

**PEMANFAATAN TEGANGAN OUTPUT FUEL CELL DENGAN
MENGUNAKAN INVERTER DAN TRANSFORMATOR STEP-UP**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

AGUNG SEFRIYANTO

0612 3031 0889

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2015

**PEMANFAATAN TEGANGAN OUTPUT FUEL CELL DENGAN
MENGUNAKAN INVERTER DAN TRANSFORMATOR STEP-UP**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

AGUNG SEFRIYANTO

0612 3031 0889

Pembimbing I

**Sutan Marsus, S.S.T., M.T
NIP. 196509301993031002**

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ir. Ali Nurdin, M.T
NIP. 196212071991031001**

**Palembang, Juni 2015
Pembimbing II**

**Mohammad Noer, S.S.T., M.T
NIP. 1965051219950211001**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

**Herman Yani, S.T., M.Eng.
NIP. 196510011990031006**

Mengetahui,

Motto :

- ❖ *Atasi semua masalah dengan kepala jernih*

Kupersembahkan Kepada :

- ❖ *Mamak dan Bapak ku tercinta*
- ❖ *Bapak Ir Bambang Guntoro M.T dan Ibu Warsiti S.Pd*
- ❖ *Seluruh Bapak/Ibu Dosen-ku*
- ❖ *Kekasihku tercinta, terkasih dan tersayang Puspita Nugrahantari yang selalu menjadi penyemangat dan selalu ada di samping saya*
- ❖ *Semua teman satu kelas 6 ELB 2012*
- ❖ *Almamaterku.*

ABSTRAK

PEMANFAATAN TEGANGAN OUTPUT *FUEL CELL* DENGAN MENGGUNAKAN INVERTER DAN TRANSFORMATOR STEP-UP

(2015 : xiii + 45 Halaman + Daftar Pustaka + Daftar Lampiran)

Agung Sefriyanto

0612 3031 0889

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Terdapat banyak sekali energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan di dunia ini. Salah satu energi terbarukan adalah *fuel cell* dengan memanfaatkan reaksi energi kimia menjadi energi listrik. Bahan bakar *fuel cell* ini ialah air, di dunia ini terdapat banyak sumber air sehingga *fuel cell* tidak akan pernah kehabisan bahan bakar. Dengan memanfaatkan proses ini dapat mengurangi terjadinya kelangkaan bahan bakar lain seperti bahan bakar minyak, batu bara dan lainnya. Laporan akhir ini bertujuan untuk mengetahui sumber tegangan yang dihasilkan oleh *fuel cell* yang telah dikuatkan dengan menggunakan konverter dc/dc untuk menjadi sumber pengisian aki GTZ 5S. Serta menghitung nilai tegangan dan arus aki (*accu*), mengetahui tegangan, arus dan tegangan input dan output inverter serta menghitung lama pengisian aki (*accu*) yang menggunakan sumber tegangan *fuel cell*.

Kata kunci : Energi baru dan terbarukan, *fuel cell*, aki (*accu*) GTZ 5S, konverter dc/dc dan inverter ac/dc.

ABSTRACT

VOLTAGE OUTPUT UTILIZATION FUEL CELL USING INVERTER AND TRANSFORMER STEP-UP

(2015 : xiii + 45 Pages + References + List of Appendices)

Agung sefriyanto

0612 3031 0889

Major in Electrical Engineering

State Polytechnic of Sriwijaya

There are a lot of renewable energy that can be utilized in this world. One of the renewable energy is the fuel cell with the reaction utilizing chemical energy into electrical energy. This fuel cell fuel is water, in this world there are many sources of water so that the fuel cell will never run out of fuel. By utilizing this process can reduce the shortage of other fuels such as fuel oil, coal and others. This final report aims to determine the source of the voltage generated by a fuel cell which has been strengthened by the use of dc / dc to be a source of battery charging GTZ 5S. As well as calculate the value of battery voltage and current (batteries), determine the voltage, current and voltage inverter input and output as well as calculate battery charging time (batteries) that uses fuel cell voltage source.

Keywords: new and renewable energy, fuel cells, batteries (batteries) GTZ 5S, dc / dc and ac inverter / dc.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir dengan judul “*Pemanfaatan Tegangan Output Dengan Menggunakan Inverter dan Transformator Step-Up*” dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sutan Marsus, S.S.T., M.T selaku Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Mohammad Noer, S.S.T., M.T selaku Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini di Politeknik Negeri Sriwijaya kepada:

1. Bapak RD. Kusumanto, S.T., M.M. selaku Direkur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Ir. Siswandi, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Bapak Anton Firmansyah yang selalu menyempatkan untuk membimbing saya dalam pengambilan data di labolatorium listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Teman-teman kelas 6 ELB yang dari dahulu hingga sekarang selalu

mendahulukan kerja sama.

7. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis guna perbaikan dimasa yang akan datang. Demikianlah, semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.3.1 Tujuan | 2 |
| 1.3.2 Manfaat | 2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metodologi Penulisan | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 <i>Fuel Cell</i> | 5 |
| 2.1.1 Prinsip Kerja <i>Fuel Cell</i> | 6 |
| 2.1.2 Komponen <i>Fuel Cell</i> | 7 |
| 2.1.2.1 Membrane | 7 |
| 2.1.2.2 PEM (<i>Polimer Electrolite Membrane</i>)..... | 8 |
| a. Struktur PEM <i>Fuel Cell</i> | 8 |
| -MEA (<i>Membrane Electrode Assembly</i>) | 10 |

| | |
|--|----|
| - Gas Diffusion Layer | 11 |
| 2.2. Konverter DC-DC | 13 |
| 2.2.1 Penurun Tegangan (<i>Buck Converter</i>) | 14 |
| 2.2.2 Penaik Tegangan (<i>Boost Converter</i>)..... | 15 |
| 2.2.3 Penurun-Penaik Tegangan (<i>Buck-Boost Converter</i>)..... | 16 |
| 2.2.4 <i>CUK</i> | 17 |
| 2.2.5 <i>SEPIC</i> | 17 |
| 2.3. Inverter..... | 17 |
| 2.3.1 Bagian-bagian Inverter | 19 |
| 2.3.1.1 Dioda | 19 |
| 2.3.1.2 Kapasitor | 19 |
| 2.3.1.3 Resistor..... | 19 |
| 2.3.1.4 Trafo | 19 |
| 2.3.1.5 MOSFET | 19 |
| 2.3.1.6 IC CD40047 | 19 |
| 2.3.1.7 LED | 20 |
| 2.3.2 Prinsip Kerja Inverter..... | 20 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Diagram Blok | 21 |
| 3.1.1 Diagram Blok Percobaan Pertama..... | 21 |
| 3.1.1.1 Cara Kerja Diagram Blok Pertama | 21 |
| 3.1.2 Diagram Blok Percobaan Kedua..... | 22 |
| 3.2.2.1 Cara Kerja Diagram Blok Kedua | 22 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 22 |
| 3.3 Peralatan yang Digunakan | 22 |
| 3.3.1 Unit Kontrol <i>Fuel Cell</i> | 23 |
| 3.3.1.1 Flow Meter | 23 |
| 3.3.1.2 Stack <i>Fuel Cell</i> | 24 |
| 3.3.1.4 Katup (<i>Valve</i>) | 24 |
| 3.3.1.4 Saklar dan Tombol ON | 24 |
| 3.3.1.5 Konektor USB | 25 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1.6 Tabung Pengisi Gas Hidrogen | 25 |
| 3.3.1.7 Lampu LED | 25 |
| 3.3.2 <i>Electrolizer</i> | 26 |
| 3.3.3 Komputer | 26 |
| 3.3.4 Ampermeter | 27 |
| 3.3.5 Voltmeter | 27 |
| 3.3.6 Inverter DC-AC | 27 |
| 3.3.7 Aki (<i>Accu</i>) | 28 |
| 3.3.8 Kabel Penghubung | 29 |
| 3.4 Bahan | 29 |
| 3.4.1 <i>Fitting</i> Lampu | 29 |
| 3.4.2 Stop Kontak | 30 |
| 3.4.3 Lampu Penerangan | 30 |
| 3.5 Gambar Rangkaian | 31 |
| 3.5.1 Gambar Rangkaian <i>Fuel Cell</i> | 31 |
| 3.5.2 Gambar Rangkaian Konverter DC-DC Tertutup | 31 |
| 3.5.3 Gambar Rangkaian Aki (<i>Accu</i>) | 32 |
| 3.5.4 Gambar Rangkaian Pengukuran Inverter | 32 |
| 3.6 Prosedur Percobaan | 33 |
| 3.6.1 Percobaan Pada <i>Fuel Cell</i> | 33 |
| 3.6.2 Langkah Percobaan Konverter | 36 |
| 3.6.3 Langkah Percobaan Aki (<i>Accu</i>) | 37 |
| 3.6.4 Langkah Percobaan Inverter DC-AC | 37 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Percobaan Pertama | 38 |
| 4.1.1 Hasil Pengukuran | 38 |
| 4.1.1.1 Hasil Pengukuran Pada <i>Fuel Cell</i> | 38 |
| 4.1.1.2 Hasil Pengukuran Pada Konverter DC-DC | 38 |
| 4.2 Percobaan Kedua | 39 |
| 4.1.1.3 Hasil Pengukuran Pada Aki (<i>Accu</i>) | 39 |
| 4.1.1.4 Hasil Pengukuran Pada Inverter DC-AC | 39 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Hasil Perhitungan | 40 |
| 4.3.1 Hasil Perhitungan Pada <i>Fuel Cell</i> | 40 |
| 4.3.2 Hasil Perhitungan Pada Konverter DC-DC | 40 |
| 4.3.3 Hasil Perhitungan Pada Aki (<i>Accu</i>) | 41 |
| 4.3.4 Hasil Perhitungan Pada Inverter DC-AC | 41 |
| 4.3.5 Hasil Perhitungan Lama Pengecasan Aki (<i>Accu</i>) | 42 |
| 4.4 Pembahasan | 42 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 44 |
| 5.2 Saran | 44 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Komponen-komponen Utama PEM <i>Fuel Cell</i> | 9 |
| Tabel 2.2 Sifat-sifat Materi Untuk Pelat Bipolar | 13 |
| Tabel 3.1 Daftar Peralatan yang Digunakan | 22 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 <i>Fuel Cell</i> | 6 |
| Gambar 2.2 Prinsip Kerja <i>Fuel Cell</i> | 7 |
| Gambar 2.3 Membrane | 8 |
| Gambar 2.4 Gambar Struktur PEM <i>Fuel Cell</i> | 9 |
| Gambar 2.5 MEA (<i>Membrane Electrode Assembly</i>) | 10 |
| Gambar 2.6 Plat Bipolar Dengan Saluran Air | 11 |
| Gambar 2.7 Letak Plat Bipolar | 12 |
| Gambar 2.8 Rangkaian Konverter Tipe <i>Buck</i> | 14 |
| Gambar 2.9 Rangkaian Konverter DC-DC tipe <i>Boost</i> | 15 |
| Gambar 2.10 Rangkaian Konverter DC-DC tipe <i>Boost</i> + penyearah dioda (faktor daya satu). | 16 |
| Gambar 2.11 Rangkaian Konverter DC-DC Tipe <i>Buck-Boost</i> | 16 |
| Gambar 2.12 Rangkaian konverter DC-DC Tipe <i>CUK</i> | 17 |
| Gambar 2.13 Rangkaian Konverter Tipe SEPIC | 17 |
| Gambar 2.14 Contoh Rangkaian Inverter Sederhana..... | 18 |
| Gambar 2.15 Prinsip Kerja Inverter | 20 |
| Gambar 3.1 Diagram Block Percobaan Pertama | 21 |
| Gambar 3.2 Diagram Block Percobaan Kedua | 22 |
| Gambar 3.3 Unit Kontrol <i>Fuel Cell</i> | 23 |
| Gambar 3.4 Flow Meter | 23 |
| Gambar 3.5 Stack <i>Fuel Cel</i> | 23 |
| Gambar 3.6 Katup (<i>Valve</i>) | 43 |
| Gambar 3.7 Saklar dan Tombon ON | 33 |
| Gambar 3.8 Konektor USB | 33 |
| Gambar 3.9 Tabung Pengisi Gas Hidrogen | 33 |
| Gambar 3.10 Lampu LED | 33 |
| Gambar 3.11 <i>Electrolizer</i> | 33 |
| Gambar 3.12 Komputer | 55 |
| Gambar 3.13 Ampermeter dan Rangkaian Ampermeter | 33 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.14 Voltmeter dan Rangkaian Voltmeter | 33 |
| Gambar 3.15 Inverter DC-ACC | 22 |
| Gambar 3.16 Aki (<i>Accu</i>) | 33 |
| Gambar 3.17 Kabel Hubung | 33 |
| Gambar 3.18 <i>Fitting</i> Lampu | 33 |
| Gambar 3.19 Stop Kontak | 34 |
| Gambar 3.20 Gambar Rangkaian Lampu Penerangan | 34 |
| Gambar 3.21 Gambar Rangkaian Pengukuran <i>Fuel Cell</i> | 44 |
| Gambar 3.22 Gambar Rangkaian Konverter DC-DC Tertutup | 33 |
| Gamabr 3.23 Gambar Rangkaian Aki (<i>Accu</i>) | 33 |
| Gambar 3.24 Gambar Rangkaian Pengukuran Inverter | 34 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir

Lampiran 2 Lembar Bimbingan Laporan Akhir

Lampiran 3 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 4 Lembar Peminjaman Alat

Lampiran 5 Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 6 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir

Lampiran 7 Lembar Gambar Pengambilan data