

---

## RANCANG BANGUN PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN TRANSDUSER 20 TERMOELEKTRIK DENGAN INVERTER 300W

Sri Hartanto, Achmad Rifai

Abstrak - Pada saat ini pemanfaatan energi terbarukan merupakan salah satu solusi untuk menggantikan sumber energi yang berasal dari fosil., salah satu contohnya yaitu energi panas dari matahari. Radiasi sinar matahari yang terpancar ke bumi dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik. Pembangkit yang digunakan untuk memanfaatkan panas matahari tersebut adalah pembangkit dengan transduser termoelektrik, dalam penelitian ini termoelektrik yang digunakan berjumlah 20 buah. Energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk disimpan dalam baterai yang kemudian dapat digunakan energinya menggunakan perangkat Inverter. Inverter adalah sebuah alat pengubah listrik yang merubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Pemanfaatan energi tersebut dilakukan dengan cara mengoneksikan pembangkit dengan baterai dan inverter yang kemudian dipasangkan beban berupa lampu. Pada pengujian ini pembangkit dengan 20 buah TEG menghasilkan tegangan sekitar 1,8 – 2V dengan suhu 59,5°C dan arusnya sekitar 21 – 22 mA yang kemudian dinaikkan tegangannya menggunakan modul MT3608 sehingga tegangannya bisa menjadi 15 – 17V yang digunakan untuk charger baterai. Meskipun baterai dapat tercharger, akan tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama untuk proses charger baterai karena output arus dari pembangkit termoelektrik masih kecil sekitar 21 – 22 mA.

Kata Kunci : Pembangkit, *Termoelektrik*, Inverter, baterai, Modul MT3608.

Abstract - At this time the use of renewable energy is one solution to replace energy sources that come from fossils, one example is thermal energy from the sun. Radiation from the sun that radiates to the earth can be used as a power plant. The generator used to utilize solar heat is a generator with a thermoelectric transducer, in this study 20 thermoelectrics were used. The electrical energy produced can be utilized to be stored in a battery which can then be used for energy using an inverter device. Inverter is an electrical converter that converts DC voltage into AC voltage. The energy utilization is carried out by connecting the generator with a battery and an inverter which is then attached to a load in the form of a lamp. In this test the generator with 20 TEG produces a voltage of around 1,8 – 2V with a temperature of 59,5°C and a current of about 21-22 mA which is then increased the voltage using the MT3608 module so that the voltage can be 15-17V which is used for battery chargers. Although the battery can be charged, ittakes a long time to process the battery charger because the current output from the thermoelectric generator is still small, around 21-22 mA.

Keywords: Generator, Thermoelectric, Inverter, battery, MT3608 Module.

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini pemanfaatan energi terbarukan masih sangat minim, salah satu contohnya yaitu energi panas dari matahari. Radiasi sinar matahari yang terpancar ke bumi dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik. Akan tetapi pemanfaatan energi dari panas Matahari masih sangat kurang. Padahal pemanfaatan energi matahari tidak cukup sampai itu saja. Radiasi panas matahari dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif dengan cara mengkonversi menjadi listrik. Salah satu metode yang dipakai adalah menggunakan transduser Termoelektrik. Termoelektrik dapat dimanfaatkan pada permukaan aspal yang panas akibat paparan cahaya matahari. Karakteristik aspal yang terdiri dari bahan hidrokarbon yang bersifat melekat, berwarna hitam, tahan terhadap air, dan viskoelastis memperlihatkan

kualitas dalam penyerapan pancaran radiasi dari matahari hampir 100%. Hal ini dikarenakan aspal memiliki permukaan yang tidak bersifat memantulkan cahaya.

Prinsip pembangkit termoelektrik mengacu pada efek Seebeck yang ditemukan pertama kali oleh Thomas Johann Seebeck pada tahun 1821. Efek Seebeck yaitu timbulnya arus listrik atau gaya gerak listrik yang disebabkan karena adanya dua temperatur yang berbeda antara dua material logam yang bersifat semikonduktor yang mendapat pengaruh dari temperatur lingkungan sekitar. Energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk disimpan dalam baterai yang kemudian dapat digunakan energinya memakai perangkat Inverter.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Energi Alternatif

Energi ini berperan menggantikan sumber energi konvensional. Energi alternatif saat ini yang sangat diminati untuk dibahas dan diteliti lebih lanjut yaitu energi alternatif panas matahari dan panas bumi. Panas matahari berperan besar dalam

mengkonversi energi panas sebagai sumber energi terbarukan. Seperti halnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya rangkaian sel fotovoltaic atau cahaya listrik menjadi komponen penting dalam perangkat yang mengandalkan panas matahari untuk beroperasi. [1]

Kelebihan dari energi panas atau radiasi yang dipancarkan oleh matahari yaitu :

1. Meminimalisir Ketergantungan Manusia Terhadap Bahan Bakar Fosil Tidak bisa dipungkiri jika sampai saat ini, bahan bakar fosil merupakan salah satu jenis sumber energi yang masih paling banyak digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari – hari.

2. Mengurangi Polusi Udara Menggunakan energi matahari untuk menghasilkan tenaga listrik mampu meminimalisir emisi bahaya. Pasalnya proses menghasilkan listrik tidak menimbulkan emisi bahaya, mengingat bahwa sumber energi yang digunakan bersifat alami.

3. Membantu Memperlambat Perubahan Iklim Dengan mengurangi polusi udara dan mengurangi jejak karbon rumah tangga, kelebihan energi matahari adalah membantu memperlambat perubahan iklim yang terjadi. Pasalnya pelepasan gas berbahaya seperti karbon dioksida, metana, serta dinitrogen oksida ke atmosfer tidak hanya berkontribusi terhadap polusi udara semata. [1]

### 2.2. Efek Termoelektrik

Inovasi termoelektrik bekerja dengan mengubah energi panas menjadi energi secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari energi menjadi dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan tenaga, bahan termoelektrik pada dasarnya diposisikan sedemikian rupa sehingga dapat menghubungkan sumber panas dan sumber dingin. Dari rangkaian, ukuran daya tertentu akan dibuat oleh jenis bahan yang digunakan. Dibuat oleh pendingin termoelektrik tidak sepenuhnya berbeda. Jika bahan termoelektrik diisi, panas di sekitarnya akan dipertahankan. Dengan cara ini, untuk mendinginkan

udara, tidak diperlukan blower pendingin seperti pada mesin pendingin tradisional.[2]

Untuk alasan usia daya, sebagian besar bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang dapat menyalurkan aliran listrik namun cacat. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe-N dan tipe-P. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor asing. Masalah untuk termoelektrik adalah menemukan bahan yang cocok untuk bekerja pada suhu tinggi. Secara umum, beberapa material pembangkit termoelektrik yang telah diproduksi menggunakan :

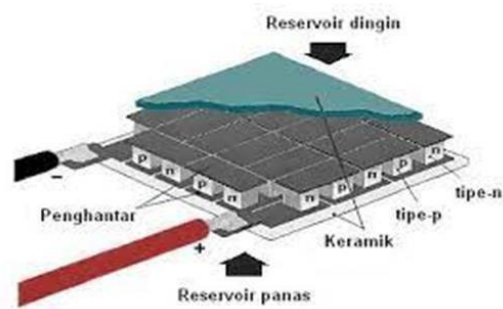
1. Silicon Germanium
2. Lead Telluride
3. Bismuth Telluride Alloys [2]

### 2.3. Elemen termoelektrik

Komponen termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe-N dan tipe-P yang dilapisi dengan konveyor tembaga di bagian atas dan dasar sebagai kontak antara tipe-N dan tipe-P. Saluran tembaga dalam termoelektrik membantu elektron yang bergerak untuk memiliki opsi untuk bergerak tanpa syarat. Setiap kali tiang logam dipanaskan dan didinginkan padadua poros batang logam, elektron di sisi panas logam akan bergerak secara efektif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi daripada di sisi dingin dari logam.[1]

Munculnya medan listrik dalam logam disebabkan oleh penyebaran elektron dari sisi panas ke sisi dingin. Dispersi elektron terjadi karena elektron pada sisi panas memiliki kecepatan aliran yang tinggi. Interaksi yang terjadi pada alat termoelektrik adalah mengamati besarnya tegangan yang selanjutnya relatif terhadap kemiringan suhu. Panas yang masuk di satu sisi akan dihilangkan dari sisi yang berlawanan. Interaksi ini akan menciptakan tegangan yang melewati persimpangan termoelektrik. Tegangan yang timbul karena tumbukan Sebeck

adalah tegangan relatif terhadap kontras suhu antara dua persimpangan. [1]



Gambar 2. 1 Struktur Termoelektrik [1]

Semua ikatan dalam padatan atau padatan yang berbeda adalah karena kekuatan listrik dan bergantung pada jumlah elektron eksternal dalam desain nuklir. Bahan kuat yang dimaksud adalah bahan kuat seperti separator, semikonduktor atau superkonduktor. Konstituen bahan kuat dibagi menjadi dua bagian, yaitu padatan khusus seperti kaca dan padatan tak berbentuk. Bahan kuat seperti kaca adalah bahan yang kuat dengan struktur molekulnya yang terorganisir dalam cara yang lama dan sering berulang, pada bahan seperti Silikon, Germanium, Gallium, Arsenide, dll. Sementara itu, padatan tak berbentuk memiliki struktur molekul yang diatur dalam permintaan singkat dan jangan mengulang sesekali, seperti Amorphos Silicon. [3]

Semikonduktor dipisahkan menjadi dua, khususnya semikonduktor yang melekat (lokal) dan asing (non-lokal). Semikonduktor bawaan adalah semikonduktor murni dengan empat elektron valensi, seperti silikon dan germanium, keduanya terletak di bagian keempat tabel intermiten. Silikon dan germanium dibentuk oleh tetrahedron di mana setiap molekul akan memberikan elektron valensi ke iota yang berdampingan. [3]

Semikonduktor asing adalah semikonduktor tercemar di mana elektron ditambahkan. Cara paling umum untuk menambahkan elektron disebut Doping untuk mendapatkan elektron valensi bebas

yang lebih tahan lama, yang seharusnya memiliki opsi untuk mentransmisikan aliran listrik. Doping dibedakan menjadi dua macam, yaitu tipe-N dan tipe-P, dimana semikonduktor tipe-N memberikan muatan negatif dan merupakan pemberi untuk mengantarkan elektron sedangkan semikonduktor tipe-P menghasilkan muatan positif. [3]

Dalam penjelasan semikonduktor, cenderung beralasan bahwa di dalam sel Peltier terdapat bahan semikonduktor tipe N dan tipe P yang apabila kedua jenis tersebut diberi aliran listrik akan menimbulkan kontras yang diharapkan.[3] Besar kecilnya energi yang didapat pada sebuah pembangkit akan berpengaruh terhadap daya output yang akan dihasilkan.

#### 2.4. Generator Termoelektrik

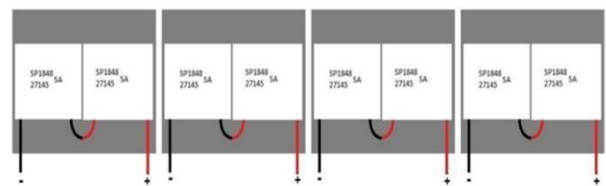
Generator termoelektrik adalah pembangkit listrik yang menggunakan standar Seeback. Penggunaan aturan dampak Seeback dalam kerangka usia tenaga termoelektrik adalah bahwa dengan asumsi dua bahan logam yang terbuat dari semi-konduktor dipengaruhi oleh iklim umum pada berbagai suhu, aliran atau daya gerak listrik akan mengalir dalam bahan. Pemanfaatan pembangkit termoelektrik dapat dimanfaatkan secara luas, terutama pada pembangkit yang membutuhkan energi panas sebagai sumber energi dasarnya untuk diubah menjadi energi listrik. Pada umumnya bahan yang digunakan pada termoelectric generator menggunakan 3 macam bahan, yaitu :

1. Silicon Germanium
2. Lead Telluride
3. Bismut Telluride

Setiap kali generator termoelektrik diletakkan pada benda panas, generator termoelektrik akan mengubah energi menjadi energi panas di satu sisi dan sisi yang berlawanan dingin, pada pembagi termoelektrik yang dingin disebarluaskan dengan heatsink dan kipas kemudian kipas mengalir ke dingin heatsink sehingga pembagi sisi virus termoelektrik tetap

stabil. Sehingga sisi panasnya dapat menghasilkan energi listrik yang paling besar dan selanjutnya daya tersebut dapat digunakan untuk menyalakan lampu atau menyimpannya di baterai. Termoelektrik dihubungkan secara seri menghasilkan nilai kapasitansi absolut yang lebih sederhana. [3]

Berikut adalah rangkaian seri dari termoelektrik:



Gambar 2. 2 Rangkaian seri Termoelektrik

Manfaat menggunakan paket seri adalah menghemat lebih banyak daya pada baterai. Manfaat lain adalah pekerjaan yang singkat, dan tidak memerlukan banyak konektor pada konektor saluran. Selain menikmati manfaat, rangkaian ini juga memiliki kekurangan, sedangkan kekurangan pada rangkaian ini adalah mengurangi kapasitas bagian yang sebenarnya karena mendapat tegangan yang lebih kecil. Sebab harus berbagi dengan komponen lainnya. [3]

#### 2.5. Baterai (Aki)

Baterai (aki) merupakan salah satu sumber energi listrik arus searah (DC). Baterai juga memiliki fungsi sebagai penyimpan energi listrik. Baterai yang digunakan disini adalah baterai (aki) 12V 9Ah. [4] Aki mempunyai kapasitas sebuah sel diukur dalam jam-Ampere (Ah), kapasitas disini adalah jumlah Ah yang dapat diberikan oleh sebuah sel yang berisikan muatan sampai tegangannya menurun kira-kira menjadi 1,83 V (99,1%). Jika aki dengan kapasitas 9 Ah dapat memberikan arus 3 A selama 3 jam. [5]

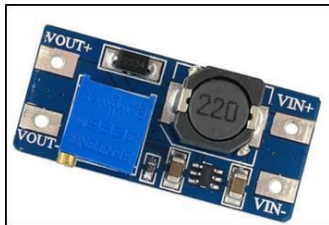
#### 2.6. Inverter

Inverter adalah sebuah alat pengubah listrik yang merubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan nilai frekuensi yang

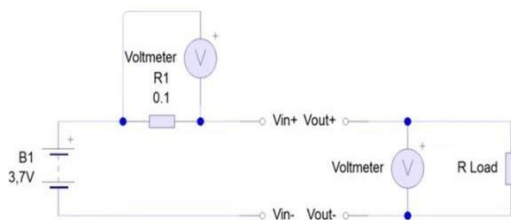
dapat dirubah. Inverter menerima sumber tegangan DC sebagai tegangan input yang diperoleh dari akumulator (aki), Dengan proses switching dari komponen semikonduktor yang ada pada rangkaian inverter. [6]

**2.7. Step Up Modul MT3608**

Modul ini digunakan untuk menaikkan nilai tegangan DC. Dengan modul ini kita bisa menyambungkan tegangan kecil dan diubah menjadi tegangan yang lebih besar hingga 28V.



Gambar 2. 3 Step Up Module (MT3608) Tegangan adjustable modul ini adalah 2V-24V hingga 5V-28V. Modul ini digunakan untuk menaikkan tegangan output pembangkit yang digunakan untuk charger baterai.



Gambar 2.4 Skema koneksi Step Up MT3608 untuk pengujian beban

Untuk penggunaan modul ini bisa dilihat pada gambar 2.4, modul ini dirangkai secara seri dengan sumber tegangann ke beban. Dimana Tegangan sumber dihubungkan ke V in pada modul, dan V out modul dihubungkan ke beban. Berikut adalah Tabel spesifikasi dari module tersebut:

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1. Prosedur Peneletian**

Pada bab ini akan membahas tentang proses perancangan panel sisitem termoelektrik hingga cara pembuatannya. Langkah – langkah yang pertama adalah studi literatur. Proses ini merupakan

tahapan awal dari langkah penelitian yang akan dilakukan. Studi litterratur merupakan proses pembekalan dengan cara mencari referensi – referensi berupa buku, jurnal, artikel yang berkaitan dengan pengetahuan dasar pembangkit energi alternatif ini. Selanjutnya dilakukan penentuan lokasi atau tempat serta waktu penelitian. Penentuan lokasi dan waktu untuk penelitian dilakukan dengan cara mencari lokasi atau tempat yang strategis dan luas, yang mendapati pancaran sinar matahari secara langsung. Penentuan lokasi atau tempat dan waktu dimaksudkan untuk mendapati panas yang cukup baik yang nantinya akan diserap oleh aspal. Penelitian dilakukan di tempat kerja peneliti.

Kemudian melakukan desain alat yaitu berupa penempatan aspal sebagai kolektor atau media panas, mendesain tempat penempatan tanah sebagai sumber suhu yang dingin, mendesain resevoir dingin dan mendesain panel termoelektrik yang disusun secara serial. Ukuran penempatan aspal dan wadah tanah akan didesain sesuai ukuran standar rancang bangun yaitu sekitar 50cm x 50cm dengan kedalaman yang berbeda. Kedalaman penampungan aspal 5cm dan kedalaman wadah tanah sekitar 25cm. Selanjutnya mendesain reservoir dingin menggunakan material aluminium dengan ketebalan sekitar 1mm dengan panjang dan lebarnya sekitar 30cm. Dibawah permukaan reservoir dingin akan dipasang sebuah pelat aluminium yang dirangkai atau dibentuk secara zig zag. Tahapan perancangan terdiri dari dua tahap yaitu perancangan perangkat elektronik nya dan perancangan perangkat keras. Perangkat keras seperti bak penampungan aspal dan wadah tanah serta reservoir dingin yang disusun berlapis – lapis. Perangkat elektronik berupa termoelektrik diletakkan pada permukaan bawah penampungan aspal dan permukaan atas reservoir dingin. Urutan lapisan pada rancang bangun ini yaitu lapisan atas berupa tempat penampungan

aspal, lapisan tengah yaitu reservoir dingin, dan lapisan bawah adalah tempat penampungan es batu. Termoelektrik diletakkan pada permukaan atas resevoir dingin yang sisi dingin akan menempel pada sisi reservoir dingin. Sisi panas akan berinteraksi langsung dengan bak penampungan aspal.

**3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian**

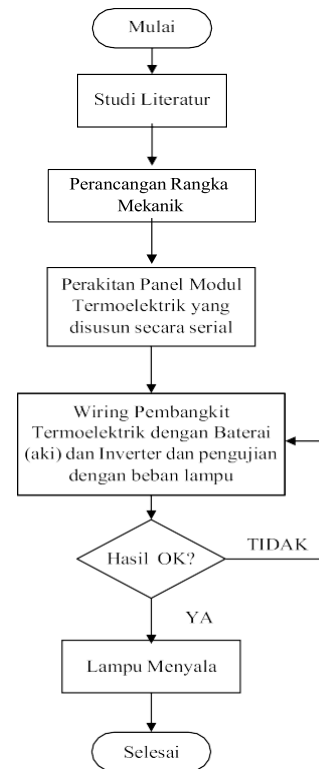
Penentuan lokasi atau tempat serta waktu penelitian. Penentuan lokasi dan waktu untuk penelitian dilakukan dengan cara mencari lokasi atau tempat yang strategis dan luas, yang mendapati pancaran sinar matahari secara langsung. Penentuan lokasi atau tempat dan waktu dimaksudkan untuk mendapati panas yang cukup baik yang nantinya akan diserap oleh aspal. Penelitian dilakukan di tempat kerja peneliti yaitu di Apartemen Maple Park, Jalan HBR Motik No.02 RT.18 RW.05 Sunter Agung, Tanjung Priok, Jakarta Utara. Waktunya dilakukan sekitar jam 11.00 – 15.00 WIB.

**3.3. Teknik Pengambilan Data**

Apabila perakitan rancang bangun sudah selesai, kesatuan unit perangkat panel termoelektrik akan diletakkan pada lokasi yang telah ditentukan dan selanjutnya akan dilakukan pengambilan data dengan cara melakukan pengukuran dengan menggunakan Multitester Digital pada keluaran tegangan perangkat panel termoelektrik.

Pengukuran dan pengambilan data berupa arus dan tegangan dilakukan pada waktu dan tempat yang telah ditentukan dengan cara mengoneksikan dengan inverter untuk outputnya yang kemudian dipasangkan beban berupa lampu. Kriteria hasil pengambilan data ini adalah mendapatkan tegangan dan arus yang diinginkan dari sebuah perbedaan suhu atau temperatur yang diserap oleh termoelektrik, serta pemasangan Inverter digunakan sebagai pengubah dari tegangan DC ke tegangan AC untuk menyalakan beban berupa lampu penerangan. Penempatan aspal, sistem termoelektrik, reservoir dingin,

penampungan tanah atau air merupakan satu integrasi yang dirakit menjadi satu kesatuan. Secara ringkas akan dijelaskan oleh flowchat berikut ini :



Gambar 3.1 Flow Chart Pembangkit Termoelektrik

**3.4. Realisasi Alat dan Sistem**

Alat yang digunakan dalam penelitian pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin pemotong aluminium
2. Mesin pelipat aluminium
3. Termometer
4. Multimeter
5. Penggaris
6. Box penghubung
7. Solder
8. Mesin bor aluminium
9. Tang

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut :

1. Termoelektrik Cooler (TEG)
2. Aluminium
3. Aspal
4. Air Es / Es Batu
5. Lem
- 6 Styrofoam Box

7. Tenol
8. Paku
9. Kabel
10. Step Up DC to DC (MT3608)
11. Lampu 5 W , 10W, & 15W
12. Inverter 300 W
13. Baterai (aki) 12V/9Ah.

### 3.5. Proses Pengujian Alat

Proses pengujian alat dilakukan dengan cara pengukuran nilai tegangan dan arus pada termoelektrik yang telah dirangkai secara serial dimaksudkan untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan oleh termoelektrik. Pengukuran dilakukan pada saat radiasi matahari penuh (siang hari) dengan menggunakan aspal sebagai media penyerap panas, dan es batu sebagai reservoir dingin yang nantinya akan tersambung pada termoelektrik, panel termoelektrik dirangkai secara serial, multimeter digunakan untuk instrumen pengukuran hasil kerja. Pengukuran dilakukan dengan mengukur nilai tegangan pada output pembangkit termoelektrik dan output dari step up module MT3608 dengan jumlah 20 buah termoelektrik. Selanjutnya yaitu pengujian 20 buah termoelektrik dengandihubungkan ke battery dan inverter dan beban lampu.

#### 3.5.1. Pengujian Tegangan Output Pembangkit

Dalam tahap pengujian ini dilakukan dengan cara Pembangkit diletakkan dibawah terik matahari, pengujian ini dilakukan hanya sampai ke output dari module MT3608.



Gambar 3. 2 Tegangan pembangkit pada output modul MT3608

Pada gambar 3.2, menunjukkan hasil dari step up modul MT3608, dimana yang sebelumnya tegangan pembangkit hanya berkisar 1,8V dinaikkan menjadi sekitar 15V.

#### 3.5.2. Pengujian Tegangan Output Pembangkit Untuk Charger Baterai

Dalam tahap pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama dengan tahap sebelumnya, akan tetapi untuk rangkaiannya dilakukan sampai dengan menghubungkan ke baterai.



Gambar 3. 3 Pengujian Tegangan Output Pembangkit

Pada gambar diatas merupakan salah satu hasil pengukuran tegangan dari Output Pembangkit.

#### 3.5.3. Pengujian Tegangan Pembangkit Terhadap Inverter tanpa Menggunakan Baterai

Dalam tahap ini pengujian dilakukan dengan cara merangkai pembangkit ke module MT3608 dan inverter dan dengan beban lampu tanpa menggunakan baterai.



Gambar 3. 1 Tegangan pembangkit sebelum terkoneksi ke inverter

Pada gambar 3.4, didapatkan hasil pengukuran tegangan pembangkit sebelum terkoneksi dengan inverter. Kemudian pengukuran tegangan pembangkit setelah

terkoneksi dengan inverter akan ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3. 2 Tegangan pembangkit setelah terkoneksi dengan inverter

Pada gambar 3.5, menunjukkan pengukuran tegangan dari output pembangkit setelah terkoneksi dengan inverter.

**3.5.4. Pengujian Daya PemakaianBaterai**

Pengujian tahap ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas pemakaian dari baterai untuk melayani beban yang tersambung. Dilakukan pengujian dengan beban lampu. Waktu pemakaian baterai dapat dihitung menggunakan rumus  $P = V \times I$ .



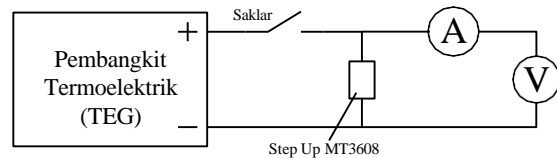
Gambar 3. 3 Pengujian Pemakaian Baterai

Waktu pemakaian tergantung pada jumlah watt beban dan kapasitas baterai. Dimana disini baterai yang digunakan 12V 9A, jadi:  $9A \times 12V = 108 \text{ Watt/jam}$ , Untuk pemakaian menggunakan lampu LED 5 watt, jadi waktu pemakaiannya bisa diketahui dengan perhitungan berikut:  
 $108 \text{ Watt} : 5 \text{ Watt (lampu)} = 21,6 \text{ jam}$   
Efisiensi inverternya adalah 90%  
Jadi  $21,6 \text{ jam} \times 0,9 = 19,44 \text{ jam}$ .  
Dan perlu diingat bahwa pemakaian jumlah watt dari peralatan atau beban selalu harus lebih rendah dari jumlah watt yang tertera di inverter.

**4. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Pengujian Tegangan Output Pembangkit**

Pengujian yang dilakukan disini adalah pembangkit dikoneksikan ke module MT3608 untuk menaikkan output tegangannya, dirangkai seperti gambar berikut:



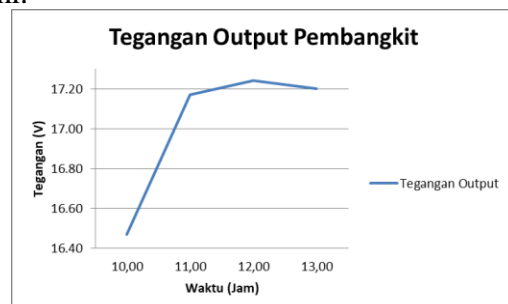
Gambar 4. 1 Skema Pengujian Tegangan Output Pembangkit

Dimana hasil pengukurannya sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengukura Tegangan Output Pembangkit

| Waktu             | Suhu Aspal | Arus     | Tegangan Output Pembangkit | Tegangan Output MT3608 |
|-------------------|------------|----------|----------------------------|------------------------|
| 10.00 WIB         | 57,9 °C    | 21,25 mA | 1,83 VDC                   | 16,47 VDC              |
| 11.00 WIB         | 58,5 °C    | 21,80 mA | 1,96 VDC                   | 16,92 VDC              |
| 12.00 WIB         | 59,5 °C    | 22,53 mA | 2,05 VDC                   | 17,24 VDC              |
| 13.00 WIB         | 58,8 °C    | 22,36 mA | 1,94 VDC                   | 17,20 VDC              |
| Nilai Rata - rata | 58,67 °C   | 21,98 mA | 1,945 VDC                  | 16,95 VDC              |

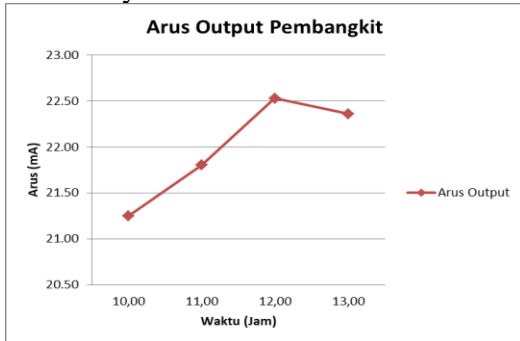
Pada Tabel 4.1 kita dapat melihat tegangan dan arus dari pembangkit termoelektrik memiliki nilai terbesar pada pukul 12.00 WIB dikarenakan panas matahari mencapai suhu tertinggi pada pukul 12.00 WIB. Alat yang digunakan pada pengukuran ini adalah thermo gun, dan Multimeter digital dan Hasilnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Output pembangkit TEG



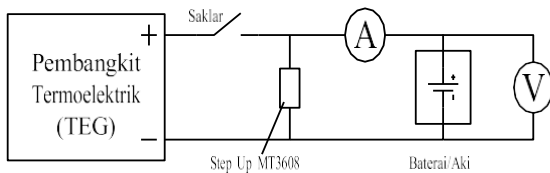
Dari grafik tersebut dapat disimpulkan, semakin TEG mendapatkan panas yang tinggi maka akan semakin tinggi juga tegangannya begitu juga berlaku untuk nilai arusnya.



Gambar 4. 3 Grafik Output Pembangkit

#### 4.2. Hasil Pengujian Tegangan Output Pembangkit Terhadap Tegangan Charger Baterai

Pengujian ini dilakukan dengan cara pembangkit diletakkan dibawah terik matahari, dan dirangkai sesuai gambar berikut:



Gambar 4. 4 Skema Pengujian Tegangan Charger Baterai

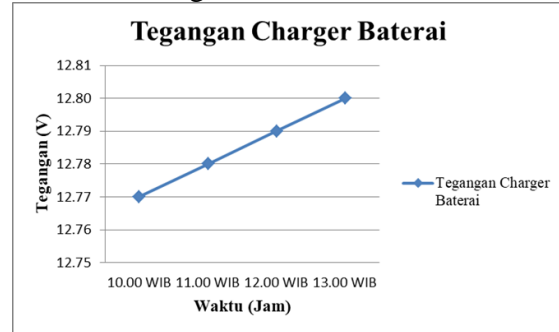
Kemudian secara bertahap dilakukan pengukuran tegangan dan arus dimana hasilnya ditunjukkan pada table berikut:

Tabel 4. 2 Pengujian tegangan output pembangkit

| Waktu             | Tegangan  | Arus   |
|-------------------|-----------|--------|
| 10.00 WIB         | 12,77 VDC | 1,2 mA |
| 11.00 WIB         | 12,78 VDC | 1,4 mA |
| 12.00 WIB         | 12,79 VDC | 1,6 mA |
| 13.00 WIB         | 12,80 VDC | 1,4 mA |
| Nilai Rata - rata | 12,78 VDC | 1,4 mA |

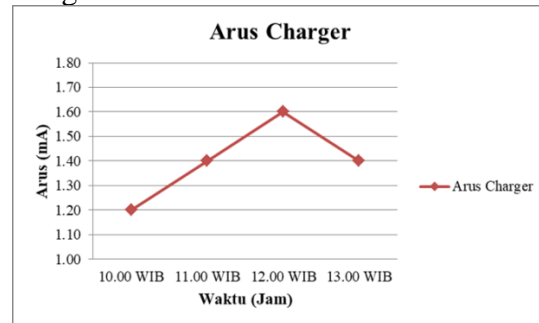
Pada tabel 4.2, menunjukkan hasil tegangan dan arus dari pembangkit pada saat dikoneksikan ke baterai digunakan untuk charger baterai. Dari table 4.2 kita dapat melihat bahwa nilai dari arus output

pembangkit masih cukup kecil, ini menyebabkan penchargeran baterai membutuhkan waktu yang cukup lama. Alat ukur yang digunakan disini adalah Multimeter digital.



Gambar 4. 5 Grafik Tegangan Charger

Pada gambar 4.5, kita dapat melihat tegangan untuk charger bisa terus meningkat, akan tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan arus pada charger baterai masih relatif kecil.

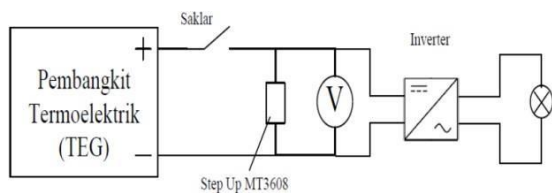


Gambar 4. 6 Grafik Arus Charger

Dari gambar 4.6, kita dapat melihat bahwa untuk arus charger baterai tidak stabil karena pengaruh kinerja dari step up modul MT3608. Jika input untuk step up MT3608 semakin tinggi dan stabil, maka arus yang dihasilkan juga akan semakin stabil juga.

#### 4.3. Pengujian Tegangan Pembangkit Terhadap Inverter tanpa Menggunakan Baterai

Dalam pengujian ini pembangkit di koneksikan langsung ke inverter tanpa menggunakan baterai seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. 7 Skema Pengujian Pembangkit terhadap Inverter Tanpa Baterai

Dari gambar diatas proses pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan output pembangkit sebelum terkoneksi dengan inverter dan pengukuran tegangan output pembangkit setelah dikoneksikan ke inverter.

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran tegangan Output Pembangkit yang terkoneksi Inverter

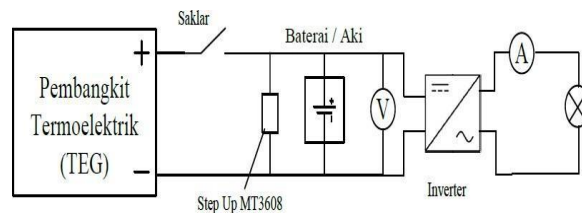
| Daya Lampu        | Tegangan Output Pembangkit | Tegangan Sebelum Terkonek Inverter (V <sub>0</sub> ) | Tegangan Sesudah Terkonek Inverter (V <sub>1</sub> ) | Kondisi Lampu |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|
| 5 Watt            | 1,837 VDC                  | 12,50 VDC                                            | 1,53 VDC                                             | Mati          |
| 10 Watt           | 1,845 VDC                  | 12,49 VDC                                            | 1,50 VDC                                             | Mati          |
| 15 Watt           | 1,823 VDC                  | 12,56 VDC                                            | 1,58 VDC                                             | Mati          |
| Nilai Rata - rata | 1,835 VDC                  | 12,52 VDC                                            | 1,53 VDC                                             |               |

Pada tabel 4.3, dapat dilihat untuk pengujian Output pembangkit jika langsung dikoneksikan ke beban inverter lampu tidak akan menyala. Tegangan output pembangkit hanya bisa digunakan

untuk mencharger baterai. Jika untuk melayani beban inverter harus dikoneksikan dengan baterai terlebih dahulu. Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu Multimeter digital.

#### 4.4. Hasil Pengujian Daya Pemakaian Baterai

Dalam pengujian ini dilakukan dengan cara merangkai beban berupa lampu pada output dari inverter seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. 1 Skema pengujian pemakaian baterai dengan beban lampu

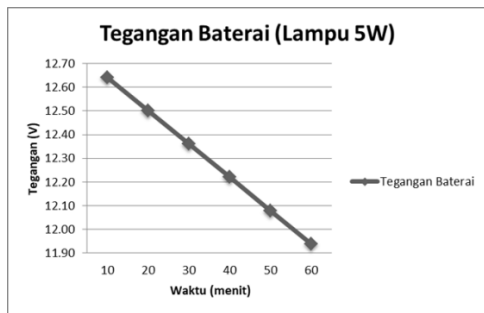
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian pemakaian baterai untuk lampu

| No.               | Daya Lampu (Watt) | Tegangan (V) | Arus (A) | Waktu (menit) |
|-------------------|-------------------|--------------|----------|---------------|
| 1                 | 5                 | 12,64        | 0,31     | 10            |
|                   |                   | 12,50        | 0,32     | 20            |
|                   |                   | 12,36        | 0,33     | 30            |
|                   |                   | 12,22        | 0,31     | 40            |
|                   |                   | 12,08        | 0,33     | 50            |
| 2                 | 10                | 11,94        | 0,32     | 60            |
|                   |                   | 12,85        | 0,39     | 10            |
|                   |                   | 12,64        | 0,38     | 20            |
|                   |                   | 12,43        | 0,39     | 30            |
|                   |                   | 12,22        | 0,38     | 40            |
| 3                 | 15                | 12,01        | 0,40     | 50            |
|                   |                   | 11,80        | 0,39     | 60            |
|                   |                   | 12,75        | 0,45     | 10            |
|                   |                   | 12,55        | 0,46     | 20            |
|                   |                   | 12,29        | 0,48     | 30            |
| Nilai Rata - rata |                   | 12,05        | 0,46     | 40            |
|                   |                   | 11,79        | 0,48     | 50            |
|                   |                   | 11,54        | 0,47     | 60            |
| Nilai Rata - rata |                   | 12,25        | 0,39     |               |

Pada tabel 4.4, menunjukkan nilai dari

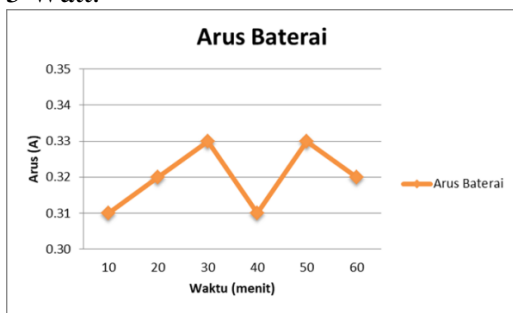
tegangan dan arus pada baterai ketika dipasangkan dengan beban lampu dengan beberapa waktu tertentu. Alat yang digunakan untuk hasil pengukuran dari tabel diatas yaitu Tang Ampere dan Multimeter digital. Dari hasil pengukuran diatas dapat digambarkan grafik dari tegangan dan arus sebagai berikut:

1. Grafik tegangan dan arus untuk lampu dengan daya 5 Watt



Gambar 4. 9 Tegangan Baterai saat pengujian lampu 5W

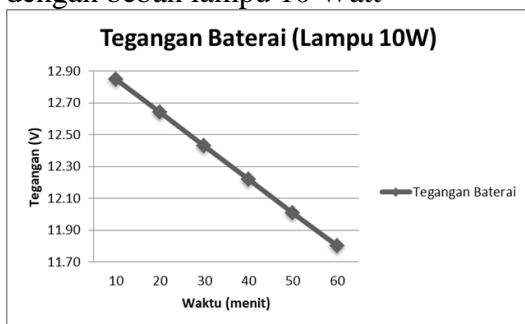
Dari grafik diatas dapat disimpulkan tegangan semakin lama semakin menurun dengan adanya beban lampu 5 Watt.



Gambar 4. 10 Arus baerai saat pengujian lampu 10W

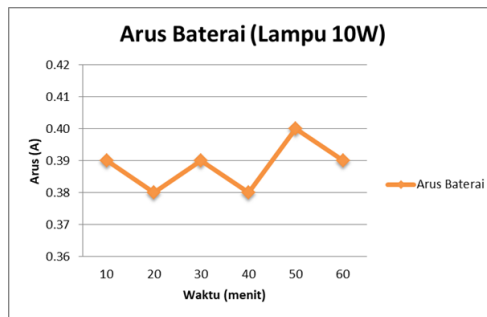
Grafik diatas menunjukkan pengaruh waktu terhadap arus baterai saat terbebani lampu 5W, semakin lama pemakaian lampu maka arus baterai akan semakin menurun.

2. Grafik tegangan dan arus baterai dengan beban lampu 10 Watt



Gambar 4. 11 Grafik tegangan saat pengujian lampu 10W

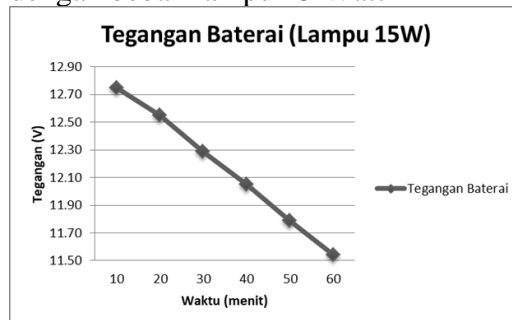
Dari grafik diatas dapat kita lihatbahwa penurunan tegangan dengan beban lampu 10W sedikit lebih cepat jika dibandingkan dengan penurunan tegangan dengan beban lampu 5W.



Gambar 4. 12 Grafik Arus saat pengjian lampu 10W

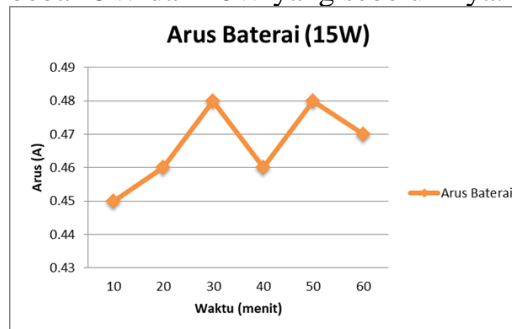
Begitupun juga untuk arusnya semakin lama pemakaian baterai dengan dibebani lampu maka nilai arus akan semakin menurun.

3. Grafik tegangan dan arus baterai dengan beban lampu 15 Watt



Gambar 4. 13 Grafik Tegangan saat pengujian Lampu 15W

Menurut grafik diatas, untuk beban 15W penurunan tegangan menjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan beban 5W dan 10W yang sebelumnya.



Gambar 4. 14 Grafik Arus saat pengujian lampu 15W

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian kali ini baterai dapat tercharger, akan tetapi membutuhkan

waktu yang cukup lama untuk proses charger baterai karena output arus dari pembangkit termoelektrik masih kecil sekitar 21 – 22 mA.

2. Dalam pengujian ini dapat diketahui nilai tegangan output dari pembangkit sekitar 1,8 – 2 V. Dimana untuk melakukan charger baterai/aki, ditambahkan modul MT3608 guna untuk menaikkan tegangan output yang masih kecil tadi menjadi 12 – 18 V.
3. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa, dengan jumlah 20 TEG bila suhu aspal mencapai suhu 59,5°C, pembangkit dapat menghasilkan tegangan hingga 2V dan dinaikkan dengan MT3608 bisa mencapai hingga 18V.

## 5.2. Saran

Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya adalah : Untuk mendapatkan daya yang maksimal, dan dalam skala besar sebaiknya menambah jumlah dari TEG, dan menambah luas penampangnya juga agar tegangannya juga maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunawan, Adhi “Penggunaan Energi Panas Pada Aspal Jalan Raya Sebagai Energi Alternatif”. Banda Aceh Fakultas Teknik Unsyiah, 2013.
- [2] Aprianus, Rivaldo MB, Priskilla HS, Andreas Setiawan “Panen Energi Listrik Alternatif dengan Memanfaatkan Teknologi Termoelektrik Pada Aspal Jalan Raya”. Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana.
- [3] “Bab 2 Teknologi Termoelektrik”. Untag Surabaya.  
Aprianus, Rivaldo MB, Priskilla HS, Andreas Setiawan “Panen Energi Listrik Alternatif dengan Memanfaatkan Teknologi Termoelektrik Pada Aspal Jalan Raya”. Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana.
- [4] Mundus, Ray “Rancang Bangun Inverter Dengan Menggunakan

Sumber Baterai DC”. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

- [5] Apriani, Yosi “Inverter Berbasis Accumulator sebagai Alternatif Penghemat Daya Listrik Rumah Tangga” Palembang Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
- [6] Septarangga, Yulis “Inverter Dengan Tegangan Masukan 12V DC Dan Tegangan Keluaran AC Dengan Frekuensi Yang Dapat Diatur” Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma
- [7] Wiharja Ujang, Rifaldi Ahmad, “Perancangan PLTS untuk Penerangan listrik Kapal Perintis”.
- [8] Al Bahar Abdul Kodir, Kusumah Candra Wijaya, “ Perencanaan PLTS untuk rumah tinggal dengan kapasitas daya terpasang 450VA.