

TUGAS AKHIR

**SISTEM PEMANEN ENERGI MENGGUNAKAN MODUL LTC3588
PADA IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS
PIEZOELEKTRIK DI TANGGA BANGUNAN**

***ENERGY HARVESTING SYSTEM USING LTC3588 MODULE IN THE
IMPLEMENTATION OF POWER PLANT BASED ON PIEZOELECTRIC AT
BUILDING STAIRCASE***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata Satu (SI)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

NOOR PRATAMA APRIYANTO

NIM: 20140120158

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, dengan sebenarnya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun tanpa adanya tindak plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Apabila di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 4 Mei 2018



Noor Pratama Apriyanto



MOTTO

“Keadilan Allah adalah mutlak, apapun yang Allah ambil dari diri kita akan Allah berikan balasan yang sama”

“Allah telah menyiapkan hadiah yang indah disetiap akhir dari perjuangan hamba-Nya, maka bersabarlah dalam berjuang.”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Kesuksesan bukan dilihat dari hasilnya, tapi dilihat dari prosesnya. Karena hasil direayasa dan dibeli sedangkan proses selalu jujur menggambarkan siapa diri kita sebenarnya.” (Aristoteles)

“Majulah tanpa menyingkirkan orang lain, naiklah tanpa menjatuhkan orang lain.”

“Allah tidak melihat rupa dan harta benda kalian, tapi Dia melihat hati dan amal kalian” (Rasulullah SAW)

“Dalam diri Rasulullah Muhammad SAW terdapat suri tauladan yang baik, menjadi umat beliau adalah suatu kebanggaan terbesar dalam hidup di dunia, di hari akhir nanti ingin rasanya bertemu beliau dengan segala kebanggaan itu dan mengucapkan terima kasih atas bimbingan serta kasih sayang yang telah beliau berikan kepada umatnya”

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sujud syukur pada-Mu Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Maha Tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang yang selalu memberikan banyak kenikmatan dan jalan keluar bagi umat-Nya. Salah satunya yaitu nikmat akan ilmu. Alhamdulillah, sampailah pada penghujung awal perjuanganku dalam menempuh pendidikan sarjana S1-Teknik Elektro UMY, kupersembahkan karya kecil ini kepada:

1. Al-Islam sebagai agama sekaligus *rahmatan lil alamin*, menjadi sebuah kebanggaan menjadi hamba Allah SWT serta umat Rasulullah Muhammad SAW,
2. Kedua orang tua serta keluarga besar selalu memberikan dukungan berupa materil dan non-materil.
3. Wahyu Sari Agustiningsih tercinta yang selalu menjadi penyemangat dalam suka maupun duka,
4. Sahabat-sahabat terbaikku Muhamad Apriyanto, Ambar Sulistyani dan Fatimah memberi semangat serta dukungan,
5. Keluarga besar dewan Ambalan SMK Negeri 2 Yogyakarta yang telah menjadi keluarga ke-2 pertama, memberikan bimbingan serta ilmu yang sangat berarti dan berkesan hingga saat ini.
6. Teman-teman PIMNAS 30 khususnya Tim ELSTOR: Purwoko Nurhadi, Pratama Galistyan Prayitno dan Faizal Agung Kurniawan.
7. Teman-teman organisasi KMTE UMY khususnya divisi Workshop Periode 2016-2017 yang telah memberikan semangat serta kesempatan belajar menjadi seorang pemimpin yang lebih baik.
8. Teman-teman Teknik Elektro UMY khususnya angkatan 2014 kelas D dengan segala semangat kebersamaan dan kekeluargaannya.

9. Teman-teman Revolusi Elektro: Adityo Eka Nugraha, Ahmad Imam Hidayat, Subiakto Aji Prabowo dan Amir Malik Hizbullah yang menginspirasi agar menjadi lulusan yang lebih baik.
10. MRC Teknik Elektro UMY khususnya Tim Mr_Recht 2017 dan 2018, Pak Rama Okta W, Pak Yusvin, Pak Kunnu, Mas Gunawan, Mas Verdi, Rahadian Uas P, Hasan Zidni, Lufti Ardi, Bintang Surya, Lufti Aziz, Riza Septian, Arun, dkk.
11. Tim KKN 122 serta warga dusun Srikaton Ngablak Srumbung Magelang.

KATA PENGANTAR

Assalāmu‘alaikum Warahmatullāhi Wabarakātuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Sistem Pemanen Energi Menggunakan Modul LTC3588 pada Implementasi Pembangkit Listrik Berbasis Piezoelektrik di Tangga Bangunan”**.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis tidak terlepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari beberapa pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Jaza’ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T, M.T. dan Bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc. selaku pimpinan Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
3. Bapak Iswanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaganya dalam mengarahkan penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini,
4. Bapak ing. Faaris Mujaahid, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaganya dalam mengarahkan penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini,
5. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
6. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
7. Seluruh staff Teknik Elektro,
8. Orang tua dan segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan baik berupa material maupun spiritual,
9. Sahabat terbaik dalam meraih mimpi,
10. Teman-teman seperjuangan di PIMNAS 30 terutama Tim ELSTOR,
11. Teman seperjuangan Elektro angkatan 2014 khususnya kelas D,

12. Teman-teman organisasi KMTE yang selalu memberikan dukungan serta semangat,
13. Serta semua pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan guna perbaikan pada penelitian berikutnya. Semoga karya sederhana ini bermanfaat.

Billāhi Fī Sabīlil Haq, Fastabiqul Khairāt.

Wassalāmu'alaikum Warahmatullāhi Wabarakātuh.

Yogyakarta, 2 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRACT	x
INTISARI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Energi	10
2.2.2 Piezoelektrik	15
2.2.3 Sistem Pemanen Energi	18
2.2.4 Baterai	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Studi Literatur	40
3.2 Penentuan Model dan Spesifikasi	40

3.3	Perancangan Desain Sistem Pemanen Energi dengan LTC3588.....	40
3.4	Alat dan Bahan	41
3.5	Penerapan & Pengujian Sistem Pemanen Energi	43
3.6	Analisa	46
3.7	Laporan	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS		48
4.1	Pengujian Karakteristik Piezoelektrik	48
4.1.1	Pengujian Karakteristik Elemen Piezoelektrik.....	48
4.1.2	Pengujian Karakteristik Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik ..	51
4.1.3	Pengujian Karakteristik Simulator Tangga Penghasil Listrik	56
4.2	Analisis Penggunaan Modul Harvester LTC3588.....	61
4.2.1	Pengujian keluaran LTC3588 dengan LED	61
4.2.2	Pengujian Keluaran LTC3588 dengan Kapasitor (Eksternal).....	63
4.2.3	Pengujian Pengisian Kapasitor untuk Mengaktifkan LED	69
4.2.4	Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan LTC3588-2.....	70
BAB V PENUTUP		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN.....		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Elemen Piezoelektrik	14
Gambar 2.2. Direct & Indirect Piezoelectric Effect saat material piezoelektrik menghasilkan potesial listrik dan diberi potensial listrik	15
Gambar 2.3. Hubungan Beban terhadap Output Tegangan Piezoelektrik	15
Gambar 2.4. (i) Piezoelektrik saat tidak dikenai tekanan, (ii)Piezoelektrik saat menerima tekanan, (iii) Piezoelektrik nampak 3 dimensi.....	17
Gambar 2.5. Daya yang dihasilkan Piezoelektrik PZT terhadap letak tekanan yang diberikan	17
Gambar 2.6. Skema Sederhana Metode Pemanen Energi Piezoelektrik dengan Penyerah Jembatan Dan Kapasitor	18
Gambar 2.7. a.) Half-Wave Rectifier, b.) Full-Wave Rectifier, c.) Full-Wave Rectifier dengan Kapasitor beserta gelombang output	20
Gambar 2.8. Pemanen Energi Piezoelektrik Yang Diimplementasikan Pada Sol Sepatu	22
Gambar 2.9. (a) Komponen Primer Pemanen Energi. (b) Skematik Pemanen Energi	23
Gambar 2.10. (a) Rangkaian Modifikasi Buck Boost Sebagai Pemanen Energi Linear. (b) Rangkaian Modifikasi Buck Boost Sebagai Pemanen Energi Non-Linear	24
Gambar 2.11. Penerapan Metode MPPT pada Sistem Pemanen Energi Piezoelektrik	25
Gambar 2.12. LTC3588-1 Energy Harvester Module	27
Gambar 2.13. Skematik rangkaian LTC3588-1 dan Grafik karakteristik Input-Output rangkaian	28
Gambar 2.14. LTC3588-1 beserta fiturinya	28
Gambar 2.15. Blok Diagram Rangkaian Equivalen dari LTC3588	29
Gambar 2.16. Skematik rangkaian LTC3588-2 dan Grafik karakteristik Input-Output rangkaian	31
Gambar 2.17. Baterai Ni-Cd dan Baterai Lead Acid	32
Gambar 2.18. Jenis-Jenis Baterai Primer	34

Gambar 2.19. Baterai Lead Acid atau Aki	34
Gambar 2.20. Baterai Ni-Cd	35
Gambar 2.21. Baterai Ni-MH	35
Gambar 2.22. Baterai Li-Ion	36
Gambar 2.23. Baterai Li-Po	37
Gambar 2.24. Baterai Li-Fe	37
Gambar 3.1. Diagram Alir (Flow Chart) Metode Pelaksanaan Penelitian	39
Gambar 3.2. Skema Sistem Pemanen Energi dengan LTC3588.....	41
Gambar 3.3. Skema Pengujian Keluaran LTC3588 dengan LED	44
Gambar 3.4. Skema Pengujian Keluaran LTC3588 dengan Kapasitor ELCO ...	44
Gambar 3.5. Skema Pengujian Keluaran LTC3588 dengan Kapasitor ELCO ...	45
Gambar 3.6. Skema Pengujian Keluaran LTC3588 untuk mengisi baterai Ni-MH.....	46
Gambar 4.1 Desain Panel Piezoelektrik yang Dipasang pada Anak Tangga Penghasil Listrik	48
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Tegangan 5 Buah Sampel Elemen Piezoelektrik.....	49
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Arus 5 Buah Sampel Elemen Piezoelektrik.....	49
Gambar 4.4 Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik	51
Gambar 4.5 Pengujian Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik dengan 2 Buah Multimeter.....	52
Gambar 4.6 Grafik Data Pengukuran Tegangan Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik.....	53
Gambar 4.7 Grafik Data Pengukuran Arus Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik.....	53
Gambar 4.8 Pengujian Panel Simulator Mini dengan 1 Buah Multimeter	55
Gambar 4.9 Simulator Tangga Penghasil Listrik.....	56
Gambar 4.10 Simulator Tangga Penghasil Listrik Nampak Bagian Dalam	56
Gambar 4.11 Grafik Data Pengukuran Tegangan Panel Anak Tangga	57
Gambar 4.12 Grafik Data Pengukuran Arus Panel Anak Tangga	58

Gambar 4.13 Pengujian Simulator Tangga Penghasil Listrik dengan LED-Strip	60
Gambar 4.14 Pengujian Keluaran LTC3588-1 menggunakan LED Warna Biru	61
Gambar 4.15 Kapasitor yang digunakan dalam pengujian	64
Gambar 4.16 Pengujian Pengisian Kapasitor 10uF/16V dengan LTC3588-1 ...	64
Gambar 4.17 Pengujian Pengisian Kapasitor 100uF/16V dengan LTC3588-1 ..	65
Gambar 4.18 Grafik Pengujian Pengisian Kapasitor	68
Gambar 4.19 Skema Pengujian Pengisian Kapasitor dan Mengaktifkan LED ...	69
Gambar 4.20 Modul LTC3588-2	71
Gambar 4.21 Pengujian Tegangan LTC3588-2	71
Gambar 4.22 Pengujian Arus LTC3588-2	72
Gambar 4.23 Tata Letak Komponen Pengujian Pengisian Baterai dengan LTC3588-2.....	73
Gambar 4.23 Pengujian Pengisian Baterai dengan Tegangan Awal 1,78 V	74
Gambar 4.24 Pengujian Pengisian Baterai dengan Tegangan Setelah Naik-Turun Tangga sebesar 1,79 V	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sumber energi mekanik disekitar kita yang dapat dipanen menjadi energi listrik.....	14
Tabel 2.2. Amplitudo akselerasi dan frekuensi getaran yang potensial sebagai berbagai sumber getaran	14
Tabel 2.3. Fungsi Masing-masing Pin pada LTC3588	29
Tabel 2.4. Mode Output LTC3588-1	30
Tabel 2.5. Mode Output LTC3588-2	32
Tabel 4.1 Rata-rata Pengujian 5 Buah Sampel Piezoelektrik	50
Tabel 4.2 Rata-rata Pengujian Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik ..	54
Tabel 4.3 Nilai Rata-rata Pengujian Panel Anak Tangga Piezoelektrik	59
Tabel 4.4 Pengujian Output LTC3588 dengan Nyala LED	62
Tabel 4.5 Pengujian Pengisian Kapasitor (Eksternal) dengan modul LTC3588-1	65
Tabel 4.6 Pengujian Pengisian Kapasitor untuk Mengaktifkan LED	70
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pengisian Baterai dengan LTC3588-2.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengujian Sampel 5 Buah Piezoelektrik.....	81
Lampiran 2. Tabel Pengujian Panel Simulator Mini Paralel 15 Piezoelektrik ...	83
Lampiran 3. Pengujian Simulator Tangga Penghasil Listrik	85