

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
OMBAK LAUT MENGGUNAKAN SISTEM GENERATOR DC UNTUK
PENGISIAN BATERAI DI PERAHU NELAYAN**

UNIVERSITAS TELKOM

***DESIGN AND IMPLEMENTATION OF OCEAN WAVE POWER PLANT USING DC
GENERATOR SYSTEM TO CHARGING BATTERY ELECTRIC BOAT***

TELKOM UNIVERSITY

Riri Lazzoria Eka Putri, Ir. Mas Sarwoko, Angga Rusdinar Ph.D, Kharisma Bani Adam MT.

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
rlazzoria@gmail.com, anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak – Penelitian kali ini akan dirancang pembangkit listrik dengan menggunakan generator arus searah, yang dapat mengubah energi ombak menjadi energi listrik, ombak laut diolah menjadi putaran melalui piranti mekanika seperti sproket yang dihubungkan pada rantai, putaran yang dihasilkan akan terhubung kedalam roda gila lalu memutar poros pada generator yang dapat menghasilkan energi listrik. Metode selanjutnya daya yang di hasilkan akan dialirkan menuju *DC chopper*, sebelum masuk kedalam *DC chopper* daya terlebih dahulu melalui sensor arus dan tegangan untuk proses perhitungan. Daya yang sudah direkayasa di dalam *DC chopper* kemudian dapat di simpan dalam baterai. Agar baterai tidak cepat rusak karena nilai tegangan dan arus yang tidak stabil maka dari itu *DC chopper* diatur menggunakan mikrokontroler. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari daya yang dikeluarkan dari sistem tersebut, dan diharapkan kedepannya pembangkit listrik tenaga ombak dengan generator arus searah dapat menyimpan energi kedalam baterai dengan efisiensi daya yang tinggi dan memakan biaya yang terjangkau.

Kata kunci: Generator Arus Searah, Sproket, Rantai, *DC chopper*, Roda Gila.

Abstract– This research is about designed plants that use DC generator, which can transform wave energy into electrical energy, ocean waves processed into a round through the device mechanics such as sprocket connected to the chain, the round generated will be connected into the free wheel and rotating the shaft on the generator can generate electrical energy. The next method that produced power will be supplied to the DC chopper, before entering into the chopper DC power first through the current and voltage sensors for the calculation process. Power has been engineered in DC chopper can then be stored in the battery. So that the battery is not easily damaged due to voltage and current values are unstable and therefore the DC chopper is set using a microcontroller.

Tests conducted to determine the value of the power output of the system, and expected future power plants wave with a DC generator can store energy into batteries with high power efficiency and a cost that is affordable.

Keywords: Generator DC, sprocket, chain, DC chopper, the free wheel.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah laut, kekayaan alam yang menjadi sumber mata pencaharian untuk para nelayan Indonesia. Namun pemanfaatannya masih termasuk minim dan belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh pemerintah sebagai sumber energi. Kian menipisnya bahan bakar minyak di bumi, penulis merasa harus menemukan solusi dari masalah tersebut, karena sebagian besar nelayan di Indonesia masih menggunakan perahu dengan menggunakan bahan bakar minyak. Menipisnya bahan bakar minyak ini berdampak pada harga minyak dunia yang semakin tinggi, dan di Indonesia per tanggal 18 November 2014 kemarin bahan bakar bersubsidi telah mengalami kenaikan harga dua ribu rupiah per liternya. Langsung saja kenaikan bahan bakar minyak ini membuat banyak

Didasari hal tersebut penulis akan merancang pembangkit listrik yang akan digunakan untuk perahu dengan penggunaan energi listrik sebagai pengganti bahan bakar minyak. Dengan memanfaatkan ombak laut yang tidak

ada habisnya sebagai pembangkit listrik Hal tersebut merupakan salah satu cara mengurangi permasalahan nelayan Indonesia, dengan adanya perahu listrik merupakan salah satu cara menanggulangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh sisa pembakaran bahan bakar minyak. Baterai untuk menyimpan energi ini juga bisa diisi ulang dari sumber lain misalnya PLN maupun pembangkit listrik lain.

Fokus dari penelitian ini adalah perancangan dan implementasi sistem pembangkit listrik energi ombak laut untuk menghasilkan energi listrik serta analisis keluaran sistem. Mengubah energi ombak laut menjadi listrik dengan menggunakan sistem generator DC yaitu dengan menggerakkan pelampung yang berada di atas laut lalu menggerakkan tuas yang terhubung pada sproket yang saling terhubung karena adanya rantai, gerakan tersebut membuat putaran yang akan di manfaatkan oleh generator DC untuk menghasilkan energi listrik.

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Ombak laut yang diujikan adalah ombak laut yang berada di pesisir pantai.
- 2) Perahu yang digunakan adalah perahu nelayan tradisional.
- 3) Beban berupa motor listrik pada perahu diabaikan karena pada pengisian baterai, kondisi perahu dalam keadaan diam atau tidak diaktifkan.
- 4) Bagian dari sistem yang akan dirancang adalah blok rangkaian mekanik.
- 5) Dalam pengujian daya yang dihasilkan dialirkan ke beban (lampu).
- 6) Alat yang akan dibuat merupakan suatu rancangan *prototype*
- 7) Pada generator jika dibutuhkan hasil tegangan yang lebih tinggi memerlukan generator yang lebih besar pula.
- 8) *Flywheel* sederhana didesain untuk membuat putaran yang masuk ke generator tetap ada, meskipun pada alat masih sangat lambat putarannya.
- 9) Generator yang digunakan menggunakan magnet buatan, sehingga memerlukan catu daya untuk membuat magnet tersebut aktif.
- 10) Saat pelampung naik kondisi perahu naik, yang mengakibatkan putaran pada alat tidak maksimal.

II. TEORI PENUNJANG

A. Generator Arus Searah^[1]

Generator arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanis di pergunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum Faraday, maka pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Yang membedakannya dengan generator lain yaitu terletak pada komponen penyearah yang terdapat didalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat.

Generator arus searah memiliki konstruksi yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian yang berputar (rotor) dan bagian yang diam (stator). Yang termasuk stator adalah rangka, komponen magnet dan komponen sikat. Sedangkan yang termasuk rotor adalah jangkar, kumparan jangkar dan komutator. Secara umum konstruksi generator arus searah adalah seperti gambar berikut

B. Gelombang Laut^[2]

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang bergantung pada gaya pembangkitnya:

- Gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut
- Gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap bumi
- Gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut
- Gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak, dan sebagainya

Angin yang bertiup di atas permukaan laut merupakan pembangkit utama gelombang. Bentuk gelombang yang dihasilkan di sini cenderung tidak tertentu yang tergantung kepada bermacam-macam sifat seperti tinggi, periode di daerah mana mereka dibentuk. Mereka di sini dikenal sebagai *sea* (Gambar 2.3). Kenyataannya gelombang kebanyakan merambat pada jarak yang luas, sehingga mereka bergerak makin jauh dari tempat asalnya dan tidak lagi dipengaruhi langsung oleh angin, maka mereka akan berbentuk lebih teratur yang mana bentuk ini gelombang dikenal sebagai *swell*.

C. Perahu Listrik^[3]

Mayoritas perahu memakai mesin disel sebagai alat penggeraknya, sebenarnya perahu yang menggunakan listrik sebagai bahan bakarnya telah digunakan selama lebih dari 120 tahun. Perahu listrik juga sangat populer dari tahun 1880-an, semenjak krisis energi di tahun 1970-an minat terhadap perahu listrik ini meningkat terus. Terlebih lagi karena panel surya semakin mudah didapatkan, maka semakin mudah juga dalam pembuatannya. Komponen utama dari perahu listrik adalah *charger*, baterai, pengontrol kecepatan, motor listrik, dan *drive train*. Energi listrik untuk penyimpanan baterai dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti, panel surya, turbin angin, generator diesel, dan lain lain.

Fly wheel adalah sebuah roda yang berputar dan digunakan sebagai penyimpanan tenaga di dalam mesin. Tenaga yang disimpan dalam roda gila berupa tenaga kinetik yang besarnya :

$$T = I \cdot \omega^2$$

Dimana :

I = momen inersia roda gila terhadap sumbu putarnya (kg/m^2).

Pada saat tenaga mesin bertambah, putarannya bertambah, dan tenaga tersebut tersimpan dalam roda gila. Pada saat mesin kekurangan tenaga, roda gila tersebut akan memberikan tenaganya.

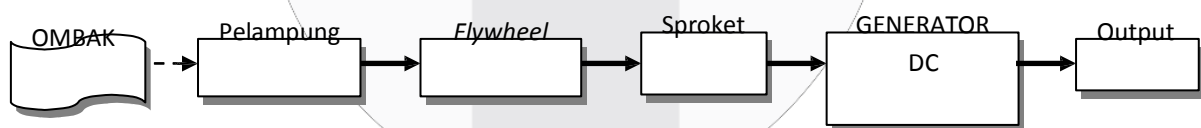
Sproket^[15]

Sprocket gear sepeda motor merupakan salah satu komponen penggerak roda. Komponen ini merupakan roda bergerigi yang berpasangan dengan rantai, track, atau benda panjang yang bergerigi lainnya. Sproket berbeda dengan roda gigi; sproket tidak pernah saling bersinggungan dan tidak pernah cocok. Sproket juga berbeda dengan puli di mana sproket memiliki gigi sedangkan puli pada umumnya tidak memiliki gigi. Sproket yang digunakan pada sepeda, sepeda motor, mobil, kendaraan roda rantai, dan mesin lainnya digunakan untuk mentransmisikan gaya putar antara dua poros di mana roda gigi tidak mampu menjangkaunya.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Sistem Umum

Berikut ini merupakan diagram blok sistem pembangkit listrik tenaga ombak laut.



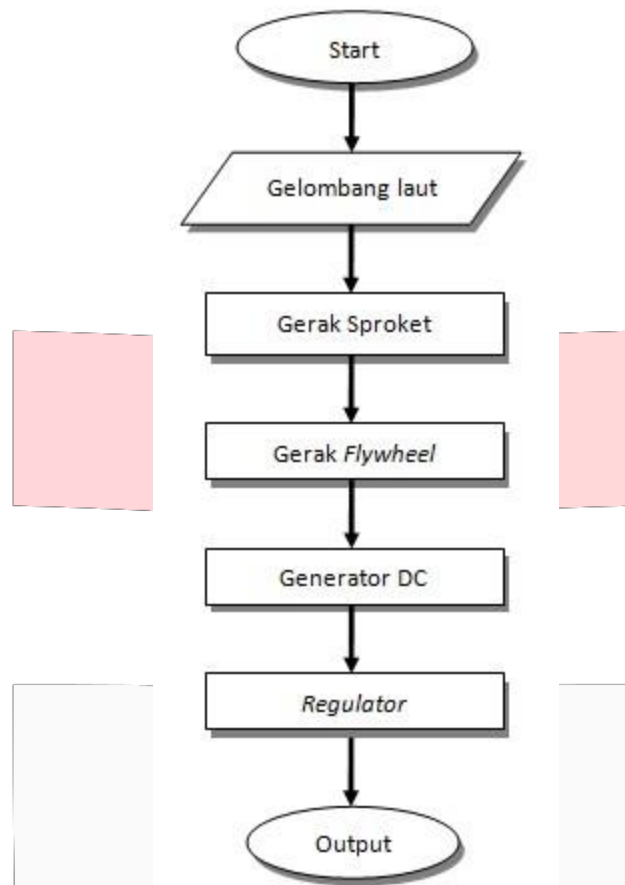
Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Gambar diatas merupakan diagram blok sistem dari pembangkit listrik tenaga ombak laut. Sistem pembangkit listrik tenaga ombak laut dibagi kedalam beberapa bagian, meliputi:

1. *Input* (pelampung yang digerakan oleh ombak laut serta menggerakkan sproket).
2. Putaran pada *fly wheel* yang bekerja otomatis berdasarkan putaran dari sproket awal.
3. Putaran pada generator DC yang hasilnya di dimanfaatkan untuk pengisian baterai.
4. *Output* (nilai tegangan dan arus yang dihasilkan dari generator DC untuk diteruskan kedalam *buck boost converter*).

Mekanik berupa sproket yang terhubung kedalam generator DC yang berfungsi mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Piranti elektronika merupakan rangkaian yang dapat mengatur energi yang di dikeluarkan oleh generator DC, agar tegangan dan arus yang masuk pada baterai sesuai dengan nilai yang diinginkannya. Piranti pengukuran berupa sensor tegangan dan sensor arus.

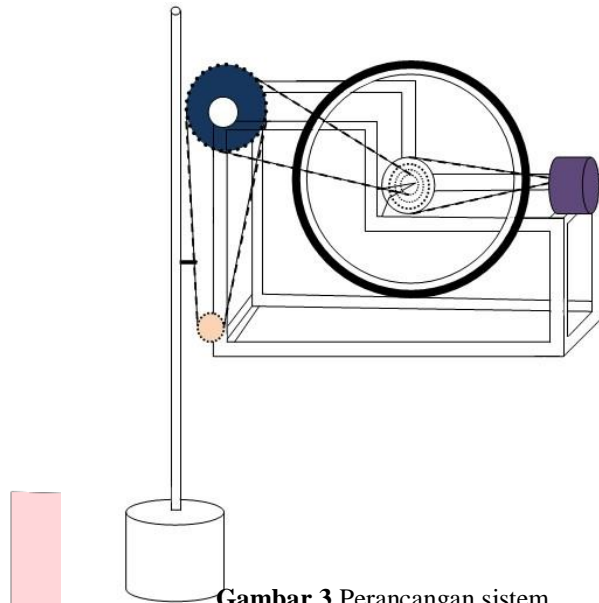
Ombak laut yang bergerak naik turun menggerakkan pelampung yang terhubung ke dalam gear untuk menggerakkan generator DC, sehingga menghasilkan energi listrik berupa tegangan dan arus searah. Energi yang dihasilkan masuk kedalam sensor arus dan sensor tegangan, sehingga dapat dianalisis setiap keluarannya.



Gambar 2 Flowchart sistem

B. Perancangan Mekanik

Pada perancangan piranti mekanik kali ini penulis menggunakan dua pasang sproket yang berbeda ukurannya dan di hubungkan melalui rantai agar sproket dapat berputar bersamaan, pada sproket yang paling kecil dipasang *fly wheel* atau roda bebas untuk mengatur putarannya agar tetap seimbang pada satu arah karena jika roda tersebut berputar balik maka daya yang dihasilkan dari putaran sebelumnya akan dikurangkan oleh daya pada putaran sebaliknya yang membuat saling menghilangkan daya, maka dari itu *fly wheel* diperlukan agar putaran selalu tetap pada satu arah.



Gambar 3 Perancangan sistem

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian keluaran tegangan

Pengujian ini dilakukan dengan cara pembangkit listrik tenaga gelombang dipasang pada perahu nelayan, dengan konfigurasi generator DC dipasang secara seri, lalu tegangan keluaran diukur dengan bantuan multimeter. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yang pertama adalah kondisi ombak tenang, dan yang terakhir adalah pada patahan ombak atau berada di 3 meter sebelum ombak menggulung pengujian ini dilakukan di pantai barat Pangandaran pada jam 8.00 hingga jam 15.00.

Hasil pengujian

Dari pengujian yang dilakukan sebanyak duapuluh kali percobaan dalam tiga kondisi, didapatkan tegangan keluaran sebagai berikut.

Percobaan	Tegangan yang Dihasilkan	
	<i>Ombak tenang</i>	<i>Patahan ombak</i>
1	3.113 v	3.325 v
2	2.330 v	3.401 v
3	1.203 v	3.223 v
4	0.491 v	4.532 v
5	4.248 v	4.021 v
6	4.380 v	5.780 v
7	3.222 v	6.109 v
8	4.310 v	5.682 v
9	2.647 v	5.390 v
10	4.530 v	6.754 v
11	0.390 v	7.378 v
12	1.762 v	8.902 v
13	0.831 v	7.831 v

14	0.201 v	9.908 v
15	3.636 v	8.342 v
16	2.921 v	9.843 v
17	1.127 v	11.730 v
18	0.650 v	11.921 v
19	0.834 v	7.961 v
20	1.760 v	12.869 v
Rata-rata	2.2293 v	7.2451 v

Tabel 1: Hasil Pengujian

B. Pengujian Keluaran Arus

Cara pengujian arus yang dilakukan sama dengan pengujian tegangan yang telah dijelaskan pada bagian 4.1, namun pada salah satu kabel keluaran dari pembangkit listrik tenaga gelombang dihubungkan dengan resistor 100Ω dan arus kemudian diukur dengan menggunakan multimeter. Pengujian ini dilakukan ketika alat berada pada posisi patahan ombak di pantai barat Pangandaran.

Percobaan	Tegangan (v)	Arus (mA)
1	3.325	3.022
2	3.401	6.368
3	3.223	1.106
4	4.532	2.600
5	4.021	1.739
6	5.78	2.636
7	6.109	4.131
8	5.682	3.281
9	5.39	1.863
10	6.754	5.063
11	7.378	4.900
12	8.902	5.736
13	7.831	3.504
14	9.908	3.766
15	8.342	1.736
16	9.843	3.091
17	11.73	2.500
18	11.921	2.827
19	7.961	2.055
20	12.869	4.118
Rata-rata	7.2451	3.3021

Table 2: Rata-rata keluaran Arus pada posisi Surf

Selisih tegangan antara output catu daya tanpa beban dan dengan beban relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa drop tegangan akibat beban relatif kecil.

V. PENUTUP

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa:

- Hasil terbaik yang diperoleh dari pembangkit listrik tenaga gelombang ini yaitu pada posisi patahan ombak yaitu sebesar 7.2451V.
- Tegangan yang dihasilkan pada percobaan di laut sebesar 7.2451V dan percobaan manual sebesar 30.0 V hasil perbedaan tersebut dikarenakan alat bekerja tidak secara maksimal dan juga keterbatasan medan pada saat percobaan. Yaitu gelombang laut yang didapat sangat rendah, karena uji coba dilakukan pada pagi hingga siang hari.
- Berdasarkan pengujian yang dilakukan dan tegangan yang dihasilkan keluaran arus pada alat saat berada di laut sebesar 3.3021mA dan percobaan manual sebesar 3.9mA.
- Berdasarkan keseluruhan percobaan daya yang dihasilkan di laut sebesar 0.036W dan pada saat percobaan manual 0.160W. Dari daya yang dihasilkan maka alat yang dibuat dapat memenuhi tujuan dari tugas akhir yaitu sebagai sumber catu daya pengisian baterai.
- Saat pelampung naik kondisi perahu naik, yang mengakibatkan putaran pada alat tidak maksimal.

REFERENSI

- [1]. Generator Arus Searah, 2010, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19998/3/Chapter%20II.pdf> (diakses 10 Desember 2014)
- [2]. Lanuru, Mahatma.Suarni, 2011, "Pengantar Oseanografi", Makasar, Universitas Hasanudin
- [3]. Mulyono, Sobri, 2014, "Desain dan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Laut Menggunakan Linier Alternator System Untuk Pengisian Maintenance Free Battery 12 Volt di Perahu Nelayan Elektrik", Bandung, Universitas Telkom.
- [4]. Nurdin Ihfazh. "Penerapan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan Generator Sinkron Satu Fasa 100 VA di UPI Bandung". Bandung. ITENAS.
- [5]. Primadona Noir. "Penerapan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan Generator Sinkron Satu Fasa 100 VA di UPI Bandung". Bandung. UNPAD.
- [6]. Rahma Siti. "Penerapan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan Generator Sinkron Satu Fasa 100 VA di UPI Bandung". Jakarta. Universitas Indonesia.
- [7]. Prasetya Lutfi. "Studi Perancangan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Tipe Salter Duck". Surabaya. ITS.
- [8]. Bagus Mega, Sutopo, Soemartojo. "Analisa Teknis Sistem Konversi Pneumatis Energi Gelombang Laut Sebagai Pembangkit Listrik". Surabaya. ITS.
- [9]. Erfianti Fivin, Mukhtasor, Rudi. "Studi Kelayakan Teknis Penempatan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut-Sistem Bandulan (PLTGL-SB) di Kepulauan Riau". Surabaya. ITS.
- [10]. Yuningsih Ai, Achmad. "Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT". Bandung. Pusat Penelitian dan Geologi Kelautan.
- [11]. Napitupulu Janter. "Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) Dalam Pengelolaan Energi Hijau". Medan. Universitas Darma Agung.
- [12]. Rahmaisa Yanra. "Realisasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Ombak". Bandung. Universitas Telkom.

- [13]. Hendra, Illa, Adzym, Jabar, Rahman, As'adul. "*Teknik Konversi Energi Gelombang Menjadi Energi Listrik*". Surabaya. ITS.
- [14]. http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/dinamika_teknik/bab17_roda_gila.pdf (diakses 15 Desember 2015)
- [15]. www.wikipedia.com *sproket* (diakses tanggal 17 Desember 2015)
- [16]. Anonim. "*Electric Boat*" http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_boat. (diakses tanggal 26 Desember 2015)
- [17]. <http://motogokil.com/2014/01/21/reduksi-versnelling-gigi-gear-dan-pengaruhnya-bagian-1/> (diakses tanggal 26 Desember 2015)
- [18]. www.wikipedia.com *flywheel* (diakses tanggal 26 Desember 2015)

