

Prototype Hybride Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas dan Angin Dengan Kompor Listrik dan *Exhaust Fan*

¹Fajar Nasrillah

¹Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

E-mail: *fajar.nasrillah85@gmail.com

Abstrak – Termoelektrik generator (juga disebut *Seebeck generator*) adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut efek *Seebeck*. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain dan terjadi perbedaan temperatur di antara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik. Generator tenaga angin adalah pemanfaatan angin untuk menyediakan tenaga mekanik melalui turbin angin untuk menghidupkan generator listrik menjadi tenaga listrik. Pemanfaatan termoelektrik generator dan generator angin dengan penunjang mekanik, *hardware* dan *software* diharapkan mampu menghasilkan tegangan yang *continue* dan stabil agar memenuhi syarat sebagai sumber energi alternatif. Hasil dari uji coba prototype ini dengan melakukan percobaan, yang mana media sumber panas menggunakan kompor listrik DC dan penggerak generator angin menggunakan ujung baling-baling kipas yang dikopel, mampu menghasilkan tegangan >2 volt DC (hasil dari termoelektrik) dan >12 volt DC (hasil dari generator angin), tegangan tersebut di *step-up* dan di *step-down* menjadi =12 volt DC kemudian *charging* ke baterai *lithium-ion*, dari baterai *lithium-ion* di konversikan menggunakan inverter DC menjadi AC yang bisa dimanfaatkan untuk energi konvensional pengisian *handphone* atau penerangan rumah, tidak diperuntukkan untuk mensupply peralatan elektronik TV, *computer*, radio dan lain-lain. Dalam pengujian termoelektrik generator dan generator angin, agar dapat dikelola menghasilkan *output* yang *continue* dan stabil menggunakan penunjang mikrokontroler arduino mega untuk mengontrol suhu dan RPM dari termoelektrik generator dan generator angin. Penelitian energi alternatif ini penting untuk dapat dikembangkan dan diterapkan, mengingat bahan bakar dari fosil yang diambil dari perut bumi lama kelamaan pasti akan berkurang. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi untuk perkembangan energi alternatif di masa depan.

Kata Kunci — *Pembangkit Listrik Tenaga Panas dan Angin*

Abstract – A thermoelectric generator (also called a *Seebeck generator*) is an electrical generator device that converts heat (temperature difference) directly into electrical energy, using a phenomenon called the *Seebeck effect*. If there are two different materials which then both ends are connected to each other and there is a temperature difference between these two connections, an electric current will occur. Wind power generator is the use of wind to provide mechanical power through a wind turbine to turn an electric generator into electrical power. Utilization of thermoelectric generators and wind generators with mechanical support, hardware and software is expected to be able to produce a continuous and stable voltage to meet the requirements as an alternative energy source. The results of this prototype test are carried out by conducting experiments, where the heat source media uses a DC electric stove and the wind generator drives using the ends of the coupled fan blades, capable of producing a voltage of > 2 volts DC (the result of thermoelectricity) and > 12 volts DC (the result of the wind generator), the voltage is *step-up* and *step-down* to = 12 volts DC then *charging* it to a *lithium-ion* battery, from a *lithium-ion* battery it is converted using a DC inverter to AC which can be used for conventional energy charging cellphones or home lighting, not intended to supply TV, computer, radio and other electronic equipment. In testing the thermoelectric generator and wind generator, so that it can be managed to produce a continuous and stable output using the Arduino Mega microcontroller support to control the temperature and RPM of the thermoelectric generator and wind generator. Research on

alternative energy is important to be developed and applied, considering that fossil fuels taken from the bowels of the earth will inevitably decrease over time. It is hoped that this research can provide solutions for the development of alternative energy in the future.

Keywords — *Wind and Thermal Power Plants*

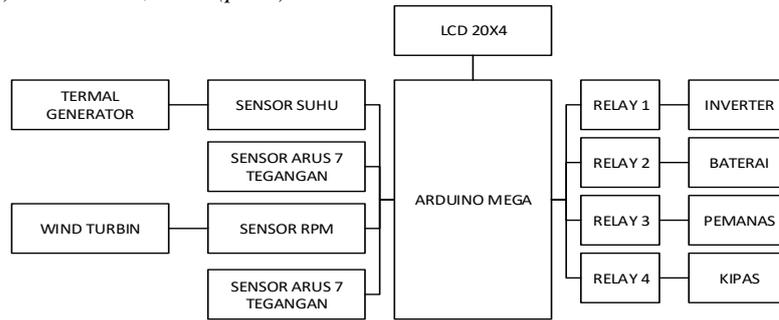
1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman dan teknologi, mengharuskan manusia untuk mengembangkan energi terbarukan terutama untuk pembangkitan listrik. Bahan bakar dari fosil yang diambil dari perut bumi, lama kelamaan pasti akan habis, jika habis pasti dunia ini akan mengalami dampak buruk yaitu krisis energi. Untuk saat ini penelitian telah banyak dilakukan terutama energi terbarukan, hampir semua sektor bidang energi melakukan penelitian/riset untuk menentukan hasil yang maksimal dibidang energi terbarukan. Yang mana hasil dari penelitian/riset tersebut bisa dinikmati untuk semua umat manusia. Salah satu penelitian yang saat ini banyak dikembangkan adalah termoelektrik. Termoelektrik merupakan salah satu dari perkembangan teknologi di bidang *alternative*. Selain pengembangan energi *alternative*, perhatian mengenai penghematan energi juga harus mendapatkan perhatian penuh karena dengan menghemat energi dapat memperpanjang habisnya ketersediaan bahan bakar fosil. Solusi yang ditawarkan peneliti lain [1] telah melakukan penelitian dengan menggunakan metode kompor bahan bakar minyak tanah, yang mana selain bahan bakar tersebut sudah langkah, proses dari pembangkitan sumber panasnya juga menyebabkan polusi. Adapun peneliti lain yang melakukan menggunakan metode gas LPG [2] yang mana prosesnya juga menghasilkan polusi. Adapun peneliti lain yang melakukan menggunakan metode gas buang kendaraan/knalpot [4] yang mana prosesnya mempengaruhi laju kendaraan itu sendiri dikarenakan kecepatan tinggi akan terlepas. Adapun peneliti lain yang melakukan menggunakan metode bahan bakar kayu, gas LPG, dan spirtus [7] yang mana bahan bakar tersebut memiliki harga yang cukup mahal dan masih menimbulkan polusi dari proses pembakarannya.

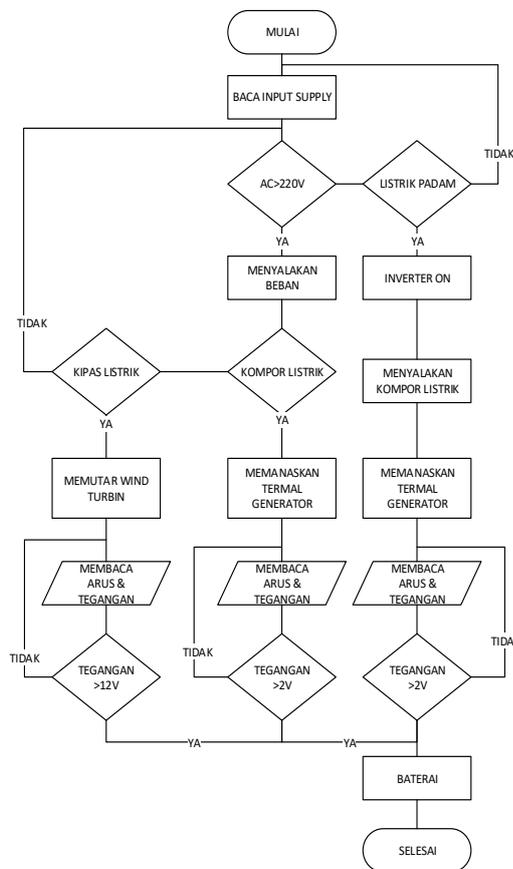
Dari acuan penelitian diatas penulis mengembangkan pembangkit bersumber dari 2 sumber energi, yaitu Energi Thermal dan Angin. Yang mana energi thermal menggunakan metode pemanfaatan kompor listrik sehingga energi tersebut bisa digunakan sebagai pembangkit energi listrik, begitu juga energi angin menggunakan metode memanfaatkan putaran dari *exhaust fan* yang di kopel dengan sebuah generator listrik. Kebanyakan dari masyarakat kurang peka terhadap itu semua, padahal kegiatan yang biasanya rutin dikerjakan seperti memasak juga bisa memanfaatkan panas untuk mengkonversi energi thermal menjadi listrik, atau memanfaatkan putaran *exhaust fan* yang dikonversi dari gerak ke listrik. Hasil dari perencanaan tersebut, bisa digunakan sebagai energi konvensional untuk mencharger handphone atau penerangan rumah, tetapi *experiment* ini tidak diperuntukan untuk mensuplay komputer, tv, radio dan perangkat elektronik lainnya.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan “PROTOTYPE HYBRIDE SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS DAN ANGIN DENGAN KOMPOR LISTRIK DAN *EXHAUST FAN*” terdiri dari kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat kerasnya desain terdiri dari termal generator, *wind* turbin, sensor suhu, sensor arus, sensor tegangan, sensor RPM, LCD, inverter, baterai *lithium-ion*, pemanas dan kipas yang dikombinasikan dengan perangkat lunak Arduino Mega 2560 yang terhubung ke empat relai. Relai ini berfungsi untuk mengidentifikasi tegangan pembangkitan dan pengisian baterai. Blok diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram penelitian



Gambar 2. Flowchart penelitian

Gambar 1 menunjukkan model penelitian yang diusulkan. Model penelitian ini disebut *prototype hybride* sistem pembangkit listrik tenaga panas dan angin dengan kompor listrik dan *exhaust fan*. Termal generator dan *wind* generator menghasilkan tegangan listrik DC, sensor suhu, arus, tegangan, RPM akan bekerja, sirkuit arduino mega dengan layar 20x4 kemudian akan memasan empat relai yaitu inverter, baterai, pemanas dan kipas untuk bekerja mengontrol sistem pembangkit berdasarkan pengkodean yang telah ditulis sebelumnya di arduino mega. Gambar 2 menunjukkan *flowchart* alur penelitian. Penelitian dimulai dengan tegangan >220 Volt AC menyalakan beban antara *exhaust fan*, kipas memutar *wind* turbin yang ujungnya sudah dikopel, sensor RPM, arus dan tegangan memproses hasil dari pembangkitan *wind* turbin dan ditampilkan di LCD 20x4, jika tegangan >12 Volt DC relai bekerja *step down* menjadi =12 Volt kemudian mengisi (*charge*) ke baterai *lithium-ion*, jika tegangan <12 Volt DC maka kembali lagi ke proses sampai tegangan menjadi >12 Volt DC. Tegangan >220 Volt AC menyalakan beban kompor listrik DC yang sudah

dilengkapi adaptor, memanaskan termoelektrik/termal generator, sensor suhu, arus, dan tegangan memproses hasil dari pembangkitan termal generator dan ditampilkan di LCD 20x4, jika tegangan >2 Volt DC relai bekerja *step up* menjadi =12 Volt DC kemudian mengisi (*charge*) ke baterai *lithium-ion*, jika tegangan <2 Volt DC maka kembali lagi ke proses sampai tegangan menjadi >2 Volt DC. Jika tegangan >220 Volt AC hilang/padam maka inverter menyala mengkonversi 12 Volt DC baterai *lithium-ion* menjadi 220 Volt AC, menyalakan kompor listrik DC yang sudah dilengkapi adaptor, memanaskan termoelektrik/termal generator, sensor suhu, arus, dan tegangan memproses hasil dari pembangkitan termal generator dan ditampilkan di LCD 20x4, jika tegangan >2 Volt DC relai bekerja *step up* menjadi =12 Volt DC kemudian mengisi (*charge*) ke baterai *lithium-ion*, jika tegangan <2 Volt DC maka kembali lagi ke proses sampai tegangan menjadi >2 Volt DC. Selain inverter untuk menyalakan kompor listrik DC, juga bisa menyalakan lampu rumah ketika listrik padam.

2.1. Rangkaian Sensor Arus ACS712

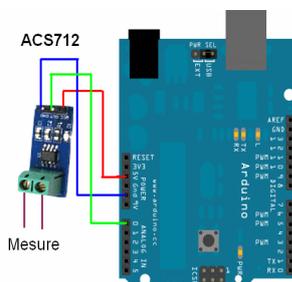
Sensor arus listrik ACS712 30A sangat banyak di gunakan di sistem kendali automasi, contoh nya adalah sistem keamanan arus beban pada listrik, monitoring beban arus jarak jauh, kwh meter dan lain lain. Sensor ini memiliki ukuran yang sangat mungil, tapi mampu mengukur arus dari -5A sampai dengan 5A. bayangkan jika seandainya di lalui tegangan 220V, maka daya yang bisa di lewat nya adalah:

$$P = I * V$$

$$P = 5A * 220V$$

$$= 1.100VA$$

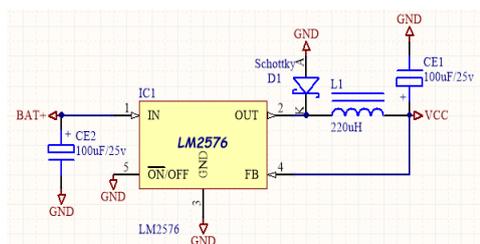
Setiap arus yang di lalu oleh sensor ini maka ada perubahan tegangan pada *ouput* sensor. jika dilihat dari *datasheet* nya, dari tegangan 0-2.5v ini *range* arusnya sebesar -5A-0A, sementara 2.5V-5.0V ini *range*-nya 0A – 5 A. Lebih jelas nya cara kerja sensor ini bisa dilihat di *datasheet* ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian sensor ACS712

2.2. Metode Analisa Data

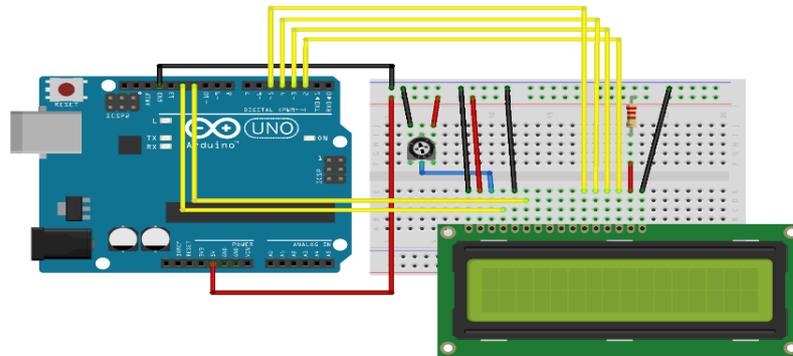
Semua komponen elektronika membutuhkan power supply atau sering juga disebut catu daya. Mikrokontroler beroperasi pada tegangan 5 volt. Biasanya pembuatan catu daya mikrokontroler menggunakan IC regulator LM2576 agar tegangannya bisa stabil, seperti pada gambar 4.



Gambar 2. Analisa Data Model Interaktif

2.3. Rangkaian LCD

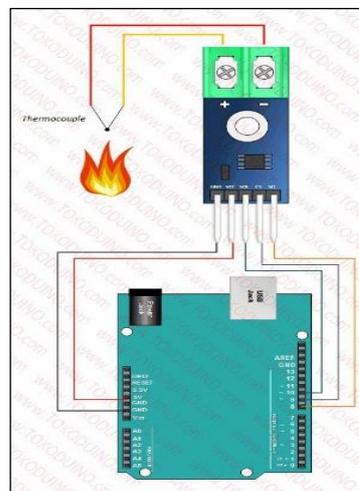
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Rangkaian LCD seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian LCD

2.4. Rangkaian sensor MAX6675

Bluetooth K TYPE THERMOCOUPLE SENSOR MAX6675 adalah *module* sensor suhu dengan kemampuan pengukuran suhu sangat tinggi, dimana probenya mampu mengukur suhu dengan rentang 0°C - 400°C , sensor ini menggunakan IC MAX6675 yang dengan mudah dapat dikoneksikan ke Arduino atau minsys lainnya menggunakan komunikasi SPI. *Module* sensor ini sangat cocok diaplikasikan untuk pengukuran suhu *oven* / kompor listrik, suhu mesin kendaraan, dan lain sebagainya. dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian sensor MAX6675

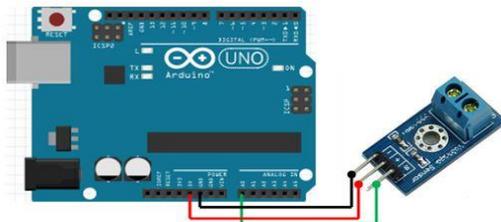
2.5. Rangkaian sensor pembaca tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog. Jika *range* tegangan yang dibaca diantara 0-5 V bisa langsung menggunakan pin analog, sedangkan jika *range* tegangan yang dibaca $>5\text{V}$ harus menggunakan rangkaian tambahan yakni pembagi tegangan karena pin arduino bekerja pada max 5 V.

Data yang diterima arduino berupa nilai ADC, untuk mengkonversi menjadi nilai tegangan menggunakan rumus:

$Tegangan = ADC/1023 * 5V$
 ADC : Nilai ADC yang terbaca
 1023 : Nilai ADC maksimal (10 bit)
 5V : Tegangan referensi ADC arduino (*default*)

Rangkaian sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian sensor tegangan

Prinsip kerjanya adalah membuat perbandingan antara tegangan asli dengan tegangan yang terbaca oleh arduino. Untuk membuat rangkaian pembagi tegangan kita harus menentukan beberapa parameter yaitu:

Tegangan maksimal yang diukur (V_i) = 24 Volt
 Tegangan maksimal ADC (V_o) = 4 Volt (atur max 5 Volt)
 $R_1 = 1000 \Omega$ (bebas menyesuaikan)

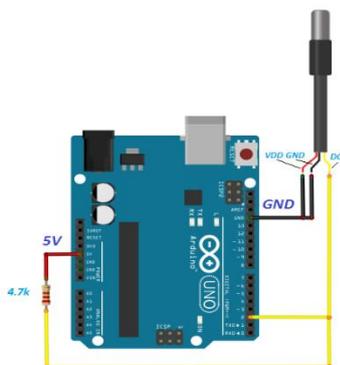
Dari ketentuan diatas dapat disimpulkan ketika arduino membaca tegangan sebesar 4 Volt itu artinya tegangan sebenarnya adalah 24 Volt atau $V_i:V_o = 6:1$

Berikut cara menentukan nilai R_2 :

$R_2 = V_o/V_i * (R_1 + R_2)$
 $R_2 = 4/24 * (1000 + R_2)$
 $R_2 = 200 \Omega$

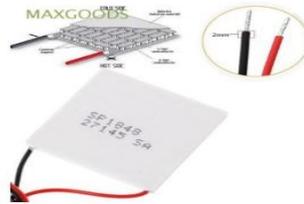
2.6. Rangkaian sensor DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah *Dallas Semiconductor*, lalu dicaplok oleh *Maxim Integrated Products*). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian $(\pm 0.5^\circ\text{C})$. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing *chip*, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data *logging* dan kontrol berbasis temperatur. dapat dilihat pada gambar 8.

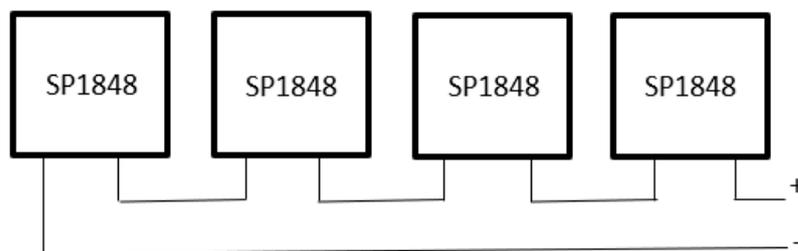


Gambar 8. Rangkaian sensor DS18B20

Didesain secara khusus untuk pembangkit listrik, dengan efisiensi lebih baik. Dengan perbedaan suhu pada sisi elemen, *Thermoelectric* SP1848-27145 SA ini akan mengkonversi perbedaan suhu tersebut menjadi energi listrik. *Thermoelectric* SP1848 dapat dilihat pada gambar 9 dan rangkaiannya pada gambar 10.

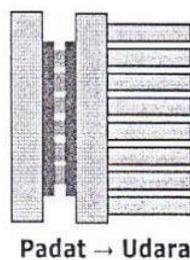


Gambar 9. *Thermoelectric* Power Generator (SP1848-27145)



Gambar 10. Rangkaian *thermoelectric*

Elemen Thermo merupakan bagian penting dari *thermoelectric* generator, kedua sisi yang terbuat dari keramik memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan Arus positif dan negatif. Gambar susunan termoelektrik generator dengan *heatsink* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Susunan termoelektrik generator heatshink

2.8. Power magnetik generator

Generator merupakan salah satu mesin listrik yang bekerja berdasarkan energi gerak/mekanik yang kemudian merubahnya menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari. Generator menggunakan prinsip percobaan *faraday* yaitu memutar magnet dalam suatu kumparan atau sebaliknya, ketika magnet bergerak dalam suatu kumparan, terjadi perubahan fluks gaya magnet (perubahan penyebaran arah medan magnet) dalam kumparan dan menembus tegak lurus terhadap kumparan sehingga timbul beda potensial antara ujung kumparan (membangkitkan listrik), hal ini karena adanya perubahan fluks magnetik. Fluks magnetik dapat diubah dengan menggerakkan magnet dalam kumparan atau sebaliknya dengan memanfaatkan sumber energi lain, seperti angin dan air untuk memutar baling-baling turbin sehingga menggerakkan magnet tersebut. Jika suatu konduktor bergerak memotong medan magnet maka akan timbul beda tegangan pada ujung-ujung konduktor tersebut. Tegangan tersebut naik saat mendekati

medan dan sebaliknya, sehingga listrik timbul dalam siklus: positif – nol – negatif - nol (tegangan AC). Pada generator DC arah arus saat tegangan negatif dibalik dengan mekanisme cincin-belah, sehingga siklusnya berubah menjadi: positif – nol – positif - nol (tegangan DC).

Generator yang digunakan dalam penelitian ini memanfaatkan motor kipas magnet permanen yaitu dengan melakukan modifikasi terhadap motor kipas untuk dapat dimanfaatkan sebagai generator magnet permanen putaran rendah. Motor listrik merupakan salah satu mesin listrik yang berfungsi merubah energi listrik menjadi energi gerak. Tegangan induksi generator dapat diketahui dengan persamaan :

$$E_{rms} = 4,44 \times N \times f \times \Phi_{max} \times N_s \times N_p \quad (1)$$

dimana:

E_{rms} : Tegangan efektif induksi generator (V)

N : jumlah lilitan

f : frekuensi (Hz)

Φ : fluks maksimum (Wb)

N_s : jumlah kumparan

N_p : jumlah fasa

Frekuensi dapat diketahui dengan persamaan :

$$f = \frac{N_r \times p}{120} \quad (2)$$

dimana:

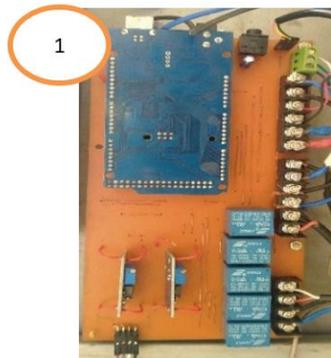
f : frekuensi (Hz)

N_r : Kecepatan putar rotor (rpm)

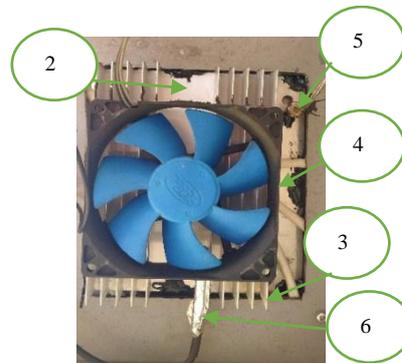
p : Jumlah kutub.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui dan mengukur fungsionalitas, kehandalan dan keberhasilan suatu sistem yang telah dibuat, hal tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap alat tersebut. Berikut ini adalah gabungan seluruh rangkaian, bahan dan komponen maka diperoleh bentuk alat seperti gambar 12, 13, 14, 15, 16 dibawah ini.



Gambar 12. Mikrokontroler



Gambar 13. Rangkaian Kompor listrik DC lengkap dengan susunannya



Gambar 14. Alat tampak atas



Gambar 15. *Wind Turbin*



Gambar 16. *Adaptor/power supply*

Keterangan Gambar:

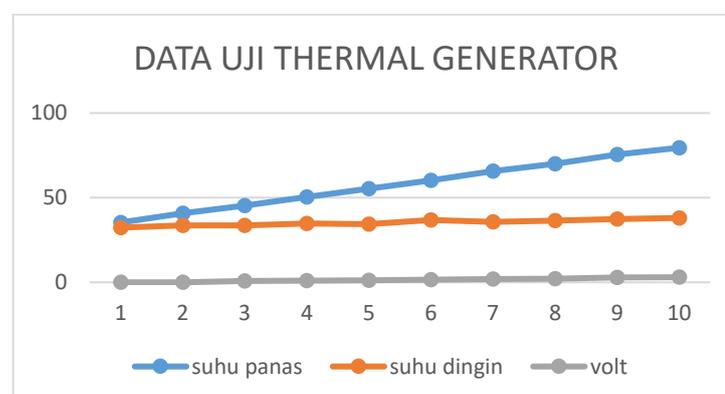
- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Mikrokontroler | 7. Sensor LCD. |
| 2. Pemanas & <i>Thermal generator</i> . | 8. Inverter. |
| 3. <i>Heat Shink</i> . | 9. Baterai. |
| 4. Kipas DC. | 10. <i>Wind Generator</i> . |
| 5. Sensor Max6675. | 11. <i>Power Supply</i> |
| 6. Sensor DS18B20. | |

3.1. *Pengujian thermal generator*

Pengujian ini untuk memastikan thermal generator dapat menghasilkan tegangan, karena hal ini dapat mempengaruhi pengecasan, berikut adalah hasil pengujian thermal generator pada tabel 1 dan gambar 17.

Tabel 1. Data uji *thermal generator*

Percobaan	Suhu Bagian Panas	Suhu Bagian Dingin	Tegangan <i>Output</i>
1	35.33	32.34	0.00
2	40.70	33.65	0,00
3	45.25	33.54	0.72
4	50.44	34.68	0.93
5	55.30	34.33	1.25
6	60.27	36.77	1.62
7	65.76	35.64	1.95
8	70.09	36.45	2.21
9	75.42	37.33	2.80
10	79.49	38.02	3.01



Gambar 17. Grafik data pengujian *thermal generator*

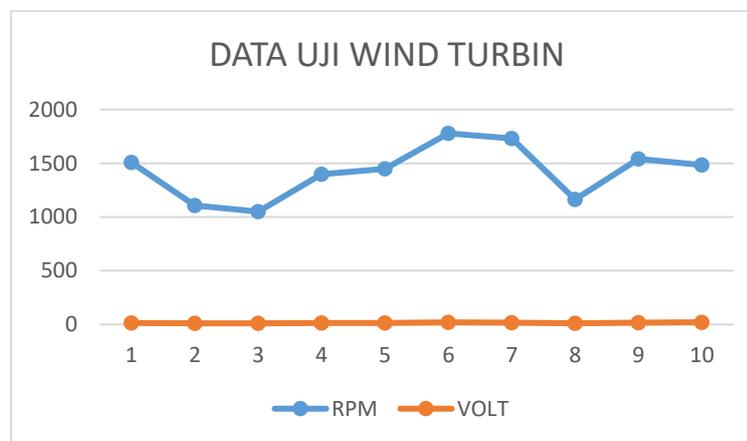
Pengujian dilakukan pada pemanas listrik DC, gunanya untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang di keluarkan oleh thermal generator, yang di gunakan pengecasan baterai.

3.2. Pengujian wind turbine

Pengujian ini untuk memastikan wind turbine dapat menghasilkan tegangan, karena hal ini dapat mempengaruhi pengecasan, berikut adalah hasil pengujian wind turbine pada tabel 2 dan gambar 18.

Tabel 1. Data uji wind turbine

Percobaan	RPM	Tegangan Output (V)
1	1.507	15.21
2	1.108	12.45
3	1.050	10.88
4	1.399	14.40
5	1.449	15.11
6	1.778	18.92
7	1.729	17.20
8	1.162	12.19
9	1.540	15.46
10	1.484	13.78



Gambar 18. Grafik data pengujian wind turbine

Pengujian dilakukan pada kipas, gunanya untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang dikeluarkan oleh wind generator, yang di gunakan pengecasan baterai.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan diatas:

1. Jenis *Thermal generator* dan *Wind Turbin* yang digunakan masih banyak mengalami permasalahan dengan pembangkit tegangannya.
2. Data sensor yang digunakan untuk sistem yaitu menggunakan nilai data dari sensor tegangan untuk mengatur pola pengisian baterai berdasarkan suhu panas dan dingin untuk *thermal generator* dan putaran yang dihasilkan kipas ke *wind turbin*.

3. Dari hasil yang bisa di capai untuk *thermal generator* >2V DC dan untuk *Wind turbine* >12V DC, Perencanaan rangkaian sistem penguat atau *step up* tegangan dari termoelektrik dan juga *step down* tegangan untuk *wind turbin* harus stabil, untuk input beban.
4. Setelah melakukan pengujian secara keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan walaupun masih banyak yang kurang stabil karena jenis termoelektrik yang didapat kualitasnya kurang baik dan belum menemukan jenis *converter* yang layak digunakan sebagai sistem pembangkit merubah dari panas ke listrik dan juga putaran yang di hasilkan *wind turbin* juga kurang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya, Febry Cahya. (2020), Rancang Bangun Konversi Energi Panas Peltier Dengan Mikrokontroler Arduino Uno, Universitas Bhayangkara Surabaya, Surabaya.
- [2] Sugiyanto, Soeadgihardo. (2014), Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas LPG Untuk Pembangkitan Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik. Jurnal Teknik Elektro. Vol. 7, No.2,100-105.
- [3] Andri. (2010), Rancang Bangun System Battery Charging Automatic, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [4] Putra, Nandy. (2009), Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid, Vol. 13, No.2, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [5] Allo, Desmon Kendek, dkk. (2013), Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Untuk Mengukur Selisih Dua Keadaan, Hal 2. Manado : UNSRAT, Jurusan Teknik Elektro.
- [6] Kadir, Abdul. (2014), Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta:Penerbit Andi.
- [7] Jojo Sumarjo, Aa Santosa, Muhammad Imron Permana. (2017), Pemanfaatan Sumber Panas Pada Kompor Menggunakan 10 Termoelektrik Generator Dirangkai Secara Seri Untuk Aplikasi Lampu Penerangan, Universitas Singaperbangsa Karawang.

