

ANALISA KINERJA SIMULATOR PLTB PADA MODEL JARINGAN LISTRIK MIKRO ARUS SEARAH

Ismujianto^a , Uno Bintang Sudibyo^b , Eko Adhi Setiawan^b
Politeknik Negeri Jakarta^a ,Fakultas Teknik-Universitas Indonesia^b
ismujianto@gmail.com

ABSTRACT

The application of renewable energy sources, such as photovoltaic and wind energy sources, is rapidly increasing, specially in insuring energy demands in small isolated power systems located in remote areas. The rapid growth of renewable energy sources utilization is mainly influenced by public support due to environmental concerns, leading to governmental policies implemented to promote renewable energy. With increasing utilization of renewable energy sources, it becomes increasingly important to make decisions on their application as evaluation. This paper presents analyses of wind a turbine generator simulator in DC micro grade, where the wind speed is simulated by a 2,2 kW DC Motor with its rotation speed being controlled while the wind turbine plant is a 3 phase 1,5 kW generator and the electric load is maximum 500 watts.

Keywords:

Renewable energy sources, Simulation, Wind Power Plant,DC bush

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik terus bertambah sedang sumber energi fosil yang tersedia untuk membangkitkannya makin terbatas. Untuk itu sumber energi terbarukan seperti solar sel dan energi angin, menjadi suatu sumber energi listrik alternatif, khususnya dalam memenuhi kebutuhan energi dalam sistem energi kecil yang terletak di daerah terisolasi Perkembangan penggunaan sumber energi terbarukan akan meningkat dengan cepat bila didukung masyarakat, terutama menyangkut masalah lingkungan hidup yang mengarah pada kebijakan politik pemerintah dalam mempromosikan energi terbarukan.

Dengan meningkatnya penggunaan sumber energi terbarukan, menjadi semakin penting untuk membuat keputusan mengenai penerapannya sebagai bahan evaluasi. Makalah ini menyajikan analisis kinerja simulator generator turbin angin pada jaringan listrik mikro arus searah, dimana kecepatan angin disimulasikan dengan menggunakan motor arus searah 2,2 kW yang dikendalikan kecepatannya sedangkan PLTB nya berupa generator 3 fasa 1,5 kW dan beban listrik maksimum 500 Watt.

Kata kunci :

Sumber energi terbarukan, Simulasi, PLTB, jaringan mikro arus searah.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik terus bertambah, energi fosil yang tersedia makin terbatas, sebagian kebutuhan tersebut dapat diisi dari sumber daya energi terbarukan yang umumnya ramah lingkungan

Untuk mengatasi kondisi tersebut perlu beberapa pembangkit energi terbarukan^[1],

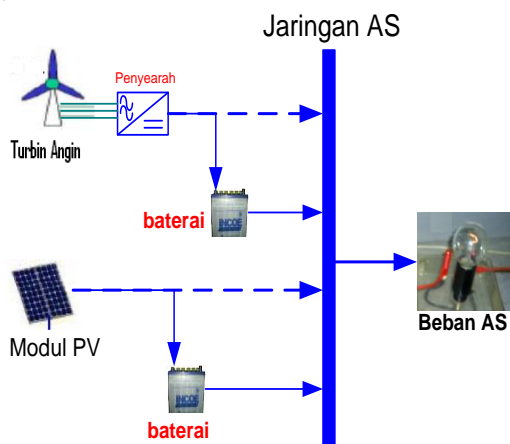
seperti PLTB, PV yang di interkoneksi ke suatu jaringan listrik mikro.

Masalah yang mungkin dapat timbul baik pada sistem maupun bentuk jaringan mikro yaitu masalah jarak sumber energi ke beban dan jenis beban. Pada artikel ini dibahas mengenai PLTB yang kecepatan anginya

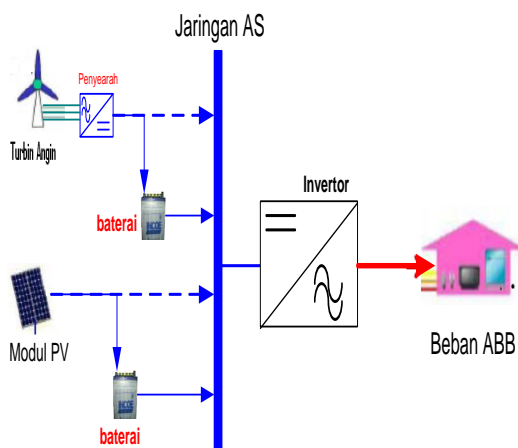
disimulasikan dengan putaran motor arus searah penguat terpisah yang memutar generator ABB tiga fasa. Tegangan yang dihasilkan generator disearahkan dengan penyearah tiga fasa gelombang penuh setengah terkendali, guna mencatu baterai dan jaringan mikro arus searah, Beban ABB dicatu melalui inverter satu fasa

a) **Jaringan Listrik Mikro**

Jaringan listrik mikro merupakan jaringan penyedia sumber daya dengan kapasitas kecil, yang dihasilkan oleh pembangkit energi terbarukan. Pada Gambar 1(a) diperlihatkan model jaringan mikro AS



Gambar 1a. Model jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu beban AS.



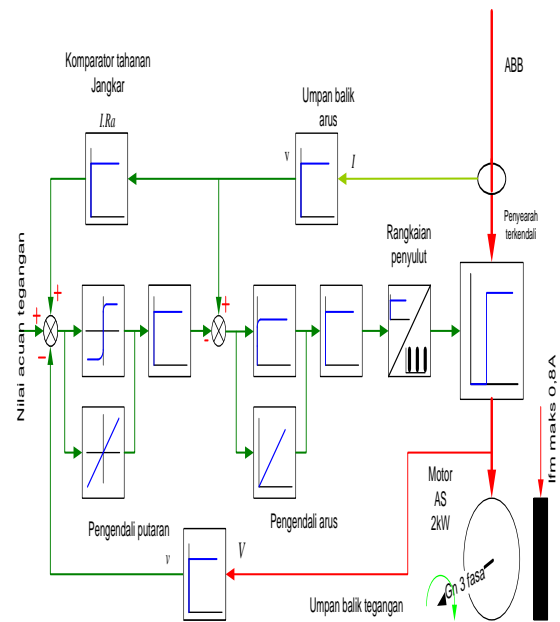
Gambar 1b Model jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu beban ABB.

Sebuah konfigurasi sistem jaringan skala kecil seperti pada Gambar 1(b) terdiri dari sebuah sumber energi berupa modul PV dan sebuah PLTB yang dihubungkan pada jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu

beban SA dan pada Gambar 1(b) jaringan mikro AS digunakan untuk mencatu beban ABB.

b) **Simulasi Penggerak Turbin Angin**

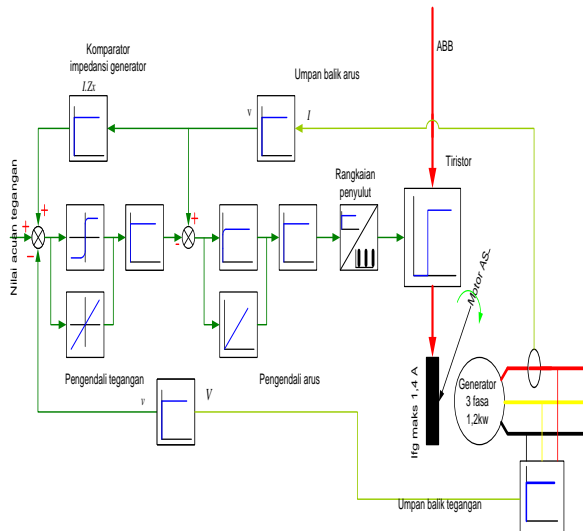
Penggerak turbin angin disimulasikan dengan suatu motor AS penguat terpisah, pengaturan kecepatan dilakukan dengan mengatur besar kecilnya tegangan yang diberikan pada jangkar. Untuk melakukan pengaturan tegangan ini diperlukan suatu sistem pengaturan tegangan arus searah yang dihasilkan dari penyearah terkendali dengan cara mengatur besar kecilnya sudut penyulutan SCR, sedang untuk menjaga maupun mengendalikan putaran dilakukan dengan menggunakan controller yang masing masing difungsikan untuk menjaga kestabilan putaran, dan kestabilan arus (torque) [11] seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian pengendali motor tegangan arus searah

c) **Pengendali Tegangan Generator**

Pengaturan tegangan yang dihasilkan generator dilakukan dengan mengatur besar kecilnya arus penguat medan generator, gambar 3.

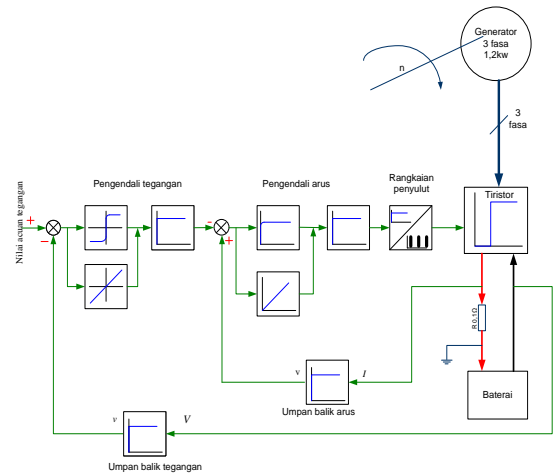


Gambar 3. Rangkaian pengendali tegangan generator

Pengaturan arus ini dilakukan dengan cara mengatur besar kecilnya sudut penyulutan penyearah terkendali, sedang untuk menjaga maupun mengendalikan tegangan akibat pembebanan dilakukan dengan menggunakan kontroller berdasar umpan balik arus dan tegangan keluaran generator .

d) Pengendali Tegangan Pencatu Baterai

Saat generator mendapat putaran maka tegangan yang dihasilkan berupa tegangan ABB dengan besar tegangan maupun frekwensi selalu mengalami perubahan sesuai dengan perubahan putaran generator sedang untuk mencatu baterai diperlukan tegangan AS yang stabil, untuk menghasilkan tegangan AS yang stabil ini diperlukan perangkat penyearah tiga fasa gelombang penuh terkendali dengan dilengkapi pengaturan sudut penyulutan yang dirangkai secara tertutup seperti diperlihatkan pada Gambar 4.

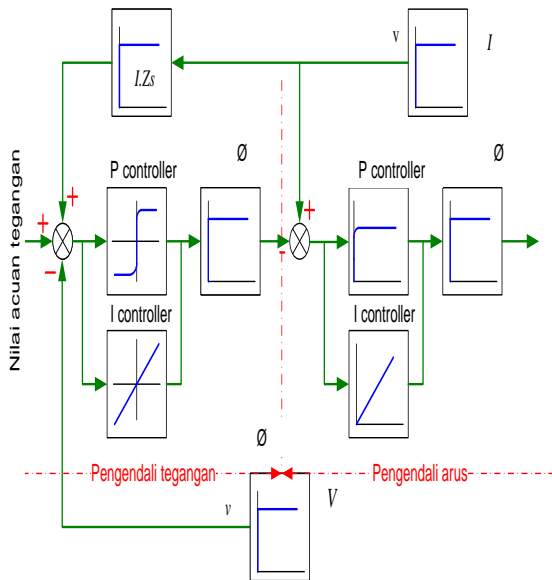


Gambar 4. Rangkaian pencatu baterai

Rangkaian pengendali kestabilan tegangan pencatu baterai terdiri dari dua bagian, yaitu pengendali tegangan dan pengendali arus , pengendali tegangan berupa PI controller dengan dua input yang masing masing berupa sebuah set point dan sebuah umpan balik negatip. Sedang pengendali arus berupa PI controller dengan dua input yang masing masing berupa kekuatan dari pengendali tegangan dan sebuah umpan balik positif yang berfungsi mengendalikan besar arus yang di catukan ke baterai.

e) 1.5 Rangkaian pengendali penguat medan

Rangkaian pengendali kestabilan tegangan ini terdiri dari dua bagian, yaitu pengendali tegangan dan pengendali arus , pengendali tegangan berupa PI controller dengan tiga input yang masing masing berupa sebuah set point, dua umpan balik (umpan balik positif dan umpan balik negatip). Gambar penganadli penguat ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian pengendali tegangan dan arus

Pengaturan besar kecilnya tegangan dapat dilakukan dengan cara melakukan pengaturan sudut pengapian dari SCR, sedang untuk pengendalian dari pengaturan sudut ini dilakukan dengan menggunakan controller,

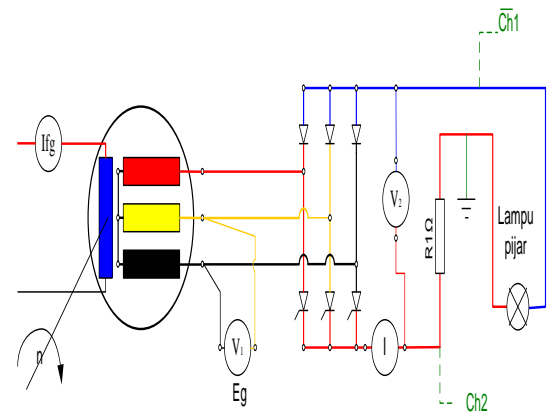
METODOLOGI.

Kegiatan penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang dilakukan di laboratorium teknik elektro dengan peralatan ukur berupa Oscilloscope dan beberapa buah multimeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

a) Generator sebagai pencatu daya dengan beban resistip.

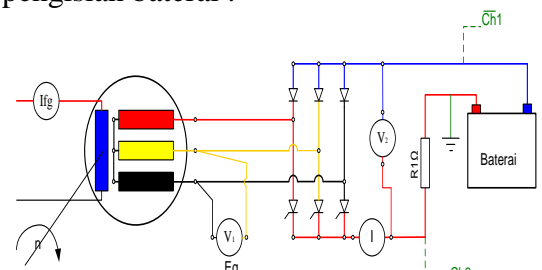
Pada pengujian generator sebagai pencatu daya penyearah terkendali, medan penguat generator diputar dengan kecepatan 200 rpm hingga 1500 rpm dan arus penguat medan diatur bertahap hingga tegangan antar line pada jangkar mencapai tegangan 20V.



Gambar 6. Rangkaian pengujian penyearah terkendali dengan beban resistip

b) Pengujian generator dengan perubahan putaran dan arus penguat medan generator tetap

Pada pengujian ini terminal keluaran generator dihubungkan pada suatu rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali, setiap perubahan putaran arus penguat medan generator (I_{fg}) di buat tetap sehingga tegangan antar fasa keluaran generator mengalami perubahan besarnya. Tegangan ini merupakan masukan dari rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali yang digunakan untuk mencatu baterai, seperti pada Gambar 7 rangkaian pengujian pengisian baterai.

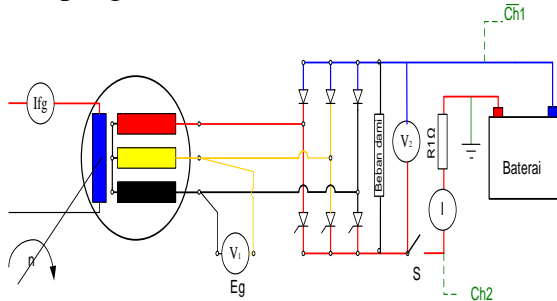


Gambar 7. Rangkaian pengujian pencatu baterai

c) Pengujian generator dengan putaran generator berubah sedang arus penguat medan tetap

Pada pengujian ini terminal keluaran generator dihubungkan pada suatu rangkaian penyearah gelombang penuh

setengah terkendali, sedang keluaran dari rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali digunakan untuk mencatu baterai, suatu saklar (S) dipasang guna melihat tegangan hasil penyearahan sebelum digunakan untuk mencatu baterai maupun saat digunakan mencatu baterai dan mengamati arus pengisian baterai, sesuai Gambar 7.

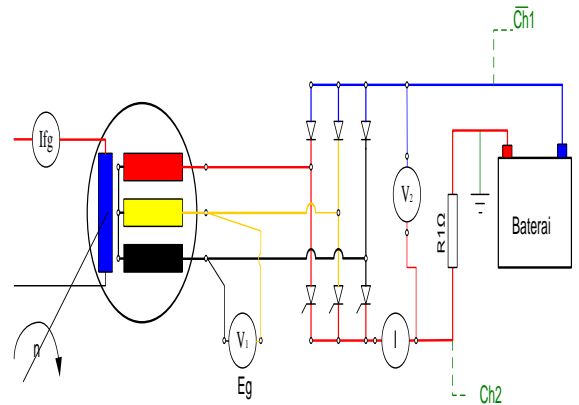


Gambar 7. Rangkaian pengujian pencatu baterai

Data pengujian penyearah terkendali sebagai pencatu daya baterai dengan I_{fg} (arus penguat medan generator) tetap, arus pengisian baterai dipertahankan konstan dan tegangan baterai 12V

d) Pengujian generator dengan putaran maupun arus penguat medan generator tetap dan arus pengisian baterai dijaga konstan.

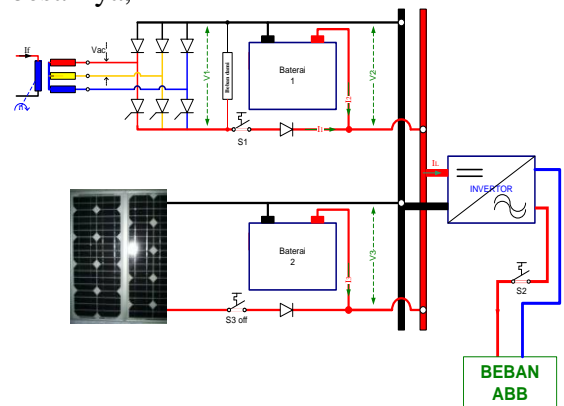
Pada pengujian ini terminal keluaran generator dihubungkan suatu rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali, sedang keluaran dari rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali digunakan untuk mencatu baterai, besar arus pengisian baterai dijaga konstan dengan cara mengatur sudut penyulutan dari SCR yang ada pada rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali.



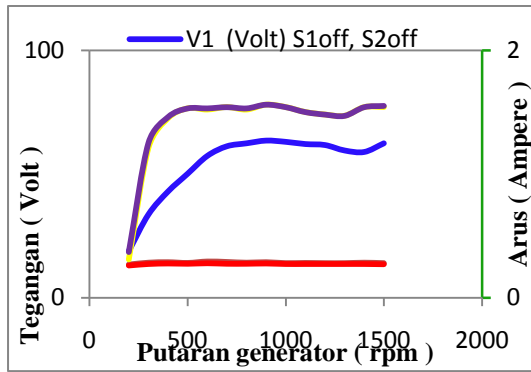
Gambar 8. Rangkaian pengujian pencatu baterai

1) Pengujian PLTB simulator Disambungkan dengan Jaringan AS

Pada pengujian ini terminal keluaran generator dihubungkan suatu rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali, sedang keluaran dari rangkaian penyearah gelombang penuh setengah terkendali digunakan untuk mencatu baterai, tegangan keluaran penyearah dikendalikan besarnya sehingga besar arus keluaran PLTB menjadi konstan sedang putaran yang diberikan difariasika besarnya,

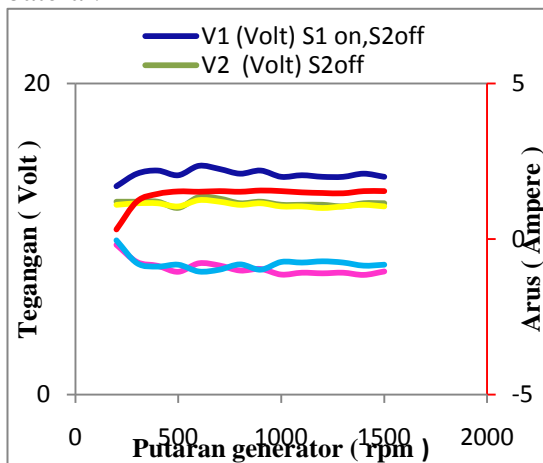


Gambar 9. Rangkaian PLTB dan modul PV pada jaringan AS mikro



Gambar 10. Tegangan dan arus pengisian baterai sebagai fungsi putaran generator

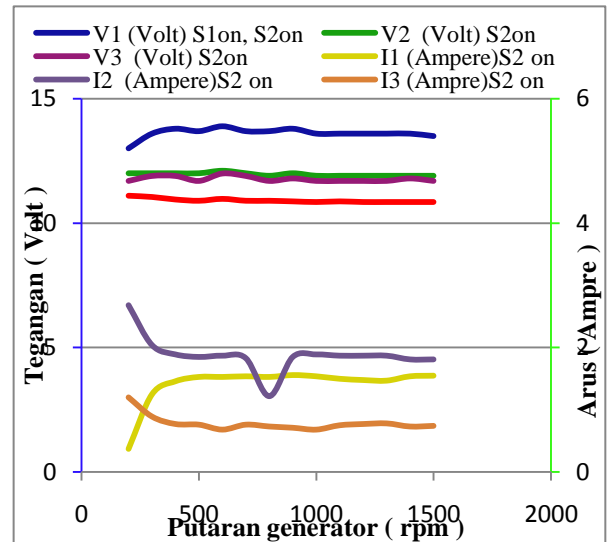
Pada Gambar 10. besar arus pencatu baterai yang berasal dari PLTB saat jaringan tidak dibebani maka arus yang masuk pada jaringan dapat berfungsi mencatu baterai yang tersambung pada jaringan AS, sedang tegangan dari PLTB mempunyai tegangan lebih besar dari pada tegangan pada jaringan maupun pada masing masing baterai.



Gambar 11. Tegangan pada jaringan AS dan arus catu baterai sebagai fungsi putaran generator (saat jaringan tidak dibebani)

Keterangan :

- S1on = PLTB mencatu jaringan
- S1off = PLTB tidak mencatu jaringan
- S2 on = Jaringan mencatu beban
- S2 off = Jaringan tidak mencatu beban



Gambar 12. Tegangan pada jaringan AS dan arus beban sebagai fungsi putaran generator.

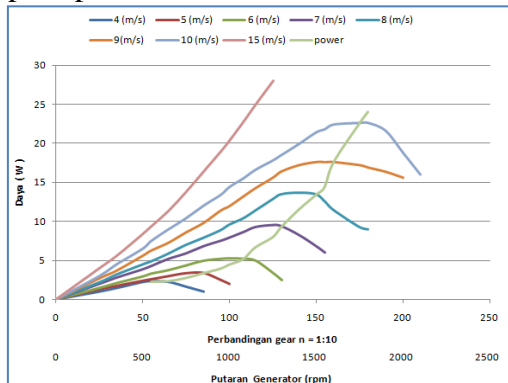
Pada Gambar 12 besar arus pencatu baterai yang berasal dari PLTB simulator saat dibebani maka arus yang dihasilkan PLTB masuk pada jaringan dapat berfungsi mencatu kebutuhan beban sedang kekurangan arus akibat pembebanan dipenuhi oleh energi yang berasal dari masing masing baterai yang terhubung dengan jaringan, pada kondisi ini PLTB mempunyai tegangan lebih besar dari pada tegangan pada jaringan maupun pada masing masing baterai.

Pada PLTB yang terhubung dengan jaringan AS besar arus yang dihasilkan akan digunakan untuk mencatu baterai yang terhubung dengan jaringan bila jaringan AS tidak digunakan untuk mencatu beban , tetapi bila jaringan digunakan untuk mencatu beban, arus yang dihasilkan PLTB akan digunakan untuk mencatu beban, sedang bila arus yang digunakan beban lebih besar dari arus yang dicatu PLTB maka kekurangan ini akan dicatu oleh baterai yang terhubung pada jaringan.

Besar arus yang dicatu oleh masing-masing baterai dipengaruhi oleh kapasitas energi yang tersimpan pada baterai yang terhubung dengan jaringan AS.

3.3 Pengoperasian simulator PLTB

Untuk dapat mengoperasikan PLTB simulator dengan menggunakan turbin angin, diperlukan roda gigi dengan perbandingan 1:10, sehingga didapatkan karakteristik seperti pada Gambar 4.16



Gambar 13. Daya sebagai fungsi kecepatan putar generator putar .^[14]

engan perbandingan 1:10 maka untuk menghasilkan putaran generator minimum 300 rpm (*Cut in speed*) dapat dilakukan bila rotor turbin menghasilkan putaran 30 rpm dengan kecepatan angin rata-rata 4(m/s) sedang untuk menghasilkan putaran generator 1500 rpm (*maximum rpm*) dapat dicapai saat rotor turbin angin berputar dengan kecepatan 150 rpm dengan kecepatan angin 8(m/s) (*max wind speed*)

4. KESIMPULAN.

Untuk mencatu jaringan listrik mikro AS 12 V tanpa beban PLTB memerlukan putaran minimum 300 rpm (*Cut in speed*) sebanding putaran rotor turbin 30 rpm dengan perbandingan *gear* 1:10, dengan arus penguat medan sebesar 0,312 A.

Baterai 12 V, 45Ah dengan arus pencatu lebih besar dari 1A simulator PLTB membutuhkan putaran generator minimum 800 rpm (*Cut in speed*) sebanding putaran rotor turbin 80 rpm dengan perbandingan *gear* 1:10 dengan arus penguat medan sebesar 0,313 A, sedang untuk mencatu baterai dengan tegangan kerja 24V dan arus pencatu lebih besar dari 1A simulator PLTB memerlukan putaran minimum 400 rpm (*Cut in speed*) sebanding putaran rotor turbin 40 rpm dengan perbandingan *gear* 1:10) dengan arus penguat medan sebesar 0,415 A.

DAFTAR REFERENSI

- [1.] Frede Blaabjerg and Zhe Chen (2006), *Power Electronics for Modern Wind Turbines*, www.morganclaypool.com A Publication in the Morgan & Claypool Publishers' series Synthesis Lecture
- [2.] S. Chowdhury, S.P. Chowdhury and P. Crossley (2009), *Microgrids and Active Distribution Networks*, Published by The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom, First published 2009
- [3.] Daniel Salomonsson (2008) , Modeling , *Control and Protection of Low-Voltage DC Microgrids* , Doctoral Thesis Royal Institute of Technology School of Electrical Engineering Electric Power Systems Stockholm, Sweden,
- [4.] Julie Kerr Casper (2007) , *Enegy, powering the past, present and Future.*, Chelsea House publishers USA.
- [5.] Fernando D. Bianchi, Hernán De Battista and Ricardo J. Mantz (2007) "Wind Turbine Control Systems Principles, Modelling and Gain Scheduling Design" , Springer-Verlag London Limited
- [6.] Pradeep K Katti Dr. Mohan K Khedkar (2007) *Integrated Operation of Decentralised Resources for Rural Area Power Supply*, IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition: Asia and Pacific
- [7.] Abdul Kadir (1982) *Energi, sumber daya , inovasi, tenaga listrik dan potensi ekonomi* UI-PRES .
- [8.] Vaughn Nelson (2009) *Wind Energi Renewable Energi and the Environmen* CRC Press is an impint ot the Taylor & Francis Group, an informa business Boca Raton London.

- [9.] Francis M.Vanek, Louis D.Albright (2008) *Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation* ,The Mc Graw-Hill Companies, New York Chicago San.
- [10.] Friedrich Frohr and Fritz (1982) *Introduction to Electronic Control Engineering* ,SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Northern Ireland (Belfast). Newage Stamford (1986) *AC Brusless Generator*., Symond Alan (1980) *Electrical Power Equipmen and Measurement*, Mc Graw- Hill UK.
- [11.] Felix A.Farret, M. Godoy Simo ES (2006) *Integration Of Alternative Sources Of Energy* , John Wiley & Sons, Published in Canada