

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KULKAS MINI THERMOELEKTRIK

Iwan Sumirat¹, Romanto²

¹Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor,
Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

²Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn
Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

E-mail: iwan.sumirat@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KULKAS MINI THERMOELEKTRIK. Telah dirancang sebuah prototipe kulkas mini thermoelektrik. Efek thermoelektrik khususnya efek peltier dapat digunakan sebagai alternatif bagi sistem pendingin konvensional di mana proses pendinginan tidak menggunakan sistem mekanis seperti pompa kompresor namun dilakukan melalui mekanisme elektronis yang terjadi pada bahan-bahan tertentu khususnya semikonduktor. Pada thermoelektrik pendingin ini memiliki ukuran yang telah ditentukan dan sangat efisien pada thermoelektrik memiliki ukuran khusus panjang 4 cm, lebar 4 cm dan ketebalannya 3,8 cm yang dapat diberi arus 12 volt dan 5 ampere sehingga dapat dimaksimalkan dan dapat menghasilkan dingin yang maksimal pula bisa memperoleh hasil hingga mencapai 2°C bila suhu panasnya dibuang dengan maksimal, minimal bertahan di suhu kamar untuk panasnya disekitar 27°C sampai dengan 29°C maka akan mendapatkan hasil yang memuaskan bila suhu panasnya dibuang. Hasil pengujian belum memperoleh hasil yang diinginkan dari temperatur yang seharusnya, dikarenakan temperatur tersebut belum bisa turun selalu naik terus menerus dalam jangka waktu yang telah ditentukan setiap satu menit selalu terhitung dan tidak terlewati dalam waktunya karena kesulitan dari cara membuang panas pada alat yang telah dibuat dan dalam waktu yang singkat walaupun suhu yang akan digunakan pada lemari pendingin tersebut hanya 10°C yang di minta.

Kata kunci: thermoelektrik pendingin, rancang bangun, kulkas mini, penentuan suhu yang diinginkan, ukuran pada thermoelektrik.

1. PENDAHULUAN

Pendingin memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia seperti untuk pengawetan bahan makanan dan minuman. Pendinginan sudah menjadi kebutuhan dasar bagi masyarakat modern karena meningkatkan kualitas rasa dan higienis dari makanan dan minuman. Proses pendinginan yang sering digunakan pada kulkas (lemari pendingin) konvensional menggunakan sistem kompresor dan zat refrijeran[1]. Prinsip kerjanya adalah “Penguapan”. Untuk mendapatkan penguapan diperlukan gas (udara) yang mencapai temperatur tertentu (panas). Setelah udara tersebut panas diubah agar kehilangan panas, sehingga terjadi penguapan. Disaat adanya penguapan, maka timbullah suhu di dalam temperatur rendah (dingin)[2]. Pada kulkas konvensional dapat mendinginkan temperature 10°C sampai 18°C dibawah 0 (-18°C).

Rancang Bangun prototype kulkas mini thermoelektrik ini meliputi: (a) analisis

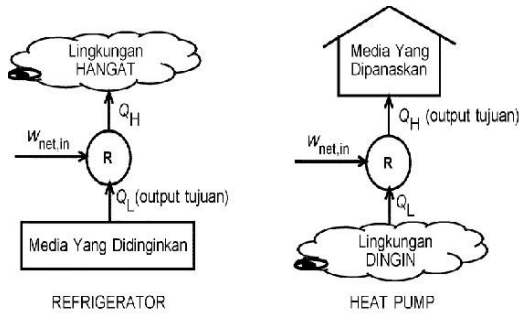
kebutuhan thermoelectric cooler yang akan digunakan dan (b) Pendingin yang akan digunakan mempengaruhi luas penampang media penghantar dari segi waktu dan tingkat daya hantar rambatan pada suhu.

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan pembuatan rancang bangun prototype kulkas mini melalui peroleha tujuan Penelitian meliputi: (a) mengetahui seberapa dinginkah bila di beri daya sumber 12 Volt 5A pada alat tersebut pada thermoelektrik, terhadap material yang digunakan, (b) Seberapa banyak jumlah thermoelektrik yang digunakan seharusnya? Pada saat lemari pendingin mulai di uji coba, dalam pembuatan kulkas mini yang mempengaruhi kebutuhan daya di saat lemari pendingin digunakan dan (c) Lebih efisien mana bila dibandingkan dengan yang menggunakan zat refrijeran atau Freon.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Refrigerasi

Siklus refrigerasi adalah siklus kerja yang mentransfer kalor dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi dengan menggunakan kerja dari luar sistem. Secara prinsip merupakan kebalikan dari siklus mesin kalor (*heat engine*). *Refrigerator* berfungsi untuk mendinginkan media dan *heat pump* yang berfungsi untuk memanaskan media. Ilustrasi tentang *refrigerator* dan *heat pump* dapat dilihat pada gambar 1 di bawah.



Gambar 1 refrigerator dan heat pump

Kinerja suatu *refrigerator* dan *heat pump* dinilai dari besarnya koefisien kinerja (*coefficient of performance COP*) yang didefinisikan sebagai berikut,

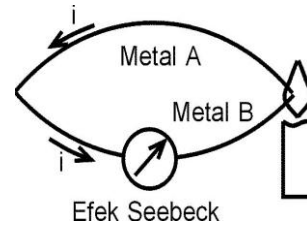
$$COP_R = \frac{\text{output tujuan}}{\text{kerja yang dibutuhkan}} = \frac{\text{efek pendinginan}}{\text{input kerja}} = \frac{Q_L}{W_{\text{net,in}}}$$

$$COP_{HP} = \frac{\text{output tujuan}}{\text{kerja yang dibutuhkan}} = \frac{\text{efek pemanasan}}{\text{input kerja}} = \frac{Q_H}{W_{\text{net,in}}}$$

Harga COP_R dan COP_{HP} umumnya lebih besar dari satu dimana : $COP_{HP} = COP_R + 1$ untuk suatu rentang tekanan kerja yang sama.

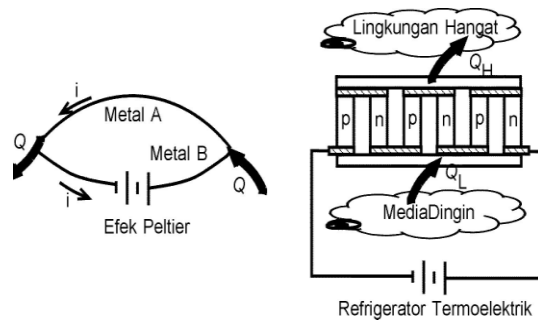
2.2 Sistem Refrigerasi Thermoelektrik

Telah diketahui dari apa yang disebut **efek Seebeck** bahwa dua buah logam yang berbeda apabila ujung-ujungnya dihubungkan kemudian dipanaskan salah satu ujungnya maka akan timbul arus listrik dalam rangkaian logam tersebut.



Gambar 2 Siklus refrigerasi Termoelektrik

Siklus refrigerasi thermoelektrik akan memanfaatkan efek Peltier dimana apabila dialirkan arus listrik dalam rangkaian yang terbuat dari dua buah logam yang berbeda, maka pada ujung yang satu terjadi penyerapan kalor dan pada ujung yang satunya terjadi pembuangan kalor. Prinsip kerja dan susunan sistem secara skematis dapat dilihat di gambar 3 di bawah ini.

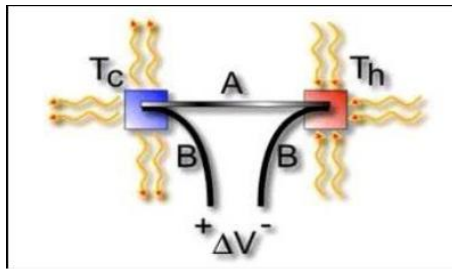


Gambar 3 Prinsip kerja dan susunan sistem Termoelektrik

Pada aplikasinya refrigerasi thermoelektrik akan menggunakan semikonduktor sebagai media untuk menyerap dan membuang kalor. Walaupun sistem ini mempunyai kelemahan yaitu rendahnya efisiensi, tetapi karena ringan, sederhana dan tidak berisik maka dipandang sebagai teknologi refrigerasi masa depan.

2.3 Sistem Thermoelektrik

Thermoelektrik merupakan alat yang dapat mengubah energi elektrik menjadi energy Termal [2]. Konsep Thermoelektrik pertama sekali dikenalkan oleh T.J. Seebeck pada tahun 1821. Seebeck menunjukkan bahwa medan magnet dapat diproduksi dengan membuat perbedaan panas di antara dua konduktor elektrik yang berbeda[3].

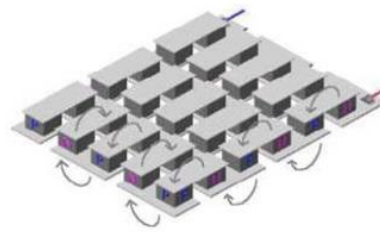


Gambar 4 Efek Seebeck

Dia menemukan bahwa bagian dari arus listrik yang dilalui oleh dua konduktor elektrik tersebut menghasilkan panas dan dingin bergantung pada arah pergerakan elektronnya [3].

1 .Prinsip Kerja Thermoelektrik

Elektron akan mengalir melalui arus DC berpindah secara bebas ke konduktor tembaga thermoelektrik. Elektron akan masuk dari tembaga ke sisi panas tipe-p. Pada semikonduktor tipe-p, elektron akan bergerak memenuhi lubang untuk dapat berpindah kembali ke tembaga. Ketika elektron memenuhi lubang, elektron harus menurunkan tingkat energi ke energi yang lebih rendah. Pada proses ini, elektron akan melepas panas. Elektron akan berpindah dari tipe-p kembali ke konduktor tembaga. Elektron kembali ditubruk ke tingkat energi yang lebih tinggi. Pada proses ini, elektron kembali menyerap panas. Elektron akan berpindah secara bebas melalui tembaga hingga mencapai semi konduktor tipe-n. Elektron yang hendak masuk ke dalam tipe-n harus menaikkan tingkat energi untuk berpindah melalui semi konduktor. Panas diserap ketika peristiwa ini terjadi. Akhirnya, elektron akan meninggalkan panas dari tipe-n untuk berpindah secara bebas melalui tembaga. Pada fasa ini, energi akan diturunkan ke tingkat energi yang lebih rendah. Panas dilepas dalam proses ini. Bagian elektron yang menyerap dan melepas panas akan disatukan dalam satu aliran. Hal ini membuat satu sisi akan panas akibat pelepasan energi terus- menerus. Sedangkan, satu sisi akan dingin akibat penyerapan panas terus menerus. Rangkaian tersebut akan tampak seperti gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Rangkaian Bagian-bagian Termoelektrik

2.Pemilihan Material

Pertama-tama, hitung temperatur pada sisi panas dengan temperatur di sisi dingin. Th:Temperatur pada sisi panas, Tc: Temperatur pada sisi dingin. Selanjutnya, cari kesesuaian antar pembelian. Sedangkan referensi pembelian bias melalui situs onlen, melalui katalog maupun langsung mendatangi tempat-tempat agen penjualan tertentu.

2.4 Tata Kerja

Penelitian tentang **Rancang Bangun prototype kulkas mimi thermoelektrik** dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro UIKA Bogor yang beralamat di Jalan KH. Sholeh Iskandar km. 2 Bogor. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli s/d November 2013.

1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Bahan yang digunakan pada penelitian

No	Nama bahan	Keterangan
1	teflon	1Ps
2	aluminium	1Ps
3	lapis	2Ps
4	styrofoam busah	4Ps
5	amflek	1 Lembar
6	silubesi	2Ps
7	batu	70 Ps
8	ring besi	70 Ps
9	ring karet	6Ps
10	slang karet	6Ps
11	slang baker	6Ps
12	kayu	1 Reng
13	reng kayu	1Ps
14	label berwarna	3 Cm
15	switch dtdh	1Ps
16	sekrup	20 Ps
17	termoelektrik	2Ps
18	termokontrol	1Ps
19	Thermokopel	1Ps

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 2. Alat yang digunakan pada penelitian

No	Nama alat	Keterangan
1	tang kombinasi	1 Ps
2	tang potong	1 Ps
3	tang lancip	1 Ps
4	obeng plus	3 Ps
5	obeng minus	2 Ps
6	gagaji kayu	1 Ps
7	gagaji besi	1 Ps
8	paku	1 Ps
9	gunting	1 Ps
10	Pisau	1 Ps
11	kater	1 Ps
12	pahat kayu	1 Ps
13	meteran kayu	1 Ps
14	multimeter	1 Ps
15	kawat tali	1 Cm
16	thermo-hygrometer	1 Ps
17	thermometer	1 Ps
18	Flakban	1 Ps

2.5 Metode Penelitian

1. Memperoleh Suhu Yang Mulai Di Uji Dengan Alat Pengukur Khusus Menggunakan Thermometer

Memperoleh hasil yang kurang memuaskan pada saat pengujian yang sedang berlangsung.

- Mengukur suhu yang sedang berlangsung di uji pada temperatur yang di harapkan.
- Mengukur suhu pada temperatur suhu yang diharapkan dalam satu menit.

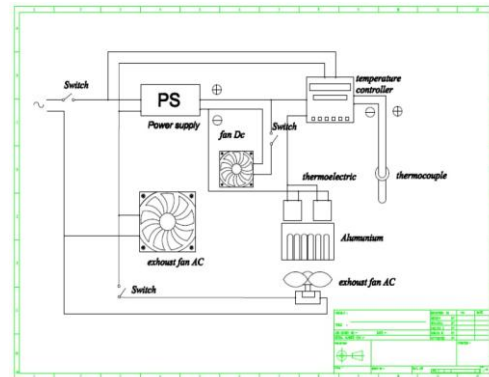
2. Memberikan Beban Pada Saat Pengujian

Pemberian beban yang melalui *power supply* 12 Volt dengan memilik 5A dan sudah ditentukan pada material yang akan digunakan saat diimplementasikan kepada alat kulkas pendingin termoelektrik yang dapat diasumsikan pada material saat awal proses sampai selesai proses berlangsung diantaranya :

- Memperoleh hasil data yang telah ditetapkan pada temperatur control pada saat melakukan peruses pengambilan data pada menit yang pertama hingga menit yang berikutnya.
- Membutuhkan sumber asumsi daya sebesar 12 Voalt dan 5 Ampere sehingga sehingga daya yang di butuhkan saat melakukan proses dapat bekrerja secara maksimal hingga bisa bekerja normal.

3. Memperoleh Rancangan Di Saat Pengujian

Memperoleh hasil di saat melakukan uji coba dengan rancangan yang cukup sempurna dalam rangkaian tersebut diantaranya sekma yang sederhana di saat melakukan merancang miniature kulkas mini termoelektrik dengan rangkaian yang tidak begitu rumit seperti skema yang di tunjukan pada gambar 6.



Gambar 7 Skema Pada Rancangan Kulkas Mini

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa Sistem kerja pada lemari pendingin dilakukan secara paralel agar bekerja secara maksimal, dari sistem kelistrikan.

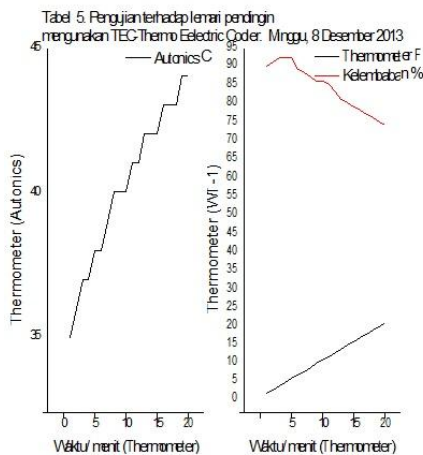
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem sumber arus tegangan Ac menuju alat bantu lain, dari sumber arus menuju *power supply* lalu ke alat seperti *exhaust fan*, thermokontrol, termoelektrik, thermocople seperti ditunjukan pada gambar 7. Bahasan yang digunakan pada alat tersebut yang tertera Pada Tabel 3, 4 dan 5. di bawah ini menunjukkan tegangan dan arus pada saat lemari pendingin dinyalakan.

Tabel 3 Pengujian Minggu, 8 Desember 2013

Waktu/ menit	Thermometer Autronics °C	Thermometer WF-1 °F	Kelambaban MUELLER %
1	35	90,3	90
2	36	90,7	91
3	37	91,0	92
4	37	91,6	92
5	38	91,8	92
6	38	92,1	89
7	39	92,5	88
8	40	93,0	87
9	40	93,4	86
10	40	93,6	86
11	41	93,9	85
12	41	94,1	83
13	42	94,6	81
14	42	94,8	80
15	42	95,2	79
16	43	95,4	78
17	43	95,7	77
18	43	95,9	76
19	44	96,3	75
20	44	96,4	74

Hasil yang di dapat pada waktu uji coba disaat diberi sumber tegangan pada lemari pendingin terdapat perubahan di hari Minggu berikutnya setelah ada perubahan pada alat yang dibuat, tercantum pada Tabel 3 di atas memperlihatkan perubahan pada suhu disaat diaktifkan pada waktu pengujian, lemari pendingin ini menunjukkan adanya perubahan walaupun tidak mengalami penurunan karena dari sirkulasi udara kurang baik dalam bekerja.



Gambar 8 Kurva Pengujian Terhadap Lemari Pendingin

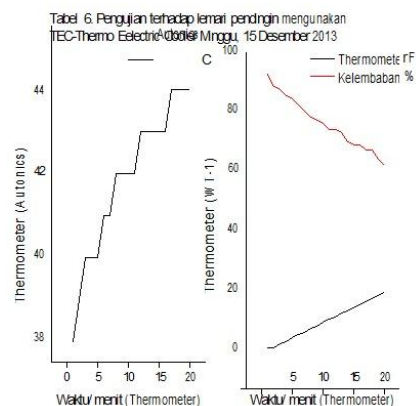
Hasil kurva Pengujian terhadap lemari pendingin menggunakan *TEC- Thermo Eelectric Cooler* dengan sumber tegangan 12 Volt 6 Ampere dihubungkan dengan paralel menggunakan *Power supply* di atas pengujian selama satu menit kedepan selama 20 kali dengan suhu tidak teratur

yang selalu naik setelah diberi tegangan, agar melakukan perubahan suhu pada alat maka harus melakukan perubahan pada sirkulasi udara agar dapat memperoleh suhu yang diinginkan.

Tabel 4 Pengujian lemari pendingin Minggu, 15 Desember 2013

Waktu/ menit	Thermometer Autronics °C	Thermometer WF-1 °F	Kelambaban MUELLER %
1	38	93,2	92
2	39	93,2	88
3	40	93,3	87
4	40	93,4	85
5	40	93,6	84
6	41	93,8	82
7	41	94,1	80
8	42	94,3	78
9	42	94,5	77
10	42	94,7	76
11	42	94,8	74
12	43	95,0	74
13	43	95,1	73
14	43	95,2	70
15	43	95,3	69
16	43	95,4	69
17	44	95,5	67
18	44	95,6	67
19	44	95,8	64
20	44	95,9	62

Hasil yang didapat masih kecil dalam perubahan terhadap suhu yang diinginkan dengan menggunakan tegangan yang sama terhadap thermoelektrik dengan kapasitas terbatas yang telah ditentukan. Dua thermoelektrik bekerja sangat cepat terhadap rambatan yang mengalir pada luas penampang yang digunakan pada lemari pendingin berbasis thermoelektrik TEC1-12706



Gambar 9 Kurva Pengujian terhadap lemari pendingin

Hasil kurva Pengujian terhadap lemari pendingin menggunakan *TEC- Thermo Eelectric Cooler* dengan sumber tegangan 12 Volt 6 Ampere menggunakan

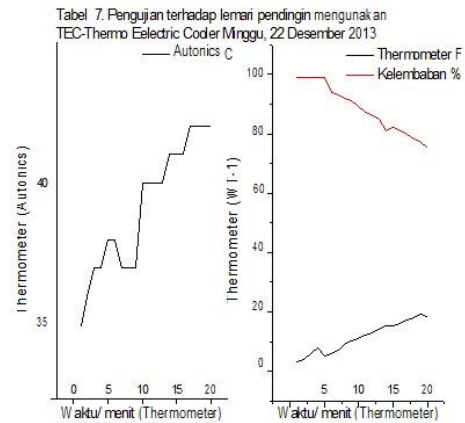
Power supply di atas pengujian selama satu menit sampai dengan 20 menit dengan suhu tidak teratur yang selalu naik setelah diberi tegangan, agar melakukan perubahan suhu pada alat maka harus melakukan perubahan bentuk pada alat tersebut sehingga dapat memperoleh suhu yang diinginkan.

Pengukuran yang ke-3 dilakukan pada hari Minggu 15 Desember 2013 dengan menggunakan sumber arus yang sama 12 Volt 6 Ampere menggunakan *Power supply* di atas pengujian satu menit sampai dengan 20 menit dengan suhu mulai ada perubahan dikarenakan sirkulasi yang cukup maksimal untuk mendapatkan suhu yang sesuai yang diinginkan.

Tabel 5 Pengujian lemari pendingin Minggu, 22 Desember 2013

aktu/ menit	Thermometer	Thermometer	Kelentaban
	Autonics	WT-1	MEILLER
1	35	90,8	99
2	36	91,4	99
3	37	91,8	99
4	37	92,2	99
5	38	91,5	99
6	38	91,8	94
7	37	92,1	93
8	37	92,3	92
9	37	92,5	91
10	40	92,9	89
11	40	93,0	87
12	40	93,3	86
13	40	93,5	85
14	41	93,8	81
15	41	93,8	82
16	41	94,1	81
17	42	94,4	80
18	42	94,5	78
19	42	94,7	77
20	42	94,5	75

Hasil yang didapat pada pengukuran Minggu ke-3 adalah pada waktu setelah melakukan perubahan pada rancangan prototype (purwarupa) dari bentuk yang diubah agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal dari temperatur suhu yang diinginkan sehingga mengalami perubahan pada alat pendingin yang sedang mengalami proses. Pada saat proses pendinginan pada lemari pendingin yang membutuhkan sumber arus 12 Volt dan 5A yang dihubungkan dengan *Power supply* dengan cara dihubungkan singkat pada hari minggu 22 desember 2013.



Gambar 9 Kurva Pengujian terhadap lemari pendingin

Hasil kurva pengujian pada lemari pendingin atau kulkas pendingin menunjukkan perubahan setelah melakukan renovasi, pada alat pendingin dibuat sedemikian rupa agar pembuangan suhu panas lebih maksimal di buang keluar secara extra bertujuan untuk memperoleh dingin yang dimanfaatkan sebagai fungsi pada lemari pendingin khususnya.

4. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil dan bahasan, maka dapat ditarik simpulan seperti berikut:

[1] Untuk mengetahui menghasilkan yang dikeluarkan pada thermoelektrik yang dapat menghasilkan suhu panas dan maupun dingin, yang memiliki Bentuk yang tipis dan kecil hingga berukuran panjang 4cm x lebar 4cm dengan memiliki ketebalan hingga mencapai ukuran 3,8mm. Komponen ini dikenal dengan nama peltier. Peltier ini adalah modul Thermo-Electric semi konduktor, untuk mempermudah dari gangguan pada umumnya menggunakan pembungkus pada bagian keseluruhan, bagian depan dan belakang menggunakan keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride yang berada di dalamnya yang di lindungi keramik. Thermoelektrik membutuhkan supply tegangan DC sebesar 12volt salah satu sisi akan menjadi panas, sementara sisi lainnya akan dingin.

[2] Namun arus yang dibutuhkan thermoelektrik atau peltier memang cukup besar hingga mencapai 5 Ampere, agar bisa bekerja optimal maka memaksimalkan mungkin dari sumber yang dikeluarkan

oleh *power supply*. Sehingga harus bias menentukan Seberapa banyak jumlah termoelektrik yang digunakan seharusnya? Pada saat lemari pendingin mulai di uji coba, dalam pembuatan kulkas mini yang mempengaruhi kebutuhan daya di saat lemari pendingin digunakan. Cara kerja Peltier, dengan membuat panas disatu sisi, kemudian di sisi lain, panas akan terserap hingga terasa dingin, karena memiliki perbedaan temperature.

[3] Material yang dapat menghasilkan efek Peltier ini dikenal sebagai TEC (*thermoelectirc cooler*). Karena proses pendinginan pada TEC ini bersifat elektronis, maka sistem TEC ini lebih efisien pada aspek penggunaan energi listriknya. Aplikasi material termoelektrik sebagai pendingin (*TEC- Thermo Eelectric Cooler*) ini memiliki beberapa kelebihan dibanding sistem konvensional, misalnya lebih hemat listrik, tidak berisik, dan ramah terhadap lingkungan karena tidak menggunakan zat berbahaya untuk refrijerannya. Lebih efisien mana bila dibandingkan dengan yang menggunakan zat refrijeran atau freon.

5. Pita, E.G., 1981, *Air Conditioning Principles and Systems – An Energy Approach*, John Wiley & Sons, Inc.
6. Stoecker, W.F., and Jones, J.W., 1987, *Refrigeration and Air conditioning*,
7. 2nd ed., *McGraw-Hill International Edition*, Singapore. Miguel A, Bobi S, Palacios R, Arenas A.
8. Vazquez J, "State of the art of termoelektrik generators based on heat recovered from the exhaust gases of the automobiles".
9. L.E. Juanico' b,*, E. Tagliavore a, S. Gortari a, M.G. Molina c G.F. Rinalde a, "Development of termoelektrik generators for electrification," *Elsevier*, march 2010.
10. Heng Xiao *, Suwen Yang Xiaolong Gou, "Modeling, experimental study and optimization on low-temperature waste heat termoelektrik generator system,"
11. Gregory S. Jackson Douglas T. Crane, "Optimization of cross flow heat exchangers," *Energy Conversion and Management* 45 (2004) 1565-1582 *Elsevier*, 2003.
12. D.M. Rowe b, G. Min b R.Y. Nuwayhid a, "Low cost stove-top termoelektrik generator for regions with unreliable electricity supply," *Renewable Energy* 28 (2003) 205-222 *el sevi er*, 25 January 2002.

DAFTAR PUSTAKA

1. EDI SUKUR (*Tonen General Sekiyu KK*) sejarah penemu *TEC- thermo electric cooler*. Surabaya, 1977.
2. CV. TITIN INDAH TEKNIK. SIUP NO:510/1153/404.6.2/2012., JL.Raya Tawangsari NO 18 D. Desa Tawangsari RT 11 RW 02 (Sepanjang)Kec. Taman, Kab. Sidoarjo, Jawa Timur Kodepos 61257 Kamis, 06 September 2012, <http://bengkelrumahteangga.wordpress.com>
3. Nandy Putra, Raldi Artono Koestoer, M. Adhitya, Ardian Roekettino, dan Bayu Trianto., Laboratorium Perpindahan Kalor, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia, E-mail: nandyputra@eng.ui.ac.id
4. *Low-Power* 145 Kelvin *Thermoelectric cooler*, R.J. Buist, and J. Fenton, *Electro Optical Systems Design Conference* 1972, New York, New York, September 12-14, 1972.