

Rancang Bangun *Power Supply Adjustable Current* pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik

Umar Muhammad¹, Mukhlisin², Nuardi³, Aldi Mansur⁴, Muhammad Aditya Bachri Maulana⁵
^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Bosowa

Jl. Kapasa Raya no. 23 Tamalanrea Makassar

¹ umar.muhammad@politeknikbosowa.ac.id, ² mukhlisin@politeknikbosowa.ac.id
³ pbswnuardi@gmail.com, ⁴ aldimansur20maret2000@gmail.com, ⁵ muhadityaseptian@gmail.com.

Abstrak

Power supply memiliki peranan penting dalam dunia elektronika karena tanpa adanya *power supply* maka suatu sistem tidak akan beroperasi. Secara umumnya tegangan keluaran *power supply* adalah 5v, 12v atau 24v. namun pengaturan suhu termoelektrik dibutuhkan *power supply* dengan arus yang dapat diatur (*Adjustable Current*). Sehingga penelitian ini bertujuan untuk merancang *power supply adjustable current*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen dengan merancang dan membuat rangkaian *power supply* pengatur arus. Pengujian dengan mengukur tegangan dan arus dengan beban termoelektrik serta pengukuran suhu termoelektrik. Hasil yang telah diperoleh setelah dihubungkan dengan beban tegangan rata-rata 7.4 volt DC. Untuk pengukuran arus pada *power supply* didapatkan 3 ampere arus maksimal yang terpakai dengan beban satu buah termoelektrik. Sedangkan pengukuran suhu diperoleh perubahan suhu secara acak. Kekurangan *power supply* pada transistor penguat arus yang menghasilkan panas berlebih.

Kata Kunci: *Power Supply, Adjustable Current, Sistem Pendingin, Termoelektrik*

Abstract

Power supply has an important role in the world of electronics because without a *power supply* a system will not operate. In general, the output voltage of the *power supply* is 5v, 12v or 24v. but thermoelectric temperature regulation requires a *power supply* with an adjustable current (*Adjustable Current*). So this study aims to design an adjustable current *power supply*. The method used in this research is an experiment by designing and making a current control *power supply* circuit. Tests by measuring voltage and current with a thermoelectric load and measuring thermoelectric temperature. The results have been obtained after being connected to an average voltage load of 7.4 volts DC. For measuring the current in the *power supply*, 3 amperes of the maximum current are used with one thermoelectric load. While the temperature measurement obtained random temperature changes. Lack of *power supply* on the current amplifier transistor that produces excess heat.

Keywords: *Power supply, Adjustable current, Cooling System, Thermoelectric*

1. Pendahuluan

Power supply atau catu daya merupakan suatu rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengubah arus AC (bolak-balik) menjadi DC (arus listrik searah) [1]. Jenis-jenis *power supply* yaitu, *DC power supply*, *AC power supply* dan *switch mode power supply*. *DC power supply* adalah catu daya yang menyediakan tegangan dalam bentuk DC dan memiliki polaritas yang tetap yaitu positif dan negatif. Sedangkan *AC power supply* berguna untuk mengubah tegangan AC dari satu nilai tegangan ke nilai tegangan yang lain dan *switch mode power supply* berguna untuk menyearahkan dan menyaring tegangan input AC untuk mendapatkan tegangan DC yang dapat diatur [2]. Catu daya sendiri biasa digunakan pada komponen elektronik yang membutuhkan *supply* arus searah atau DC. Komponen elektronik yang membutuhkan *power supply* DC salah satunya adalah termoelektrik.

Termoelektrik adalah suatu komponen yang dapat menghasilkan beda temperatur pada kedua sisi ketika dialiri arus listrik DC atau dapat menghasilkan tegangan listrik jika kedua sisi termoelektrik memiliki temperatur yang sama. Efek pendinginan termoelektrik ditemukan oleh fisikawan Prancis, Jean Charles Athanase Peltier pada tahun 1834. Efek pendinginan termoelektrik disebut efek *Peltier*. Efek *peltier* adalah efek pendinginan yang terjadi pada sambungan dua material berbeda yang diberi tegangan listrik [3].

Elemen *Peltier* atau pendingin termoelektrik adalah alat yang terbuat dari bahan semikonduktor dengan keluaran suhu yang berbeda pada kedua sisinya. Pada proses refrigeransi, keuntungan utama dari elemen *peltier* adalah tidak adanya bagian yang bergerak atau cairan yang bersiklusi dan ukurannya kecil serta bentuknya mudah direkayasa. Sedangkan kekurangannya terletak pada penggunaan daya yang tinggi dan biaya perancangan sistem yang masih relatif mahal[4].

Sebuah termoelektrik terdiri dari dua plat keramik dan diantara kedua plat tersebut terdapat elemen dari bahan semikonduktor tipe P dan tipe N. Termoelektrik memiliki semikonduktor dengan jumlah yang sama dimana satu elemen tipe P dan satu elemen tipe N merupakan satu pasangan (*couple*)

yang membentuk elemen termoelektrik. Ketika arus listrik DC positif diberikan pada elemen tipe N, maka elektron akan bergerak dari elemen tipe P ke elemen tipe N sehingga temperatur sisi yang dingin akan berkurang karena kalor disisi tersebut terserap. Kalor ini kemudian ditransferkan ke sisi panas dari termoelektrik lalu diteruskan ke heatsink dan lingkungan sekitar [5]. Pengaturan suhu pada termoelektrik dapat dilakukan dengan mengatur suplai arus listrik.

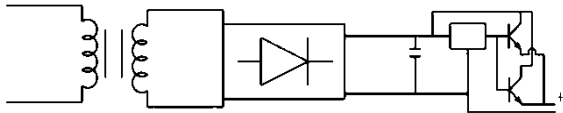
Power supply terdiri dari dua tipe yaitu *voltage regulator* yang tegangan keluarannya dapat diatur, *constant current regulator* yang arus keluarannya dapat diatur. *Constant current regulator* atau sumber arus adalah sebuah piranti terminal yang dapat mempertahankan nilai arusnya tanpa terpengaruhi hambatan pada beban. Ada dua jenis sumber arus yaitu *dependent* dan *independent*. Sumber arus *independent* atau sumber arus bebas adalah sumber arus yang besarnya pasti tidak tergantung dengan elemen lain pada rangkaian. Sedangkan sumber arus *dependent* atau tak bebas adalah sumber arus yang besarnya tergantung dengan elemen lain misalnya tergantung pada sumber yang lain ataupun tegangan. Karena itu, sumber arus tak bebas ini sering juga disebut *controlled current source* (sumber arus yang terkontrol) [6].

Secara umum *power supply* yang ada dipasaran merupakan *voltage regulator*. sementara itu termoelektrik membutuhkan *power supply* yang arusnya dapat diatur (*Adjustable Current*). Sehingga pada penelitian ini dibuat catu daya dengan arus yang dapat diatur atau *power supply adjustable current*.

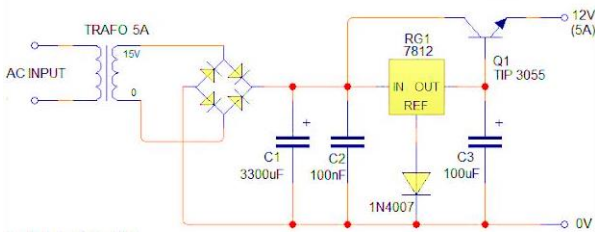
2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membuat rangkaian *power supply adjustable current*. Rangkaian tersebut dirancang agar arus keluaran dapat diatur. Blog diagram rangkaian seperti disajikan gambar 2.1.

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis data kuantitatif untuk mengetahui besar tegangan dan arus yang menjadi *output* dari *power supply* serta suhu yang dihasilkan oleh termoelektrik dengan penggunaan *power supply adjustable current*.



Gambar 2.1 Blok Diagram Power Supply Adjustable Current



Gambar 2.2 Rangkaian power supply 12 volt

Power supply ini dirancang terdiri dari lima bagian yaitu Transformator, Penyearah (*rectifier*) dan Penyaring Kapasitor (Filter Kapasitor), regulator (IC 7812) dan penguat arus menggunakan transistor.

Detail gambar 2.1 seperti ditunjukkan gambar 2.2. Rangkaian ini merupakan *power supply* dengan tegangan keluaran 12 volt DC menggunakan trafo *step down* 220 volt AC ke 15 volt AC sebagai penurun tegangan. Setelah itu tegangan disearahkan dengan dioda *bridge* kemudian distabilkan pada 12 volt DC menggunakan IC regulator 7812. Karena keluaran IC regulator tidak lebih dari 1 Ampere sementara kebutuhan arus termoelektrik minimal 2 Ampere maka digunakan transistor TIP 3055 untuk menaikkan arus. Penambahan kapasitor sebelum IC regulator 7812 sebagai filter untuk mengurangi riak tegangan DC dari dioda.

Transformator terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder. Tegangan pada kumparan primer akan diinduksikan ke kumparan sekunder melalui inti trafo. Besar tegangan tergantung pada jumlah lilitan pada masing-masing kumparan. Pada dasarnya untuk menentukan jumlah lilitan primer ataupun lilitan sekunder digunakan rumus:

$$V_2 = \frac{N_1}{N_2} \times V_1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

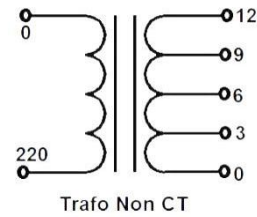
V_2 : tegangan sekunder (V)

V_1 : tegangan primer (V)

N_2 : jumlah lilitan sekunder

N_1 : jumlah lilitan primer

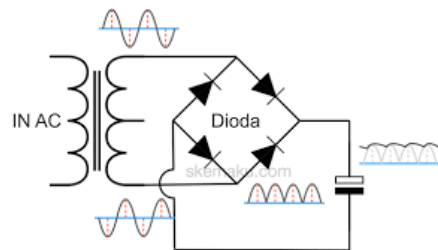
Transformator yang digunakan pada *power supply* berupa transformator yang fungsinya sebagai penurun tegangan dari 220 volt ke 9 volt, 12 volt, 15 volt, 18 volt dan 25 volt seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skematik Trafo step down

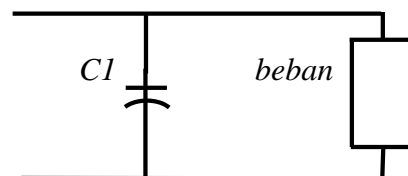
Rangkaian penyearah (*rectifier*) berfungsi sebagai pengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Rangkaian ini menggunakan kompone semikonduktor berupa diode sebagai penyearah. Dioda dirangkai menjadi penyearah gelombang penuh yang umum dikenal dioda *bridge* seperti pada gambar 2.4.

Bagian selanjutnya adalah filter kapasitor. Bagian ini terdiri dari kapasitor sebagai penyaring tegangan DC.



Gambar 2.4. Rangkaian diode bridge

Kapasitor berfungsi untuk mengurangi denyut tegangan keluaran dari rangkaian diode *bridge*. Rangkaian filter kapasitor disajikan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Filter tegangan dengan kapasitor

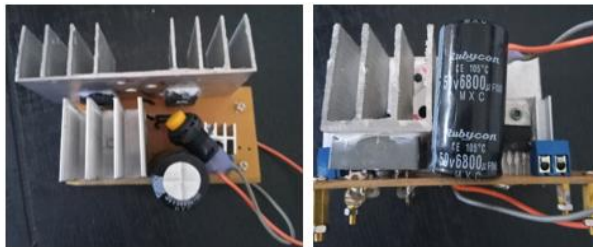
Power Supply ini dirancang untuk menghasilkan tegangan 12 volt DC dan arus yang dapat diatur sehingga rangkaian berikutnya menggunakan IC regulator 7812 dan

transistor TIP 3055 yang dirangkai seperti pada gambar 2.2.

3. Hasil dan Pembahasan

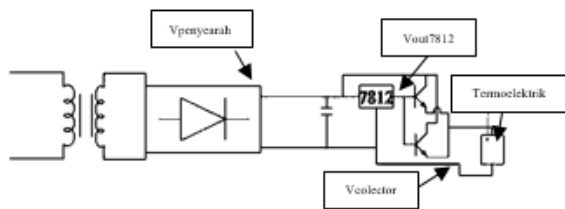
3.1 Hasil

Hasil rancangan *power supply adjustable current* dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Rangkaian *power supply adjustable current*

Pengujian kinerja *power supply* dengan mengukur tegangan pada keluaran penyearah, IC regulator dan transistor serta arus pada masukan termoelektrik seperti di tunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Titik pengukuran pada rangkaian

Arus keluaran dari *power supply* diatur dengan dua metode. Metode pertama menggunakan *push button* untuk mengatur jumlah transistor penguat yang aktif. Metode yang kedua dengan mengubah tegangan input dioda penyearah.

Pengujian dilakukan dengan tiga tahap yaitu pengujian pada masing – masing termoelektrik. Hasil pengukuran masing-masing termoelektrik disajikan pada tabel 3.1. Tahap kedua pengukuran setelah termoelektrik dipasang parallel. Kemudian pengukuran suhu termoelektrik setelah 10 menit power supply diaktifkan.

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Termoelektrik
a. Hasil Pengukuran Termoelektrik 1

V_{in}	$V_{penyearah}$ (V)	$V_{out7812}$ (V)	$V_{colector}$ (V)	Arus (A)
9	8,9	7,4	6,6	2
12	9,9	8	7	2,6
15	11	9,5	8,73	2,7

b. Hasil Pengukuran Termoelektrik 2

c. Hasil Pengukuran Termoelektrik 3

d. Hasil Pengukuran Termoelektrik 4

Hasil Pengukuran setelah termoelektrik dipasang parallel disajikan pada tabel 3.2 dan pengukuran suhu termoelektrik disajikan pada

V_{in}	$V_{penyearah}$ (V)	$V_{out7812}$ (V)	$V_{colector}$ (V)	Arus (I)
9	8,7	7,1	6,3	2,1
12	11	9,5	8,73	2,7
15	10	9	8,2	3

tabel 3.3.

Tabel 3.2. Hasil Pengukuran Termoelektrik
Paralel

a. Paralel T1 dan T2

V_{in}	$V_{penyearah}$ (V)	$V_{out7812}$ (V)	$V_{colector}$ (V)	Arus (A)
9	8,6	7,1	6,3	2,06
12	9	7,2	6,4	3,8
15	9,7	8,1	7,4	2,47

b. Paralel T3 dan T4

V_{in}	$V_{penyearah}$ (V)	$V_{out7812}$ (V)	$V_{colector}$ (V)	Arus (A)
9	6,9	5,3	4,6	2,87
12	8	6,5	5,6	3,8
15	7,6	6,1	5,3	3,34

Tabel 3.3. Hasil Pengukuran Termoelektrik
Paralel

a. Hasil Pengukuran Suhu Termoelektrik 1

No	Waktu (Menit)	Suhu (C°)
1	1	14.1
2	2	14.1
3	3	15.1
4	4	15.6
5	5	16.1
6	6	15.6
7	7	16.1
8	8	16.1
9	9	15.6
10	10	15.6
Rata-rata (C°)		15.3

b. Hasil Pengukuran Suhu Termoelektrik 2

No	Waktu (Menit)	Suhu (C°)
1	1	16.6
2	2	16.6
3	3	16.6
4	4	16.6
5	5	16.6
6	6	17.1
7	7	17.1
8	8	17.1
9	9	17.1
10	10	16.2
Rata-rata (C°)		16.7

Hal tersebut disebabkan oleh kinerja dari dari *power supply* dan pembuatan kotak pengujian yang masih terpengaruh suhu dari luar.

c. Hasil Pengukuran Suhu Termoelektrik 3

No	Waktu (Menit)	Suhu (C°)
1	1	14.6
2	2	14.1
3	3	14.6
4	4	14.6
5	5	14.6
6	6	14.1
7	7	14.1
8	8	10.8
9	9	7.81
10	10	8.30
Rata-rata (C°)		12.8

d. Hasil Pengukuran Suhu Termoelektrik 4

No	Waktu (Menit)	Suhu (C°)
1	1	14.1
2	2	12.2
3	3	13.1
4	4	14.6
5	5	15.6
6	6	14.6
7	7	14.6
8	8	14.6
9	9	14.6
10	10	14.1
Rata-rata (C°)		14.2

3.2 Pembahasan

Hasil pengujian pengukuran keluaran *power supply adjustable current* sebagaimana disajikan pada tabel 3.1. terjadi penurunan tegangan setiap bagian. Perubahan tegangan input trafo dengan kenaikan tegangan 3 volt, arus naik rata-rata 0.4 ampere serta untuk arus maksimal termoelektrik sebesar 3 ampere.

Pengujian termoelektrik yang diparalel menunjukkan bahwa arus yang dihasilkan tidak *linear* dengan tegangan input trafo. Hal tersebut tersaji pada tabel 3.2 dimana tegangan dan arus tertinggi yang terukur terjadi pada *input* 12 volt.

Berdasarkan hasil pengujian suhu untuk setiap termoelektrik diperoleh suhu berubah secara acak seperti yang tersaji pada tabel 3.3.

4. Kesimpulan dan Saran

Power supply adjustable current bekerja dengan baik. Arus keluaran dapat diatur dengan mengatur tegangan input trafo. Setiap kenaikan tegangan *input* trafo 3 volt, rata-rata kenaikan arus 0.4 ampere dan tegangan rata-rata pada *power supply adjustable current* dengan beban termoelektrik adalah 7.4 volt DC.

Penelitian ini juga masih memiliki kekurangan yaitu panas berlebih pada transistor TIP 3055 sebagai penguat arus. Penyebab panas perlu dikaji lebih lanjut pada penelitian selanjutnya serta perbaikan pada kotak uji agar udara luar tidak bercampur dengan udara hasil pendinginan termoelektrik.

Referensi

- [1] Pipit Srinopitasari, Subijanto, Program Study Avionik Fakultas Teknik Universitas Nurtanio Bandung “Pembuatan variabel power supply 0-12 volt dengan indikator LED (DOT/BAR)” , “INDEPT”,” Vol. 4, 3 Oktober 2014
- [2] Genta Subni Ananda Putra, Ariza Nabila, Ali Basrah Pulungan, Universitas Negeri Padang,”Power supply variabel berbasis arduino”, “ JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia” Vol 1 No 2 2020.
- [3] Dian Wahyu, Andriyanto, Hanif , Rino Sukma, Yazmendra Rosa, Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang “Kajian Eksperimental Alat Multifungsi Bercatu Daya Termoelektrik untuk Pendinginan dan pemanasan “Jurnal Rotor“Edisi khusus No 2 Desember 2016
- [4] R.Umboh, J.O Wuwung, E. Kendek Allo, B.S Narasiang, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulung Manado “Perancangan alat pendingin portable menggunakan elemen peltier”.
- [5] Azridjal Aziz, Joko Subroto, Villager Silpana, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau, ‘Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman” .
- [6] Iwan Cony Setiadi, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember “ Desain sumber arus electrical impedance tomography (EIT)”, “Jurnal Arus Elektro Indonesia (eJAEI)”.