

**ANALISIS REGRESI LINIER PADA *THERMOELECTRIC*
GENERATOR TIPE SP 1848-27145 MODUL 5 SUSUNAN SERI
KETIKA DIPANASKAN**



SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

RIRI PERMATASARI

13 2014 093

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2018**

Halaman Pengesahan

SKRIPSI

**ANALISIS REGRESI LINIER PADA *THERMOELECTRIC*
GENERATOR TIPE SP 1848-27145 MODUL 5 SUSUNAN SERI
KETIKA DIPANASKAN**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

Riri Permatasari

(132014093)

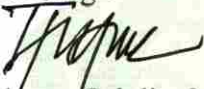
Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada, 10 Februari 2018

Susunan Dewan Penguji

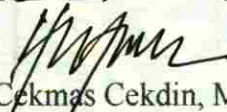
Pembimbing 1



Ir. Cekmas Cekdin, M.T.

NIDN: 010046301

Anggota Dewan Penguji



Ir. Cekmas Cekdin, M.T.

NIDN: 010046301

Pembimbing 2



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.

NIDN: 0218017202

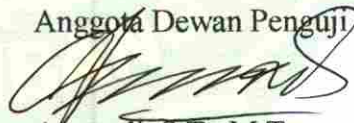
Anggota Dewan Penguji



Ir. Eliza, M.T.

NIDN:0209026201

Anggota Dewan Penguji



Azwardi, S.T., M.T.

NIDN: 00223057008

Anggota Dewan Penguji



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.

NIDN: 0218017202

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.

NIDN: 0227077004

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.

NIDN: 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 10 April 2018

Yang membuat pernyataan

A yellow adhesive stamp (Meterai Tempel) with a green border. The text on the stamp includes "METERAI TEMPEL" at the top, "TGL 30" in the middle, the serial number "47983AEF980284849", and "6000 ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. A red Garuda logo is on the right side. A black ink signature is written over the stamp.

Riri Permatasari

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ❖ *Orang sukses bukan selalu orang pintar , tetapi orang yang sukses adalah orang yang gigih dan pantang menyerah.*
- ❖ *Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upayah dan usaha yang disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha.*
- ❖ *Jika anda ingin melihat masa lalu, lihat lah keadaan sekarang, jika ingin anda melihat keadaan masa depan, lihat yang anda lakukan sekarang.*

kupersembah kan skripsi ini kepada:

- *Allah SWT*
- *Orang Tua ku tercinta, Papaku Helman Halal dan Mamaku Rusmawati*
- *Kakak dan adik ku tersayang yang selalu mendukungku Armen Pane, beni Aprianto, Jefri Dian Hadi Nata, Sapran Nataleo, Riski Junito, Gusti Randa dan Albby Kalniawan*
- *Rekan Seperjuangan Elektro 2014*
- *AlmamaterKu*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **ANALISIS REGRESI LINIER PADA THERMOELECTRIC GENERATOR TIPE SP 1848-27145 MODUL 5 SUSUNAN SERI KETIKA DIPANASKAN** yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Cekmas Cekdin, M.T, selaku Pembimbing I
2. Bapak Taufik Barlian, S.T. M. Eng , selaku Pembimbing II

Yang telah bersusah payah dan meluangkan banyak waktunya dalam mengoreksi, serta memberikan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.

Disamping itu penulis menyampaikan rasa terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T. M. Eng Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Orangtua ku tercinta, Papaku Helman Halal dan Mamaku Rusmawati yang tak kenal lelah memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Kakak dan adik ku tersayang yang selalu mendukungku Armen Pane, beni Aprianto, Jefri Dian Hadi Nata, Sapran Nataleo, Riski Junito, Gusti Randa dan Alby Kalniawan.
8. Sahabatku Dwi Reni Astari dan Mega Purnamasari.
9. Sahabat Squad Team Enny Rianty, Reza Oktavian, Ubaidillah, Cecep Supriyanto dan Septian Putra Nugraha.
10. Rekan Seperjuangan *team thermoelectric*, Nana Suryana, Bayu Anggara Rinaldi, Agus Kurniawan dan Amir Hamzah.
11. Rekan Seperjuangan (Terkhusus untuk : Siska Rahmayani, Fadilah Husna, Nina Savitri, Eka Mayang Sari, Nia Feviana, Asri Indah Lestari, Sarinah Agi, Gusti Ria Utami, Dinda Rimayani, serta seluruh teman-teman terutama angkatan 2014 yang tidak bias disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan pikiran, doa dan semangatnya.
12. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Elektro angkatan 2013, 2014, 2015 dan 2016.
13. Teman-teman Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhamaddiyah Palembang.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan tepat pada waktunya.

Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal ibadah yang kalian lakukan diterima dan mendapat balasan dari-Nya. Semoga bimbingan, saran, partisipasi dan bahan yang telah diberikan akan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palembang, Januari 2018

Penulis,

ABSTRAK

Salah satu sumber energi potensial dengan inovasi baru yaitu penggunaan *thermoelectric* generator. Pemanfaatan *thermoelectric* generator sebagai suatu Pembangkit Listrik Tenaga Panas memerlukan penelitian atau kajian lebih lanjut untuk menghasilkan sistem yang optimal agar dapat menjadi sumber energi listrik pengganti dalam penyediaan energi listrik. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas ini adalah pertama kali *thermoelectric* generator dipanasi oleh *filament* dimana *filament* dan *thermoelectric* generator dilapisi lempengan logam. Jika temperature logam yang dipanasi lebih besar dari temperature logam pembuangan panas, sehingga mengalami selisih perbedaan temperatur tertentu, maka perbedaan temperatur tersebut menyebabkan *thermoelectric* generator mulai bekerja optimal. Pengukuran *Thermoelectric* Generator dengan nomor model SP 1848-27145 , terdiri 5 modul disusun seri dipanaskan dengan elemen pemanas yang dibuat rangkaiannya terhubung langsung ke PLN. Logam alumunium dipanaskan dengan tegangan AC dimulai dari 100 Volt sampai 220 Volt, tegangan tersebut dinaikkan secara bertahap dengan perubahan 10 Volt melalui alat regulator. Begitu juga temperature nya dimulai dari 30°C sampai 54°C yang dinaikkan secara bertahap dengan perubahan 4°C. Dari pengukuran dan perhitungan deviasi yang didapatkan dengan arus rata-rata 19.38, sehingga hasil yang didapatkan kurang memuaskan.

Kata Kunci : *Thermoelectric* Generator, Regresi Linier, Rangkaian Seri

ABSTRAC

one of the potential energy sources with new innovation is use of the thermoelectric generators. Utilization of the thermoelectric generator as a Power Plant. The Thermal Power involved research or further study for result optimal system in order to be a source of electrical energy replacement on supply of electrical energy. The working principle of the Thermal Power Station is the first time a thermoelectric generator is heated by a filament where the filament and thermoelectric generator are covered by a metal plate. If the temperature of the heated metal is greater than the temperature of the heat dissipation metal, which causes the difference in certain of temperature deviation, accordingly the differences of that temperature causes the Thermoelectrical Generator starting work optimally. The measurement of thermoelectrical generator with model number SP1848-27145, consist of 5 series module that are heated with heating element made the circuit connected directly to PLN. The aluminum metal is heated with AC voltage from 100 volts to 220 volts, the voltage is increased gradually with 10 volts change through the regulator tool, and also its temperature from 30°C until 45°C which is increased gradually with 4 °C changes. From the measurement and calculation of deviation obtained with the current average of 19.38, therefore the result obtained is not satisfy.

Keywords: Thermoelectric Generator, Liniear Regression, filament

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Pembahasan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Thermoelectric Generator.....	4
2.2. Perpindahan Kalor Konduksi	5
2.3. Interpolasi Lagrangian Polinomial	8
2.4. Teori Korelasi.....	8
2.5. Membuat Kurva Kecenderungan.....	10
2.6. Kurva Garis Lurus Kwadrat Terkecil.....	11
2.7. Trend Eksponensial	11
2.8. Menentukan Koefisien Persamaan Garis Regresi $Y=a+bX$	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu	16

3.2. Fishbone Diagram	16
BAB 4 DATA PENGUKURAN DAN ANALISIS REGRESI	20
4.1. Data Pengukuran	20
4.2. Menentukan persamaan garis regresi linier dari kurva kecenderungan arus terhadap temperature	21
4.3. Deviasi antara arus pengukuran dan perhitungan.....	23
4.4. Analisis	24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	26
5.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Efek <i>Seebeck</i> pada <i>thermoelectric</i> generator	5
Gambar 2.2 : Bagan yang menunjukkan arah aliran kalor.....	6
Gambar 2.3 : Konduktivitas termal beberapa zat padat.....	7
Gambar 2.4 : Diagram penyebaran dan kurva pendekatan.....	10
Gambar 2.5 : <i>Trend</i> eksponensial	12
Gambar 2.6 : Kurva regresi $\hat{Y} = a + bX$	14
Gambar 3.1. : <i>Fishbone diagram</i> penelitian	16

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Perbedaan temperatur, tegangan, arus, dan daya untuk nomor model <i>thermoelectric</i> generator	5
Tabel 2.2 : Konduktivitas Termal Bahan Logam dan Non Logam pada 0°C	7
Tabel 2.3 : Data x dan $f(x)$	8
Tabel 4.1 : Data hasil pengukuran logam aluminium yang dipanaskan	20
Tabel 4.2 : Kelengkapan dari Tabel 4.1	22
Tabel 4.3 : Deviasi antara arus pengukuran dan perhitungan	24

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi kebutuhan akan energi terutama minyak terus meningkat, sementara cadangan minyak bumi semakin menipis. Krisis energi ini sebenarnya dimulai dari ketergantungan pada energi yang berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbarui. Salah satu solusi untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan mencari inovasi baru sebagai sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi potensial dengan inovasi baru yaitu penggunaan *thermoelectric* generator. Penggunaan *thermoelectric* generator sebagai sumber energi alternatif memerlukan penelitian lebih lanjut.

Saat ini penggunaan *thermoelectric* generator sebagai sumber energi belum dimanfaatkan secara optimal. Aplikasi *thermoelectric* generator masih sebatas pada dispenser yaitu panas yang dihasilkan oleh *thermoelectric* generator untuk memanaskan air, dan pada komputer yaitu panas yang dihasilkan oleh sumber panas dalam komputer digunakan untuk membangkitkan energi listrik, kemudian energi listrik itu digunakan untuk memutar kipas yang diarahkan ke sumber panas. Alat ini mampu menurunkan panas $\pm 32^{\circ}\text{C}$ (Putra *et.al*, 2009).

Agar dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif dan bekerja dengan handal dan kontinyu, maka perlu adanya penelitian lanjut sebagai sumber energi listrik pengganti dalam penyediaan energi listrik. Pemanfaatan *thermoelectric* generator sebagai suatu Pembangkit Listrik Tenaga Panas, yang nantinya perlu adanya penelitian atau kajian lebih lanjut untuk menghasilkan sistem yang optimal. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas ini adalah pertama

kali *thermoelectric* generator dipanasi oleh *filament* dimana antara *filament* dan *thermoelectric* generator dilapisi lempengan logam.

Jika temperatur logam yang dipanasi lebih besar dari temperatur logam pembuangan panas, sehingga mengalami selisih perbedaan temperatur tertentu, maka perbedaan temperatur tersebut menyebabkan *thermoelectric* generator mulai bekerja optimal. Semakin besar selisih temperatur maka energi listrik yang dihasilkan akan semakin besar pula, namun jika terlalu besar perbedaan temperatur menyebabkan rusaknya bahan material semikonduktor *bismuth* yang digunakan (Saptoadi & Sugiyanto, 2012).

Setelah *thermoelectric* generator mulai bekerja akan dihasilkan tegangan dan arus. Arus listrik yang dihasilkan oleh *thermoelectric* generator dialirkan menuju akumulator untuk pengisian muatan. Kemudian dari akumulator dihubungkan ke konverter. Pada konverter tegangannya akan dinaikan sebagai keluaran, untuk menghasilkan arus yang kecil. Keluaran konverter dihubungkan ke inverter. Keluaran dari inverter dibuat dua cabang, cabang pertama untuk ke beban, dan cabang ke dua diumpankan kembali ke *filament*. Daya listrik yang dibutuhkan pada *filament* adalah tidak terlalu besar dan cukup untuk memanaskan *thermoelectric* generator.

1.2. Tujuan Pembahasan

Sesuai dengan latar belakang di atas, tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Menentukan perbedaan *Temperature* di antara kedua sisi *peltier* sehingga *thermoelectric* generator bekerja dengan optimal.
2. Mengkaji hubungan kerja setiap alat pada sistem, terutama *thermoelectric* generator .
3. Membuat model matematis arus terhadap *Temperature* pada *thermoelectric* generator tipe SP 1848-27145 modul 5 susunan seri ketika dipanaskan.

1.3. Batasan Masalah

1. Batasan masalah dalam pembahasan skripsi ini adalah membuat model matematis arus terhadap *Temperature* pada *thermoelectric* generator tipe SP 1848-27145 modul 5 susunan seri ketika dipanaskan.
2. Menganalisis hasil keluaran *thermoelectric* generator berupa *Temperature*, arus dan tegangan.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan ini adalah :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan : latar belakang, tujuan pembahasan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan : *Thermoelectric* generator, prinsip kerja *thermoelectric* generator, konversi thermal menjadi listrik, dan perubahan temperatur terhadap tahanan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan : waktu, tempat, *fishbone* diagram, alat dan bahan, dan jadwal pelaksanaan.

BAB 4 DATA DAN PERHITUNGAN

Pada bab ini membahas : Data awal pengujian, hasil pengukuran , dan analisa.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas : kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- Bejan, A., 2013. *Convection Heat Transfer*, 4th Edition, John Wiley & Sons.
- Holman, J.P., 1997. *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Alih Bahasa, Ir. E. Jasjfi, M.Sc, Penerbit Erlangga.
- Ismail, B.I. & Ahmed, W.H., 2009., *Thermoelectric Power Generator Using Waste-Heat Energy as an Alternative Green Technology*, Recent Patent on Electricals Engineering, Vol. 2, p 27-39.
- Malvino, A.P., 1984. *Prinsip-Prinsip Elektronik*, Terjemahan Hanapi Gunawan, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Putra, N. *et. al.*, 2009. *Potensi Pembangkit Daya Thermoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid*, Makara, Teknologi, Vol. 13, No. 2, November 2009, p 53-58.
- Rayanto., 2013. *Elektrokimia dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Rowe, D.M., 1995. *CRC Handbook of Thermoelectrics*, CRC Press.
- Saptoadi, H. & Sugiyanto, 2012. *Thermoelectric Generator as an additional Energy Source for Motorcycle Engine*, Proceeding of 5th Regional on New and Renewable Energy, Hanoi, Vietnam.
- Spiegel, Murray R., 1988. *Schaum's Outline of Theory and Problems of Statistics*, 2nd Edition, McGraw-Hill.
- Sugiyanto., *et. al.*, 2015. *Rancang Bangun Konstruksi TEG (Thermoelectric Generator) pada Knalpot Sepeda Motor untuk Pembangkit Listrik Mandiri*, Jurnal Forum Teknik Vol.36, No. 1, Januari 2015.
- Supranto, Johannes., 1988. *Statistik Teori dan Aplikasi*, Edisi Kelima, Jilid 1 & 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Vazquez, J., *et.al.*, 2002. *State of The Art of Thermoelectric Generator Based on Heat Recovered from The Exhaust Gases of Automobile*, Proceeding of 7th European Workshop on Thermoelectric, Pamplona, Spain.