

**KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN
MENGUUNAKAN GENERATOR TERMoeLEKTRIK**



Eka Wardania

10582115813

Sunarti Jaya Arista

10582113913

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
MAKASSAR
2017**

**KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN
MENGUUNAKAN GENERATOR TERMoeLEKTRIK**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana

Program Studi Teknik listrik

Jurusan teknik elektro

Fakultas Teknik

Disusun Dan diajukan oleh

Eka Wardania

10582115813

Sunarti Jaya Arista

10582113913

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2017



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN ENERGI GENERATOR TERMoeLEKTRIK.**

Nama : 1. Eka Wardania
2. Sunarti Jaya Arista

Stambuk : 1. 10582 1158 13
2. 10582 1139 13

Makassar, 16 Oktober 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Adriani, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Umar Katu, S.T., M.T.

NBM : 990 410



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Eka Wardania dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1158 13 dan Sunarti Jaya Arista dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1139 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/20201/091004/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal Kamis 12 Oktober 2017

Panitia Ujian :

Makassar, 26 Muharram 1439 H
16 Oktober 2017 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Abd Hafid, M.T

b. Sekretaris : Anugrah, S.T., M.M

3. Anggota

: 1. Umar Katu, S.T., M.T

2. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T

3. Rahmania, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Adriani, S.T., M.T



Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tak berkesudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan laporan proposal ini dengan baik.

Penyelesaian tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik.

Dalam menyelesaikan perancangan dan proposal ini penulis telah dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, keselamatan dan kesehatan baik jasmani dan rohani.
2. Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi panutan kita.
3. Dr.H.Abd.Rahman Rahim,SE.,MM. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ir. Hamzah Al Imran, ST.,MT. selaku dekan satu di Fakultas Teknik.
5. Umar Katu, ST.,MT. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
6. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng. Selaku pembimbing satu.
7. Adriani, ST.,MT. selaku pembimbing dua.
8. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Jurusan Teknik Elektro atas segala ilmu, bantuan, dan kemudahan yang diberikan selama kami menempuh proses perkuliahan.

9. Terimakasih kepada kedua orangtua dan saudara-saudara kami tercinta, serta seluruh keluarga atas segala doa, bantuan, nasehat, dan motivasinya.

10. Dan teman-teman yang telah berprtsisi dalam pelaksanaan perancangan ini kami mengucapkan banyak-banyak terimakasih.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan sebagai bahan perbaikan laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun semua pihak yang memerlukanya.

Makassar, 28 September 2017

Penulis

KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGUNAKAN GENERATOR TERMOELEKTRIK

Eka Wardania¹, Sunarti Jaya Arista²

¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : Ekawardania247@gmail.com

²Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : Sunartijayaarista@gmail.com

ABSTRAK

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor atau perbedaan temperatur menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi. Generator Termoelektrik merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan Energi Panas (kalor). Pada alat ini digunakan komponen yang bernama "*Peltier*". Pada umumnya *Peltier* adalah keramik yang bisa menghasilkan energi panas dan dingin jika di beri tegangan . Namun pada Prinsip Termoelektrik, *Peltier* jika di panaskan salah satu sisinya dan sisi lain panasnya dibuang, maka akan menghasilkan tegangan. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik). Cara kerja generator ini adalah apabila ada perbedaan suhu lebih dari 30 °C diantara kedua sisi *peltier* maka *peltier* akan menghasilkan listrik. Dari hasil pengujian peralatan Konversi Energi yang dilaksanakan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa panas api yang diserap oleh *Heatsink* kemudian dialirkan pada Generator Termoelektrik pada jam 01:00 sampai dengan jam 01:10 rata-rata memperoleh tegangan sebesar 1.46 V sampai dengan 6.15 V, arus sebesar 0.04 A sampai dengan 0.15 A, dan daya dari 0.0584 W sampai dengan 0.9225 W. Pengujian yang dilakukan mulai pada jam 01:00 sampai dengan 01:08 diperoleh penyerapan Generator Termoelektrik yang suhunya maksimal 36.5 °C sampai dengan 48.1 °C. Setelah suhu telah mencapai 48.1 °C sumber panas dimatikan agar tidak terjadi *over heat*. Pengukuran pada Input Converter DC to DC tegangan yang didapat sebesar 2.32 V sedangkan output yang didapat yaitu dari 12.15 V, 13.55 V, 14.76 V, 15.43 V, 16.23 V, 17.55 V, 18.87 V, 19.43 V, 20.32 V, 21.54 V, 22.84 V, 23.66 V, 24.54 V, 25.32 V sampai dengan 26.67 V. Tegangan yang didapat pada output Converter DC to DC sangatlah tinggi dengan tegangan input dan suhu yang stabil.

Kata kunci: Konversi, Panas, Generator Termoelektrik, *Peltier*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL 1.....	i
HALAMAN JUDUL 2.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERBAIKAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
I.4. Batasan Masalah	3
I.5. Manfaat Penelitian	3
I.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1. Pengertian dan Cara Kerja Generator Termoelektrik	5
II.2. Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Alternatif	9
II.3. Pemanfaatan Generetor Termoelektrik.....	10
1. Pembangkit daya (Power generation).....	10
2. Kendaraan Bermotor.....	11

3. Mesin Pendingin	13
4. Konverter Termionik.....	15
II.4. Mesin Konversi Energi.....	16
A. Klasifikasi Mesin Konversi Energi	16
B. Energi.....	17
C. Klasifikasi Energi	17
D. Macam-macam Energi.....	17
II.5. Converter DC to DC.....	20
A. Pengertian Converter DC to DC.....	20
B. Fungsi dari Converter DC to DC.	23
C. Percobaan untuk CN6009 Converter Dc to DC.....	23
II.6. Termometer Digital	24
A. Pengertian Termometer Digital	24
II.7. Persamaan Rumus Daya Listrik	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
III.1. Waktu, dan Tempat Pelaksanaan.....	30
III.2. Diagram Proses Penelitian.....	31
III.3. Metode Penelitian.....	31
III.4. Alat dan Bahan yang Digunakan Dalam perncangan.....	33
III.5. Spesifikasi dari Alat dan Bahan	35
III.6. Jadwal Pengambilan Data	39
III.7. Wairing Diagram Penelitian.....	41
BAB IV HASIL PERANCANGAN	42

IV.1. Hasil	42
BAB V PENUTUP.....	52
V.1. Kesimpulan.....	52
V.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Termoelektrik	5
Gambar 2.2.	Keramik <i>peltier</i>	6
Gambar 2.3.	Skema cara kerja Generator Termoelektrik	7
Gambar 2.4.	Simulasi cara kerja Generator Termoelektrik	7
Gambar 2.5.	Converter DC to DC.....	19
Gambar 2.6.	Catu Daya Linier Sederhana	20
Gambar 2.7.	Rumus persamaan daya	21
Gambar 2.8.	Rangkaian percobaan Converter DC to DC	23
Gambar 2.9.	Termometer Digital	23
Gambar 2.10.	Rangkaian daya listrik	28
Gambar 3.1.	Bagan Alir dari proses perancangan tugas akhir.....	31
Gambar 3.2.	Skema Perancangan.....	32
Gambar 3.3.	Generator Termoelektrik	35
Gambar 3.4.	Kompor Gas Mini.....	35
Gambar 3.5.	Tabung Gas mini	36
Gambar 3.6.	<i>Heatsink</i>	36
Gambar 3.7.	Step Up.....	37
Gambar 3.8.	Aki	37
Gambar 3.9.	Kipas.....	38
Gambar 3.10.	Termometer	38
Gambar 3.11.	Multimeter	39

Gambar 3.12.	Wairing diagram dari hasil perancangan.....	41
Gambar 4.1.	Diagram hasil pengukuran tegangan.....	44
Gambar 4.2.	Diagram dari hasil pengukuran arus.....	45
Gambar 4.3.	Diagram dari hasil pengukuran daya.....	46
Gambar 4.4.	Diagram dari hasil pengukuran input Step Up.....	49
Gambar 4.5.	Diagram dari hasil pengukuran output Step Up.....	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel I.1.	Spesifikasi Step Up DC to DC.....	22
Tabel 4.1.	Bahan yang digunakan dalam perancangan	33
Tabel 4.2.	Alat yang digunakan dalam perancangan	34
Tabel 4.3.	Jadwal pengambilan data	39
Tabel 4.4.	Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan pada hari selasa tanggal 11 September 2017.....	43
Tabel 4.5.	Data hasil percobaan langsung input dan output dari Generator Termoelektrik dengan beban kipas 2 V, aki 12 V dan led merah sebanyak 10 biji 17 V dengan sumber energi dari hasil konversi yang dilakukan pada hari jum'at sampai tanggal 15 september 2017.	47

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) mengandalkan air untuk dapat membuat sebuah pembangkit, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) mengandalkan uap untuk membuat sebuah pembangkit, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengandalkan matahari untuk dapat membuat sebuah pembangkit, dan lain sebagainya. Maka pembangkit yang kami buat sekarang menggunakan panas api dari sebuah kompor gas untuk menghasilkan sebuah energi listrik dengan bantuan alat yang bernama Generator Termoelektrik.

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor atau perbedaan temperatur menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi.

Teknologi termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung atau generator termoelektrik, atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin atau pendingin termoelektrik. Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

Salah satu termoelektrik yang dapat dengan mudah kita dapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dan terdapat dua buah kabel biasanya

merah dan hitam. Jika di antara kedua permukaan termoelektrik terapat perbedaan temperatur maka tegangan listrik dihasilkan dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoeletrik dengan menggunakan voltmeter. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menghidupkan sebuah lampu LED kecil. Listrik yang dihasilkan pada termoelectric generator adalah listrik searah atau DC.

Maka dari itu kami merancang alat Konversi Energi Listrik Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik ini untuk dikenalkan pada masyarakat luas bahwa energi panas bisa dijadikan sebuah alternatif untuk dijadikan sebuah pembangkit listrik.

I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengkonversi energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan Generator Termoelektrik?
2. Berapa output tegangan, arus dan daya pada Generator Termoelektrik?
3. Ketinggian suhu berapa sehingga terjadinya konversi energi?
4. Berapa input dan output dari step up agar dapat menyalakan beban?

I.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana Generator Termoelektrik mengubah energi panas menjadi listrik.
2. Untuk mengetahui arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan dari konversi energi panas menjadi listrik dengan menggunakan Generator Termoelektrik.

3. Untuk mengetahui pada suhu berapa sumber panas dimatikan agar Generator Termoelektrik tidak mengalami *over head*.
4. Untuk mengetahui berapa input dan output dari step up agar dapat menyalakan beban.

I.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah Generator yang digunakan adalah Generator Termoelektrik dengan menggunakan metode pembakaran langsung (*combustion*).

I.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi pada penulis dan pembaca mengenai apakah Generator Termoelektrik dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik.
2. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

I.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian yang dilakukan serta sistematika Penulisan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian. Teori pendukung meliputi pengertian Konversi Energi, Listrik

dan Termoelektrik.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu waktu dan tempat pelaksanaan, diagram proses perancangan, dan metode penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan dan menganalisis data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan dari pelaksanaan tindakan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar yang mencantumkan spesifikasi sebuah buku yang meliputi judul buku, nama pengarang, penerbit, dan informasi yang terkait.

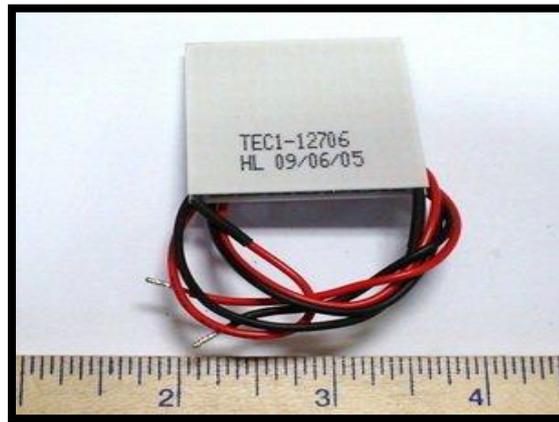
LAMPIRAN

Berisi tentang dokumentasi alat dan lain-lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pengertian dan Cara Kerja Generator Termoelektrik



Gambar 2.1. Termoelektrik

Fenomena termoelektrik pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan hukum "*efek Seebeck*".

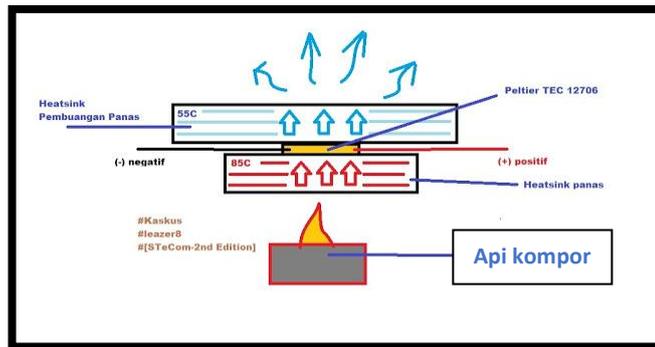
Generator Termoelektrik merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan Energi Panas atau kalor. Pada alat ini digunakan komponen yang bernama "*Peltier*". Pada umumnya Peltier adalah keramik yang bisa menghasilkan energi panas dan dingin jika di beri tegangan .



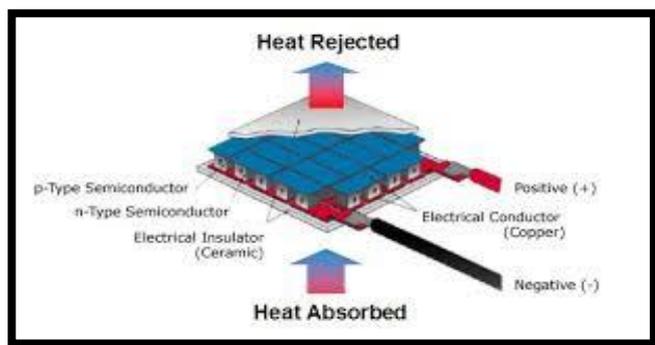
Gambar 2.2. Keramik *peltier*

Namun pada Prinsip Termoelektrik, *Peltier* jika di panaskan salah satu sisinya dan sisi lain panasnya dibuang, maka akan menghasilkan Tegangan. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung atau generator termoelektrik. Cara kerja generator ini adalah apabila ada perbedaan suhu lebih dari 30 °C diantara kedua sisi *peltier* maka *peltier* akan menghasilkan listrik.

Misalnya suhu *heatsink* yang dipanaskan 85 °C sedangkan suhu *heatsink* pembuangan panas 55 °C sehingga *peltier* mengalami selisih perbedaan suhu 30 °C, semakin jauh selisih suhunya maka listrik yang di hasilkan akan naik, namun sebaiknya jika terlalu panas bisa *Overheat* dan menyebabkan rusaknya solderan batangan *Bismuth* didalam *Peltier* Maka dari itu pada perancangan ini kami menyiapkan Multimeter agar bisa mengukur suhu berapa kita bisa mematikan kompor agar tidak terjadi *Overheat*.



Gambar 2.3. Skema cara kerja Generator Termoelektrik



Gambar 2.4. Simulasi cara kerja Generator Termoelektrik

Pada gambar 2.3 dan 2.4 merupakan simulasi cara kerja alat, pada gambar 2.3 *Peltier* yang diapit oleh kedua *heatsink* yaitu *heatsink* panas dan *heatsink* dingin . Api kompor digunakan untuk memanaskan *heatsink* kecil atau *heatsink* panas, kemudian energi panas/kalor melewati *peltier* dan kalor tersebut di serap dan di buang oleh *heatsink* dingin. Dari perpindahan Kalor tersebut maka *peltier* akan mengalami perbedaan suhu panas 85 °C dan suhu dingin 55 °C sehingga dari selisih suhu tersebut *Peltier* akan menghasilkan Output tegangan.

II.2. Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Alternatif

Pada tahun 2020 mendatang diperkirakan kebutuhan energi akan bertambah sekitar 40 persen dari kebutuhan saat ini. Teknologi termoelektrik merupakan sumber alternatif utama dalam menjawab kebutuhan energi tersebut.

Di samping relatif lebih ramah lingkungan, teknologi ini sangat efisien, tahan lama, dan juga mampu menghasilkan energi dalam skala besar maupun kecil.

Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung atau generator termoelektrik, atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin atau pendingin termoelektrik. Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

Kerja pendingin termoelektrik pun tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan terserap. Dengan demikian, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya di mesin-mesin pendingin konvensional.

Voyager I dan II adalah contoh pesawat ruang angkasa yang memanfaatkan teknologi termoelektrik. Voyager yang diterbangkan NASA tahun 1977 ini dirancang khusus untuk terbang menjauhi Tata Surya sehingga solar cell tidak dapat dipergunakan.

Dalam menempuh perjalanan yang tak terbatas itu diperlukan pula energi yang besar dan stabil untuk mengirimkan data ke Bumi. Untuk itulah Voyager menggunakan teknologi termoelektrik dengan plutonium-238 sebagai sumber panasnya (Radioisotop Thermoelectric Generators-RTGs). Sistem ini mampu membangkitkan listrik sebesar 400 W, serta secara kontinu dan tanpa perawatan apa pun, Voyager tetap dapat mengirimkan data walau sudah terbang selama 30 tahun.

Keberhasilan ini memberikan peluang yang luas dalam aplikasi lainnya. Salah satunya adalah yang dikerjakan Nissan, dengan memanfaatkan panas dari mesin mobil.

Seperti kita ketahui, dari 100 persen bahan bakar yang dipakai, hanya sekitar 30 persen yang dipergunakan untuk menggerakkan mobil. Sebagian besar energi terbuang dalam bentuk panas di radiator dan gas buangan. Di antara kedua panas tersebut, gas buangan memiliki perbedaan panas lebih tinggi, yakni sekitar 300-700 derajat Celsius sehingga lebih baik untuk dikonversikan menjadi energi penggerak mobil. Dengan memanfaatkan gas buangan ini, mobil-mobil produksi Nissan mampu menghemat bahan bakar sebesar 10 persen.

Contoh menarik lainnya adalah yang dilakukan oleh Seiko Co Ltd. Seiko memasarkan jam termoelektrik sejak tahun 1998 dengan nama Seiko Thermic.

Jam tangan ini memanfaatkan perbedaan suhu tubuh dan suhu sekitarnya. Bahan yang digunakan, bismut-tellurium, mampu menghasilkan listrik sebesar 0,2 mV/ oC. Jika 1.000 buah material tersebut dipasang seri, tentu akan menghasilkan tegangan listrik 0,2 V dalam setiap perbedaan 1 oC. Untuk itu, Seiko membuat unit pembangkit listrik, terdiri atas 10 buah modul termoelektrik yang masing-masing berisi 100 kawat mikro. Dari setiap unit inilah dihasilkan energi listrik sebesar 0,15 V untuk mengisi baterai litium pada jam tersebut.

Aplikasi dalam pendingin termoelektrik lebih luas lagi. Pendingin wine di hotel Jepang sudah banyak yang mempergunakan teknologi ini. Pendingin termoelektrik dapat diletakkan dengan leluasa di bawah tempat tidur karena tidak menimbulkan suara dan getaran.

Mitsubishi saat ini juga sudah memproduksi kulkas termoelektrik yang mampu menghemat energi 20 persen dibandingkan dengan kulkas biasa. Dalam dunia komputer, termoelektrik dipergunakan untuk mendinginkan CPU komputer.

Toshiba mengembangkan sebuah alat yang dapat mendinginkan sumber panas itu sendiri. Panas yang dihasilkan dari sumber panas dalam komputer digunakan untuk membangkitkan listrik, kemudian listrik itu dipergunakan untuk memutar kipas yang diarahkan ke sumber panas. Perangkat ini mampu menurunkan panas sekitar 32 °C.

Jika alat ini ditambahkan dengan alat pengontrol, tentu bisa dikontrol pula suhu yang ingin dicapai oleh sumber panas tersebut, tanpa menggunakan energi dari luar, baik untuk pendinginnya ataupun untuk penghasil listriknya.

II.3. Pemanfaatan Generetor Termoelektrik.

1. Pembangkit daya (Power generation)

Sampai saat ini pembangkitan listrik dari sumber panas harus melalui beberapa tahap proses. Bahan bakar fosil akan menghasilkan putaran turbin apabila dibakar dengan tekanan yang sangat tinggi. Hasil putaran turbin tersebut akan dipakai untuk memproduksi tenaga listrik. Kira-kira 90 persen energi listrik dunia yang berasal dari sumber panas masih memakai cara ini. Sehingga efisiensi energi masih sangat rendah akibat beberapa kali proses konversi. Panas yang dihasilkan banyak yang dilepas atau terbuang percuma. Apabila proses konversi ini dapat diubah, efisiensi energi akan menjadi lebih besar karena listrik bisa didapatkan langsung dari sumber panas tanpa melalui beberapa kali tahap konversi. Namun, beberapa pembangkit tenaga listrik sudah menggunakan metode

yang dikenal sebagai cogeneration di mana di samping tenaga listrik yang dihasilkan, panas yang dihasilkan selama proses ini digunakan untuk tujuan alternatif.

Dengan menggunakan Termoelektrik, panas yang dihasilkan selama proses yang alami pembangkit akan diubah menjadi listrik, sehingga panas yang dihasilkan tidak terbuang secara percuma dan energi yang dihasilkan oleh pembangkit menjadi lebih besar, serta efisiensi energi menjadi lebih tinggi. Termoelektrik juga mungkin dapat digunakan pada sistem solar thermal energy.

2. Kendaraan Bermotor.

Saat ini untuk meningkatkan efisiensi dari kendaraan bermotor, dilakukan berbagai macam usaha atau teknologi yang dikembangkan, saat ini sedang populer adalah system hybrid. Pada system hybrid pada kendaraan bermotor adalah gabungan system kendaran bermotor dengan mesin pembakaran dalam dan dengan motor listrik. Energi listrik untuk menggerakn motor listrik diperoleh dari altenantor dan juga dynamic brake, dimana energy gerak atau putaran diubah menjadi energy listrik. Keuntungan dari kendaraan hybrid adalah bahwa kendaraan hybrid dapat mengurangi konsumsi bahan bakar melalui 3 mekanisme yakni:

- a. Pengurangan energi terbuang selama kondisi 'idle' atau keluaran rendah, dan biasanya mesin motor bakar dalam keadaan mati.
- b. Pengurangan ukuran dan tenaga mesin motor bakar, dalam hal kekurangan tenaga akan dipenuhi oleh motor listrik.
- c. Menyerap energi yang terbuang.

Sementara energy panas yang dibuang belum dimanfaatkan untuk system Hybrid ini. Muncullah suatu konsep pemanfaatan energy panas yang terbuang pada kendaraan bermotor yang akan dijadikan energy listrik. Konsep yang digunakan adalah konsep Seebeck. Apabila terdapat dua sumber temperatur yang berbeda pada dua material semi konduktor, maka akan mengalir arus listrik pada material tersebut. Konsep ini lebih dikenal dengan pembangkit Thermoelektrik. Dengan menggunakan Teknologi Thermoelektrik ini apabila diterapkan pada kendaraan bermotor dimana gas buang pada mesin motor bakar berkisar antara 200-300 °C sementara temperatur lingkungan berkisar antara 30-35 °C maka dengan adanya beda temperatur ini akan diperoleh gaya gerak listrik yang kemudian dapat digunakan untuk menggerakkan motor listrik atau disimpan di dalam batere. Apabila dapat diterapkan di kendaraan hybrid maka konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor akan semakin hemat.

Kombinasi ketiga keuntungan hybrid bisa diterapkan pada kendaraan sehingga mesin menjadi lebih kecil, ringan, dan lebih efisien dibanding kendaraan konvensional. Dengan demikian diharapkan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor lebih banyak lagi karena batere pada kendaraan dimana berfungsi sebagai sumber utama energy motor listrik akan selalu penuh karena mendapat suplai dari pembangkit Thermoelektrik. Dengan berkurangnya konsumsi bahan bakar maka dapat pula mengurangi emisi gas buang ke lingkungan.

3. Mesin Pendingin

Thermoelektrik sebagai pendingin dibuat menjadi sebuah modul semikonduktor yang jika dialiri arus listrik DC maka kedua sisi modul Thermoelektrik ini akan mengalami panas dan dingin. Sisi dingin inilah yang dimanfaatkan sebagai pendingin produk. Dalam bidang kedokteran dan kesehatan, ketersediaan darah sangat dibutuhkan oleh pasien untuk proses penyembuhannya. Seperti pasien yang mengalami kecelakaan, melahirkan, dioperasi atau yang memiliki penyakit berat lainnya setidaknya membutuhkan darah minimal 1000 – 1500 mL.

Darah yang tersedia hasil donor dari orang sehat sekitar 250 – 300 mL disimpan dalam labu plastik dan harus dijaga agar tidak rusak. Darah harus disimpan pada kondisi temperatur tertentu agar sel darah mengalami proses metabolisme yang minimal sehingga tidak mengalami kerusakan dan dapat digunakan untuk jangka waktu yang cukup lama. Untuk menjawab permasalahan di atas maka diperlukan suatu tempat penyimpanan darah (*carrier*) hasil donor yang kondisinya dijaga pada suhu 1 – 6 °C sehingga bisa digunakan sampai 28 hari ke depan. Adapun solusi yang ditawarkan adalah membuat suatu kotak penyimpanan darah portabel yang temperaturnya dijaga konstan. Teknologi Thermoelektrik memungkinkan untuk mendinginkan darah dalam kapasitas kecil. Sisi dingin pada modul Thermoelektrik digunakan untuk mendinginkan darah pada suhu yang diinginkan. Untuk menjaga agar suhunya konstan maka biasanya digunakan alat kontrol Termostat. Dalam merancang sistem ini, langkah awalnya adalah

merencanakan disain konstruksi kotak penyimpan darah beserta sistem kontrol dan kelistrikan.

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan beban pendinginan yang meliputi beban pendinginan darah, beban kalor konduksi dinding, beban infiltrasi dan beban yang ditimbulkan oleh peralatan listrik. Semua beban dijumlah total sebagai beban kalor yang harus didinginkan oleh modul Thermoelektrik. Pemilihan spesifikasi modul Thermoelektrik didasarkan pada beban kalor, beda suhu dan parameter listrik yang digunakan. Kelebihan sistem pendingin Thermoelektrik adalah tidak berisik, mudah perawatan, ramah lingkungan dan tidak memerlukan banyak komponen tambahan. Selain itu manfaat lain dari Thermoelektrik sebagai mesin pendingin adalah dapat mengurangi polusi udara. *Hydro chloro fluoro carbons* (HCFCs) dan *chloro fluoro carbons* (CFC) dikenal sebagai *ozone depleting substances* (ODSs), yaitu substansi yang menyebabkan penipisan lapisan ozon merupakan zat yang sudah lama dipakai dalam mesin pendingin. Namun, baru-baru ini telah diterbitkan regulasi mengenai penggunaan zat-zat tersebut dalam mesin pendingin, sehingga mesin pendingin berteknologi Thermoelektrik menjadi solusi cerdas dalam masalah ini. Dengan teknologi ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya seperti itu dan mungkin akan berjalan lebih tenang (karena mereka tidak memerlukan bising Kompresor).

Keunggulan dari teknologi Thermoelektrik pada mesin pendingin dari teknologi lainnya adalah:

- a. Pendingin Thermoelektrik tidak memiliki bagian yang bergerak, dan karena itu kebutuhan pemeliharaan tidak terlalu penting.

- b. Pengujian ketahanan telah menunjukkan kemampuan perangkat untuk Thermoelectric melebihi 100.000 jam operasi yang stabil di berbagai negara.
- c. Temperatur kontrol dari masing-masing bagian dapat dijaga menggunakan perangkat thermoelectric dan dukungan yang sesuai dari circuit..
- d. Fungsi dari Pendingin Termoelektrik dalam lingkungan yang terlalu parah, terlalu sensitif, atau terlalu kecil untuk pendinginan konvensional.
- e. Pendingin Termoelektrik tidak bergantung pada posisi.
- f. Arah panas pemompaan dalam sistem thermoelectric sepenuhnya dapat dibatalkan. dengan mengubah polaritas dari DC power supply menyebabkan panas yang akan dipompa ke arah-yang dingin kemudian dapat menjadi panas

4. Konverter Termionik

Pembangkit listrik dengan termionik adalah mengubah energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan emisi termionik. Emisi termionik adalah terlepasnya electron dari permukaan logam yang lebih panas ke permukaan logam lainnya yang dipanasi bersama sama. Emosi Termionik juga dikenal sebagai “Emisi Thermal Elektron”. Proses ini sangat penting dalam pengoperasian berbagai perangkat elektronik dan dapat digunakan untuk pembangkit daya atau pendinginan

Elektron electron bebas dari emitter mempunyai energy yang seimbang dengan level ferminya. Elektron elektron ini dapat meninggalkan katoda, jumlah dari energy panas yang disuplai padanya akan sama dengan fungsi kerja katoda ϕ .

Elektron-elektron yang diemisikan akan menuju ke arah kolektor (anoda), dengan kerugian energi yang kecil. Pada anoda, elektron-elektron yang diserap akan membangkitkan energi ϕ_a dalam bentuk panas, hal ini menaikkan level Fermi dari anoda, Karena $\phi_a < \phi_c$ maka selisihnya ($\phi_c - \phi_a$) dapat ditransformasikan menjadi energi listrik. Bahan katoda hendaknya mempunyai kemampuan emisi yang cukup pada suhu kerja, mempunyai konduktivitas listrik maupun konduktivitas panas yang tinggi dan stabil terhadap pengaruh kimia. Bahan yang relative memenuhi syarat di atas antara lain: W, Mo, dan Ta yang permukaannya dilapisi Ce untuk menghindari penguapan dan mendapatkan emisi yang lebih baik pada suhu sekitar 2000° C. Bahan-bahan lainnya adalah Barium Oksida, Uranium Karbida yang dicampur dengan Strontium dan Calcium Oksida. Bahan-bahan yang digunakan sebagai anoda harus memenuhi syarat: kemampuan emisi ternyata rendah, resistivitas rendah, sifat kimia maupun mekanismenya baik. Bahan-bahan yang digunakan untuk anoda antara lain: Cu, Ni, Ag yang dilapisi Ce.

II.4. Mesin Konversi Energi

A. Klasifikasi Mesin Konversi Energi

Mesin konversi energi secara sederhana dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

1. Mesin Konversi Energi Konvensional
2. Mesin Konversi Energi Non-Konvensional

Mesin konversi energi konvensional umumnya menggunakan sumber energi konvensional yang tidak terbaru, terkecuali turbin tenaga hidro, dan umumnya dapat diklasifikasikan sebagai motor pembakaran dalam, motor

pembakaran luar, mesin fluida dan mesin pendingin dan mesin pengondisian udara.

Mesin konversi energy non-konvensional umumnya menggunakan energy yang dapat dipernaharui, kecuali mesin konversi energi berbahan bakar nuklir.

B. Energi

Energy adalah sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is the capacity for doing work*).

C. Klasifikasi Energi

Secara garis besar energy dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni:

1. Energi dalam Transisi

Energy dalam transisi (*transitional energy*) adalah energy yang sedang bergerak melintasi batas system.

2. Energi Tersimpan

Enetgi tersimpan (*stored energy*) adalah energy yang tersimpan dalam suatu system atau massa, biasanya berbentuk massa atau medan gaya, biasanya mudah dikonversi menjadi energy transisi.

D. Macam-macam Energi

Secara umum energy dapat dikategorikan menjadi berbagai macam, yaitu:

1. Energi Mekanis

Bentuk transisi dari energy mekanis adalah kerja. Energi mekanis yang tersimpan adalah energy potensial atau energy kinetic.

2. Energi Listrik

Energi listrik adalah energy yang berkaitan dengan akumulasi arus electron, dinyatakan dalam *watt-jam* atau *kilowatt-jam*. Bentuk transisinya adalah aliran electron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat tersimpan sebagai energi *medan elektrostatik* yang merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh terakumulasinya muatan electron pada plat-plat kapasitor. Energi medan listrik ekuivalen dengan energi medan elektromagnetik yang sama dengan energy yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran electron melalui kumparan induksi.

3. Energi Elektromagnetik

Energy elektromagnetik merupakan bentuk energy yang berkaitan dengan radiasi elektromagnetik. Energi radiasi dinyatakan dalam satuan energy yang sangat kecil, yakni electron volt (eV) atau mega elektrovolt (MeV), yang juga digunakan dalam evaluasi energi nuklir.

Radiasi elektromagnetik merupakan bentuk energi murni dan tidak berkaitan dengan massa. Radiasi ini merupakan energi transmisi yang bergerak dengan kecepatan cahaya.

4. Energi Kimia

Energi kimia merupakan energy yang keluar sebagai hasil interaksi electron dimana dua atau lebih atom/molekul berkombinasi sehingga menghasilkan senyawa kimia yang stabil. Energi kimia hanya dapat terjadi dalam bentuk energi tersimpan. Bila energi dilepas dalam suatu reaksi maka reaksinya disebut *reaksi eksotermis* yang dinyatakan dalam KJ, Btu, atau kkal. Bila energi dalam bentuk reaksi kimia terserap maka disebut dengan *reaksi endotermis*.

Sumber energi bahan bakar yang sangat penting bagi manusia adalah reaksi eksotermis yang pada umumnya disebut *reaksi pembakaran*. Reaksi pembakaran melibatkan oksidasi dari bahan bakar fosil.

5. Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi dalam bentuk tersimpan yang dapat dilepas akibat interaksi partikel dengan atau di dalam inti atom. Energi ini dilepas sebagai hasil usaha partikel-partikel untuk memperoleh kondisi yang lebih stabil. Satuan yang digunakan adalah *juta elektrok reaksi*. Pada reaksi nuklir dapat terjadi radioaktif, fisi dan fusi.

6. Energi Termal (panas)

Energi termal merupakan energi dasar, yaitu semua energi yang dapat dikonversi secara penuh menjadi energi panas. Sebaliknya, pengonversian dari energi termal ke energi lain dibatasi oleh Hukum Termodinamika II. Bentuk energi transisi dan energi termal adalah energi panas, dapat pula dalam bentuk energi tersimpan sebagai *kalor laten* atau *kalor sensible* yang berupa entalpi.

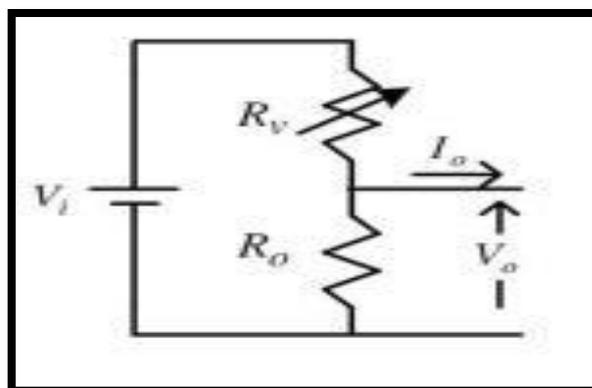
II.5. Converter DC to DC

A. Pengertian Converter DC to DC



Gambar 2.5 Converter DC to DC

Power supply atau dalam Bahasa Indonesia lebih dikenal dengan istilah catu daya berfungsi untuk menkonversikan satu bentuk sumber listrik ke beberapa beberapa bentuk tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh satu atau lebih beban listrik. Sistem catu-daya modern saat ini bekerja dalam mode pensaklaran, switching, dan mempunyai efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sistem catu-daya linier. Salah satu komponen utama dari sistem catu daya mode pensaklaran adalah konverter DC-DC.



Gambar 2.6. Catu Daya Linier Sederhana

Secara umum, konverter DC-DC berfungsi untuk mengkonversikan daya listrik searah (DC) ke bentuk daya listrik DC lainnya yang terkontrol arus, atau tegangan, atau dua-duanya. Ada lima rangkaian dasar dari konverter DC-DC non-isolasi, yaitu buck, boost, buck-boost, cuk, dan sepic.

Konverter DC-DC berlaku seperti halnya trafo/transformer yang mengubah tegangan AC tertentu ke tegangan AC yang lebih tinggi atau lebih rendah. Tidak ada peningkatan ataupun pengurangan daya masukan selama pengkonversian bentuk energi listriknya, sehingga secara ideal persamaan dayanya dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{in} = P_{out} + P_{losses}$$

Gambar 2.7 Rumus persamaan daya

Konverter DC-DC dapat dibagi menjadi 2 kategori besar, yaitu yang terisolasi dan yang tak terisolasi. Kata 'isolasi' disini secara sederhana bermakna adanya penggunaan trafo (isolasi galvanis) antara tegangan masukan dan tegangan keluaran konverter DC-DC. Beberapa sumber menyebutkan bahwa konverter DC-DC yang tak terisolasi dengan istilah direct converter, dan konverter yang terisolasi dengan istilah indirect converter.

Dengan alat sirkuit sederhana ini dapat menaikkan tegangan arus DC lebih tinggi dari nilai tegangan input yang ada. Seperti input bisa berubah ubah, sementara output voltase DC tetap stabil. Misalnya output yang di inginkan 9VDC, sedangkan sumber power DC yang anda miliki 5V atau 7V DC, selama tidak lebih dari 9V DC.

Contoh sumber arus 5V DC paling mudah di dapat dengan power bank. Dengan alat ini , output dapat dinaik turunkan, seperti ke 6V, 9V, 12V atau voltase diturunkan lebih rendah ke 3V sesuai voltase baterai serta 3,7V sesuai arus baterai lithium. Contoh untuk power lampu senter LED. Bahkan dapat diturunkan sampai ke 1.3V DC.

Alat sirkuit board tersebut adalah CN6009 seperti sirkuit PCB board, memiliki 4 pin, 2 dikiri dan 2 di kanan untuk arus masuk dan keluar.

1. 2 input DC (+ dan -)
2. 2 output DC (+ dan -)

Ketika menggunakan alat ini, perlu diatur arus voltase yang keluar dari potensio di board, maka sirkuit tersebut akan memberikan output tetap. Walau nantinya input DC yang diberikan berbeda beda tegangan sesuai batas yang ditentukan. Misalnya memiliki input DC 5V (seperti power bank). Lalu dinaikan menjadi voltase power 9V adaptor, maka outputnya akan tetap 9V. Bila diganti dengan adaptor 6 V DC, arus outputnya akan sama dan tetap 9V DC.

Pada rangkaian elektronik tersebut memiliki kebutuhan power minimum dan maksimum. Serta maksimum arus (Ampere) yang dilewati.

Tabel 1.1. Spesifikasi Step Up DC to DC

Input	5 - 32V DC
Output	5.5 - 34V DC
Current Output	3A
Efisiensi	-
Chip Gen	XL6009

B. Fungsi dari Converter DC to DC.

1. Bila memerlukan power DC 9V, sedangkan sumber power hanya tersedia 5V. Dapat dirubah ke input 5V menjadi 9V dengan sirkuit PCB Step-up.
2. Menaikan sumber power 5V DC dari powerbank menjadi 6 V DC pada lampu emergency sebagai pengganti baterai AA atau Baterai Accu
3. Menaikan sumber power 9V DC menjadi 12V DC untuk adaptor modem atau perangkat lain.
4. Merubah arus DC baterai Lithium 3.7V DC menjadi $3 \times 1,5V = 4.5V$ DC seperti baterai mainan anak anak.

C. Percobaan untuk CN6009 Converter Dc to DC

Pada sisi kiri adalah baterai 9V DC, menunjukkan arus 9.09V DC. Arus yang melewati PCB CN6009 ditingkatkan tegangan DC menjadi 12V DC.



Gambar 2.8. Rangkaian percobaan Converter DC to DC

II.6. Termometer Digital

A. Pengertian Termometer



Gambar 2.9 Termometer Digital

Thermometer digital adalah alat untuk mengukur suhu udara AC mobil yang dipasang di kisi-kisi dashboard AC. Alat ini berfungsi untuk mengukur dan mengetahui suhu temperatur di dalam mobil. Dan Thermometer Digital Kyoto dapat juga difungsikan sebagai jam digital.

Sekedar informasi saja kalau mau tahu cara mengukur suhu yang keluar dari grill ac mobil. Nah, kita lanjut membahas Thermometer digital.

Thermometer digital memang dibuat khusus dalam bentuk digital. Yang kelebihanannya terletak pada tingkat keakuratan yang tinggi. Untuk menampilkan besarnya suhu pada suatu benda, ruang, atau suatu zat.

Beberapa komponen utama pada thermometer digital terdiri dari alat sensor yang disebut termokopel, display, decoder display, komparator, dan analog.

Berbeda dengan thermometer manual yang cara kerjanya masih berdasarkan pada efek pemuaian dan penyusutan air raksa. Thermometer digital

bekerja dengan menggunakan sensor panas dan untuk menunjukkan indikatornya menggunakan tampilan dalam bentuk digit angka.

Alat sensor yang berupa termokopel adalah alat yang terdiri dari dua buah kabel yang terbuat dari jenis logam yang ujungnya berbeda. Bagian ujung tersebut disatukan dengan cara dilas. Titik pertemuan dari ujung kedua kabel tersebut dinamakan hot junction. Cara kerjanya berprinsip dengan memanfaatkan bentuk khas dari hubungan antara voltase atau tegangan dengan suhu atau temperatur.

Thermometer Digital Kyoto sangat cocok digunakan untuk mengukur temperature suatu benda seperti temperatur AC mobil khusus. Karena penggunaan thermometer digital lebih akurat dan tentunya mudah untuk dibaca indikatornya.

II.7. Persamaan Rumus Daya Listrik

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh Lampu Pijar dan Heater (Pemanas), Lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan Heater mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai Watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi.

Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih

singkatnya adalah Jumlah Energi Listrik yang digunakan tiap detik. Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik adalah seperti dibawah ini :

$$P = E / t$$

Dimana :

P = Daya Listrik

E = Energi dengan satuan Joule

t = waktu dengan satuan detik

Dalam rumus perhitungan, Daya Listrik biasanya dilambangkan dengan huruf “P” yang merupakan singkatan dari Power. Sedangkan Satuan Internasional (SI) Daya Listrik adalah Watt yang disingkat dengan W. Watt adalah sama dengan satu joule per detik (Watt = Joule / detik).

Satuan turunan Watt yang sering dijumpai diantaranya adalah seperti dibawah ini :

$$1 \text{ miliWatt} = 0,001 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ kiloWatt} = 1.000 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ MegaWatt} = 1.000.000 \text{ Watt}$$

Rumus Daya Listrik

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I$$

Atau

$$P = I^2R$$

$$P = V^2/R$$

Dimana :

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

R = Hambatan dengan satuan Ohm (Ω)

Contoh-contoh Kasus Perhitungan Daya Listrik

Contoh Kasus I : Sebuah Televisi LCD memerlukan Tegangan 220V dan Arus Listrik sebesar 1,2A untuk mengaktifkannya. Berapakah Daya Listrik yang dikonsumsi?

Penyelesaiannya

Diketahui :

$V = 220V$

$I = 1,2A$

$P = ?$

Jawaban :

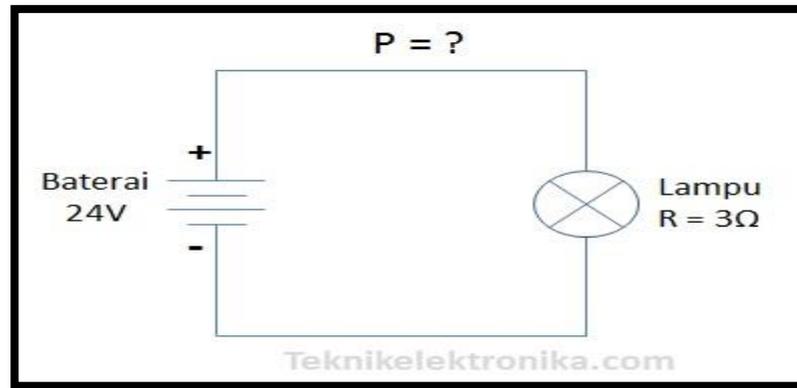
$P = V \times I$

$P = 220V \times 1,2A$

$P = 264 \text{ Watt}$

Jadi Televisi LCD tersebut akan mengkonsumsi daya listrik sebesar 264 Watt.

Contoh Kasus II : Seperti yang terlihat pada rangkaian dibawah ini hitunglah Daya Listrik yang dikonsumsi oleh Lampu Pijar tersebut. Yang diketahui dalam rangkaian dibawah ini hanya Tegangan dan Hambatan.



Gambar 2.10. Rangkaian daya listrik

Penyelesaiannya

Diketahui :

$$V = 24V$$

$$R = 3\Omega$$

$$P = ?$$

Jawaban :

$$P = V^2/R$$

$$P = 24^2 / 3$$

$$P = 576 / 3$$

$$P = 192W$$

Jadi daya listrik yang dikonsumsi adalah 192W.

Persamaan Rumus Daya Listrik

Dalam contoh kasus II, variabel yang diketahui hanya Tegangan (V) dan Hambatan (R), jadi kita tidak dapat menggunakan Rumus dasar daya listrik yaitu $P=VI$, namun kita dapat menggunakan persamaan berdasarkan konsep Hukum Ohm untuk mempermudah perhitungannya.

Hukum Ohm :

$$V = I \times R$$

Jadi, jika yang diketahui hanya Arus Listrik (I) dan Hambatan (R) saja.

$$P = V \times I$$

$$P = (I \times R) \times I$$

$P = I^2R$ → dapat menggunakan rumus ini untuk mencari daya listrik

Sedangkan penjabaran rumus jika diketahui hanya Tegangan (V) dan Hambatan (R) saja.

$$P = V \times I$$

$$P = V \times (V / R)$$

$P = V^2 / R$ → dapat menggunakan rumus ini untuk mencari daya listrik

Hubungan Horsepower (hp) dengan Watt

Hampir semua peralatan listrik menggunakan Watt sebagai satuan konsumsi daya listrik. Tapi ada juga peralatan tertentu yang menggunakan satuan Horsepower (hp). Dalam Konversinya, 1 hp = 746 watt.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

III.1. Waktu, dan Tempat Pelaksanaan

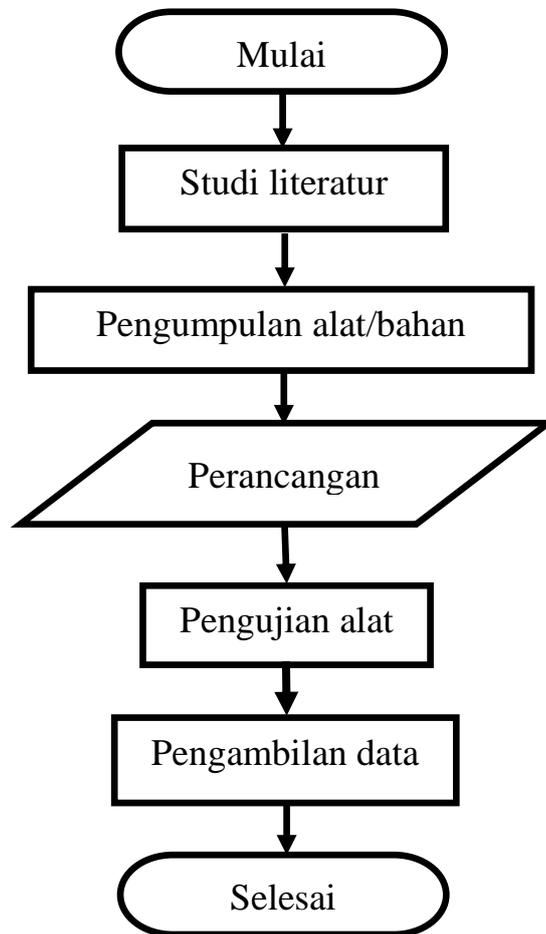
1. Waktu

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 (enam), dimulai pada bulan januari, maret, april, mei, juni sampai dengan bulan juli dan jenis kegiatan yang dilakukan yaitu studi literatur, pengumpulan alat dan bahan, perancangan, pengujian alat dan yang terakhir pengambilan data.

2. Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan dilakukan di Laboraturium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

III.2. Diagram Proses Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir dari proses perancangan tugas akhir

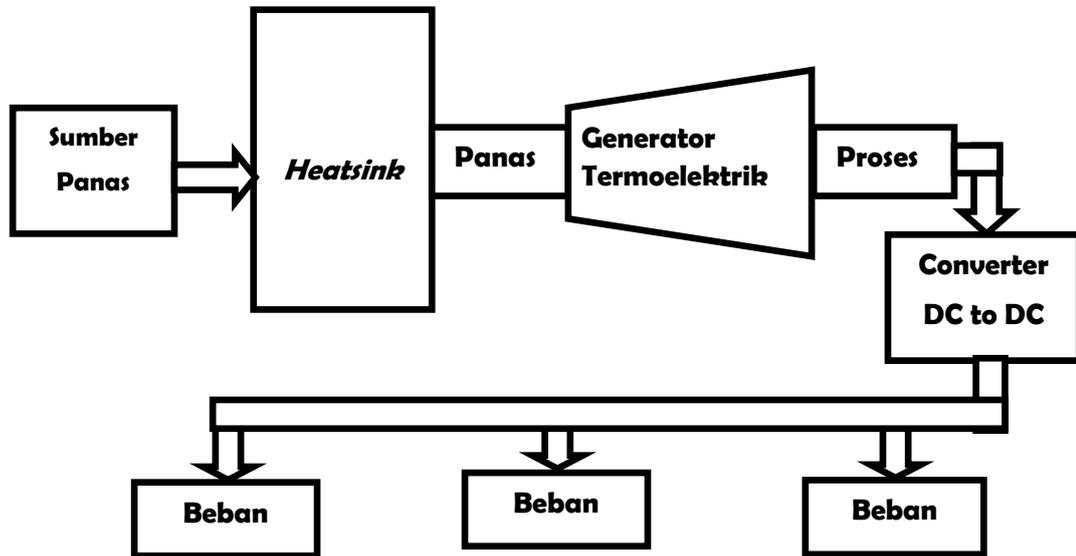
III.3. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Dalam Studi Literatur ini kami mengumpulkan data dengan cara mencari buku, jurnal dan modul yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi untuk alat yang kami rancang.

2. Pengumpulan Alat/Bahan

3. Perancangan



Gambar 3.2. Skema Perancangan

Dalam proses perancangan yang dilakukan mulai pada pengumpulan alat/bahan kemudian kami melakukan pengecekan pada alat/bahan dan melakukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

- a. Kompor dinyalakan untuk memanaskan *Heatsink*.
- b. *Heatsink* menyerap panas dan mengalirkan pada Generator Termoelektrik.
- c. Panas yang diserap oleh Generator Termoelektrik menghasilkan proses konversi.
- d. Kemudian output tegangan Generator Termoelektrik akan dialirkan pada Converter DC to DC.
- e. Converter DC to DC berfungsi untuk menstabilkan arus yang akan menyalakan beban.

4. Pengujian Alat.

Pada pengujian alat ini kami mulai dari pemasangan gas pada kompor, setelah melakukan pemasangan nyalakan api kompor untuk memanaskan *Heatsink*. *Heatsink* menyerap panas dan mengalirkan pada Termoelektrik, Termoelektrik mengkonversi energi panas menjadi energi listrik terus di alirkan pada Converter DC to DC kemudian arus yang dari Converter DC to DC akan dialirkan untuk menyalakan beban.

5. Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data kami mengukur berapa suhu panas *Heatsink* supaya dapat menghantarkan listrik, mengukur output tegangan, arus dan daya pada Termoelektrik, setelah itu mengukur berapa input dan output dari Converter DC to DC supaya dapat menyalakan beban.

III.4. Alat dan Bahan yang Digunakan Dalam perancangan

a. Bahan yang digunakan dalam perancangan

Tabel 4.1. Bahan yang digunakan dalam perancangan

No	Nama Bahan	Banyaknya
1.	Generator Termoelektrik	8 Buah
2.	Converter DC to DC	1 Buah
3.	<i>Heatsink</i>	2 Buah
4.	Kipas	2 Buah
5.	Aki	1 Buah
6.	Kompor	1 Buah
7.	Tabung Gas Mini	1 Buah
8.	Lampu Led Biru	10 Buah

b. Alat yang digunakan dalam perancangan.

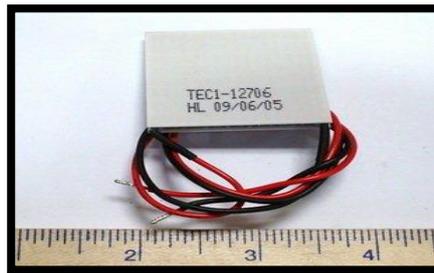
Tabel 4.2. Alat yang digunakan dalam perancangan

No	Nama Alat	Banyaknya
1.	Solder	1 Buah
2.	Timah	2 Gulung
3.	Penyedot Timah	1 Buah
4.	Tang Kombinasi	1 Pasang
5.	Obeng	1 Pasang
6.	Bor Listrik	1 Buah
7.	Thermal Pasta	1 Buah
8.	Papan PCB	1 Buah
9.	Multimeter	2 Buah
10.	Termometer	1 Buah
11.	Soket	2 Buah
12.	Saklar	1 Buah
13.	Kabel Buaya	5 Pasang
14.	Baut	10 buah

III.5. Spesifikasi dari Alat dan Bahan

1. Generator Termoelektrik.

Generator yang penulis gunakan yaitu Generator Termoelektrik tipe IEC1-12705, HL 09/06/05 yang berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dan terdapat dua buah kabel biasanya merah dan hitam.



Gambar 3.3. Generator Termoelektrik

2. Kompor

Kompor yang digunakan oleh penulis adalah kompor portable stove, model B-202, purpose outdoor, size 160x160x100 mm, weight 400g, category vapor pressure butanr propane MIX, nominal rate 2800 w, the way to fire spark generator.



Gambar 3.4. Kompor Gas Mini

3. Tabung Gas

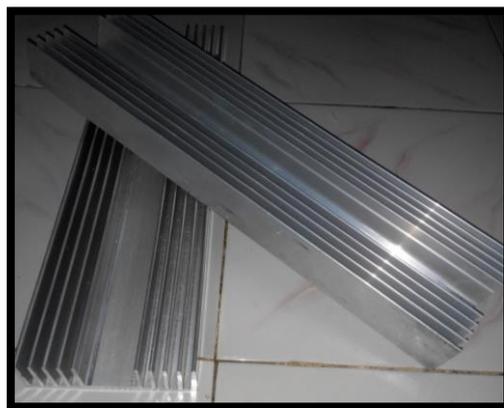
Tabung gas yang dipakai oleh penulis yaitu tabung gas kecil yang bermerek Winn Gas dengan berat keseluruhan 235 g.



Gambar 3.5. Tabung Gas mini

4. Heatsink

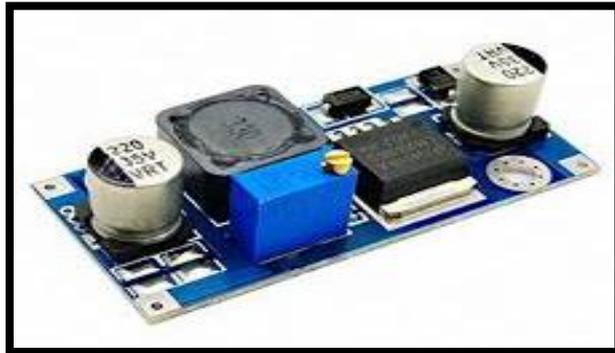
Heatsink yang dipakai terbuat dari logam yang berfungsi untuk menyerap dan membuang panas.



Gambar 3.6. *Heatsink*

5. Converter DC to DC

Converter DC to DC yang dipakai adalah Converter DC to DC tipe XL6009 input 3.5-8 output 4-24V LM2577.



Gambar 3.7. Converter DC to DC

6. Aki

Aki yang dipakai adalah aki motor yang mempunyai tegangan sebesar 12 Volt 3 Ampere dengan AH ya 7.



Gambar 3.8. Aki

7. Kipas

Kipas yang dipakai penulis adalah *Protechnic Electric* Made IN China Tipe MGA8012HS-A25 (5 V).



Gambar 3.9. Kipas

8. Termometer Digital

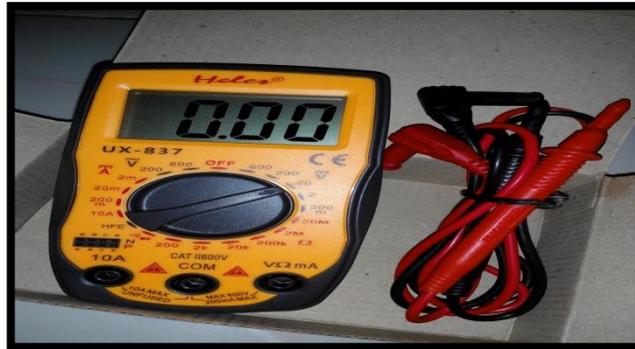
Termometer digital yang dipakai penulis bermerek ST-2 dengan masuk dan keluar mengukur suhu dua arah, fungsi tampilan jam, Kisaran suhu $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, ketepatan $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, resolusi lebih tinggi dari $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$: tidak lebih dari $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, tenaga 1.5 V satu LR44.



Gambar 3.10. Termometer Digital

9. Multimeter Digital

Multimeter Digital yang dipakai penulis adalah type UX837TR dengan besr LCD 31/2.



Gambar 3.11. Multimeter Digital

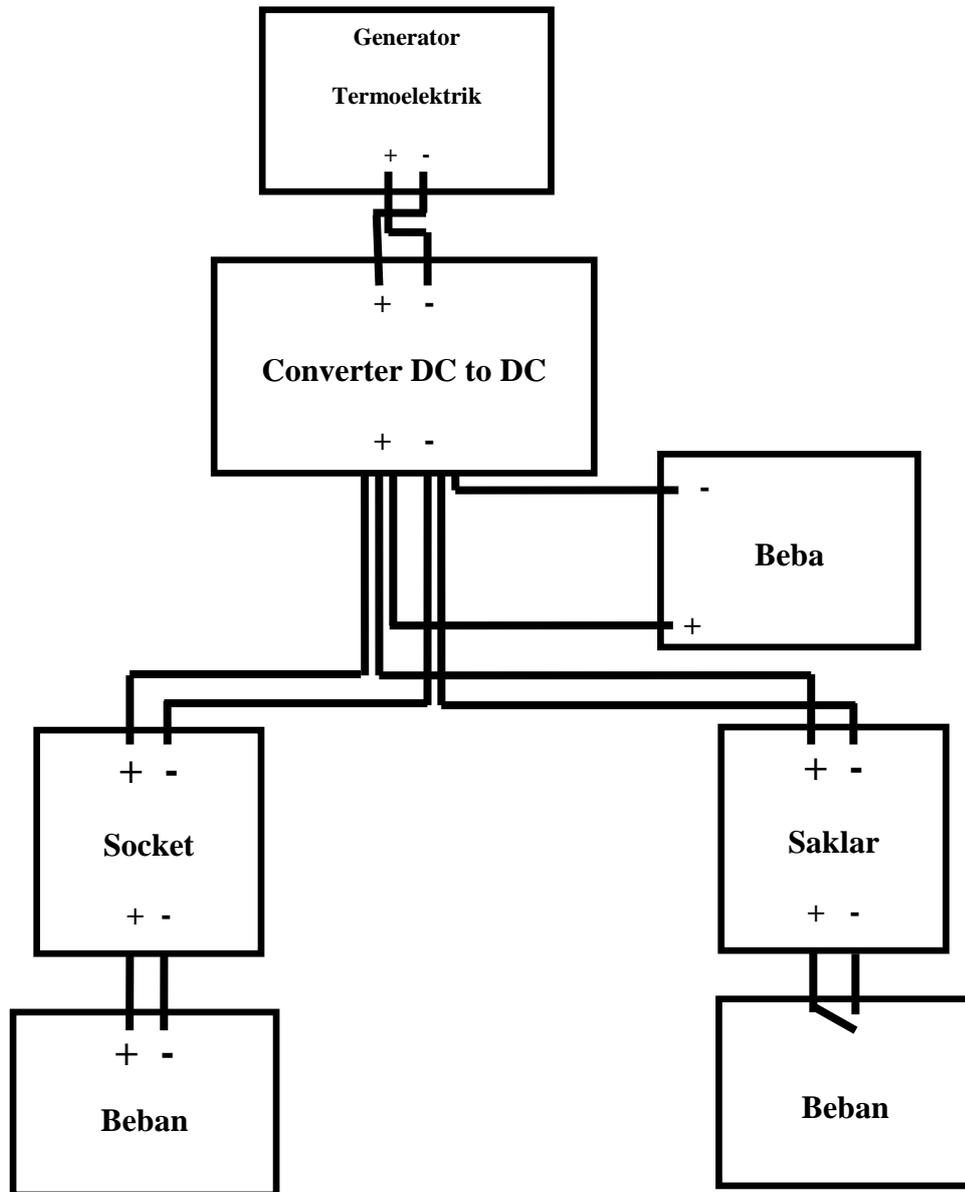
III.6. Jadwal Pengambilan Data

Tabel 3.3. Jadwal pengambilan data

No	Tanggal	Keterangan
1.	04 – 06 Agustus 2017	Membuat desain rangkaian yang akan digunakan.
2.	12 Agustus 2017	Membuat daftar alat yang akan digunakan
3.	20 - 24 Agustus 2017	Pengadaan Generator Termoelektrik dan pengadaan <i>heatsink</i>
4.	27 – 30 Agustus 2017	Pengadaan kompor, gas, dan multimeter.
5.	03 September 2017	Pengadaan Converter DC to DC
6.	05 September 2017	Pengadaan kabel, saklar, soket, lampu, kipas, tripleks dan lem lilin.
7.	09 September 2017	Mengecek kompor dengan gas dengan memasang gas pada kompor dan menyalakannya agar kita bisa tau kompor dengan gas masih berfungsi atau tidak.
8.	11 September 2017	Pengukuran tegangan pada output Generator Termoelektrik. Setelah itu

		<p>mengukur suhu panas dari heatsing agar kita bisa tau berapa suhu agar Generator Termoelektrik bisa mengkonversi panas menjadi energi listrik. Kemudian mengukur arus yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik. Setelah itu menghitung daya yang dihasilkan pada saat konversi dengan menggunakan rumus</p> $P = V \times I.$
9.	13 September 2017	Membuat tempat untuk alat yang sudah dirancang agar suhu panas yang akan dikonversikan stabil.
11.	14 September 2017	Membuat wiring diagram dari hasil perancangan.
12.	15 September 2017	Pengujian keseluruhan alat yang sudah dirancang. mengukur tegangan input dari Converter DC to DC dan mengukur outputnya agar bisa menyalakan beban.
13.	16 September 2017	Membuat laporan

III.7. Wairing Diagram Penelitian



Gambar 3.12. Wairing diagram dari hasil perancangan

Tegangan yang sudah dikonversi Generator Termoelektrik akan dilirkan pada Converter DC to DC tang berfungsi untuk menstabilkan output dan menaikkan tegangan setelah itu tegangan dialirkan pada beban yang akan dinyalakan.

BAB IV

HASIL PERANCANGAN

IV.1. Hasil

1. Hasil perancangan

Hasil perancangan yang diperoleh merupakan hasil Konversi Energi Listrik Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik yang mengubah energi panas menjadi energy listrik. Penelitian melakukan observasi dan survei alat yang dilakukan pada Laboraturium Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

A. Hasil pengukuran tegangan output Generator Termoelektrik

Nilai daya didapat dari hasil perhitungan tegangan dan arus dengan menggunakan rumus daya listrik. Adapun rumusnya yaitu:

Rumus daya listrik

$$P = V \times I$$

Keterangan rumus:

P = Daya listrik

V = Tegangan

I = Arus

Dengan rumus tersebut kita bisa menghitung dan mendapatkan nilai daya dengan cara penyelesaian sebagai berikut.

$$V = 1.46 \text{ V} \qquad I = 0.04 \text{ A}$$

Maka,

$$P = V \times I$$

$$P = 1.46 \text{ V} \times 0.04 \text{ A} = 0.0584 \text{ Watt}$$

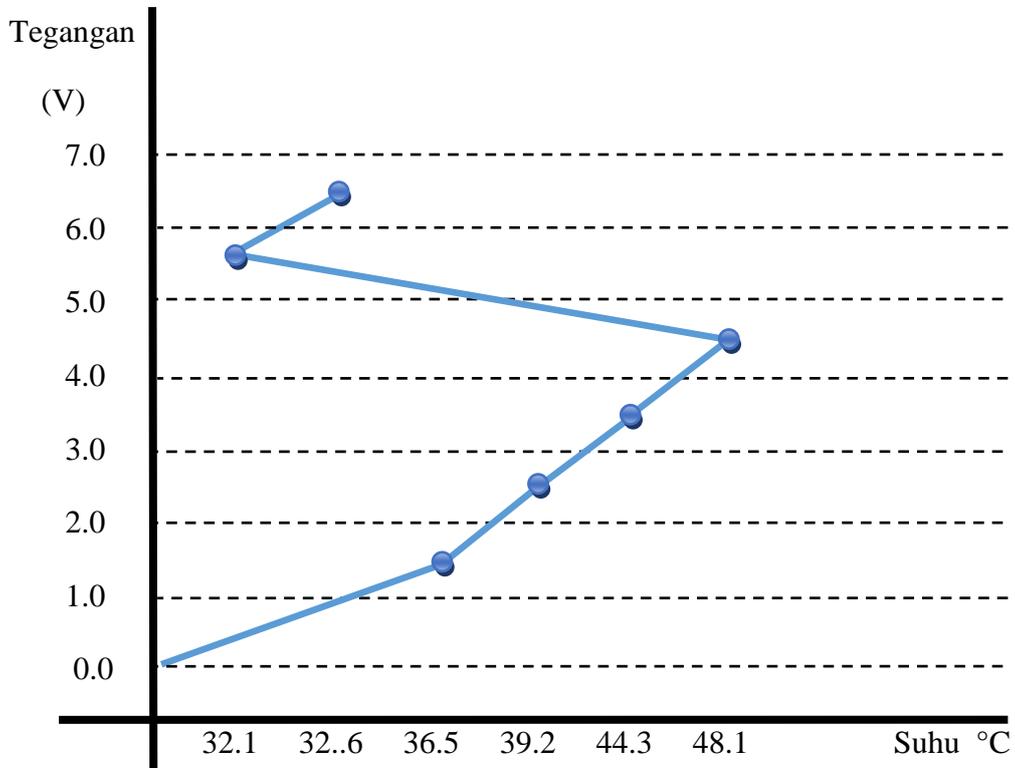
Tabel 4.1. Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan pada hari Selasa tanggal 11 September 2017.

No	Waktu (Wita)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	01:00	36.5 °C	1.46 V	0.04 A	0.0584 W
2.	01:01	39.2 °C	2.58 V	0.07 A	0.1806 W
3.	01:03	44.3 °C	3.58 V	0.09 A	0.3222 W
4.	01:05	48.1 °C	4.55 V	0.12 A	0.548 W
5.	01:06	32.1 °C	5.73 V	0.14 A	0.806 W
6.	01:08	32.6 °C	6.15 V	0.15 A	0.9225 W

Tabel 4.1 menjelaskan pada jam 01:00 dengan suhu 36.5 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 1.46 V dan arus sebesar 0.04 A. Tegangan dan arus akan terus naik pada setiap pergantian menit sesuai dengan berapa suhu panas yang dikonversi oleh Generator Termoelektrik.

Diagram Output Generator Termoelektrik:

A. Tegangan (Volt)

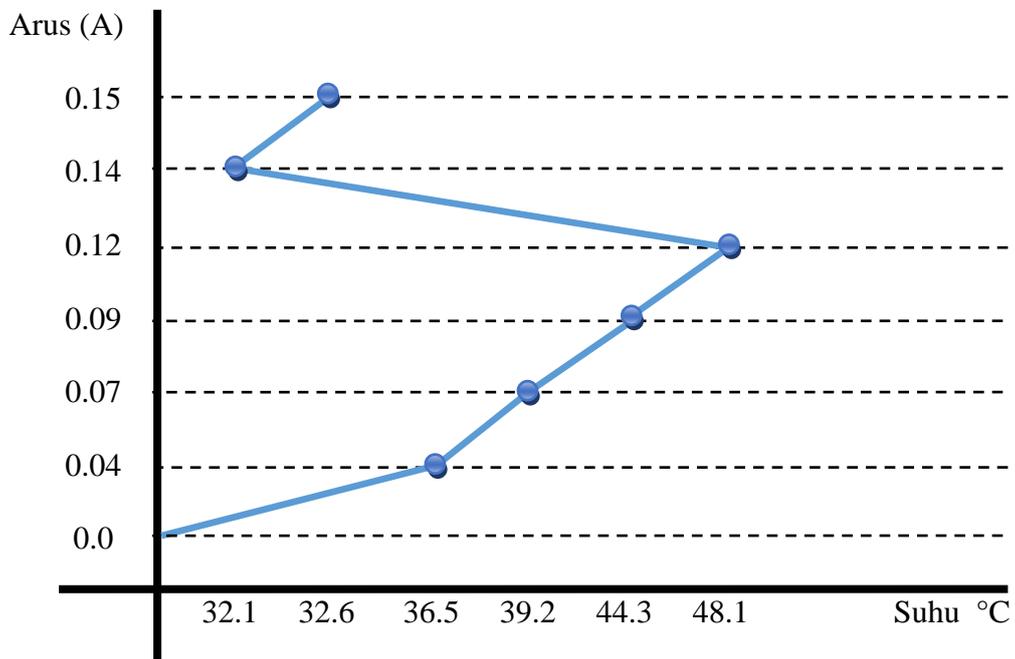


Gambar 4.1. Diagram hasil pengukuran tegangan

Keterangan :

Diagram pada Gambar 4.1 memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik semakin naik dari 1.46 V, 2.58 V, 3.58 V, 4.55 V, 5.73 V sampai dengan 6.15 V. Sedangkan pada suhu mengalami penurunan dari 36.5 °C, 39.2 °C, 44.3 °C, 48.1 °C, 32.1 °C sampai 32.6 °C itu diakibatkan oleh Termometer yang mengalami perubahan pengukuran dari suhu panas api ke suhu panas ruangan.

B. Arus (Ampere)

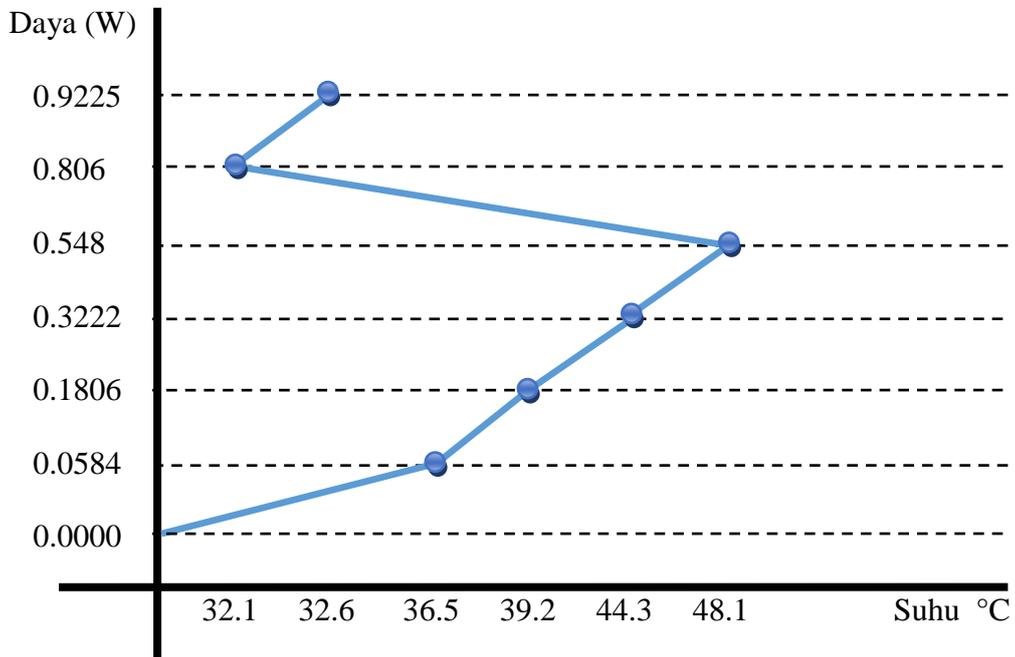


Gambar 4.2. Diagram dari hasil pengukuran arus

Keterangan :

Diagram pada Gambar 4.2 memperlihatkan Arus yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik semakin naik dari 0.04 A, 0.07 A, 0.09 A, 0.12 A sampai dengan 0.15. Sedangkan pada suhu mengalami penurunan dari 36.5 °C, 39.2 °C, 44.3 °C, 48.1 °C, 32.1 °C sampai 32.6 °C itu diakibatkan oleh Termometer yang mengalami perubahan pengukuran dari suhu panas api ke suhu panas ruangan.

C. Daya (Watt)



Gambar 4.3. Diagram dari hasil pengukuran daya

Keterangan :

Dari hasil perhitungan tegangan dengan arus kita mendapatkan daya yang dihasilkan dari konversi oleh Generator Termoelektrik. Arus yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik semakin naik dari 0.0584 W, 0.0584 W, 0.3222 W, 0.548 W, 0.806 W sampai dengan 0.9225 W. Sedangkan pada suhu mengalami penurunan dari 36.5 °C, 39.2 °C, 44.3 °C, 48.1 °C, 32.1 °C sampai 32.6 °C itu diakibatkan oleh Termometer yang mengalami perubahan pengukuran dari suhu panas api ke suhu panas ruangan.

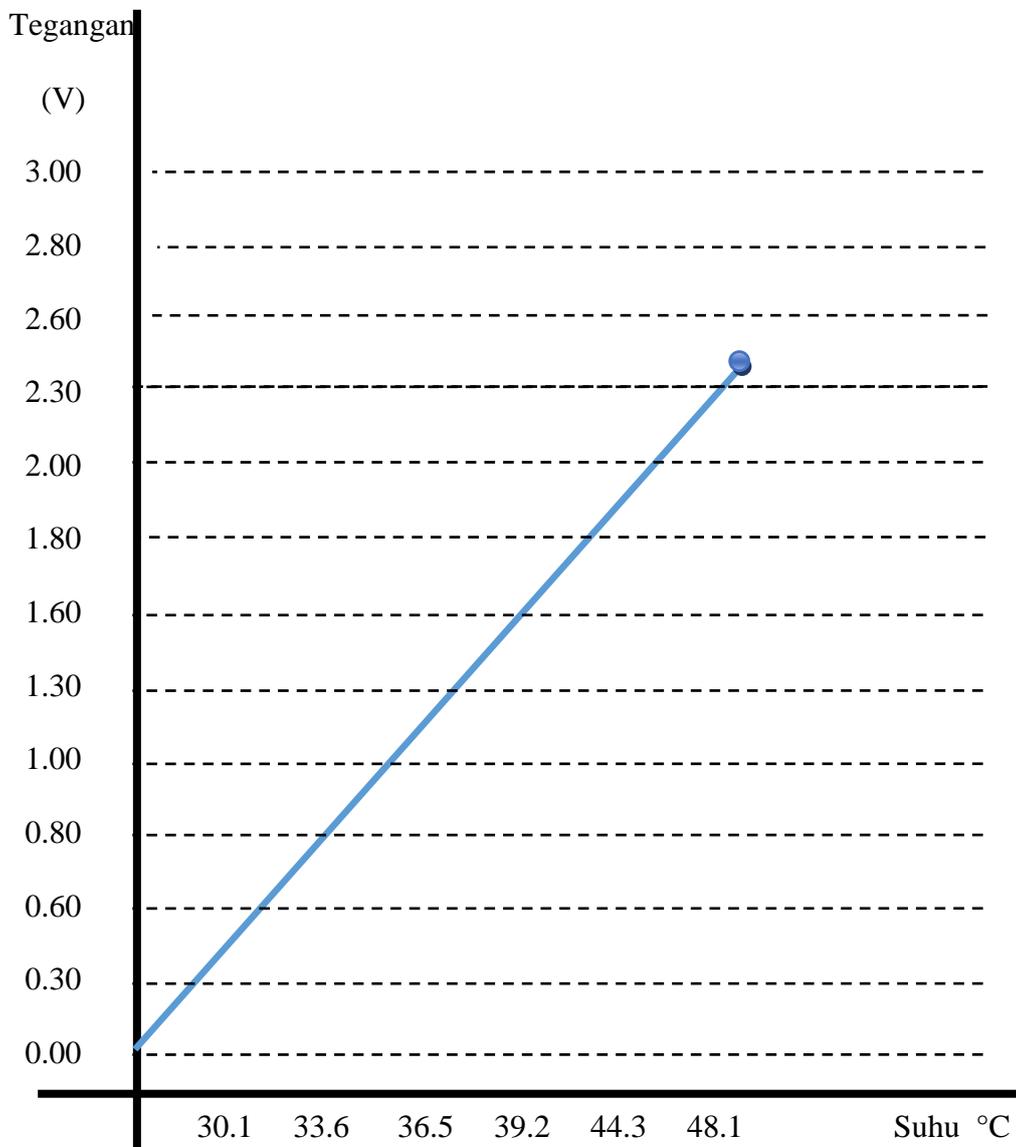
4. Data hasil percobaan

Tabel 4.2. Data hasil percobaan langsung input dan output dari Generator Termoelektrik dengan beban 5 V, 12 V dan 4.5 V dengan sumber energi dari hasil konversi yang dilakukan pada hari jum'at tanggal 15 september 2017.

No	Input Converter DC to DC (Volt)	Output Converter DC to DC (Volt)	Beban DC			Waktu	Suhu (°C)
			Led	Aki	Kipas		
1.	2.32 V	12.15 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
2.	2.32 V	13.55 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
3.	2.32 V	14.76 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
4.	2.32 V	15.43 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
5.	2.32 V	16.23 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
6.	2.32 V	17.55 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
7.	2.32 V	18.87 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
8.	2.32 V	19.43 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
9.	2.32 V	20.32 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
10.	2.32 V	21.54 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
11.	2.32 V	22.84 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
12.	2.32 V	23.66 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
13.	2.32 V	24.54 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
14.	2.32 V	25.32 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C
15.	2.32 V	26.67 V	4.5 V	12 V	5 V	02:06	48.5 °C

Tabel 4.5 menjelaskan selisih antara input dengan output, pada jam 02:06 input yang didapat sebesar 2.32 V sedangkan outputnya sebesar 12.15 V. Jadi input dari Converter DC to DC lebih besar dari output, pada jam 02:06 terjadi perbedaan input dan output, tegangan output lebih besar dari tegangan input, jika terjadi hal seperti itu maka output dari Converter DC to DC akan terus naik dengan selisih yang cukup jauh yaitu dari 12.15 V, 13.55 V, 14.76 V, 15.43 V, 16.23 V, 17.55 V, 18.87 V, 19.43 V, 20.32 V, 21.54 V, 22.84 V, 23.66 V, 24.54 V, 25.32 V sampai dengan 26.67 V setelah itu kita bisa mengatur arus sesuai yang dibutuhkan untuk menyalakan beban.

A. Diagram input Converter DC to DC.

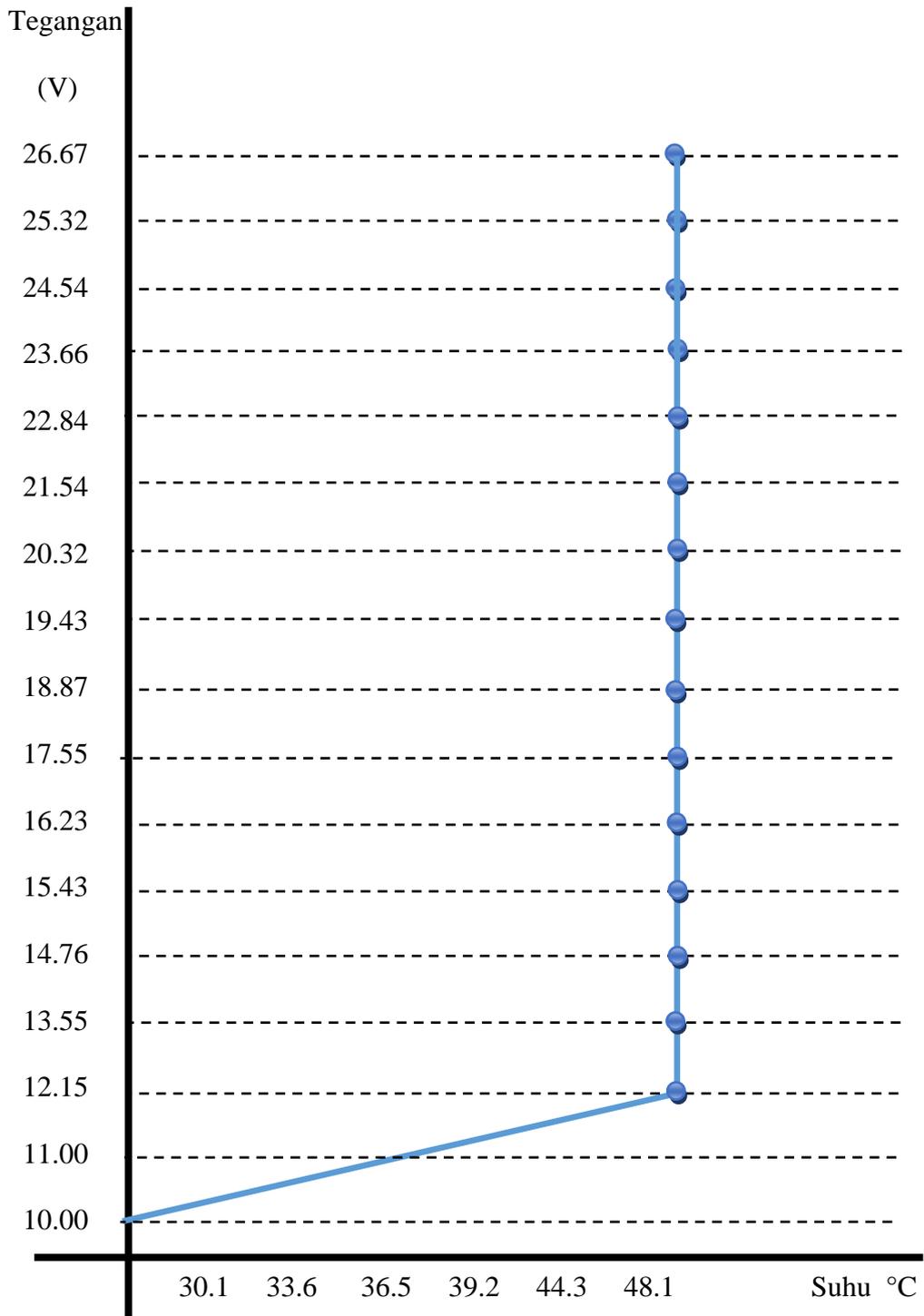


Gambar 4.4. Diagram dari hasil pengukuran input Converter DC to DC

Keterangan :

Dari hasil pengamatan percobaan yang dilakukan, tegangan input dari Converter DC to DC sebesar 2.32 V dengan suhu 48.5 °C.

B. Diagram output Converter DC to DC.



Gambar 4.5. Diagram dari hasil pengukuran output Converter DC to DC

Keterangan :

Dari hasil pengamatan percobaan yang dilakukan, selisih arus input dan output mengalami perbedaan yang cukup jauh dari tegangan input yaitu 2.32 V sedangkan outputnya dari 12.15 V, 13.55 V, 14.76 V, 15.43 V, 16.23 V, 17.55 V, 18.87 V, 19.43 V, 20.32 V, 21.54 V, 22.84 V, 23.66 V, 24.54 V, 25.32 V sampai dengan 26.67 V. Setelah kita mendapatkan tegangan sebesar 26.67 V kita sudah bisa mengatur tegangan yang akan menyalakan masing-masing beban.

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

1. Generator Termoelektrik merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan Energi Panas atau kalor. Pada alat ini digunakan komponen yang bernama "*Peltier*". Pada umumnya *Peltier* adalah keramik yang bisa menghasilkan energi panas dan dingin jika di beri tegangan . Namun pada Prinsip Termoelektrik, *Peltier* jika di panaskan salah satu sisinya dan sisi lain panasnya dibuang, maka akan menghasilkan Tegangan. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi listrik secara langsung atau generator termoelektrik. Cara kerja generator ini adalah apabila ada perbedaan suhu lebih dari 30 °C diantara kedua sisi *peltier* maka *peltier* akan menghasilkan listrik.
2. Dari hasil pengujian peralatan Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik bermerek IEC1-12705,HL 09/06/05 yang dilaksanakan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa panas api yang diserap oleh *Heatsink* kemudian dialirkan pada Generator Termoelektrik pada jam 01:00 sampai dengan jam 01:10 rata-rata memperoleh tegangan sebesar 1.46 V sampai dengan 6.15 V, arus sebesar 0.04 A sampai dengan 0.15 A, dan daya dari 0.0584 W sampai dengan 0.9225 W. Pengujian yang dilakukan mulai pada jam 01:00 sampai dengan 01:08 diperoleh penyerapan Generator Termoelektrik yang suhunya maksimal 36.5

°C sampai dengan 48.1 °C. Setelah suhu telah mencapai 48.1 °C sumber panas dimatikan agar tidak terjadi *over heat*.

3. Pengukuran pada Input Converter DC to DC tegangan yang didapat sebesar 2.32 V sedangkan output yang didapat yaitu dari 12.15 V, 13.55 V, 14.76 V, 15.43 V, 16.23 V, 17.55 V, 18.87 V, 19.43 V, 20.32 V, 21.54 V, 22.84 V, 23.66 V, 24.54 V, 25.32 V sampai dengan 26.67 V. Tegangan yang didapat pada output Converter DC to DC sangatlah tinggi dengan tegangan input dan suhu yang stabil.

V.2. Saran

1. Generator Termoelektrik selain bisa mengkonversi energi panas menjadi energi listrik, Generator Termoelektrik juga lebih ramah lingkungan. Dalam penggunaan Generator Termoelektrik sebaiknya mengukur berapa suhu panas.
2. Fungsi dari alat, diharap bisa dikembangkan lagi agar bisa mensuplai peralatan elektronik lainnya yang membutuhkan daya yang lebih besar.
3. Dalam pemilihan pembelian Converter DC to DC diharapkan membeli jenis Converter DC to DC sesuai dengan alat yang akan dirancang.

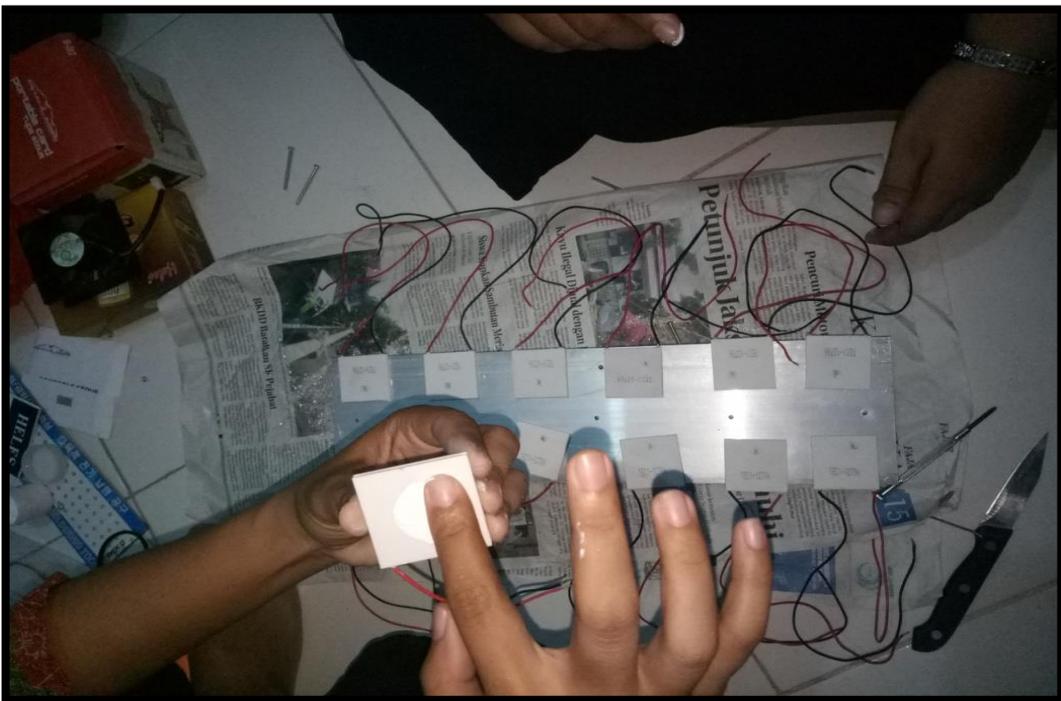
DAFTAR PUSTAKA

1. Astu Pudjanarsa, MT; Prof. Ir. Djati Nursuhud MSME; Penerbit Andi. Mesin Konversi energi.
2. Observation of spin Seebeck contribution to the transverse thermopower in Ni-Pt and MnBi-Au bulk nanocomposites. *Nature Communications*, 2016; 7: 13714
DOI: 10.1038/ncomms13714.
3. One step closer to reality: devices that convert heat into electricity, 22 Dec 2016, by Ohio State University.
4. <http://majalahenergi.com/forum/energi-baru-dan-terbarukan/bentuk-energi-baru/termoelektrik-pemanfaatan-energi-panas-menjadi-energi-listrik>.
5. <https://indone5ia.wordpress.com/2011/09/02/sekilas-mengenai-konverter-dc-dc/>.
6. <http://rotarybintaro.co.id/apakah-itu-thermometer-digital-dan-bagaimana-cara-kerjanya-dan-apa-manfaatnya-untuk-ac-mobil/>.

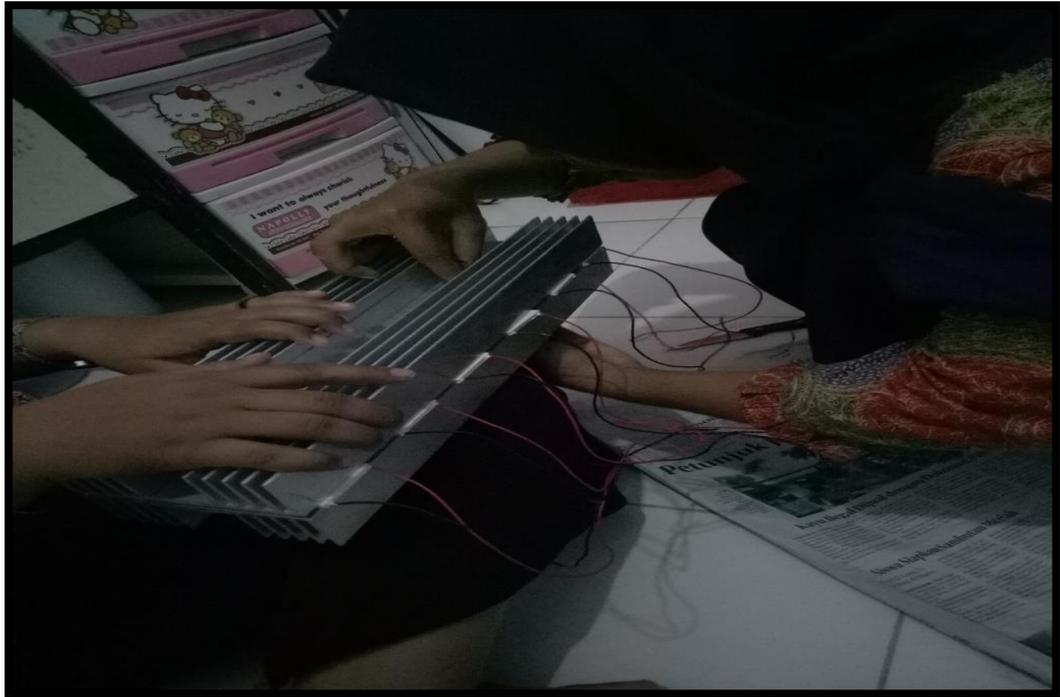
LAMPIRAN



Pemboran *heatsink* dengan bor listrik



Pengolesan trmal pasta pada Generator Termoelektrik



Pemasangan dua *heatsink* untuk mengapit Generator Termoelektrik



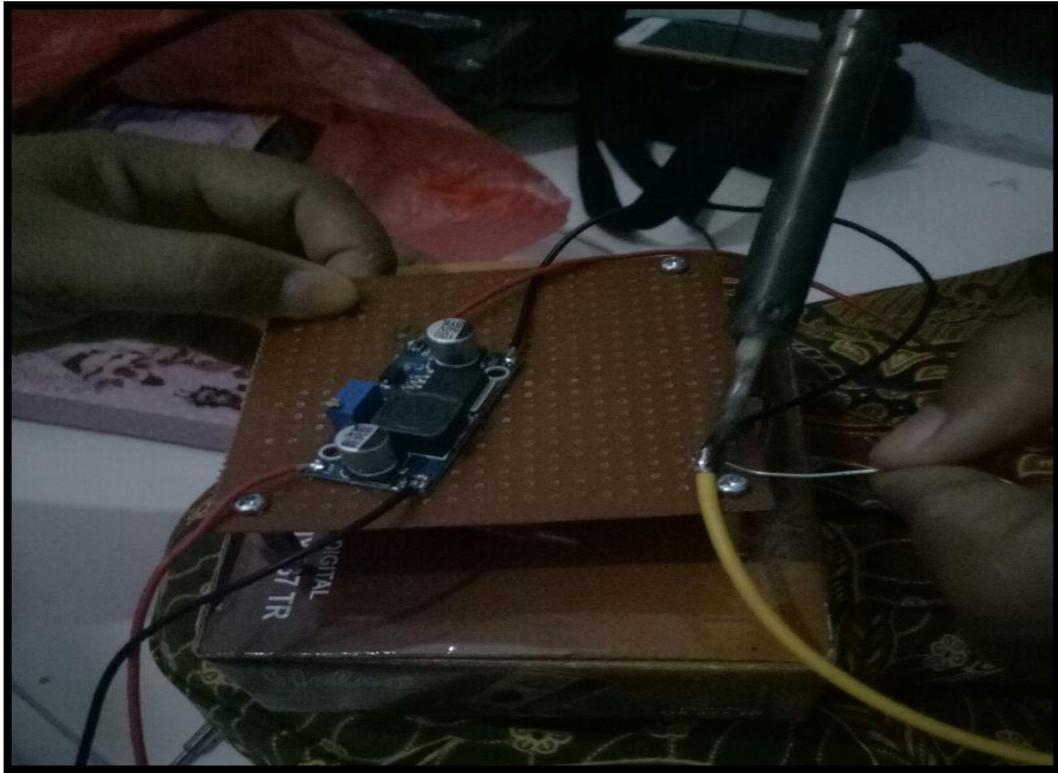
Pembelian tripleks



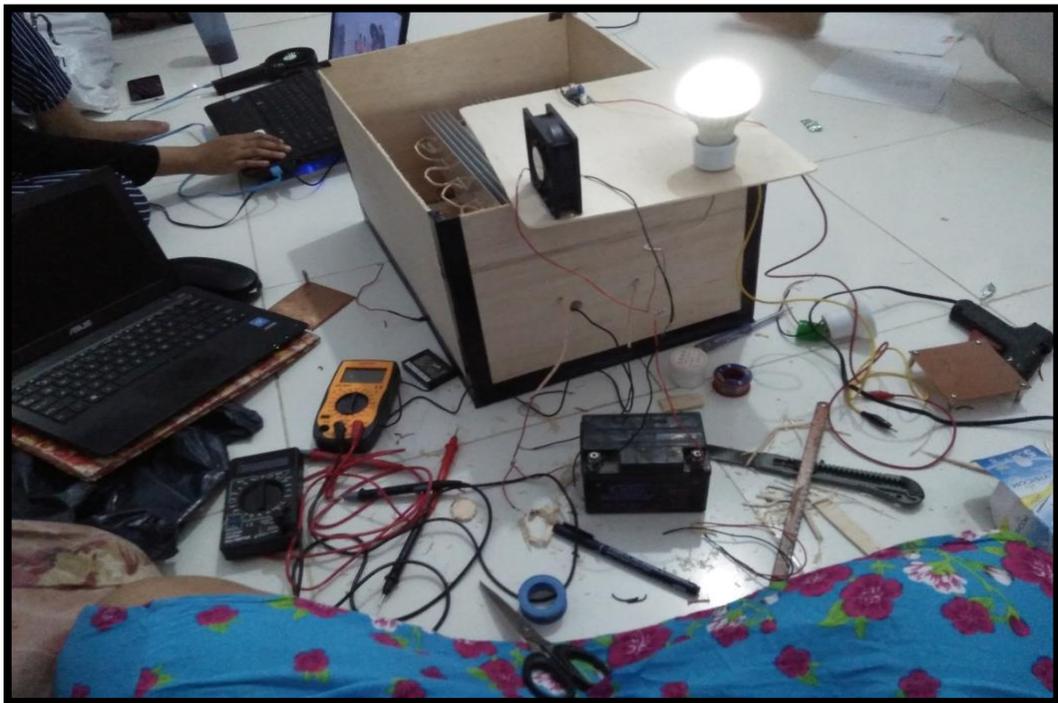
Pembuatan tempat untuk menyimpan alat yang sudah dirancang agar suhunya bisa stabil



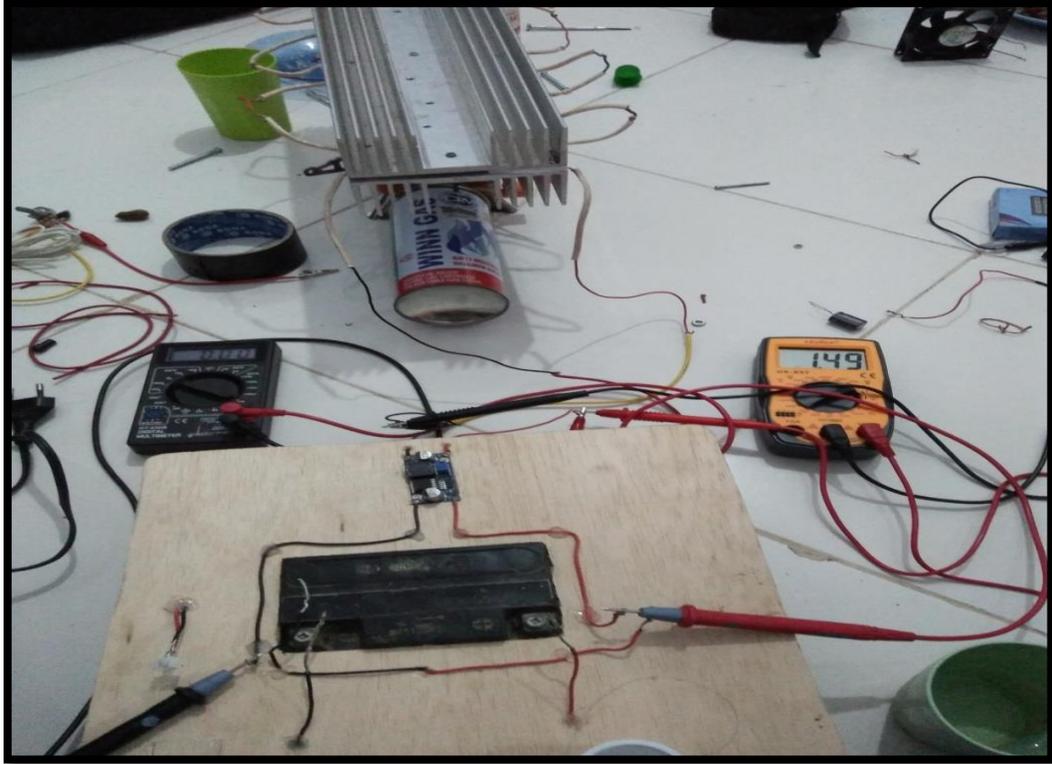
Membuat rangkaian diatas tripleks



Pemasangan kabel pada step up dengan cara menyolder



Percobaan menggunakan aki 12 V untuk menyalakan lampu dengan kipas



Pengukuran output dari Generator Termoelektrik



Pengukuran input dan output dari step up agar dapat menyalakan beban



Perancangan sukses menyalakan beban



Perancangan sukses menyalakan beban