

**ANALISIS HASIL PENGUJIAN PARAMETER BEBAN, KAPASITANSI
DAN WAKTU PENGOSONGAN PADA RANGKAIAN
SUPERKAPASITOR**

PROYEK AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh:

Apriliana Pratama Putri

NIM 16506134001

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2019**

ANALISIS HASIL PENGUJIAN PARAMETER BEBAN, KAPASITANSI DAN WAKTU PENGOSONGAN PADA RANGKAIAN SUPERKAPASITOR

Oleh:

Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

ABSTRAK

Superkapasitor merupakan sebuah perangkat baru dari media penyimpanan energi, yang memiliki perbedaan yang jauh antara kapasitor konvensional dan baterai. Penelitian mengenai rangkaian superkapasitor untuk mengetahui karakteristiknya pernah dilakukan sebelumnya tetapi sebatas studi menggunakan simulator Simulink Matlab saja dan saat ini belum terdapat penelitian yang dilakukan secara *real*. Proyek akhir ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja rangkaian superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya, karakteristik rangkaian superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya serta analisis hasil pengujian dari beberapa parameter di antaranya adalah beban, kapasitansi dan waktu ketika proses pengosongan energi listrik (*discharging*) dengan durasi yang cukup lama, sehingga diperoleh superkapasitor yang dapat digunakan sebagai sistem penyimpan energi atau *energy storage system* (ESS).

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan, di antaranya adalah, 1) penentuan parameter yang akan dianalisa, 2) pemodelan rangkaian, 3) pengujian rangkaian, 4) pengambilan data, 5) pengolahan data dan 6) penarikan kesimpulan.

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa karakteristik pengosongan modul superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya berupa persamaan garis linear dengan rata-rata gradien 0.6. Persamaan umum karakteristik pengosongan modul superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya adalah $t = 0.6C - 21.759(W) + 273.79$, di mana t: durasi pengosongan superkapasitor dalam menit, C: kapasitansi superkapasitor kelipatan 80F/16.2V dan W: daya beban yang digunakan dalam watt.

Kata Kunci: superkapasitor, *discharging*, karakteristik.

THE TEST RESULT ANALYSIS OF PARAMETERS OF LOAD, CAPACITANCE AND DISCHARGING TIME IN SUPERCAPACITOR CIRCUITS

By:

Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

ABSTRACT

Supercapacitor is a new device for energy storage system, which has significant difference characteristic between conventional capacitors and batteries. Research on a series of supercapacitors to find out their characteristics has been done previously but is limited to studies using the Matlab Simulink simulator only and there has not currently done real research. This final project aims to find out the performance of the 80F/16.2V supercapacitor circuit and their multiples, the characteristics of the 80F/16.2V supercapacitor circuit and their multiples and analysis of the test result from several parameters including load, capacitance and time when discharging with a long duration, so that supercapacitors can be used as energy storage system (ESS).

In this study there are several steps that are carried out, including, 1) determining the parameters to be analyzed, 2) modeling the circuit, 3) testing the circuit, 4) collecting data, 5) processing the data and 6) drawing conclusions.

Based on the testing and analysis that has been done, the results show that the discharging characteristics of 80F / 16.2V supercapacitors module and their multiples are in the form of linear line equations with a gradient average of 0.6. The general equation of discharging characteristics of 80F / 16.2V supercapacitors and their multiples are $t = 0.6C - 21.759(W) + 273.79$, where t: duration of discharging supercapacitors in minutes, C: multiple capacitance capacitors of 80F/16.2V and W: load power used in watts.

Keywords: supercapacitors, discharging, characteristics.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Apriliana Pratama Putri

NIM : 16506134001

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Proyek Akhir : Analisis Hasil Pengujian Parameter Beban, Kapasitansi dan Waktu Pengosongan Pada Rangkaian Superkapasitor

Menyatakan bahwa proyek akhir ini benar-benar karya saya sendiri dan di bawah tema penelitian payung dosen atas nama Rustam Asnawi, S.T., M.T., Ph.D. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 02 Mei 2019

Yang menyatakan,



Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan proyek akhir dengan judul

**ANALISIS HASIL PENGUJIAN PARAMETER BEBAN, KAPASITANSI
DAN WAKTU PENGOSONGAN PADA RANGKAIAN
SUPERKAPASITOR**

Disusun Oleh:

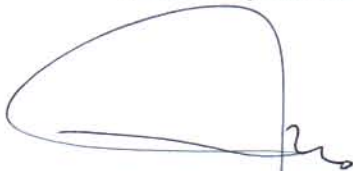
Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Proyek Akhir bagi yang bersangkutan

Yogyakarta, 28 Mei 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19740828 200112 1 005

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Rustam Asnawi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19720127 199702 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir

ANALISIS HASIL PENGUJIAN PARAMETER BEBAN, KAPASITANSI DAN WAKTU PENGOSONGAN PADA RANGKAIAN SUPERKAPASITOR

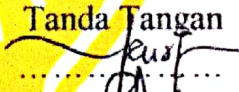
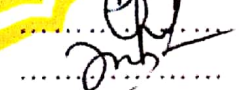
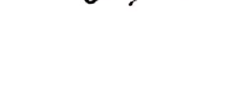
Disusun Oleh:

Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi Teknik
Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 21 Mei 2019

DEWAN PENGUJI


Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Rustam Asnawi, S.T., M.T., Ph.D.	Ketua Penguji		18 Juni 2019
Ariadie Chandra Nugraha, S.T., MT	Sekretaris Penguji		17 Juni 2019
Deny Budi Hertanto, M.Kom	Penguji		28 Mei 2019

Yogyakarta, 20 Juni 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,




Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan proyek akhir ini dengan segala kelebihan dan kekurangannya saya persembahkan kepada:

1. Ibu Sri Rejeki, Bapak Sriyono, serta adik tercinta Widya Nur Aina Azzahra yang senantiasa menyertai penulis di setiap situasi dan kondisi serta mendukung baik moril maupun materiil. Terima kasih atas segala do'a, pengorbanan dan kasih sayang yang sangat berarti sampai saat ini.
2. Rustam Asnawi, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan dan waktu yang diluangkan serta masukan-masukan yang telah diberikan.
3. Saudara Zahroni, Pupung dan Afrizal sebagai teman seperjuangan mengejar ujian proyek akhir bulan Mei, yang selalu menemani, memberi dukungan dan semangat.
4. Teman-teman D3 Teknik Elektro kelas B 2016. Terima kasih untuk dukungan dan semangatnya.
5. Almamaterku Universitas Negeri Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis sadar tanpa bantuan berbagai pihak, proyek akhir ini tidak akan terlaksana dengan baik. Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis mendapat bantuan berupa bimbingan, dukungan, pendampingan dan nasihat. Berkenaan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Rustam Asnawi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah banyak memberikan semangat, dorongan dan bimbingan selama penyusunan proyek akhir ini.
2. Ibu Muhfizaturrahmah, S.T., M.Eng. selaku Penasehat Akademik Prodi D3 Teknik Elektro kelas B1 2016 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Andik Asmara, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pendamping Tugas Akhir.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro kelas B angkatan 2016 yang selalu memberi dukungan.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca terutama kalangan akademika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.

Yogyakarta, 02 Mei 2019

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Apriliana Pratama Putri', written over a horizontal line.

Apriliana Pratama Putri

NIM. 16506134001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
G. Keaslian Gagasan	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	8
A. Media Penyimpan Energi	8
B. Kapasitor	9
1. Kapasitansi	11
2. Hubungan Seri dan Paralel	11
3. Pengisian dan Pengosongan Muatan Pada Kapasitor	13
C. Superkapasitor.....	18
1. Perbedaan antara Superkapasitor, Kapasitor dan Baterai	19
2. Rangkaian Ekuivalen Superkapasitor	21
D. <i>DC Power Supply</i>	22
E. Penurun Tegangan DC	24
F. HPL (<i>High Power LED</i>)	25

G. Persamaan Linear	26
1. Gradien garis	26
2. Menentukan Persamaan Garis	27
BAB III KONSEP PERANCANGAN ANALISIS	29
A. Penentuan parameter yang akan dianalisa.....	30
B. Merancang rangkaian untuk proses pengosongan superkapasitor	30
C. Melakukan pengujian terhadap model rangkaian pengosongan superkapasitor.....	35
D. Melakukan pengambilan data pengosongan superkapasitor	35
E. Melakukan analisis dari data pengosongan superkapasitor	39
F. Pembuatan laporan dan penarikan kesimpulan	39
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	40
A. Hasil Pengujian dan Analisis	40
B. Pembahasan.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
A. Kesimpulan	56
B. Keterbatasan Analisis.....	57
C. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rangkaian sederhana kapasitor terhubung dengan sumber DC	10
Gambar 2. Ilustrasi pemindahan muatan dalam kapasitor	10
Gambar 3. Rangkaian kapasitor sederhana	11
Gambar 4. Rangkaian kapasitor tersusun seri	12
Gambar 5. Kapasitor tersusun paralel	13
Gambar 6. Kapasitor dalam keadaan kosong dan belum dihubungkan dengan sumber tegangan.....	14
Gambar 7. Pengisian kapasitor.....	14
Gambar 8. Kurva pengisian kapasitor.....	15
Gambar 9. Kapasitor terisi penuh dan terhubung ke beban	16
Gambar 10. Kurva pengosongan kapasitor	17
Gambar 11. Konstruksi superkapasitor	18
Gambar 12. Perbandingan kerapatan energi terhadap kerapatan daya	19
Gambar 13. Rangkaian ekuivalen superkapasitor	21
Gambar 14. Rangkaian ekuivalen superkapasitor yang disederhanakan	22
Gambar 15. Blok diagram <i>DC power supply</i>	23
Gambar 16. <i>DC power supply</i> /catu daya DC	23
Gambar 17. Modul <i>step down</i> DC LM2596	25
Gambar 18. <i>High Power LED</i> 3 W dan pendingin	26
Gambar 19. Diagram alir perancangan analisis	29
Gambar 20. Rangkaian seri 6 buah superkapasitor 500F/2.7 volt (80F/16.2V) ...	32
Gambar 21. Modul superkapasitor 880F/16.2V	32
Gambar 22. Rangkaian paralel <i>High Power LED</i>	33
Gambar 23. Rangkaian proses pengosongan superkapasitor	34
Gambar 24. Grafik karakteristik pengosongan superkapasitor dengan beban 5W, 8W, 10W, 12W dan 15W	47
Gambar 25. Grafik hubungan antara daya beban dan titik potong	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan baterai, kapasitor konvensional dan superkapasitor.....	20
Tabel 2. Spesifikasi <i>DC power supply</i>	23
Tabel 3. Spesifikasi modul <i>step down</i> DC LM2596	25
Tabel 4. Komponen penyusun rangkaian pengosongan modul superkapasitor	31
Tabel 5. Daftar alat yang digunakan	31
Tabel 6. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 80 F/16.2 V	36
Tabel 7. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 240 F/16.2 V	37
Tabel 8. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 400 F/16.2 V	37
Tabel 9. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 560 F/16.2 V	38
Tabel 10. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 720 F/16.2 V	38
Tabel 11. Pengukuran tegangan dan arus pengosongan dengan superkapasitor 880 F/16.2 V	39
Tabel 12. Hasil pengujian pengosongan superkapasitor 240F/16.2V	40
Tabel 13. Hasil pengujian pengosongan superkapasitor 400F/16.2V	41
Tabel 14. Hasil pengujian pengosongan superkapasitor 560F/16.2V	42
Tabel 15. Hasil pengujian pengosongan superkapasitor 720F/16.2V	43
Tabel 16. Hasil pengujian pengosongan superkapasitor 880F/16.2V	44
Tabel 17. Hasil uji pengosongan untuk HPL (<i>High Power LED</i>) 5W	45
Tabel 18. Hasil uji pengosongan untuk HPL (<i>High Power LED</i>) 8W	45
Tabel 19. Hasil uji pengosongan untuk HPL (<i>High Power LED</i>) 10W	45
Tabel 20. Hasil uji pengosongan untuk HPL (<i>High Power LED</i>) 12W	45
Tabel 21. Hasil uji pengosongan untuk HPL (<i>High Power LED</i>) 15W	45
Tabel 22. Hubungan antara daya beban dengan titik potong terhadap sumbu t ...	49
Tabel 23. Hasil <i>inside estimation</i> persamaan matematis karakteristik pengosongan superkapasitor	51
Tabel 24. Hasil <i>outside estimation</i> persamaan matematis karakteristik pengosongan superkapasitor	51
Tabel 25. Perbandingan waktu pengosongan superkapasitor beban 5W	53
Tabel 26. Perbandingan waktu pengosongan superkapasitor beban 8W	53
Tabel 27. Perbandingan waktu pengosongan superkapasitor beban 10W	54
Tabel 28. Perbandingan waktu pengosongan superkapasitor beban 12W	54
Tabel 29. Perbandingan waktu pengosongan superkapasitor beban 15W	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Modul Superkapasitor 80F/16.2V	63
Lampiran 2. Modul LM2596.....	63
Lampiran 3. Proses pengisian (<i>charging</i>) modul superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya	64
Lampiran 4. Proses pengosongan (<i>discharging</i>) modul superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya dengan beban <i>High Power LED</i> (HPL)	65
Lampiran 5. <i>High Power LED</i> (HPL)	66
Lampiran 6. Pembacaan arus dan tegangan saat proses pengosongan (<i>discharging</i>) modul superkapasitor 80F/16.2V dan kelipatannya.....	66