mirror as spectrum splitter," *J. Phys. Sci.*, 2018, doi: 10.21315/jps2018.29.s2.6.
- [7] Mustofa, Iskandar, Muchsin, S. Suluh, and T. M. Kamaludin, "The effectiveness of a mini photovoltaic cell by using light LED bulbs as a source of photon energy," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 926, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/926/1/012090.
- [8] Usman, U., & Sirad, M. A. H. (2021, May). Characteristic Testing Of Simulation-Based Photovoltaic Models. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1125, No. 1, p. 012064). IOP Publishing.
- [9] M. Mustofa, A. Asmara, Y.A. Rahman, T. Kamaluddin, H. Hariyanto, Z. Djafar, W.H. Piarah, "Optimum Investigation LED Bulbs Light as Photon Energy on Photovoltaic Panel Installed Inside Buildings," *EPI Int. J. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 115–119, 2021, doi: 10.25042/10.25042/epi-ije.082021.02.