



## RANCANG BANGUN SIMULATOR KAPAL MOTOR MENGUNAKAN PANEL SURYA

Zuraidah Tharo<sup>\*1</sup>, Siti Anisah<sup>2</sup>, Hamdani<sup>3</sup>, Justra Ginting<sup>4</sup>, Budhi Santri Kusuma<sup>5</sup>  
Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Pancabudi  
zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id

### ABSTRACT

*Solar power generation is one of the many renewable energies whose use has begun to develop until recently. In this case the use of solar panels is intended for boat / fishing boat simulators, which aim to provide technological innovation and use of natural resources as a substitute for petroleum fuels. Using solar panels, batteries, solar charge controllers and dc motors, a boat / fishing boat simulator is made that can operate during the day for about 2 hours, with a battery voltage of 5.11 volts and a current of 176 mA and at night it can only operate for about 15-20 minutes. with voltages below 3 volts and currents below 100 mA. To further maximize the system, we recommend using a solar panel and a larger battery*

**Keywords :** Motor boat, PLTS, Simulator

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki iklim tropis dan intensitas cahaya matahari yang tinggi, kemudian sebagian besar wilayah Indonesia adalah lautan, sehingga sebahagian besar penduduk Indonesia mempunyai mata pencaharian sebagai nelayan. Umumnya perahu nelayan menggunakan mesin diesel sebagai tenaga untuk menggerakkan baling-baling atau *propeller*. Penggunaan perahu jenis ini memiliki beberapa permasalahan dan kelemahan, antara lain: menimbulkan kebisingan sehingga membuat ikan menjauh dari perahu nelayan, serta harga bahan bakar yang semakin mahal dan langka. Melihat dan beranjak dari sini, sebagai seorang akademisi penulis berusaha merancang sebuah simulator perahu/kapal motor yang menggunakan panel surya sebagai sumber energinya.

Konversi energi matahari merupakan pembahasan yang sangat penting di bidang energi terbarukan. Radiasi matahari umumnya diubah menjadi dua bentuk energi, yaitu : energi thermal dan energi listrik. Energi listrik yang dikonversi dari matahari telah diterapkan ke beberapa sistem seperti energi listrik untuk pedesaan, pompa air, dan satelit-satelit komunikasi. Dalam tulisan ini pemanfaatan energi matahari digunakan pada sebuah perahu/kapal motor yang biasanya memakai bahan bakar minyak bumi, yang bertujuan untuk membantu nelayan dalam inovasi teknologi dan meminimalisir pemakaian minyak bumi sebagai bahan bakar pada perahu/kapal motor.

### TINJAUAN PUSTAKA

Edmund Becquerel pada tahun 1839 pernah menulis bahwa suatu tegangan listrik dapat dihasilkan bila suatu berkas cahaya diarahkan pada elektroda-elektroda suatu larutan elektrolit. Pada tahun 1877 R.E Day melanjutkan penelitian yang telah dirintis oleh Becquerel tentang pengaruh cahaya yang dapat menghasilkan tegangan listrik melalui benda padat yang dikenal dengan sebutan Selenium. Schottky, Lange, dan Grondhal menyusul pembuatan percobaan serta mengembangkan sel-sel fotovoltaik (photovoltaic) melalui bahan selenium dan oksidacurprous dan berhasil menciptakan suatu alat pengukur fotoelektrik. Pada tahun 1954 sekelompok ahli mengadakan penelitian lanjutan dan mencoba memecahkan masalah dari pengaruh fotovoltaik sebagai satu-satunya alternatif yang paling memungkinkan untuk menyuplai tenaga listrik secara langsung melalui radiasi surya.

#### A. Sel Surya

##### 1. Pengertian Sel Surya

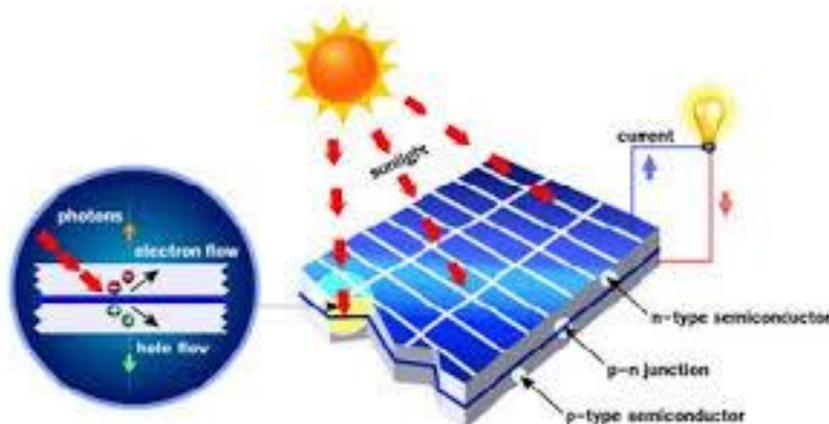
Sel surya dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat secara langsung mengubah energi surya menjadi tenaga listrik secara efisien. Alat ini digunakan secara individual sebagai alat pendeteksi cahaya pada kamera, digabung seri maupun paralel untuk memperoleh suatu harga tegangan listrik yang dikehendaki sebagai pusat penghasil tenaga listrik. Hampir semua sel surya dibuat dari bahan silikon berkrystal tunggal. Bahan ini sampai saat ini masih menduduki tempat paling atas dari urutan biaya pembuatan bila dibanding energi listrik yang diproduksi oleh pesawat konvensional. Hal ini disebabkan harga silikon murni yang masih sangat mahal. Meskipun berbahan dasar pasir silikat ( $\text{SiO}_2$ ), tetapi untuk membuatnya diperlukan biaya produksi yang cukup tinggi.



**Gambar 1. Sel Surya**

Prinsip konversi tenaga surya menjadi tenaga listrik melalui tahapan proses yaitu:

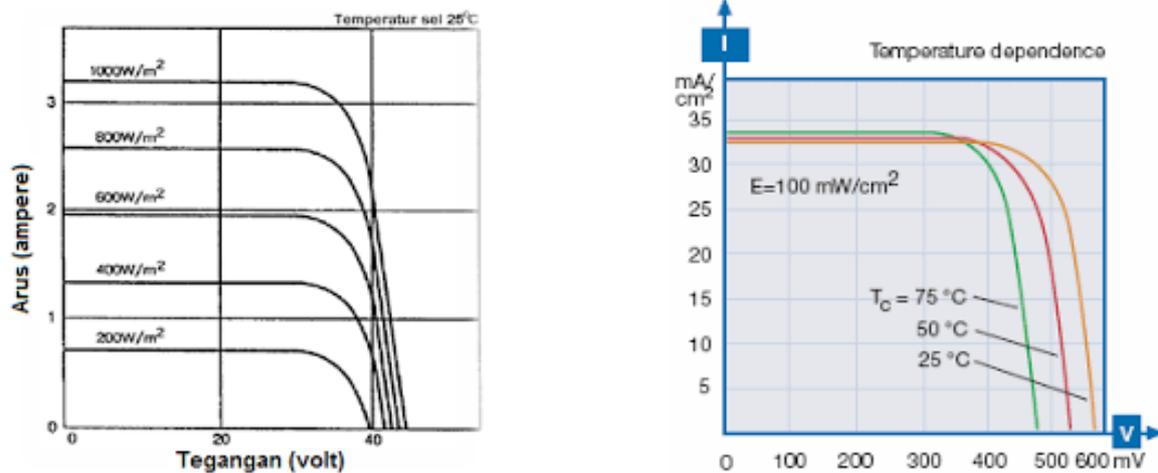
- Adsorpsi cahaya dalam semikonduktor;
- Membangkitkan serta memisahkan muatan positif dan negatif beban ke daerahdaerah lain dari sel surya, untuk membangkitkan tegangan dalam sel surya;
- Memindahkan muatan-muatan yang terpisah tersebut ke terminal-terminal listrik dalam bentuk aliran tenaga listrik.



**Gambar 2. Prinsip Kerja Sel Surya**

## 2. Karakteristik Sel Surya

Dalam kinerjanya, sel surya mempunyai karakteristik yang perlu diperhatikan dalam penggunaannya agar dapat bekerja secara efisien.



**Gambar 3. Karakteristik Sel Surya**

Berdasarkan gambar 3. di atas, dapat dilihat bahwa untuk temperatur sel dimisalkan konstan pada 25<sup>0</sup>C bila radiasi cahaya matahari yang diperoleh semakin meningkat, maka daya yang diperoleh semakin besar. Sedangkan, untuk radiasi matahari dimisalkan konstan, bila temperatur yang diperoleh semakin kecil, maka daya yang dihasilkan semakin sedikit, karena temperatur sangat mempengaruhi kinerja dari panel surya dan dapat menyebabkan penurunan efisiensi dari panel surya.

### 3. Cara Kerja Sel Surya

Pada saat hari cerah, radiasi matahari mampu mencapai 1000 W/m<sup>2</sup>. Jika sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi dengan efisiensi 10%, maka piranti sel surya ini mampu menghasilkan daya listrik sebesar 100 Watt. Piranti sel surya komersial memiliki efisiensi sekitar 5% - 15% tergantung pada material penyusunnya. Tipe silikonkristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan dengan sel surya jenis lainnya. Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai energi alternatif adalah efisiensi piranti sel surya dan biaya pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai daya yang mampu dibangkitkan sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang dapat diterima dari pancaran sinar matahari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut. Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip sambungan (*junction*) semikonduktor tipe p dan tipe n (*p-n Junction*). Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom dan terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mengalami kelebihan elektron (bermuatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mengalami kelebihan hole (bermuatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan hole dan elektron ini bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-n, maka silikon didoping oleh atom fosfor. Peran dari sambungan p-n ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole dapat diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terhubung, kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n menuju tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. akibat dari aliran elektron dan hole ini maka akan terbentuk medan listrik dan pada saat cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif yang akan dimanfaatkan sebagai listrik sedangkan hole menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti ilustrasi pada gambar 2. diatas.



#### 4. Faktor Pengoperasian Sel Surya

Faktor dari pengoperasian sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum sangat bergantung kepada :

- a. Temperatur Ambien Udara Sel surya dapat beroperasi secara maksimum apabila temperatur sel tetap normal (pada  $25^{\circ}\text{C}$ ). Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel akan menurunkan nilai tegangan ( $V_{oc}$ ). Setiap kenaikan temperatur sel surya  $1^{\circ}\text{C}$  (dari temperatur normal  $25^{\circ}\text{C}$ ) akan berkurang sekitar 0.4% pada total energi yang dihasilkan atau akan melemah dua kali ( $2\times$ ) lipat untuk kenaikan temperatur sel  $10^{\circ}\text{C}$ . (Sumber : Solar Electricity, Lorenzo Eduardo.);
- b. Radiasi Matahari. Pada dasarnya energi radiasi yang dipancarkan oleh sinar matahari memiliki besaran yang konstan, tetapi karena peredaran bumi mengelilingi matahari dalam bentuk elips maka besaran konstanta matahari bervariasi antara  $1308 \text{ W/m}^2$  dan  $1398 \text{ W/m}^2$ . Berpedoman kepada luas penampang bumi yang menghadap matahari dan yang berputar sepanjang tahun maka energi yang dapat diserap oleh bumi besarnya adalah  $751 \times 10^{15} \text{ kW-Jam}$ .
- c. Kecepatan Angin. Kecepatan angin berhembus disekitar pemasangan sel surya dapat membantu mendinginkan temperatur permukaan kaca sel surya.
- d. Keadaan Atmosfer Bumi. Apabila keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, berkabut ataupun terdapat polusi udara seperti debu, hal ini akan mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang dapat diterima sel surya untuk menghasilkan arus listrik maksimum.
- e. Posisi Sel Surya Sel surya pada equator (latitude 0 derajat) yang diletakkan mendatar (*tilt angle* = 0) akan menghasilkan energi yang maksimum. Untuk lokasi dengan *latitude* yang berbeda maka harus ditentukan *tilt angle* yang optimum.

#### B. Solar Charge Controller (SCC)

*Solar charge controller* adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan pengisian baterai dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses discharge. Yang perlu diperhatikan dalam menggunakan chargecontroller ini adalah besarnya tegangan dan daya yang dikeluarkan modul surya dan yang dapat diterima baterai. *Charge control* atau chargeregulator merupakan komponen paling penting pada rangkaian solarcell, dimana chargecontroller mempunyai fungsi utama yaitu menjaga atau mengamankan komponen penting pada solarcell yaitu baterai. Umumnya solarcell yang memiliki tegangan 12 volt mempunyai tegangan output 16-21 volt, sehingga apabila tidak menggunakan chargecontrol maka baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan yang dikeluarkan oleh solarcell dan baterai 12 volt di charge pada tegangan 14-14.7 volt. Fungsi detail dari chargecontrol adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan *over voltage*
- b. Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai agar tidak full discharge dan overloading
- c. Memonitor temperatur dan suhu baterai.

Hal yang perlu diperhatikan saat akan menggunakan chargecontrol yakni :

- 1) Tegangan atau voltage 12 volt DC/ 24 volt DC
- 2) Kemampuan arus dari chargecontrol misalnya 10 Ampere, 20 Ampere dan sebagainya.
- 3) Full charge dan low voltage cu.

Solar charge controller biasanya terdiri dari 1 input yang terhubung dengan output solarcell, 1 output yang terhubung dengan baterai atau aki dan output yang terhubung dengan beban (load) DC.

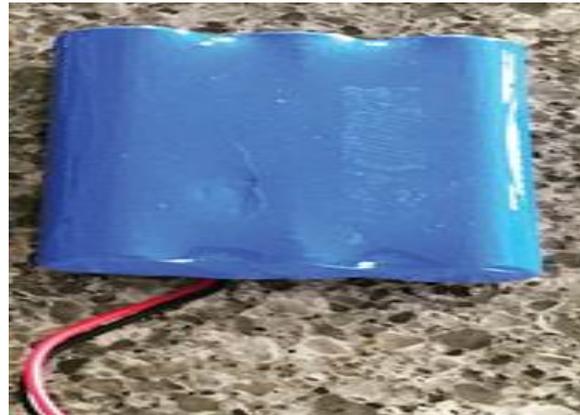


**Gambar 4. Solar Charge Controller**

### C. Baterai

Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Setiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda), kutub positif memiliki energi potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan kutub negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion didalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga menghasilkan kerja.

Baterai mengubah energi kimia langsung menjadi energi listrik, Baterai terdiri dari sejumlah sel volta. Tiap sel terdiri dari 2 sel setengah yang terhubung seri melalui elektrolit konduktif yang berisi anion dan kation. Satu sel setengah termasuk elektrolit dan elektroda negatif, elektroda yang dimana anion berpindah, sel setengah lainnya termasuk elektrolit dan elektroda positif dimana kation berpindah. Reaksi redoks akan mengisi ulang baterai. Kation akan tereduksi (elektron akan bertambah) di katoda ketika pengisian, sedangkan anion akan teroksidasi (elektron hilang) di anoda ketika pengisian. Ketika digunakan, proses ini dibalik. Elektrodanya tidak bersentuhan satu sama lain, namun terhubung via elektrolit. Beberapa sel menggunakan elektrolit yang berbeda untuk tiap sel setengah. Sebuah separator dapat membuat ion mengalir di antara sel-setengah dan bisa menghindari pencampuran elektrolit. Dalam hal ini baterai berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (watt hour / WH). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar kebutuhan daya listrik dan kemampuan modul surya dalam mengisi baterai. Baterai merupakan peralatan dan komponen yang sangat penting bagi suatu pembangkit tenaga surya. Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban (terutama untuk penerangan). Disamping itu baterai juga berfungsi untuk menyediakan daya kepada beban ketika tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan-perubahan yang terjadi pada beban.



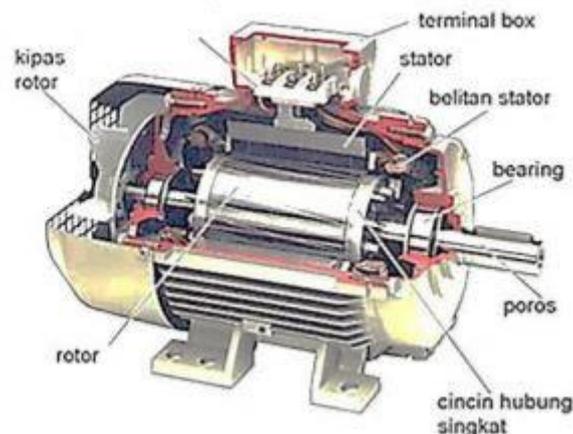
**Gambar 5. Baterai**

#### **D. Motor DC**

Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Pada prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja sebagai generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus searah. Oleh sebab itu, sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah.

Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat.

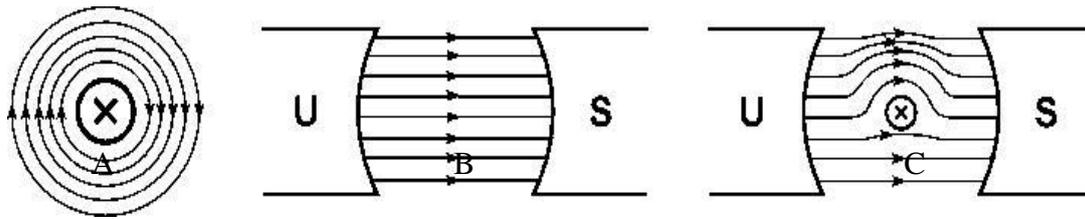
Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya sehingga akan menimbulkan momen putar atau torsi.



**Gambar 6. Kontruksi Motor DC**

#### **1. Prinsip Kerja Motor Arus Searah**

Sebuah konduktor yang dialiri arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Pada saat konduktor yang dialiri arus listrik yang ditempatkan pada suatu medan magnet maka konduktor akan mengalami gaya mekanik

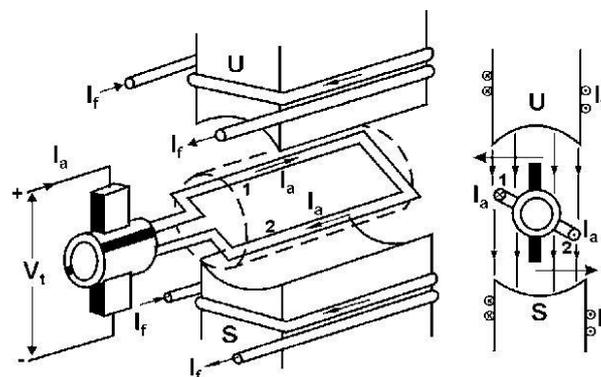


Gambar 7. Pengaruh penempatan konduktor berarus dalam medan magnet

Pada gambar (a) menggambarkan sebuah konduktor yang dialiri arus listrik menghasilkan medan magnet disekelilingnya. Arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor dapat diperoleh dengan menggunakan kaidah tangan kanan.

Kuat medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada konduktor. Sedangkan gambar (b) menunjukkan sebuah medan magnet yang arah medan magnetnya adalah dari kutub utara menuju kutub selatan. Pada saat konduktor dengan arah arus menjauhi pembaca ditempatkan didalam medan magnet seragam, maka medan gabungannya akan seperti yang ditunjukkan pada gambar (c) daerah di atas konduktor, medan yang ditimbulkan konduktor adalah dari kiri ke kanan, atau pada arah yang sama dengan medan utama. Hasilnya adalah memperkuat medan atau menambah kerapatan fluksi di atas konduktor dan melemahkan medan atau mengurangi kerapatan fluksi di bawah konduktor.

Dalam keadaan ini, fluksi di daerah di atas konduktor yang kerapatannya bertambah akan mengusahkan gaya ke bawah kepada konduktor, untuk mengurangi kerapatannya. Hal ini menyebabkan konduktor mengalami gaya berupa dorongan ke arah bawah. Begitu juga halnya jika arah arus dalam konduktor dibalik. Kerapatan fluksi yang berada di bawah konduktor akan bertambah sedangkan kerapatan fluksi di atas konduktor berkurang. Sehingga konduktor akan mendapatkan gaya tolak ke arah atas. Konduktor yang mengalirkan arus dalam medan magnet cenderung bergerak tegak lurus terhadap medan. Prinsip kerja sebuah motor arus searah dapat dijelaskan dengan gambar berikut ini.



Gambar 8. Prinsip perputaran motor DC

Pada saat kumparan medan dihubungkan dengan sumber tegangan, mengalir arus medan  $I_f$  pada kumparan medan karena rangkaian tertutup sehingga menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan. Selanjutnya ketika kumparan jangkar dihubungkan kesumber tegangan, pada kumparan jangkar mengalir arus jangkar  $I_a$ . Arus yang mengalir pada konduktor-konduktor kumparan jangkar menimbulkan fluksi magnet yang melingkar. Fluksi jangkar ini memotong fluksi dari kutub medan, sehingga menyebabkan perubahan kerapatan fluksi dari medan utama. Hal ini menyebabkan jangkar mengalami gaya sehingga menimbulkan torsi.



Gaya yang dihasilkan pada setiap konduktor dari sebuah jangkar, merupakan akibat aksi gabungan medan utama dan medan disekeliling konduktor. Gaya yang dihasilkan berbanding lurus dengan besar fluksi medan utama dan kuat medan di sekeliling konduktor. Medan di sekeliling masing-masing konduktor jangkar tergantung pada besarnya arus jangkar yang mengalir pada konduktor tersebut. Arah gaya ini dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri.

Besarnya gaya  $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\theta$ , karena arus jangkar (I) tegak lurus dengan arah induksi magnetik (B) maka besar gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet adalah

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ Newton} \quad (1)$$

Dimana:

F = Gaya lorenz (Newton)

I = Arus yang mengalir pada konduktor jangkar (Ampere)

B = Kerapatan fluksi (Weber/m<sup>2</sup>)

l = Panjang konduktor jangkar (m)

Sedangkan torsi yang dihasilkan motor dapat ditentukan dengan :

$$T = F \cdot r \quad (2)$$

Bila torsi yang dihasilkan motor lebih besar dari pada torsi beban maka motor akan berputar. Besarnya torsi beban dapat dituliskan dengan:

$$T = K \cdot \Phi \cdot I \quad (3)$$

$$K = \frac{P \cdot Z}{2\pi a} \quad (4)$$

Dimana:

T = torsi (N-m)

r = jari-jari rotor (m)

K = konstanta (bergantung pada ukuran fisik motor)

$\Phi$  = fluksi setiap kutub

I = arus jangkar (A)

P = jumlah kutub

z = jumlah konduktor

a = cabang paralel

## METODE PENELITIAN

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode design dan analisis, yaitu perancangan model dalam membuat sebuah objek penelitian berupa simulator kapal motor menggunakan sel surya. Kemudian objek diteliti dan diuji. Hasil pengujian dianalisa hingga diperoleh data dan spesifikasi alat yang dirancang. Kapal motor yang dirancang adalah pengembangan sistem konvensional menggunakan diesel menggantikan dengan kapal motor menggunakan sel surya. Berikut akan dijelaskan metodologi mulai dari penggunaan komponen, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

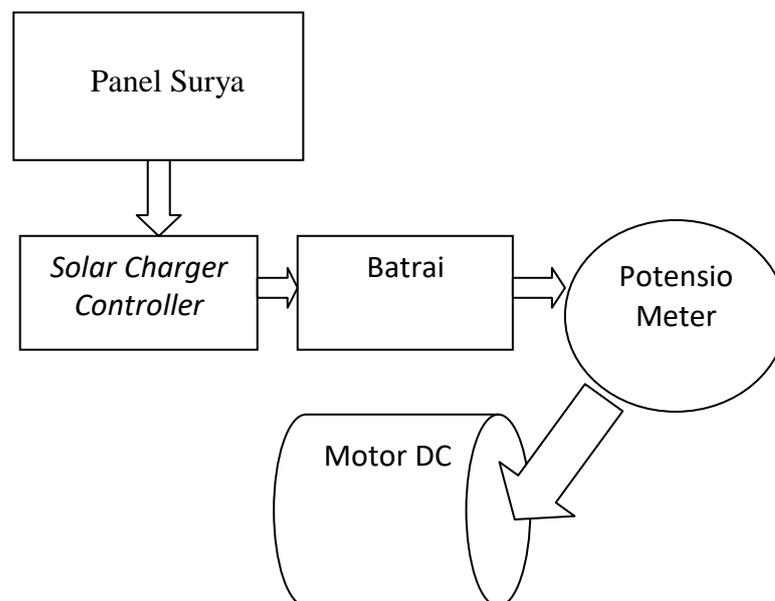
### A. Alat dan Bahan

Dalam perancangan ini, penulis memakai alat dan bahan seperti yang tertera dibawah ini :

1. Peralatan
  - a. Solder
  - b. Timah
  - c. Tang Potong
  - d. Tang jepit

- e. Obeng + dan –
  - f. Laptop
2. Bahan
- a. Kabel Adapter USB asp2.0 ISP sebagai pengirim data *software* kepada *hardware*
  - b. Panel surya *Mono Silicont* 5 V sebagai penerima cahaya matahari untuk dikonversikan sebagai energi listrik
  - c. Rangkaian konverter berfungsi sebagai mengubah energi listrik DC ke DC
  - d. LED sebagai lampu indikator menandakan pengisian daya pada baterai berfungsi dengan baik dan normal
  - e. Motor DC 5V sebagai pemutar kipas untuk penggerak kapal yang dirancang
  - f. Potensio meter 50K sebagai pengatur kecepatan putaran motor DC
  - g. Mikrokontroler ATMega16 sebagai pusat pengontrol sistem kerja alat yang dirancang
  - h. Papan PCB Lubang sebagai tempat peletakan komponen elektronika
  - i. Kabel 0,5 mm sebagai penghubung antara kaki-kaki komponen
  - j. Baterai 9 v sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dari sinar mata hari.

## B. Blok Diagram



Gambar 9. Blok Diagram

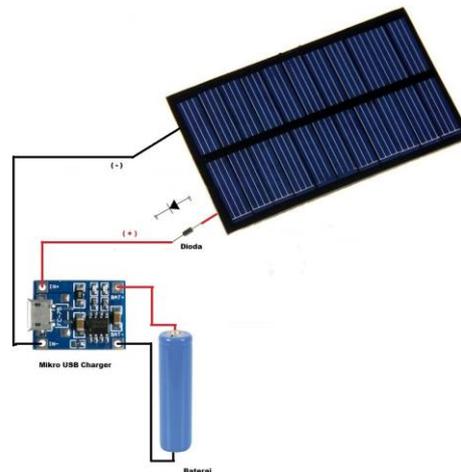
## C. Prinsip Kerja Sistem

Pada saat matahari sedang bersinar cerah, sel surya akan menangkap cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip *photovoltaic effect*, dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.

Seperti Baterai, Sel Surya juga dapat dirangkai secara Seri maupun Paralel. Pada umumnya, setiap Sel Surya menghasilkan Tegangan sebesar 0,45 ~ 0,5V dan arus listrik sebesar 0,1A pada saat menerima sinar cahaya yang terang. Sama halnya dengan Baterai, Sel Surya yang dirangkai secara Seri akan meningkatkan Tegangan (Voltage) sedangkan Sel Surya yang



dirangkai secara Paralel akan meningkatkan Arus (Current). Selanjutnya *solar charge controller* mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun maka baterai akan diisi kembali. *Solar Charge Controller* biasanya terdiri dari 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan *output* panel sel surya, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan beban). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada '*diode protection*' yang hanya dilewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya. Selanjutnya baterai yang sudah terisi penuh, disambungkan ke motor dc dengan tegangan input 9V, dan ukuran Panjang kapal 25 cm, lebar 15 cm. Rangkaian yang digunakan pada rancangan ini, rangkaian DC to DC converter Step down, karena yang dibutuhkan untuk mempercepat proses pengisian ulang baterai pada kapal adalah menaikkan arus bukan menaikkan tegangan. Jadi rangkaian DC to DC converter yang digunakan adalah rangkaian *stepdown*, yaitu menaikkan arus dan menurunkan tegangan. Tegangan yang dibutuhkan untuk proses pengisian ulang baterai sebesar 5 V. Dengan tegangan masukan dari solar cell yang sebesar 5.5 V, diturunkan menjadi 5.11 V untuk menaikkan arus dari 100 mA menjadi 176 mA. Selanjutnya motor dc akan berputar jika daya pada baterai terpenuhi. Pada simulator ini inverter tidak digunakan karena motor yang digunakan motor dc.



Gambar 10. Rangkaian Sistem



Gambar 11. Simulator Kapal Motor Menggunakan Panel Surya



## HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

### Hasil Penelitian

Dari perancangan simulator dilakukan pengujian dan pengukuran pada tegangan, arus dan lama waktu pengisian baterai yang tertera pada tabel di bawah ini :

**Tabel 1. Hasil Pengisian Baterai**

No	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Waktu (Menit)
1	5.11	176	98
2	4.82	156	88
3	4.26	103	103
4	3.97	97	115
5	3.65	89	125
6	3.36	68	133
7	2.64	50	150
8	2.45	47	162
9	1.80	35	180
10	1.75	30	188

Dari tabel terlihat bahwa arus terbesar adalah pada saat tegangan mencapai 5.11 V, yaitu 176 mA, dengan lama waktu pengisian 98 menit dan ini dilakukan pada siang hari. Makin kecil tegangan yang terukur, arus juga semakin kecil dan waktu pengisian baterai semakin lama. Hal ini sejalan dengan data yang dihasilkan dari pengujian/pengukuran yang dilakukan pada panel surya yang dapat di lihat dalam tabel berikut :

**Tabel 2. Pengujian Panel Surya**

No	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)
1	3960	5.11	176
2	3250	4.82	156
3	2750	4.26	103
4	2100	3.97	97
5	1560	3.65	89
6	1300	3.36	68
7	940	2.64	50
8	850	2.45	47
9	710	1.80	35
10	680	1.75	30

Semakin besar intensitas cahaya, maka tegangan dan arus akan semakin besar juga lama waktu pengisian baterai semakin kecil, jadi intensitas cahaya mempengaruhi lama waktu pengisian baterai dengan kata lain cuaca sangat mempengaruhi lama pengisian baterai. Besar tegangan akan mempengaruhi kerja motor dc seperti terlihat data dalam tabel berikut :

**Tabel 3. Pengujian Motor DC**

No	Tegangan (Volt)	Kondisi Putaran Motor
1	5	Motor Tidak Berputar



2	7	Motor Berputar Lambat
3	7.5	Motor Berputar Lebih Cepat
4	8	Motor Berputar Cepat
5	9	Motor Berputar Lebih Cepat

Dari tabel terlihat semakin besar tegangan maka putaran motor semakin cepat, untuk memperoleh tegangan yang diinginkan pada hal ini menggunakan komponen elektronika berjenis potensio meter, potensio meter dapat berfungsi sebagai tahanan yang dapat diubah-ubah besarnya sehingga tegangan keluaran dari baterai menuju motor dapat diubah sesuai dengan kebutuhan.

### Diskusi

Penentuan dan pemilihan motor listrik pada penelitian ini menggunakan motor DC dengan tegangan 12V. Energi yang diperoleh dari panel surya akan dikontrol dan distabilkan oleh rangkaian penstabil/stabilizer. Kemudian digunakan sebagai energi penggerak kapal dan energi disimpan dalam sebuah baterai. Motor yang digunakan sebagai penggerak kapal yaitu motor DC 12 V. Penentuan spesifikasi panel surya sangat diperlukan sebagai rancangan dasar penentuan energi yang dapat dimanfaatkan sebagai energi penggerak. Panel surya yang digunakan adalah jenis *mono-crystalline* dengan kapasitas 5 W.

Dari rancangan simulator ini terlihat panel surya dapat menggantikan penggunaan motor diesel pada perahu/kapal nelayan. Hanya saja untuk implementasi pada perahu yang sesungguhnya perlu diambil sampel ukuran perahu dan dibandingkan dengan simulator kapal motor ini.

### KESIMPULAN

Dari hasil rancangan simulator kapal motor menggunakan panel surya dapat diambil kesimpulan bahwa Panel surya yang digunakan tidak bisa menghasilkan daya yang besar, sehingga proses pengisian ulang pada baterai menjadi lama dengan waktu pengisian mencapai 1-2 jam dalam intensitas cahaya lebih dari 2100 lux. Selanjutnya kecepatan putaran motor dapat diatur dengan mengubah besaran tahanan/potensio yang masuk pada motor.

Pada saat malam hari kapasitas baterai hanya bertahan selama 15-20 menit untuk memutar / menggerakkan motor. Tetapi pada siang hari dan cuaca cerah, kapasitas baterai dapat bertahan hingga 2 jam, karena pada siang hari masih ada proses pengisian ulang pada baterai. Secara teoritis dan simulasi kapal motor menggunakan panel surya dapat menggantikan pemakaian bahan bakar minyak bumi.

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan panel surya yang mempunyai ukuran lebih besar, agar maksimum daya yang dihasilkan lebih besar.

Untuk implementasi langsung perlu kajian teoritis yang lebih dalam sesuai kebutuhan kapal nelayan.

### REFERENSI

- Alfatih, Muhammad. (2018) *Analisis Tahanan Dan Stabilitas Perahu Motor Berpenggerak Solar Cell*. Skripsi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Annisa, S., Lubis, Z., & Aryza, S. (2019). Metode Baru Untuk Pintu Loker Dengan Sistem



- Keamanan Wajah Menggunakan Algoritma Backpropagation. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 4(1), 9-13.
- Arindya, Radita. (2018) *Energi Terbarukan*. Teknosain , Yogyakarta
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, Pp. 190-195).
- Rahmaniar, H. Model Dan Analisis Gangguan Satu Konduktor Terbuka (One-Conductor Open Fault) Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Perangkat Lunak Matlab.
- Tarigan, A. P. (2020). Perancangan Pembangkit Gelombang Ultrasonic Variabel Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Ke-7* (Vol. 1, No. 1, pp. 327-333).
- Tharo, Zuraidah, dkk (2020) *Combination of Solar And Wind Power To Create Cheap And Eco-Friendly Energy*. [https://www.researchgate.net/journal/1757899X\\_IOP\\_Conference\\_Series\\_Materials\\_Science\\_and\\_Engineering/](https://www.researchgate.net/journal/1757899X_IOP_Conference_Series_Materials_Science_and_Engineering/)  
DOI: [10.1088/1757-899X/725/1/012140](https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012140)
- Wibowo, P. (2018). Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 4(2), 36-43.