

SKRIPSI
DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO
MENGGUNAKANN FLYWHEEL DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH
KINCIR



Dibuat Untuk Penelitian Dalam Rangka Penulisan Tugas Akhir
Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :
ABDUL HALIM
03041381621080

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2020

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO
MENGUNAKAN *FLYWHEEL* DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH KINCIR



SKRIPSI

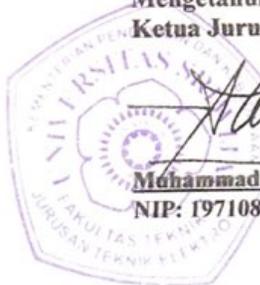
Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

ABDUL HALIM

03041381621080

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 197108141999031005

Palembang, Juni 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP : 197010181997022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdul Halim
NIM : 03041381621080
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

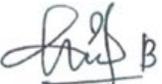
Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Menggunakan *Flywheel* dengan Memvariasikan Jumlah Kincir" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, April 2020



Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ike Bayusari, S.T., M.T.

Tanggal : 1 / 7 / 2020 Palembang

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN FLYWHEEL DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH KINCIR. Serta shalawat bertangkaikan salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang tak henti hentinya melimpahkan berkah dan karunia-Nya.
2. Orang tuaku Abdul Rohim dan Nyayu Anisa yang selalu mendoakan serta memberi dukungan, semangat, dan motivasi, kakakku Abdul Hamid S.T., Nur Aziza A.Md.keb., dan adikku Muhammad Raafi yang selalu memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS,.Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
7. Ibu Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan serta arahan dan nasihat selama pengerjaan skripsi.
8. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang Insya Allah Bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri.
9. Annisya Amalia A.Md. yang selalu memberikan do'a dan motivasi selama masa penddikan sampai dengan selesainya tugas akhir ini.
10. Abdul Aziz, S.E. yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Prototype yang telah di buat dalam skripsi ini.
11. Sahabat seperjuangan M Adhitya KN, Hary Ariefian, Yadi Irawan, M Sagra Alkautsar, Wirawan DH, Dimas Alif, A Ridho U, Idhal Wasit, M Fazesellah Dio

A, A.Md. yang sudah mendukung dan membantu dalam perkuliahan hingga skripsi ini selesai.

12. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2016 serta teman-teman Balaputera Dwi Utama, Ena-Ena dan kepada seluruh teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
13. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatu

Palembang, 31 Mei 2020

Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdul Halim
Nim : 03041381621080
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO
MENGUNAKAN FLYWHEEL DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH
KINCIR**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya
Pada Tanggal : April 2020
Yang menyatakan,

Abdul Halim

ABSTRAK

Karena kebutuhan akan penerapan energi yang efisien dan seiringnya semakin bertambah dampak krisis sumber daya energi terbarukan, diperlukan alat yang dapat menyimpan energi dalam bentuk tertentu sehingga tidak akan ada energi yang terbuang percuma. Misalnya dengan menggunakan alat yang dapat menyimpan energi kemudian dapat melepaskannya kembali seperti roda gila (*flywheel*). Pada pembangkit listrik tenaga air maupun pembangkit listrik tenaga mikrohidro *flywheel* dapat bekerja karena ada pengaruh berat yang dapat menghasilkan energi dan melepaskannya kembali. Energi yang dihasilkan oleh *flywheel* merupakan energi rotasi yang dapat mengurangi penurunan putaran turbin akibat turunnya kecepatan debit air saat mengalir turbin sehingga putaran turbin tidak mengalami penurunan yang signifikan. Namun, pada tugas akhir ini penulis melakukannya dengan memasang *flywheel* pada *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro lalu memvariasikan jumlah kincir yang pada penelitian ini menggunakan jumlah 8,10,dan 12 dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari masing-masing penelitian melalui kran yang telah ditentukan dan masing-masing menggunakan beban lampu LED 220 volt 3 watt sehingga dapat dilihat efisiensi masing masing jumlah kincir, perbedaan tegangan dan daya yang dihasilkan saat menggunakan *flywheel* dari masing masing jumlah kincir dan tidak. Hasil tegangan yang terbesar didapat pada saat menggunakan *flywheel* maupun tidak menggunakan *flywheel* pada jumlah kincir 12 dan tegangan 180 volt, 0,017 Ampere dengan efisiensi 44% dibandingkan dengan jumlah kincir yang lain dikarenakan jumlah volume air yang masuk pada celah sudu bertambah sehingga putaran kincir semakin cepat dan untuk tidak menggunakan *flywheel* perbedaannya hanya terdapat pada putaran awal saja sehingga daya dan tegangan terkecil pada penelitian ini saat jumlah kincir 8 sebesar 56 Volt, 0,016 Ampere, dan 0,763 Watt dengan efisiensi 18%.

Kata Kunci—*Pikohidro, Flywheel, Daya, Kincir, Pembangkit Listrik.*

ABSTRACT

Because of the need for efficient energy application and the increasing impact of the renewable energy resources crisis, a device that can store energy in a certain form is needed so that no energy will be wasted. For example, by using a device that can store energy then can release it back like a flywheel. In hydroelectric power plants and micro hydro power plants flywheel can work because there is a heavy influence that can produce energy and release it again. The energy produced by the flywheel is rotational energy which can reduce the decrease in turbine rotation due to the decrease in water flow rate when flowing the turbine so that the turbine rotation does not experience a significant decrease. However, in this thesis the authors do it by installing a flywheel on the prototype pikohidro power plant and then varying the number of wheelwheels in this study using the amount of 8,10, and 12 with the aim to determine the results of each study through a predetermined tap and each - each uses a 220 volt 3 watt LED lamp load so that it can be seen the efficiency of each number of wheels, the difference in voltage and power generated when using a flywheel from each number of wheels and not. The greatest voltage results obtained when using a flywheel or not using a flywheel on the number of windmills 12 and a voltage of 180 volts, 0.017 Amperes with an efficiency of 44% compared to the number of other wheels due to the amount of water entering the blade gap increases so that the wheel turns faster and to not use the flywheel, the difference is only in the initial rotation, so that the smallest power and voltage in this study when the number of windmills 8 are 56 Volts, 0.016 Amperes and 0.763 Watt with an efficiency of 18%.

Keywords — Pikohidro, Flywheel, Power, Windmills, Power Plants.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR RUMUS.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Lingkup Kerja.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	4
2.2. Bagian-bagian Alat Dasar dan Mekanik Simulator PLTPH.....	5
2.3. Macam-macam Turbin Air.....	7
2.4. Flywheel.....	9
2.5. Generator.....	11
2.6. Debit Air.....	11
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	
3.1. Metode Penelitian.....	13
3.2. Waktu Penelitian.....	13
3.3. Tahapan Penelitian.....	14

3.4. Alat dan Bahan.....	14
3.5. Konstruksi dan Dimensi Alat.....	15
3.6. Langkah-langkah Penelitian	20
3.7. Pengukuran Arus dan Tegangan	20
3.7.1. Pengukuran Arus	20
3.7.2. Pengukuran Tegangan.....	21
3.8. Flowchart	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Debit Aliran Air	23
4.2. Penghitungan Arus dan Daya.....	27
4.2.1. Menghitung Daya dan Efisiensi Menggunakan <i>Flywheel</i> ..	27
4.2.2. Menghitung Daya dan Efisiensi tanpa <i>Flywheel</i>	28
4.3. Pembahasan dan Analisa	29
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peletakan Sistem PLTPH.....	5
Gambar 2.2. Turbin Kaplan	8
Gambar 2.3. Turbin Francis	9
Gambar 2.4. Turbin Pelton	9
Gambar 3.1. Generator AC	14
Gambar 3.2. Pipa PVC.....	15
Gambar 3.3. Turbin Air	15
Gambar 3.4. Papan Kayu	15
Gambar 3.5. Flywheel.....	16
Gambar 3.6. Mesin Pompa Air.....	16
Gambar 3.7. Kontruksi Alat.....	18
Gambar 3.8. Mengukur Arus Listrik	20
Gambar 3.9. Mengukur Tegangan.....	20
Gambar 3.10. Flowchart penelitian	21
Gambar 4.1. Tampilan Program Debit Aliran air.....	26
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Pada Saat Bukaan Keran 1/3 Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	28

Gambar 4.3 Grafik Tegangan Pada Saat Bukaan Keran $\frac{2}{3}$ Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	29
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Pada Saat Bukaan Keran Full Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	29
Gambar 4.5 Grafik Arus Pada Saat Bukaan Keran $\frac{1}{3}$ Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	29
Gambar 4.6 Grafik Arus Pada Saat Bukaan Keran $\frac{2}{3}$ Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	30
Gambar 4.7 Grafik Arus Pada Saat Bukaan Keran Full Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	30
Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Pada Saat Bukaan Keran $\frac{1}{3}$ Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	31
Gambar 4.9 Grafik Efisiensi Pada Saat Bukaan Keran $\frac{2}{3}$ Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	31
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Pada Saat Bukaan Keran Full Menggunakan Flywheel dan Tanpa Flywheel	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi PLTA	4
Tabel 2.2 Petunjuk Pemilihan Turbin Berdasarkan Head.....	6
Tabel 2.3 Pemilihan Jenis Turbin.....	7
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	12
Tabel 4.1 Tabel Pengambilan Data Tanpa Beban	23
Tabel 4.2 Tabel Pengambilan Data Menggunakan Beban dan Flywheel.....	24
Tabel 4.3 Tabel pengambilan Data dengan Beban dan Tanpa Flywheel	25

DAFTAR RUMUS

Rumus (2.1)	10
Rumus (2.2)	10
Rumus (2.3)	11

DAFTAR LAMPIRAN

1. LAMPIRAN ALAT	ix
2. LAMPIRAN DATA	xii
3. LAMPIRAN PROGRAM	xv
4. LAMPIRAN PERHITUNGAN	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu pada saat ini, banyak yang merasakan sumber energi alternatif menjadi sebuah pilihan yang tepat bagi daerah terpencil yang tidak dapat merasakan listrik dari pemerintah yang dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dengan menggunakan energi alternatif masyarakat sekitar dapat membuat pembangkit listrik dengan cara memanfaatkan potensi alam disekitar mereka, seperti aliran sungai, angin maupun panas matahari.

Pada pembangkit listrik yang menggunakan energi alternatif terdapat alat yang berguna untuk menyimpan energi dalam bentuk tertentu, seperti halnya *Flywheel* (Roda Gila) yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) yang berguna untuk menyimpan energi rotasi kemudian langsung dikeluarkan berupa putaran pada poros generator yang akan tetap stabil sehingga menghasilkan daya listrik yang lebih konstan dan dapat menjaga umur dari generator tersebut yang di akibatkan oleh aliran arus sungai yang tidak tentu.

Untuk bisa mengetahui beda pembangkit listrik tenaga piko hidro saat menggunakan *Flywheel* dan tidak, disini penulis membuat tugas akhir dengan latar belakang tersebut, dalam tugas akhir ini penulis memilih judul “DESAIN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN *FLYWHEEL* DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH KINCIR”

1.2 Rumusan Masalah

Penurunan debit air akan mempengaruhi putaran dari turbin yang di couple pada generator. Mengacu pada penelitian yang membahas tentang PLTPH dimana penelitiannya hanya menggunakan metode dengan satu versi jumlah kincir [1]. Pada penelitian ini, *flywheel* akan di terapkan pada prototype pembangkit listrik tenaga piko hidro dan jumlah kincir di variasi dengan maksud apakah dengan

penambahan atau pengurangan jumlah kincir dapat bekerja dan menghasilkan daya yang lebih besar seperti pada pembangkit listrik tenaga air maupun pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian kali ini :

1. Merancang sebuah desain prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menambahkan *flywheel* dan variasi jumlah kincir.
2. Mengukur tegangan dan arus prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan *flywheel* dan tanpa *flywheel* dengan variasi jumlah kincir.
3. Menghitung efisiensi dengan *flywheel* dan tanpa *flywheel* dengan variasi jumlah kincir.

1.4 Lingkup Kerja

Lingkup kerja penelitian ini adalah :

1. *Flywheel* yang digunakan pada penelitian kali ini memiliki berat 700 gram.
2. Pengujian prototype dalam mengukur tegangan arus dan menghitung daya saat di pasang beban dalam jumlah kuncir 8,10 dan 12.
3. Mengukur debit air yang keluar di ukur dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan landasan teori- teori dasar yang berhubungan dengan perancangan prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro.

BAB III METODOLOGI

Bab ini membahas mengenai prosedur dan metode yang digunakan dalam pengambilan data dan pengumpulan data saat melakukan pengujian prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data hasil pengujian, perhitungan dan analisa data dihasilkan pada prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dan saran yang dapat diberikan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagus, Muhammad.: Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Dengan Menambahkan Flywheel dan Variasi Aliran Air Menggunakan Program Arduino Uno. Indralaya: Universitas Sriwijaya, 2018
- [2] Williamson, S.J., Stark, B.H., Booker, J.D.: ‘Performance of a low-head pico-hydro Turgo turbine’, Applied Energy, 2013, 102, pp. 1114-1126
- [3] Wardhani, Cahya. 2017. Seri Sumber Energi Terbarukan : PLTA – Warisan dan Masa Depan EBT Indonesia. <http://cahyawardhani.com/2017/08/22/seri-energi-terbarukan-plta-warisan-dan-masa-depan-ebt-indonesia/>.
- [4] Aljauza, Yoke. 2104. Water Turbine | yokealjauza. <https://yokealjauza.wordpress.com/2014/02/28/water-turbine/>.
- [5] Yuming Zeng. "An crdaptive water turbine govemr", Ph.D. Thesis, University of Calgary, 1991.
- [6] Anonim. 2015. Jenis – jenis Turbin Air (PLTA/PLTMH)-satu energi. www.satuenergi.com/2015/04/jenis-jenis-turbin-air-pltapltmh.html?m=1
- [7] Anonim. 2015. Jenis – jenis turbin untuk pembangkit. <http://kontruksibesar.blogspot.com/2015/11/jenis-jenis-turbin-untuk-pembangkit.html?m=1>
- [8] Yani. A., Wahyudi. S., Denny. W., 2012. Pengaruh Variasi Panjang Sudu Terhadap Kinerja Turbin Kinetik. Prosiding Seminar Nasional Science, Engineering and Technology, Brawijaya Malang
- [9] Ohoirenan. W, Wahyudi. S., Sutikno. D., 2012. Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin . Prosiding Seminar Nasional Science, Engineering and Technology, Brawijaya Malang

- [10]Hendarto, Aryo. Pemanfaatan Permandian Umum Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro (Pltmh) Menggunakan Kincir Tipe Overshot. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2012.
- [11]Bono dan Indarto.2008.Karakteritik daya turbin pelton mikro dengan variasi bentuk sudu, Seminar Nasional Aplikasi Sain dan Teknologi, IST AKPRIN, Yogyakarta.
- [12]Ilmiawan, Fakhrizal Akbar. Joke Pratilastiarse. Prima Dewi Permatasari. 2017. *Studi Ekspreimen Aplikasi Flywheel Pada Pembangkit Listrik Untuk Desa Terpencil*. Vol. 01, ISSN: 2581-0049
- [13]Shantika,Tito.2013.”PerancanganPrototipePicohydro Portable 200 Watt”. Jurnal ITENAS
- [14]Masters. Gilbert M. 2004. Renewable and Efficient Electric Power And System. Ney Jersey. All Right Reserved.
- [15] Faizun, Muhammad Muhtada. Hari Arbiantara Basuki. Santoso Mulyadi. 2014. *Analisis Penyerapan Energi Kinetik pada Berbagai Variasi Kecepatan dan Inersia Flywheel*. Vol. 5, No. 3 Tahun 2014: 271 – 274 ISSN 0216 – 468X
- [16] A.J, K.D, Smalling. 2002. *Guide to Electrical Power Generation, 2nd Edition*. Marcel Dekker, Inc.
- [17]Ulfa, Mardiana. 2007. Studi Manajemen Energi Listrik Dalam Upaya Meningkatkan Power Quality dan Penghematan Energi Listrik di Gedung Bedah Terpadu (GBPT) RSUD. Soetomo Surabaya.
- [18]Irasari, Pudji. 2008. Metode Perancangan Generator Magnet Permanen Berbasis Pada Dimensi Stator Yang Sudah Ada. LIPI: Bandung.