

**LAPORAN AKHIR TAHUN
HIBAH BERSAING**



**OPTIMALISASI CHARGER BATERE PADA PROTOTIPE
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU**

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Tim Peneliti

IR. YANCE , MT (Ketua: 0009125101)

IR. ASWANDI AZWAR (Anggota: 0006075102)

**UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN,
NOVEMBER 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Optimasi Charger Baterai pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Ir YANCE MT

Perguruan Tinggi : Universitas Medan Area

NIDN : 0009125101

Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Program Studi : Teknik Elektro

Nomor HP : 08163164090

Alamat surel (e-mail) : yance_uma@.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : ASWANDI AZWAR

NIDN : 0006075102

Perguruan Tinggi : Universitas Medan Area

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -

Alamat : -

Penanggung Jawab : -

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp 56.000.000,00

Biaya Keseluruhan : Rp 138.300.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



(Ir. Hj. Haniza, MT)

NIP/NIK 196101311987031002

Medan, 17 - 11 - 2015
Ketua,

(Ir YANCE MT)

NIP/NIK 195112091986031001

Menyetujui,
Kepala LP2M



(Dr. Suswati, MP)

NIP/NIK 196505251989032002

RINGKASAN

Dalam mencari bentuk sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan, maka energi angin merupakan salah satu dari energi terbarukan yang belum dikembangkan secara komersil. Pengoptimalisasi kincir angin untuk pembangkit energi listrik skala kecil digunakan sebuah generator arus searah (DC) dan sebuah pengatur tegangan (regulator tegangan) agar tegangan keluaran dari kincir angin konstan yang digunakan untuk mencharger baterai. Kecepatan angin yang berubah ubah, sehingga tegangan keluaran generator DC juga berubah, maka diperlukan sebuah baterai sebagai penyimpan energi agar dapat dipergunakan kapan saja. Apabila angin tidak bertiup, maka perlu dicegah agar generator tidak bekerja sebagai motor sehingga diperlukan sebuah pemutus tegangan otomatis dari sumber baterai.

Penelitian ini untuk memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu menjadi sumber energi listrik alternatif dan mengoptimalkan penyimpanan energi listrik ke baterai, sehingga dapat menambah persediaan energi listrik untuk jangka waktu yang cukup lama. Selain tersebut di atas, penelitian ini juga untuk mengoptimalkan kapasitas pembangkit listrik tenaga bayu/angin dengan mengoptimalkan charger sebagai pengecas baterai, sehingga baterai yang diisi akan menambah kapasitas penyimpanan energi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian tahun pertama bahwa rangkaian charger mampu menaikkan arus rata rata sebesar 8,21% dari arus awal. Penelitian tahun ke dua dengan memodifikasi rangkaian charger dengan rangkaian buck-boost converter. Hasil penelitian tahun ke dua bahwa rangkaian charger dapat menaikkan arus rata rata sebesar 11.61%. Ini menunjukkan bahwa rangkaian yang diusulkan pada tahun ke dua penelitian lebih baik apabila dibandingkan dengan penelitian tahun pertama.

Prakata

Bismillah hirrohman hirroh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah, Tuhan yang maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya-lah, akhirnya peneliti dapat menyelesaikan laporan akhir tahun penelitian dengan judul " **Optimalisasi Charger Baterai Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu**". Penelitian ini merupakan penelitian yang diajukan sebagai Penelitian Hibah Bersaing yang didanai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi Indonesia. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Direktur Direktorat Pendidikan Tinggi Indonesia beserta stafnya yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada peneliti untuk melakukan penelitian ini.
2. Prof. Dr. H, M. Yacob Matondang., selaku Rektor Universitas Medan Area
3. Dr. Ir. Suswati, MP., selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LP2M), Universitas Medan Area
4. Ir. Hj.Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Ir. H. Usman Harahap, M.T., selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Medan Area..
6. Ir. Aswandi Azwar , selaku anggota peneliti,
7. Ir. Zulkifli Bahri, MT selaku Kepala Laboratorium Mesin Elektrik beserta asisten yang telah membantu dalam pengambilan data.
8. Ucapan terimakasih juga peneliti sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dalam segala hal yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Tak lupa peneliti mohon masukan yang bersifat konstruktif agar penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Medan, November 2015

Ketua Peneliti



(Ir.Yance, MT)

Daftar Isi

Halaman sampul	1
Halaman pengesahan	2
Ringkasan	3
Prakata	4
Daftar isi	5
Daftar tabel	7
Daftar gambar	8
Daftar lampiran	9
BAB I. Pendahuluan	10
1.1. Latarbelakang	10
1.2. Permasalahan	11
BAB II. Tinjauan Pustaka	12
2.1. Potensi energi angin/bayu	12
2.2. Daya yang dihasilkan oleh kecepatan angin	14
2.3. Charger batere	15
2.4. Metode charger-discharger	19
2.5. Peneliti terdahulu	23
BAB III. Tujuan dan Manfaat Penelitian	26
3.1. Tujuan penelitian	26
3.2. Manfaat penelitian	26
BAB IV. Metode Penelitian	27
4.1. Lokasi penelitian	27
4.2. Bahan dan alat penelitian	27
4.3. Skema jalannya penelitian	28
4.4. Pengumpulan data	28
4.5. Metode analisis data	29
BAB V Hasil yang Dicapai	30
5.1. Data pengukuran	30
5.2. Analisis data	31
BAB VI Rencana Tahap Berikutnya	33
BAB VII Kesimpulan dan Saran	33
7.1. Kesimpulan	33
7.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34

LAMPIRAN-LAMPIRAN	35
Lampiran 1. Luaran Tahun Pertama (Seminar Internasional)	35
Lampiran 2. Luaran Tahun ke Dua (Seminar Internasional)	36
Lampiran 3. Produk yang dihasilkan	37



Daftar Tabel

Tabel 5.1. Hasil pengukuran arus sebelum dipasang charger	30
Tabel 5.2. Hasil pengukuran arus setelah dipasang charger	30
Tabel 5.3. Perbandingan antara arus dengan charger dan arus tanpa charger	31



Daftar Gambar

Gambar 2.1. Rangkaian dasar charger	17
Gambar 2.2 Gelombang tegangan dan arus induktor	18
Gambar 2.3. Rangkaian dasar charger yang diusulkan	19
Gambar 2.4. Rangkaian charger baterai menggunakan XL6009	20
Gambar 2.5. Proses <i>charger</i> dengan arus konstan	21
Gambar 2.6. Proses <i>discharger</i> dengan arus konstan	21
Gambar 2.7. Proses charge dengan daya konstan	22
Gambar 2.8. Proses discharge dengan daya konstan	22
Gambar 2.9 Proses charge dengan arus konstan/ tegangan konstan.	23
Gambar 2.10 Proses <i>discharger</i> dengan resistansi konstan	23
Gambar 4.1. Skema jalannya penelitian	29
Gambar 5.1. Perbandingan arus sebelum dan setelah dipasang charger	33
Gambar 5.2. Persentase kenaikan charger	33

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Luaran Tahun Pertama	37
Lampiran 2. Luaran Tahun ke Dua	38
Lampiran 3. Prototype Penelitian	39



BAB I

PENDAHULUAN

2.2 Latar belakang

Kota Medan merupakan daerah tropis, sehingga merupakan sumber energi tenaga angin yang cukup besar. Menurut data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) kota Medan, bahwa angin rata-rata berkisar antara 2-6 m/s, namun pemanfaatannya belum dilakukan untuk menjadikan energi listrik secara optimal dan komersial. Energi angin yang dikonversikan ke energi listrik kemudian dapat digunakan langsung oleh konsumen.

Pemilihan Kota Medan sebagai objek penelitian ini disebabkan jumlah pemakaian energi listrik yang paling besar, baik untuk perkantoran, industri, dan rumah tangga dengan jumlah penduduk Kota Medan lebih dari 2 juta jiwa. Menurut pemetaan dari NASA bahwa kecepatan angin di Indonesia secara umum mempunyai karakteristik hampir sama yaitu berkisar antara 2,7 m/s sampai dengan 5,5 m/s. Penelitian dilakukan dengan cara sampel data kecepatan angin untuk waktu tertentu dengan mengambil nilai rata-rata.

Kelemahan system ini di mana kecepatan angin tidak konstan sehingga tidak dapat memutar poros generator pada kecepatan konstan, sehingga tidak dapat menghasilkan energi listrik yang baik. Penyimpanan energi tersebut akan tergantung kepada kecepatan dari pengisian baterai. Pengoptimalisasi charger baterai sangat menentukan kecepatan pengisiannya, sehingga diperlukan modifikasi charger yang tidak merusak baterai.

Pemecahan masalah yang dihadapi produsen energi listrik perlu untuk ditemukan, sehingga dapat menambah persediaan energi listrik dan juga akan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat secara umum, di mana masyarakat sangat ketergantungan dalam penggunaan listrik untuk menopang perekonomian keluarga seperti *home industry* dan lainnya.

Keluaran tegangan dan arus dari pembangkit listrik tenaga bayu terkadang masih perlu diperkuat agar dapat mengoptimalkan kemampuan untuk mengecas (*charging*) baterai. Kemampuan pengecasan baterai ini tergantung pada kecepatan angin pada suatu daerah, peningkatan kapasitas energi listrik merupakan cara untuk mengoptimasi charger baterai pada pembangkit listrik tenaga angin/bayu sehingga dapat melayani beban secara kontinu.

Pada penelitian tahun pertama bahwa rangkaian charger dapat menaikkan arus di bawah 10%, sehingga kurang efektif apabila dipergunakan untuk pengecasan baterai. Menurut ketentuan umum bahwa pengecasan baterai yang baik harus di atas 10%. Hal ini yang menjadi latarbelakang peneliti untuk melanjutkan penelitiannya di tahun ke dua, agar mendapatkan rangkaian pengecas (charger) baterai di atas 10%. Rangkaian dasar yang dipergunakan adalah komponen IC XL6009 yang dapat berfungsi ganda yaitu menaikkan atau menurunkan tegangan. Apabila tegangan input dari PLTB kecil dari tegangan baterai, maka IC LM6009 dapat menaikkan hingga tegangan yang lebih besar dari tegangan baterai dan apabila tegangan input dari PLTB jauh lebih besar dari tegangan baterai, maka IC LM6009 dapat menurunkan tegangan hingga tegangan yang diharapkan (seusai tegangan baterai).

2.3 Permasalahan

Saat ini pemerintah melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) dapat menambah kapasitas persediaan energy listrik yang ramah lingkungan. Namun karena keterbatasan pembiayaan dan teknologi saat ini merupakan salah satu penyebab ketidak tersedianya energy listrik disemua tempat, terutama daerah yang jauh dari pemasok energy listrik. Dengan mengetahui potensi angin di kota Medan, maka pemanfaatan potensi energi angin tersebut dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga angin/bayu. Saat ini pembangkit listrik lebih banyak menggunakan bahan yang habis untuk digunakan seperti menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak, bahan bakar batubara dan lainnya. Pemanfaatan energy angin yang sangat murah dan tidak perlu dibeli, maka jika energy angin dapat dimanfaatkan secara optimal akan menghemat energy konvensional.

Kerangka berpikir yang peneliti lakukan adalah dengan memanfaatkan energi angin menjadi energy listrik merupakan kebijakan yang sangat tepat, karena tidak menimbulkan emisi serta merupakan energi yang ramah lingkungan. Oleh sebab itu peneliti akan melakukan mengembangkan dalam hal mengoptimalkan pengisian baterai. Permasalahan yang sering timbul bahwa persediaan energy listrik di kota Medan saat ini sangat terbatas, terkadang masih kurang sehingga diperlukan sumber energy lain seperti energi terbarukan untuk menambah supply energy listrik yang sudah ada. Pemecahan masalah yang dihadapi produsen energi listrik perlu untuk ditemukan, sehingga dapat menambah persediaan

energy listrik dan juga akan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat secara umum, di mana masyarakat sangat ketergantungan dalam penggunaan listrik untuk menopang perekonomian keluarga seperti *home industry* dan lainnya.

Permasalahan pada PLTB adalah tegangan yang dihasilkan tidak konstan, karena tergantung pada kecepatan angin yang dapat memutar turbin angin dari PLTB tersebut, sehingga diperlukan suatu rangkaian penstabil tegangan yang dapat menghasilkan tegangan keluarannya menjadi konstan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Energi Angin

Sebagai akibat harga energi semakin meningkat, banyak orang beralih ke energi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan seperti energi alternatif. Penggunaan tenaga angin semakin berkembang, hal ini akibat persediaan sumber energi listrik yang kebanyakan terletak jauh dari daerah terpencil sehingga menggunakan energi angin menjadi energi listrik sangat diharapkan oleh masyarakat terpencil yang memiliki potensi angin yang cukup baik untuk dijadikan pembangkit listrik masa depan.

Perinsip kerja pembangkit listrik tenaga angin, bahwa energi kinetik dari partikel angin bergerak dengan kecepatan tertentu yang ditangkap oleh turbin angin. Baling-baling turbin ini dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk melakukannya menggerakkan poros rotor Generator. Baling-baling memutar poros dari turbin, poros menggerakkan generator dan generator mengubah energi rotasi menjadi energi listrik. Turbin angin pada dasarnya memiliki tiga bagian: rotor, blades, poros, dan generator.

Perbedaan suhu di permukaan bumi dikarenakan penyinaran matahari ke bumi dan peredaran bumi terhadap matahari. Oleh karena itu adanya angin pada suatu wilayah tergantung perbedaan suhu, sehingga dapat dikatakan secara periodik angin di suatu wilayah dibangkitkan kembali selama ada perbedaan suhu oleh penyinaran matahari. Atas dasar hal tersebut angin dapat dikatakan sebagai sumber daya energi terbarukan dan untuk mengetahui suatu energi yang dibangkitkan oleh angin selama per jam dapat dinyatakan dengan rumus :

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

W = energi (watt jam)

P = daya (watt)

t = waktu (detik)

Untuk mengetahui daya atau energi yang dikeluarkan oleh pembangkit berdasarkan kecepatan angin dan diameter baling-baling dapat dinyatakan dengan rumus :

$$P = \frac{1}{12} V^3 D^2 \text{ watt} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P = daya atau energi (watt)

V = kecepatan aliran udara (m/det)

D = diameter baling-baling (m)

Energi ini akan mengubah tenaga kinetik ($0.5 mv^2$) dari angin menjadi energi bentuk lain (listrik, windmill, dan pompa), sehingga untuk pembangkit listrik, formula yang umum digunakan adalah

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \eta \dots\dots\dots(2.3)$$

Di mana”

P = Daya yang dihasilkan pembangkit (watt)

ρ = Massa jenis angin (kg/m³)

A = Luasan daerah sapuan turbin (m²)

V = Kecepatan angin (m/s)

η = Efisiensi

Faktor yang sangat berperan dalam pembangkitan energi angin adalah kecepatan, baru disusul luasan turbin (sudu), dan efisiensi. Besar daya mekanik (**P_m**) yang dihasilkan oleh turbin angin didefinisikan dalam persamaan di bawah ini :

$$P_m = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_p \cdot A \cdot v_1^3 \dots\dots\dots(2.4)$$

Di mana:

ρ adalah massa jenis angin (kg/m³)

C_p koefisien performansi turbin angin

A luas daerah sapuan turbin angin (m²)

v_1 adalah kecepatan angin sebelum melewati turbin angin (m/s).

Untuk mengurangi keterbatasan penggunaan energi yang tak terbarukan dalam pembangkitan energi listrik khususnya maka diperlukan energi-energi alternatif lain sebagai penggantinya. Dalam rangka mencari bentuk-bentuk sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan kembali energi angin mendapat perhatian yang besar. Kincir Angin yang dikopel dengan Generator DC akan berputar terkena hembusan angin sehingga Generator DC juga ikut berputar dan mengeluarkan tegangan. Sebelum tegangan keluaran

dari Generator DC masuk ke dalam Battery, terlebih dulu diatur di dalam rangkaian *Battery Charger*. Dikarenakan terjadi kegagalan dalam sistem mekanik pada kincir angin, maka pengujian sistem dilakukan dengan simulasi. Pengujian terhadap Generator DC dilakukan dengan simulasi menggunakan Motor DC sebagai penggerak awal (pengganti kincir angin). Kemudian diukur berapa putaran Generator DC dan tegangan keluarannya. Tegangan keluaran dari Generator DC dapat digunakan untuk mengisi battery (tegangan keluaran Generator masuk ke dalam rangkaian battery charger) yaitu pada saat tegangan keluaran Generator DC 15.3 V dengan putaran 404 rpm.

Energi angin telah lama dikenal dan dimanfaatkan manusia. Perahu-perahu layar menggunakan energi ini untuk melewati perairan sudah lama sekali. Dan sebagaimana diketahui, pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di tiap daerah keadaan suhu dan kecepatan angin berbeda. Untuk mengurangi keterbatasan penggunaan energi yang tak terbarukan dalam pembangkitan energi listrik khususnya maka diperlukan energi- energi alternatif lain sebagai penggantinya. Dalam rangka mencari bentuk-bentuk sumber energi alternatif yang bersih dan terbarukan kembali energi angin mendapat perhatian yang besar. Untuk pemanfaatan kincir angin bagi pembangkitan tenaga listrik skala kecil diperlukan sebuah generator dc, sebuah pengatur tegangan dan pengatur arus agar dapat konstan berupa battery charger yang didalam rangkaianannya terdapat IC LM350, oleh karena kecepatan angin yang berubah-ubah, sehingga tegangan juga berubah. Diperlukan sebuah baterai untuk menyimpan energi, karena sering terjadi angin tidak bertiup. Bila angin tidak bertiup, perlu dicegah generator bekerja sebagai motor: oleh karena itu perlu pula sebuah pemutus otomatis (terdapat pada rangkaian battery charger berupa IC LM1458).

2.2. Daya yang dihasilkan oleh kecepatan angin

Untuk menentukan besarnya energi angin yang dapat diubah ke energi listrik menurut empiris (2.5) di bawah ini sebagai berikut.

$$E_m = 0.5 \rho v^3 t \dots\dots\dots(2.5)$$

Di mana : E_m = Energi total (watt/m²)

ρ = kerapatan udara (kg/m³)

v = kecepatan angin (m/s)

$t = \text{jam}$

dengan bantuan program *Matlab* diperoleh besarnya energi listrik total dari kecepatan angin rata rata selama tiga tahun sebagai berikut.

% Program Perhitungan Energi total dari kecepatan angin rata rata

% E_m = Energi total (watt/ m^2)

% ρ = kerapatan udara (kg/ m^3)

% v = kecepatan angin rata rata (m/s)

% t = waktu (bulan)

$t=1:1:36;$

$Rho=0.99 ;$

$v=3.16;$

$E_m=0.5*Rho*v.^3*t;$

`plot(t, $E_m$ )`

`xlabel(' Waktu ( Bulan )')`

`ylabel(' Energi Total ( watt/ $m^2$  )')`

`title ( 'Energi total Vs Waktu '`

`grid on`

`max( $E_m$ )` % Energi total maksimum = **562.301 w/ m^2**

2.3. Charger Batere

Charger batere berfungsi untuk melakukan pengisian batere pada saat daya pada batere sudah menurun di bawah ambang batas dan akan lepas pada saat di atas ambang batas dari batere tersebut. Untuk mengetahui rangkaian dasar pengisian batere dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.

Rangkaian dasar charger diperlihatkan pada gambar 2.1. Pada rangkaian pengisi batere dapat menggunakan transistor sebagai komponen switchingnya karena arus yang akan dialirkan relative kecil sedangkan untuk rangkaian pengisi batere 12 volt harus digunakan komponen yang lebih sesuai seperti SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) atau dapat juga tetap menggunakan transistor tetapi harus mempunyai disipasi daya yang mencukupi.

Pada dasarnya rangkaian yang dirancang di atas memiliki cara kerja yang sangat sederhana, di mana rangkaian tersebut dirancang supaya tidak terjadi short circuit atau hubungan pendek antara tegangan supply dengan batere yang akan di charger.



Gambar 2.1. Rangkaian dasar charger

Pada saat baterai kosong pada terminal pengisian, transistor Q1 akan langsung aktif dikarenakan arus akan mengalir melalui R1 dan akan memicu basis transistor Q1. Pada kondisi ini arus yang akan mengisi baterai sebagian besar berasal dari kolektor Q1 yang terhubung langsung dengan terminal positif supply. Kemudian selama proses pengisian berlangsung kenaikan tegangan pada baterai akan memperbesar arus yang mengalir pada basis Q2 melalui R5 10 Kohm, VR1 dan dioda D2. VR1 merupakan komponen yang digunakan sebagai kalibrasi awal untuk menentukan posisi yang tepat dalam perencanaan proses switching rangkaian.

Untuk VR1 anda bisa menggunakan trimpot atau potensio sesuai dengan keperluan. Pada awal pengisian, aturlah potensio pada posisi led indicator D3 pada kondisi mati, serta arus yang mengalir masuk pada kolektor Q1 tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. Apabila baterai sudah terisi penuh maka led indicator secara otomatis akan menyala dikarenakan kenaikan tegangan pada baterai yang di charge akan menyebabkan kenaikan arus yang mengalir pada basis transistor Q2 serta akan memutuskan siklus pengisian baterai sedangkan transistor Q1 mengalami cut-off dikarenakan kekurangan arus basis. Pada kondisi tersebut Q1 akan mengalami kekurangan arus basis hal ini dikarenakan hampir

semua arus yang mengalir pada R1 10 Kohm akan berpindah ke dioda D1 yang secara logika terhubung langsung dengan ground batere dan Q2 mengalami jenuh.

Ketika transistor Q1 aktif, tegangan input diterapkan pada induktor dan arus dalam induktor L meningkat secara linear. Pada saat ini, kapasitor C; memasok arus beban; dan sebagian habis. Selama interval kedua, saat transistor off, tegangan induktor membalikkan polaritas dan dioda melakukan. Selama interval ini, energi yang tersimpan dalam induktor memasok beban dan mengisi kapasitor. Induktor *steady state* dan tegangan gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

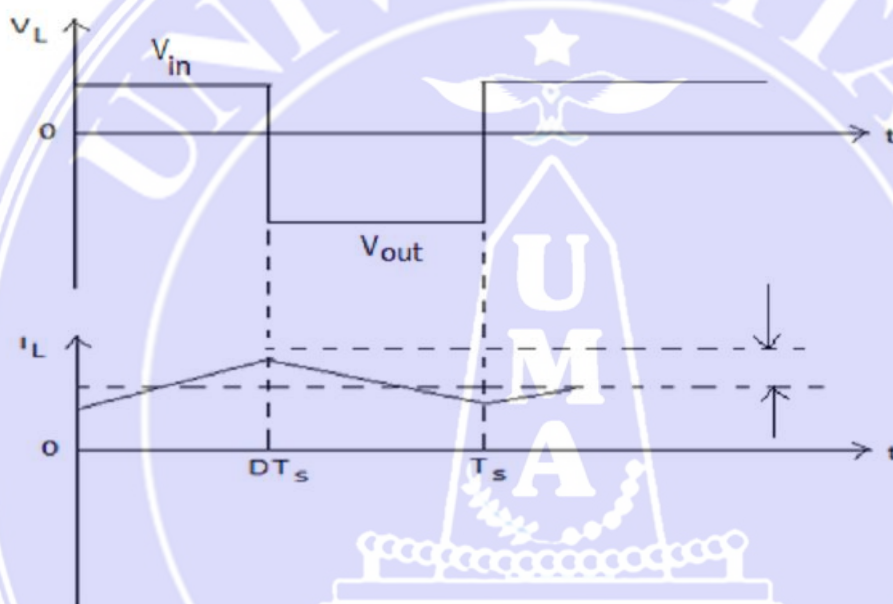
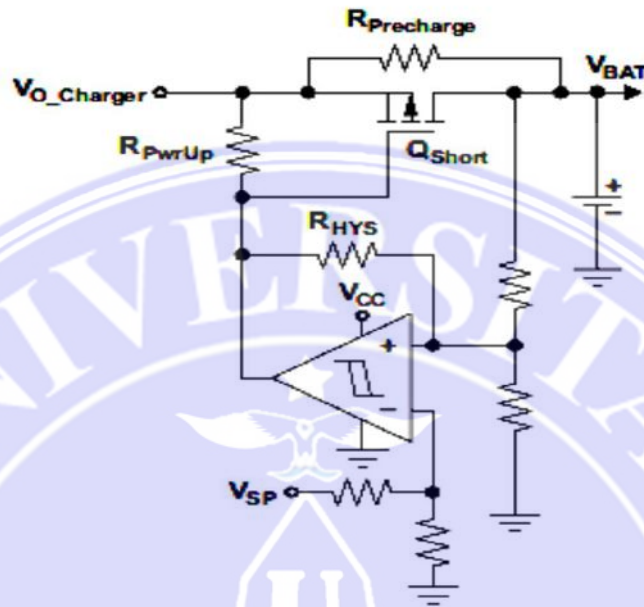


Figure 2.2 Gelombang tegangan dan arus induktor

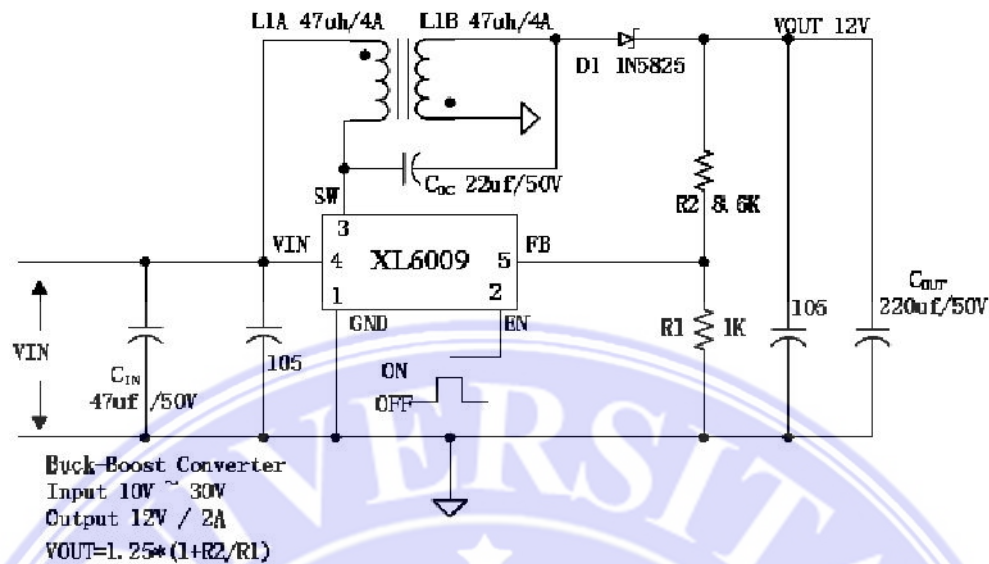
Rangkaian charger yang diusulkan pada penelitian lanjutan ini dengan menggunakan converter seperti diperlihatkan pada gambar 2.3 di bawah ini. Desain charger pada penelitian terdahulu telah menghasilkan peningkatan arus sekitar 5–7% dari arus sebelum pemasangan charger menggunakan beban batere. Untuk mendapatkan peningkatan arus yang lebih besar diperlukan modifikasi rangkaian charger yang dapat meningkatkan arus sekitar 15% dari arus awal. Perbaikan rangkaian charger ini menggunakan rangkaian converter jenis *boost converter* dengan kontrol otomatis yang berfungsi sebagai pengatur besarnya arus yang akan digunakan sebagai pengelas batere.

Perbaikan desain charger ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas arus keluaran, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal.



Gambar 2.3. Rangkaian dasar charger yang diusulkan

Rangkaian 2.3 merupakan rangkaian dasar dari converter yang dapat menaikkan tegangan sesuai dengan yang dikehendaki. Sebagai penstabil tegangan keluaran (output) rangkaian menggunakan XL6009. Rangkaian lengkap yang diusulkan diperlihatkan pada gambar 2.4 di bawah ini menggunakan XL6009 yang dilengkapi dengan penstabil tegangan yaitu LM7815, sehingga keluaran dari buck-boost konverter menjadi konstan sebesar 15V DC.



Gambar 2.4. Rangkaian charger baterai menggunakan XL6009

Besarnya tegangan output akan tergantung pada perbandingan antara tahanan R1 dan R2. Untuk memperbesar tegangan outputnya, maka $R2 > R1$, sehingga penyettingan tegangan output dapat dipilih sesuai kebutuhan tegangan yang akan digunakan pada baterai yang akan dicharger. Tegangan keluaran dari LM7815 ini yang dipergunakan untuk mencharger baterai.

Menerapkan prinsip induktor keseimbangan volt untuk menemukan hasil persamaan tegangan *output steady state* yaitu:

$$V_i \cdot T_{on} + V_o \cdot T_{off} = 0 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{D}{1-D} \dots\dots\dots(2.7)$$

Karena siklus (D) dapat bervariasi antara 0 dan 1, tegangan output dapat lebih rendah atau lebih tinggi dari tegangan input tetapi berlawanan polaritas.

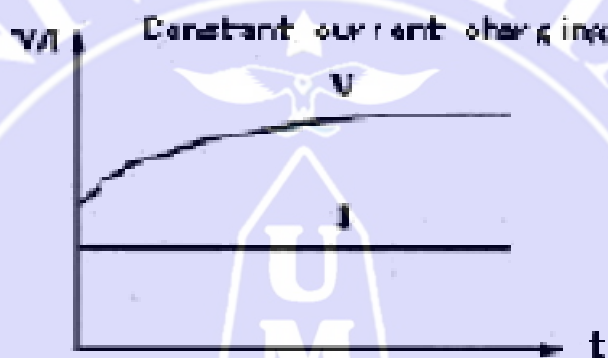
2.4. Metode Charger discharger

Battery (Accumulator) merupakan salah satu media penyimpan energi yang biasa digunakan pada kendaraan bermotor untuk menyalakan lampu dan sebagainya.

Penchargeran accumulator yang digunakan untuk menyimpan energi listrik berasal dari pembangkit listrik tenaga angin:

a) Proses *charger-discharger* dengan arus konstan.

Proses *charger* dan proses discharge dengan arus konstan yang ditunjukkan pada gambar 2.5 dan 2.6, dapat diambil kesimpulan bahwa, proses *charger-discharger* akan berakhir ketika waktu yang telah diset terlampaui atau apabila kapasitas accumulator yang ditentukan telah terpenuhi.



Gambar 2.5. Proses *charger* dengan arus konstan



Gambar 2.6. Proses *discharger* dengan arus konstan

b) Proses *charger-discharger* dengan daya konstan.

Proses *charger* dengan daya konstan yang ditunjukkan pada gambar 2.7. dan 2.8 dilakukan ketika tegangan naik dan arus turun, proses ini berakhir ketika *set time*

terpenuhi atau tegangan pada baterai terpenuhi sedangkan proses *discharge* dengan daya konstan yang ditunjukkan pada gambar dilakukan ketika tegangan baterai turun dan arus naik dan *discharger* berakhir saat *set time* terlampaui atau tegangan beban terpenuhi.

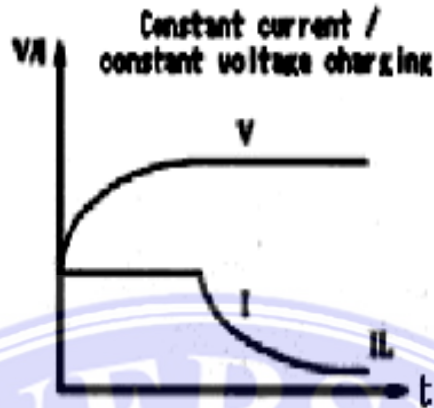


Gambar 2.7. Proses charge dengan daya konstan



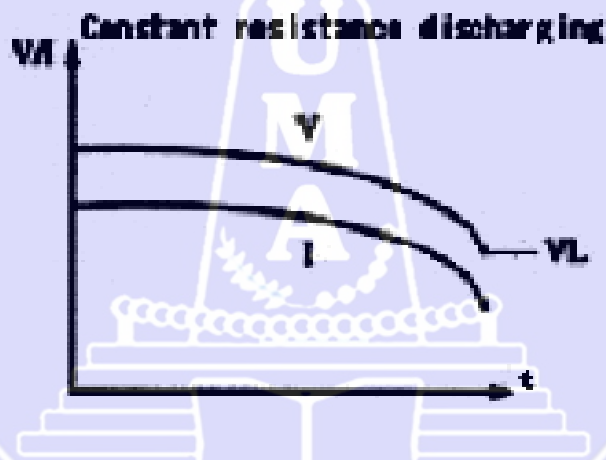
Gambar 2.8. Proses discharge dengan daya konstan

Gambar 2.9 Menunjukkan proses charge dengan arus konstan ketika tegangan terminal lebih rendah dari pada tegangan charge.



Gambar 2.9 Proses charge dengan arus konstan/ tegangan konstan.

Gambar 2.10 menunjukkan proses discharger dengan resistansi konstan ketika tegangan battery turun dan arus juga turun.



Gambar 2.10 Proses discharger dengan resistansi konstan

Untuk mengetahui waktu dalam proses pengisian accumulator, dapat menggunakan perhitungan pada persamaan (2.8) dan persamaan (2.9) ;

Lama Pengisian arus :

$$T_a = \frac{Ah}{I} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

T_a = Lamanya pengisian arus (Jam)

Ah = Besarnya kapasitas accumulator (Ampere hours)

A = Besarnya arus pengisian ke accumulator (Ampere)

Lama pengisian daya :

$$T_d = \frac{\text{day/Ah}}{\text{day/A}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- Td = Lamanya pengisian daya (Jam)
- Daya Ah = Besarnya daya yang didapat dari perkalian Ah dengan besar tegangan accumulator (Watt hours)
- Daya A = Besarnya daya yang didapat dari perkalian A dengan besar tegangan accumulator (Watt)

2.5. Peneliti terdahulu

Untuk mengetahui perkembangan kajian tentang Ssistem Konversi Energi Angin (SKEA) dapat dilihat dari hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

T.A. Fauzi Soelaiman, Nathanael P. Tandian, dan Nanang Rosidin, Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius dan inside untuk Penerangan Jalan Tol. Model yang dikembangkan oleh T.A. Fauzi Soelaiman dkk menggunakan jenis turbin poros vertikal yang dapat menghemat tempat yang dipasang pada pinggir jalan tol sebagai sumber tenaga listrik khusus untuk lampu penerangan jalan. Hasil yang diperolehnya bahwa jenis rotor Savonius L dengan diameter penutup 82 cm dan tinggi 1 m dipilih sebagai rotor prototif SKEA yang paling baik serta penyebab *delay response* dan sebaran data pengujian yang lebih besar pada rotor *Windside* diperkirakan disebabkan oleh bentuk bilah sudu yang cenderung menguncup di sekitar tengah ketinggian rotor atau akibat fluktuasi angin yang besar dan kelembaban sudu.

Y. Daryanto , Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Model yang kembangkannya adalah memodelkan kecepatan angin dengan distribusi waktu, distribusi frekuensi, distribusi durasi dan distribusi kumulatif serta distribusi weibull. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa energi mekanik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu/angin dapat langsung digunakan untuk sistem pemompaan air dengan

kecepatan angin rata rata 2.5 m/s sampai 3.5 m/s, sedangkan energi elektrik yang dihasilkan sekitar 1.500 watt dengan kecepatan angin rata rata 4 m/s sampai 5 m/s.

I N. Budiastra, etl , Pemanfaatan Energi Angin sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Nusa Penida dan Dampaknya terhadap Lingkungan. Model yang diterapkan dalam penelitiannya bahwa pengukuran kecepatan angin di beberapa tempat di Nusa Penida mendapatkan kecepatan angin rata rata 4,837 m/s dapat menghasilkan energi listrik sekitar 4.500 watt dengan diameter turbin angin sekitar 7 meter. PLTB secara umum tidak menghasilkan emisi sehingga tidak merusak lingkungan dan aman terhadap kesehatan masyarakat.

Budi Sugiharto, Karakteristik Model Kincir Angin Poros Horizontal dengan Transmisi Kopling Sentripugal. Model penelitian yang dikembangkannya adalah mencari karakteristik model kincir angin poros horizontal dengan menggunakan 8 (delapan) kincir angin. Untuk menaikkan kecepatan putaran rotor dikopling dengan roda gigi sehingga dapat menghasilkan kecepatan putaran yang akan memutar poros rotor dari generator yang dipilih. Hasil yang diperoleh bahwa kopling sentrifugal dengan massa bandul 20 gram mulai bekerja pada kecepatan angin 4,68 m/s, sedangkan efisiensi tertinggi dapat dicapai sekitar 20 %.

Dan Fink, *Small Wind Turbine Basics*. Model yang dikembangkan adalah bagaimana menghitung daya yang dapat dibangkitkan oleh kecepatan angin yang rendah serta berapa besar efisiensi yang dapat dihasilkannya. Hasil perhitungannya diperoleh bahwa dengan kecepatan angin sekitar 4,4704 m/s (10 mph) maka daya yang dapat dihasilkan sekitar 140 watt, sedangkan untuk kecepatan angin 20 mph dapat menghasilkan daya sekitar 1.123 watt.

Ronald Nehemia Marulitua Sinaga, Optimalisasi Ekstraksi Energi Angin Kecepatan Rendah di Indonesia dengan Aplikasi Konverter Boost. Model yang dikembangkannya adalah mengoptimalkan energi angin dengan merubah tegangan DC yang dihasilkan oleh generator diperkuat dengan menggunakan converter boost. Hasil yang diperoleh bahwa sumber DC dapat ditingkatkan beberapa kali dari tegangan sumber generator, sehingga mampu mencharging baterai sebagai sumber tenaga listrik dari pembangkit listrik tenaga bayu pada kecepatan angin rata rata rendah.

Mohammd A. Al-Fawzan. *Methods for Estimating the Parameter of the Weibull Distribution*. Model yang dikembangkan adalah menentukan parameter bentuk (*betha*) dan parameter skala (*alfa*). Hasil yang diperoleh memberikan gambaran tentang metode estimasi secara grafik dan analisis dengan metode distribusi Weibull dapat menghasilkan parameter yang mendekati parameter sebenarnya dari kecepatan angin.

Balitbang Prov. Jawa Tengah, 2004. Penelitian dan Pengembangan Energi Listrik Tenaga Angin di Jawa Tengah. Model pengembangan yang dilakukan dengan pengukuran di daerah pantai selatan di kabupaten Purworejo. Hasil pengukuran kecepatan angin rata rata per tahun 6,1 m/s pada ketinggian 100 m dengan kecepatan angin efektif 77,83 %. Kecepatan angin tersebut dapat menghasilkan rapat daya sebesar 289,4 W/m² dengan produksi energi angin tahunan sebesar 2.335,75 KWh/m².

Ganda Akbar Rizkian, Stid Pembangkit Listrik Tenaga Angin Laut Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jembatan Suramadu. Model pengembangan yang dilakukan tentang pemanfaatan tenaga angin laut untuk memutar turbin angin vertikal jenis H-Darrieus yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan penerangan di jembatan Suramadu. Data kecepatan angin rata-rata terendah yaitu 8.63 m/s diperoleh daya listrik sebesar 3.72 kW untuk masing-masing turbin yang digunakan untuk melayani beban penerangan. Hasil yang diperoleh bahwa Daya yang dihasilkan oleh setiap turbin yang diasumsikan pada kecepatan rata-rata terendah pada bulan Desember tahun 2005 adalah sebesar 3.21 kW pada 8.63 m/s . Dengan menggunakan CDF, diketahui besarnya gaya yang terjadi pada sudu turbin sebesar 532.314 N. Proses validasi turbin, yaitu membandingkan daya nyata yang dihasilkan turbin secara perhitungan matematis dengan CDF, diperoleh Daya hasil CDF = 5.5 kW dan Daya hasil perhitungan = 5 kW.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Rancangan penelitian bersifat eksperimental dengan melakukan pengambilan data dari prototipe yang diuji coba. Tujuan pengambilan data ini untuk mengetahui kemampuan generator menghasilkan tegangan dan arus agar dapat dirancang charger yang cocok digunakan untuk mengisi baterai. Hasil rancangan akan digunakan untuk mengoptimalkan fungsi charger.

Dengan memperhatikan kondisi saat ini, PT. PLN masih kesulitan dalam penyediaan energi listrik di kota Medan, oleh sebab itu perlu kiranya penambahan energi listrik dari sumber lain diantaranya dari angin. Dengan pemanfaatan kecepatan angin di kota Medan menjadi energi listrik sangat membantu dalam penyediaan energi listrik. Dengan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk:

1. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu menjadi sumber energi listrik.
2. Mengoptimalkan penyimpanan energi listrik ke baterai, sehingga dapat menambah persediaan energi listrik di kota Medan untuk jangka waktu yang cukup lama.

3.2. Manfaat Penelitian

Dengan modifikasi charger pada prototype pembangkit listrik tenaga angin diharapkan dapat meningkatkan kapasitas daya yang dihasilkan. Oleh sebab itu penelitian ini sangat penting untuk ditindak lanjuti, sehingga dapat dipergunakan untuk kesejahteraan masyarakat. Manfaat penelitian ini untuk mengoptimalkan charger pada prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), sehingga dapat mengisi baterai yang lebih cepat agar dapat meningkatkan penyediaan daya listrik yang tersimpan pada baterai tersebut. Mengoptimalkan kapasitas prototype pembangkit listrik tenaga angin dengan meningkatkan arus charger sebagai pengisi baterai sehingga banyak baterai yang dapat diisi dan akan menambah kapasitas penyimpanan energi yang dapat digunakan untuk peningkatan pelayanan terhadap masyarakat yang kekurangan energi tersebut