

**TEKNIK ELEKTRO**

**LAPORAN PENELITIAN  
KATEGORI A**



**ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN DAN UNJUK KERJA  
BEBERAPA GENERATOR UNTUK PEMBANGKITAN ENERGI  
BARU DAN TERBARUKAN**

**Tim Peneliti:**

**Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. NIDN: 0022016804**  
**Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. NIDN: 0020057304**

Dilaksanakan atas biaya DIPA Tahun Anggaran 2015  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
berdasarkan kontrak  
Nomor: 58/UN10.6/PG/2015  
Tanggal: 04 Mei 2015

**Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya  
Oktober 2015**

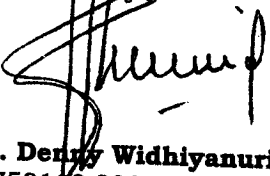
## HALAMAN PENGESAHAN


- Judul Penelitian : Analisis Perbandingan Rancangan dan Unjuk Kerja beberapa Generator untuk Pembangkitan Energi Baru dan Terbarukan
- Kategori Penelitian : A / B / C\*
- Ketua Tim Peneliti
- a. Nama Lengkap : Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc.
  - b. NIDN : 0022016804
  - c. Jabatan Fungsional : Lektor
  - d. Program Studi : Teknik Elektro
  - e. No. HP : 081334510268
  - f. Alamat surel (email) : rini.hasanah@ub.ac.id
- Anggota Peneliti
- a. Nama Lengkap : Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D.
  - b. NIDN : 0020057304
  - c. Jabatan Fungsional : Lektor
  - d. Program Studi : Teknik Elektro
  - e. No. HP : 082335587005
  - f. Alamat surel (email) : hadis@ub.ac.id
- Anggota Peneliti Mahasiswa
- a. Nama Lengkap : Victor Andrean
  - b. NIM : 125060301111018
  - c. Program Studi : Teknik Elektro
  - d. No. HP : 087859085554
  - e. Alamat surel (email) : andreanvictor6374@gmail.com
- Lama Penelitian Keseluruhan : 6 (enam) bulan
- Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 10.000.000,- (Terbilang: sepuluh juta rupiah)
- Biaya Tahun Berjalan : Rp. 10.000.000,- (Terbilang: sepuluh juta rupiah)

Malang, 2 Oktober 2015

Mengetahui,  
Ketua BPP Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

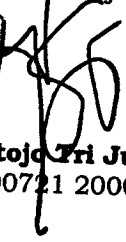
Ketua Peneliti,

  
Dr. Eng. Denny Widhiyanuriyawan, S.T., M.T.  
NIP. 19750113 200012 1 001

  
Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc.  
NIP. 19680122 199512 2 001



Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

  
Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, M.T.  
NIP. 19700721 200012 1 001

## IDENTITAS KEGIATAN

1. Judul Penelitian : *Analisis Perbandingn Rancangan dan Unjuk Kerja beberapa Generator untuk Pembangkitan Energi Baru dan Terbarukan*
2. Kategori Penelitian : A / ~~B~~ / ~~C~~\*
3. Ketua Tim Pelaksana
  - a. Nama Lengkap : Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc.
  - b. Bidang keahlian : ~~L~~ / P\*
  - c. Jabatan Struktural : -
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor
  - e. Fakultas/Jurusan/PS : Teknik/Teknik Elektro/Teknik Elektro
  - f. Alamat surat : Jl. MT Haryono 167 Malang 65145
  - g. Telepon/Fax : 0341-554166/0341-554166
  - h. Email : rini.hasanah@ub.ac.id
4. Anggota tim pelaksana
  - a. Dosen:
 

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Unit Kerja	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D.	Teknik sistem tenaga	Jurusan Teknik Elektro	4
  - b. Mahasiswa:
 

No.	Nama	Bidang Keahlian	Unit Kerja	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Victor Andrean	Teknik energi elektrik	Jurusan Teknik Elektro	3
5. Objek penelitian : Perbandingan rancangan dan karakteristik generator
6. Masa pelaksanaan penelitian :
  - a. Mulai : Mei 2015
  - b. Berakhir : Oktober 2015
7. Anggaran yang diusulkan : Rp. 10.000.000,- (Terbilang: sepuluh juta rupiah)
8. Lokasi penelitian : Laboratorium Mesin Listrik Jur. Teknik Elektro UB
9. Hasil yang ditargetkan : Penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam pemilihan kapasitas dan jenis generator listrik yang sesuai untuk pembangkitan energi baru dan terbarukan
10. Institusi lain yang terlibat : -
11. Keterangan lain yang dianggap perlu: -

## RINGKASAN

---

Kondisi geografis Indonesia yang terletak di sekitar garis katulistiwa serta terdiri dari banyak pulau dengan gunung-gunung dan sungai-sungai menyimpan potensi pembangkitan energi menggunakan sumber baru dan terbarukan yang ramah lingkungan. Potensi ini menjadi penting untuk digali mengingat kondisi sosial dan demografis serta distribusi populasi yang tidak merata. Masih banyak daerah dengan kepadatan penduduk rendah, karena sebagian besar penduduk terpusat di kota-kota besar pulau-pulau Jawa, Bali, Sumatera, dan beberapa lainnya. Tingkat kehidupan sosial juga tidak sebanding dengan tingkat populasi daerah. Masih banyak penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan. Salah satu indikator tingkat kesejahteraan hidup adalah akses terhadap energi listrik. Masih banyak daerah-daerah terpencil di wilayah Indonesia yang belum dilengkapi dengan akses terhadap jaringan energi listrik nasional. Bahkan di banyak daerah pulau Jawa pun masih ada penduduk yang belum memiliki akses terhadap energi listrik. Akses terhadap energi listrik menjadi titik kunci peningkatan kesejahteraan hidup masyarakat, baik melalui peningkatan taraf pendidikan maupun kegiatan perekonomian. Pembukaan akses terhadap energi listrik harus dilakukan dengan bijaksana, dengan mempertimbangkan keberlanjutan kehidupan generasi yang akan datang serta keseimbangan antara kehidupan manusia dengan alam dan lingkungan. Untuk itu penggunaan sumber-sumber energi baru dan terbarukan menjadi solusi alternatif untuk menjamin pemenuhan kebutuhan energi yang berkelanjutan. Mengingat bahwa pada umumnya besar potensi sumber-sumber energi terbarukan untuk pemenuhan akses energi listrik bagi penduduk di daerah terpencil sangat bervariasi, maka kebutuhan akan generator listrik untuk pembangkitan energi dengan sumber baru/terbarukan juga bervariasi, bahkan seringkali tidak dengan mudah dapat dipenuhi dari yang tersedia di pasaran. Dalam penelitian ini dikaji perbandingan rancangan dan unjuk kerja beberapa jenis generator listrik, dengan harapan dapat dijadikan pedoman dalam menentukan pemilihan kapasitas dan jenis generator untuk pembangkitan energi listrik menggunakan sumber energi baru/terbarukan.

Kata kunci: generator, kapasitas daya, unjuk kerja

## **SUMMARY**

---

Indonesia is geographically located around the equator. It consists of many islands with mountains and rivers, being completed with various potential energy resources. This potential is paramount considering the existing social and demographic conditions of Indonesia, which are still of uneven distributions. The majority of population is concentrated in the cities of Java, Bali, Sumatra, and some other islands. On the other hand, there are still many regions with low population density in some other big islands. Another problem is that many of the residents live below the poverty line. One indicator of the welfare level is the access to electricity. Many remote areas of Indonesia are still not provided with access to the national electricity grids. Even in many regions in Java, population with no access to electricity can still be found. It is undeniable that access to electricity becomes a key point to increase the society welfare, both in terms of education level as well as economic activities. Efforts to achieve equitable access to electricity must always be carried out wisely by taking into account the sustainability of future generations as well as the harmony between human beings and the nature and environment. These harmony and sustainability are to be ensured using environmentally friendly new and renewable energy resources. Considering various possibility of renewable energy resources, the need of electric generators for power generation also varies, and very cannot be easily available on the market. This research focuses on the design and performance evaluation of some common types of generators appropriate for renewable energy generation.

**Key words:** generator, power capacity, performance

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

---

#### **6.1 Kesimpulan**

Beberapa motor AC dapat digunakan sebagai generator, yang mengubah energi mekanik menjadi arus listrik. Generator induksi dapat beroperasi dengan cara memutar rotornya lebih cepat dari kecepatan sinkron, sehingga menghasilkan slip negatif. Suatu motor AC asinkron biasa dapat difungsikan menjadi generator, tanpa perlu melakukan modifikasi internal. Generator induksi sangat berguna dalam aplikasi seperti pembangkit listrik minihidro, turbin angin, atau untuk mengurangi aliran gas bertekanan tinggi ke tekanan rendah, karena jenis generator ini dapat digunakan untuk menghasilkan energi dengan kontrol yang relatif sederhana.

Untuk beroperasi, generator induksi memerlukan eksitasi atau penguatan dengan tegangan berfasa mendahului, yang biasanya diperoleh dari hubungan ke jala-jala, atau kadang dapat menggunakan penguatan sendiri dengan memanfaatkan kapasitor pembuat beda fasa.

Listrik dari sumber energi terbarukan banyak diperoleh dari sumber energi mekanik alamiah misalnya angin, pasang surut, dan sebagainya. Karena daya yang dihasilkan oleh sumber-sumber ini berfluktuasi, umumnya generator standar yang menggunakan magnet permanen serta belitan tetap akan menghasilkan tegangan dan frekuensi yang tidak dapat diatur. Biaya yang diperlukan untuk pengaturan, baik menggunakan reduksi roda gigi sebelum generator atau pun secara elektrik setelah pembangkitan, akan terlalu besar dibandingkan dengan energi yang secara alami diperoleh.

Desain pembangkit jenis baru seperti generator asinkron atau generator induksi bercatu tunggal, bercatu ganda, atau generator sinkron rotor belitan tanpa sikat bercatu ganda banyak bermanfaat dalam aplikasi-aplikasi yang memerlukan frekuensi konstan dengan kecepatan yang berubah-ubah, misalnya pada turbin angin atau teknologi energi terbarukan lainnya. Sistem ini menawarkan banyak keuntungan dilihat dari biaya, keandalan dan efisiensi dalam beberapa kasus penggunaan.

Dari analisis perbandingan rancangan dan unjuk kerja beberapa jenis generator listrik dalam tulisan ini dapat disimpulkan bahwa pemilihan jenis generator untuk pembangkitan energi baru dan terbarukan ditentukan oleh optimasi beberapa faktor dengan pembobotan masing-masing faktor tergantung pada berbagai sudut pandang sesuai keperluan. Pembuatan rancangan dan simulasi unjuk kerja generator bermanfaat dalam pemilihan dan penetapan jenis, tipe dan kapasitas generator yang akan digunakan.

#### **6.2 Saran**

Dalam memilih jenis generator yang tepat untuk pembangkitan energi terbarukan banyak sekali hal yang harus dipertimbangkan, mulai dari kapasitas daya yang dapat dibangkitkan, apakah akan dihubungkan dengan jaringan jala-jala listrik yang tersedia atau beroperasi sendiri, apakah dimungkinkan menggunakan sistem transmisi roda gigi atau penggerak langsung, dan sebagainya. Berbagai kompromi

harus dilakukan dan tidak selalu dapat dikatakan bahwa yang terbaik untuk pembangkitan energi terbarukan adalah jenis generator tertentu.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- [1] Murthy, K. M. *Computer-aided design of electrical machines*. India: BS Publications, 2008.
- [2] Gray, A. *Electrical machine design*. USSR: РИПОЛ Классик, 1913.
- [3] Pyrhonen, Juha, Tapani Jokinen, and Valeria Hrabovcova. *Design of Rotating Electrical Machines*. UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2008.
- [4] Hameyer, Kay, Ronnie Belmans, K. Hameyer, and Ronnie Belmanns. *Numerical modelling and design of electrical machines and devices*. Southampton: WIT Press, 1999.
- [5] T. Ackermann, G. Andersson, and L. Söder, "Distributed generation: A definition," *Elect. Power Syst. Res.*, vol. 57, pp. 195–204, 2001.
- [6] T. Ackermann and V. Knyazkin, "Interaction between distributed generation and the distribution network: Operation aspects," in *Proc. Second Int. Symp. Distributed Generation: Power System Market Aspects*, Stockholm, Sweden, 2002.
- [7] N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirschen, and G. Strbac, *Embedded Generation*. London, U.K.: Inst. Elect. Eng., 2000.
- [8] H. L. Willis and W. G. Scott, *Distributed Power Generation. Planning and Evaluation*, 1st ed. New York: Marcel Dekker, 2000.
- [9] P. Chiradeja and R. Ramakumar, "Benefits of distributed generation. A simple case study," in *Proc. 32nd Annu. Frontiers Power Conf.*, 1999.
- [10] "Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries" (PDF). <http://www.unep.org/>. United Nations Environment Programme. 2007. p. 3. Archived from the original on 13 October 2014. Retrieved 13 October 2014.
- [11] *Energy for Development: The Potential Role of Renewable Energy in Meeting the Millennium Development Goals* pp. 7-9.
- [12] Omar Ellabban, Haitham Abu-Rub, Frede Blaabjerg, Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 39, (2014), 748–764, p 749, doi:10.1016/j.rser.2014.07.113.
- [13] REN21 (2014). "Renewables 2014: Global Status Report" (PDF). pp. 13, 17, 21, 25. ISBN 978-3-9815934-2-6. Archived from the original on 4 September 2014.
- [14] Steve Leone (25 August 2011). "U.N. Secretary-General: Renewables Can End Energy Poverty". *Renewable Energy World*.
- [15] "REN21, Renewables Global Status Report 2012". *Ren21.net*. Archived from the original (PDF) on 11 August 2014. Retrieved 11 August 2014.



- [16] Poliander H, vander Pijl FFA, de Vilder GJ and Tavner P (2006), 'Comparison of direct-drive and geared generator concepts for wind turbines', IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 21, pp. 725-33.
- [17] Theodore, W. (2007). Electrical machines, drives and power systems, 6/E. Pearson Education India.