

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
Intisari	xiv
Abstract	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Thermoelectric Generator.....	3
2.2 Rangkaian Seri dan Paralel <i>Thermoelectric Generator</i>	10
2.3 Model <i>Thermoelectric Generator</i> pada Ltspice	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Perancangan Perangkat Keras	15
3.2 Perancangan Model Simulasi	19
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4 Skema Pengujian	21
3.5 Cara Analisis	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras	26
4.2 Hasil Simulasi Ltspice.....	35
4.3 Tahanan Dalam (R_{in}) <i>Thermoelectric Generator</i>	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Interaksi elektro-termal dalam <i>thermoelectric modules</i> yang bekerja sebagai <i>thermoelectric generator</i> [3].	4
Gambar 2.2 Penampang susunan modul <i>thermoelectric</i> [6].	7
Gambar 2.3 Skema penyusunan <i>thermoelectric module</i> secara kaskad-2-tingkat [1].	8
Gambar 2.4 Contoh kendaraan bermotor untuk penumpang yang diintegrasikan dengan teknologi TEG, antara lain: BMW X6, Ford Lincoln MKT dan GM Chevy Suburban [19].	9
Gambar 2.5 Pengintegrasian TEG pada industri semen [18]. (a). <i>cement rotary furnace</i> ; (b). Modul TEG.	9
Gambar 2.6 Model rangkaian elektrik <i>thermoelectric generator</i> [8].	11
Gambar 2.7 Ilustrasi rangkaian ekuivalen 3 modul TEG (a) Tersusun seri; (b) rangkaian ekuivalen sederhana hubung seri [8].	12
Gambar 2.8 Ilustrasi rangkaian ekuivalen 3 modul TEG tersusun paralel.	12
Gambar 2.9 Model Peltier-Seebeck elemen yang diusulkan oleh Kubov et, al [28].	13
Gambar 2.10 Model Peltier-Seebeck ketika dioperasikan sebagai <i>thermoelectric generator</i> [28].	14
Gambar 3.1 Modul <i>thermoelectric generator</i> tipe TEC1-12706 [29].	15
Gambar 3.2 Susunan struktur rangkaian 16 modul TEG di perangkat keras.	16
Gambar 3.3 Susunan 32 modul TEG di perangkat keras yang dibentuk menyerupai wafer.	16
Gambar 3.4 Sensor suhu MAX6675 dan <i>thermocouple K type</i> .	17
Gambar 3.5 Sensor tegangan yang digunakan.	17
Gambar 3.6 Peralatan Akuisisi Data.	18
Gambar 3.7 DC load Programable.	18

Gambar 3.8 Model simulasi 32 modul TEG yang dihubung seri.	19
Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian.	20
Gambar 3.10 Skema Pengujian Perangkat Keras.....	21
Gambar 3.11 Pengujian Modul Tunggal TEG.	22
Gambar 3.12 Pengujian 4 Modul TEG disusun Seri.....	22
Gambar 3.13 Pengujian 8 Modul TEG disusun Seri.....	23
Gambar 3.14 Pengujian 8 Modul TEG disusun 4 Seri Diparalel dengan 4 Seri...	23
Gambar 3.15 Konfigurasi 32 Modul TEG disusun Seri.....	24
Gambar 3.16 Konfigurasi 32 Modul TEG disusun 16 Seri Paralel 16 Seri.	24
Gambar 3.17 Konfigurasi 32 Modul TEG disusun 8 Seri diparalel dengan 8 Seri lainnya Sebanyak 4 Kali.	24
Gambar 3.18 Konfigurasi 32 Modul TEG disusun 4 Seri Diparalel dengan 4 Seri Sebanyak 8 Kali.	25
Gambar 4.1 Grafik Tegangan keluaran terhadap Daya keluaran 3 Modul TEG yang diuji secara mandiri.	27
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 4 Modul TEG Disusun Secara Seri.	28
Gambar 4.3. GrafikTegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 8 Modul TEG Disusun Secara Seri dan Kombinasi Seri-Paralel.	29
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 32 Modul TEG dengan 4 Konfigurasi Berbeda.....	30
Gambar 4.5 Grafik Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun Seri.	32
Gambar 4.6 Grafik Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 16 Seri Paralel 16 Seri.....	33
Gambar 4.7 Grafik Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 8 Seri Paralel 8 Seri 4 susun....	33
Gambar 4.8 Grafik Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 4 Seri Paralel 4 Seri 8 susun....	34

Gambar 4.9 Grafik Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran Modul TEG Sampling dan Modul TEG Simulasi.....	36
Gambar 4.10 Grafik Hasil Simulasi Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 4 Modul TEG disusun Secara Seri.....	37
Gambar 4.11 Grafik Hasil Simulasi Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 8 Modul TEG Disusun Secara Seri dan Kombinasi Seri-Paralel.....	38
Gambar 4.12 Grafik Hasil Simulasi Tegangan Keluaran terhadap Daya Keluaran 32 Modul TEG dengan 4 Konfigurasi Berbeda.	39
Gambar 4.13 Grafik Hasil Simulasi Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun Seri.....	40
Gambar 4.14 Grafik Hasil Simulasi Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 16 Seri Paralel 16 Seri.	41
Gambar 4.15 Grafik Hasil Simulasi Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 8 Seri Paralel 8 Seri 4 susun.	42
Gambar 4.16 Grafik Hasil Simulasi Arus Keluaran terhadap Daya Keluaran dan Tegangan Keluaran Konfigurasi 32 TEG Disusun 4 Seri Paralel 4 Seri 8 susun.	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai koefisien Seebeck untuk beberapa jenis material pada saat temperatur $T = 273 \text{ K}$ [4].....	5
Tabel 2.2 Nilai <i>figure of merit</i> dan parameter beberapa jenis material logam pada kondisi suhu ruangan [4].	7
Tabel 4.1 Tegangan Keluaran dan Daya Keluaran Modul Sampling terhadap Beban.	27
Tabel 4.2 Tegangan Keluaran dan Daya Keluaran terhadap Beban.	31
Tabel 4.3 Tegangan Keluaran dan Daya Keluaran Modul Sampling dan Modul Simulasi terhadap Beban.	36
Tabel 4.4 Nilai Resistan Menggunakan LCR Meter.....	43
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Tahanan Dalam TEG disusun Secara Array dalam Pengujian Perangkat Keras, Pengujian Simulasi, Perhitungan Manual dan Hasil Pengukuran menggunakan LCR Meter.	44