

## RANCANG BANGUN SISTEM SEPEDA ENERGI SURYA DENGAN MEMANFAATKAN SOLAR CELL

**Didik Sugiyanto**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jl. Sunter Permai Raya, Sunter Agung Podomoro Jakarta Utara, 14350

email: didiksgy@gmail.com

### Abstrak

*Suatu masalah terbesar yang dihadapi oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia adalah masalah energi. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius, yaitu : (1) Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui, (2) Kenaikan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan (3) Polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>) akibat pembakaran bahan bakar fosil. Maka diperlukan sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya adalah dengan menggunakan sel fotovoltaik, yaitu suatu piranti yang dibuat dari bahan semikonduktor yang mampu mengubah energi elektromagnetik matahari menjadi energi listrik. Dengan teknologi fotovoltaik ini, energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai. rancang bangun ini diharapkan menjadi suatu alternatif untuk mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil dan menjadi sebuah alat transportasi baru yang ramah lingkungan.*

*Sepeda energi surya dirancang menggunakan sebuah modul solar cell yang dipasang diatas sepeda, dengan alat penyimpana arus (baterai) dan sebuah penggerak motor listrik DC. Rancang bangun ini dilakukan perhitungan melalui data pengukuran langsung untuk mengetahui karakteristik mekanik dari sepeda energi surya.*

*Dari hasil rancang bangun didapatkan data hasil perhitungan daya keluaran motor maksimum 25,64 Watt dengan putaran 980 rpm pada pembebanan 49 N yang diasumsikan pada sepeda dalam keadaan statis, dan perbandingan rasio total transmisi sebesar 1,125 : 1 . Sehingga untuk menggerakkan sepeda harus membutuhkan daya yang lebih besar lagi.*

**Kata kunci:** energi surya, solar sell, transmisi

### PENDAHULUAN

Suatu masalah terbesar yang dihadapi oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia adalah masalah energi. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius, yaitu: (1) Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui, (2) Kenaikan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan (3) Polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>) akibat pembakaran bahan bakar fosil (Brian, Yuliarto, 2005)

Untuk mengurangi pemakaian bahan bakar minyak, dikembangkan kendaraan *hybrid* yang digerakkan oleh tenaga manusia dan motor listrik yang disebut sebagai PAS (*Power Assist System*). Sebagai contoh kendaraan PAS adalah sepeda elektrik. sepeda elektrik menggunakan baterai/aki sebagai sumber energi untuk menggerakkan motor listrik. Sumber energi listrik yang digunakan untuk mengisi ulang baterai pada umumnya berasal dari sambungan listrik rumah (PLN), karena pada saat ini pembangkit listrik masih menggunakan

bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, maka diperlukan sumber energi alternatif untuk menghindari pemanfaatan sambungan listrik rumah tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan sel fotovoltaik, yaitu suatu piranti yang dibuat dari bahan semikonduktor yang mampu mengubah energi elektromagnetik matahari menjadi energi listrik. Dengan teknologi fotovoltaik ini, energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai (Sigit, 2006)

Dengan rancang bangun ini diharapkan menjadi suatu alternatif untuk mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil dan menjadi sebuah alat transportasi baru yang ramah lingkungan.

Mengingat sangat kompleksnya permasalahan yang dihadapi dalam rancang bangun ini, maka dalam tulisan ini dibatasi pada motor penggerak dengan melakukan pengukuran langsung untuk mengetahui karakteristik motor listrik (dipilih motor starter DC 12 Volt) serta dilakukan perhitungan sistem transmisi sepeda surya.

Perancangan ini bertujuan:

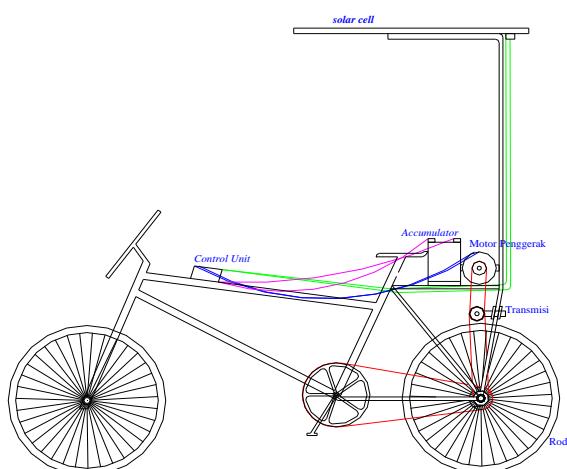
- Mengetahui aplikasi teknologi fotovoltaik (*solar cell*) mengenai mekanisme sistem penyerapan energi surya menjadi energi listrik kemudian dikonversi menjadi gerak mekanik.
  - Mengetahui kemampuan kerja sepeda energi surya.

Adapun manfaat yang diharapkan dalam rancang bangun ini adalah :

1. Memberikan gambaran mengenai mekanisme sistem penyerapan energi surya menjadi energi listrik kemudian dikonversi menjadi gerak mekanik.
  2. Memberikan gambaran mengenai sistem transmisi sepeda energi surya.
  3. Diharapkan bisa digunakan untuk penelitian dan pengembangan energi tenaga surya khususnya mengenai fotovoltaik (*solar cell*).

## METODOLOGI PENELITIAN

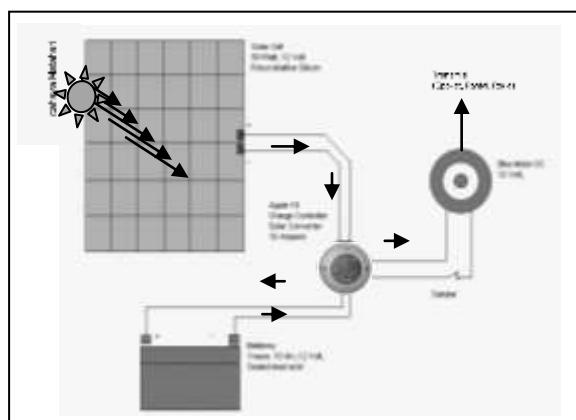
### Desain Perancangan Sepeda Energi Surya



**Gambar 1. Sket sepeda energi Surya**

Pada gambar 1 merupakan desain penempatan bahan dan alat yang direncanakan. Bahan dan alat yang digunakan adalah sepeda, motor listrik DC magnet permanen 12 V, solar cell 12 V 50 watt, baterai 12 V 10 Ah, roda gigi, kabel-kabel, chain drive, mur dan baut, bahan kimia untuk pelarut PCB, PCB, mikrokontroler, dan komponen elektronika. Sedangkan alat yang dipergunakan adalah *multitester*, *Toolkit box* dan bor.

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan; survey dan penyediaan alat dan bahan; perancangan sepeda bertenaga surya; pembuatan sepeda solar cell; pengujian solar cell; perbaikan rancangan awal; finalisasi sepeda solar cell dan pengujian ulang.



**Gambar 2. Rangkaian komponen sistem alat**

Komponen utama sepeda energi surya yang digunakan antara lain :

1. Sepeda konvensional
  2. Modul fotovoltaik (*Solar cell*)
  3. *Changer controller*
  4. Baterai (*Accumulator*)
  5. Motor Penggerak
  6. Sistem transmisi (sproket dan rantai)

## Pengukuran Motor Penggerak

Dalam perhitungan motor penggerak akan diambil data dengan cara menguji dan mengukur sepeda secara langsung di lapangan, dimana sepeda dioperasikan pada kondisi statis.

Mengukur karakteristik motor, dimana motor sudah diberi beban yang difungsikan sebagai variabel torsi.

### 1. Mengukur daya masukan ke motor

Adalah jumlah tenaga listrik yang dikonsumsi motor untuk beroperasi atau untuk menggerakkan beban muatan. Dengan cara mengalikan tegangan dan arus yang mengalir ke motor: (Chapman, 1991)

dimana :  $P_{in}$  = daya input motor (Watt)

$V$  = tegangan motor (Volt)

I = arus motor (A)

2. Mengukur kecepatan putar motor dan menghitung daya keluaran motor .

Pengukuran dilakukan pada saat motor dalam kondisi tidak terangkai dengan sistem transmisi, karena yang diuji hanya karakteristik motor saja. Dengan menempelkan *probe* rpm-meter pada poros motor yang sedang berputar, maka akan terbaca kecepatan putaran poros motor di *tachometer* dalam satuan rpm. Setiap nilai kecepatan tersebut dikonversi menjadi kecepatan sudut (rad/s). Kemudian dikalikan dengan besar torsi pada saat itu, sehingga diperoleh daya keluaran motor: (Chapman, 1991)

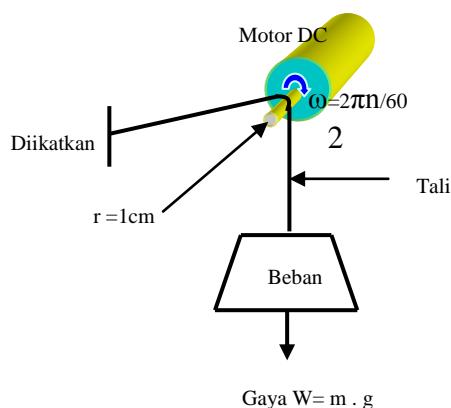
$$P_{out} = \omega \cdot \tau \quad \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

$P_{out}$  = daya keluaran motor (W)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

$\tau$  = torsi poros motor (Nm)



**Gambar 3. Pengukuran torsi motor**

### 3. Menghitung efisiensi kerja motor

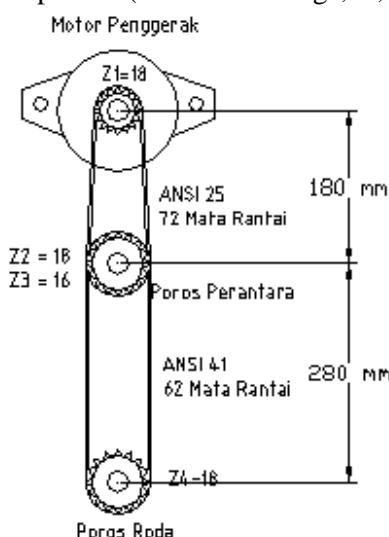
Membandingkan hasil pengukuran daya keluaran motor terhadap hasil pengukuran daya masukan motor: (Zuhal, 1990)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad \dots \dots \dots (3)$$

dimana :  $\eta$  = efisiensi motor (%)

### 4. Sistem transmisi

Pada perhitungan transmisi sistem sepeda energi surya dipakai sistem transmisi rantai dan sproket. (Sularso dan Suga, K, 1997)



**Gambar 4. Model sistem transmisi**

Dipilih rantai rol ANSI 25 dan ANSI 41 dengan spesifikasi sebagai berikut

Jarak sumbu poros ( $c_1$ ) = 180 mm

Jarak sumbu poros ( $c_2$ ) = 280 mm

Jarak bagi rantai ( $P_1$ ) = 6,35 mm

Jarak bagi rantai ( $P_2$ ) = 12,70 mm

Jumlah gigi sproket  $Z_1 = 18$

Jumlah gigi sproket  $Z_2 = 18$

Jumlah gigi sproket  $Z_3 = 16$

Jumlah gigi sproket  $Z_4 = 18$

Perbandingan transmisi (*Rasio*)

$$\text{Rasio total}(i_{tot}) = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_4}{Z_3} \quad \dots \dots \dots (4)$$

dimana :  $i_{tot}$  = perbandingan transmisi  
 $Z$  = jumlah gigi sproket

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran karakteristik motor sebagai berikut :

**Tabel 1. Data hasil pengukuran daya masukan motor**

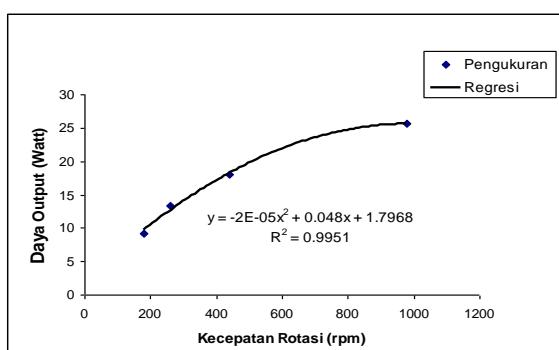
Beban (N)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Masuk (Watt)
49	2,10	17	35,70
78,48	2,04	12,5	25,50
98,1	1,80	12	21,60
117,72	1,48	10	14,80

**Tabel 2. Data hasil pengukuran kecepatan putaran dan daya keluaran motor**

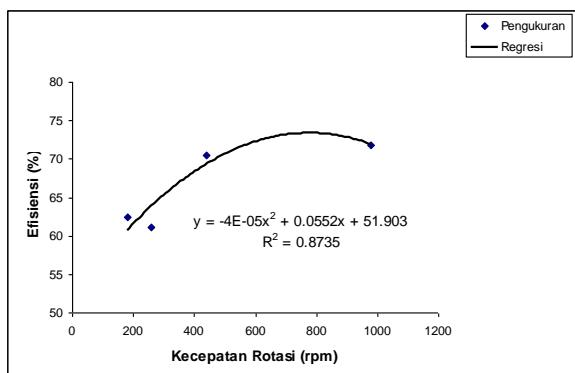
Beban (N)	Torsi (Nm)	Kecepatan Motor (rpm)	Daya keluaran (Watt)
49	0,25	980	102,6
78,48	0,39	440	46,05
98,1	0,49	260	27,2
117,72	0,59	180	18,84

**Tabel 3. Efisiensi motor**

Daya masukan ( $P_{in}$ ) (Watt)	Daya keluaran ( $P_{out}$ ) (Watt)	Efisiensi Motor ( $\eta$ ) (%)
35,70	25,64	71,82
25,50	17,96	70,43
21,60	13,33	61,17
14,80	9,23	62,37



**Gambar 5. Grafik daya keluaran motor vs kecepatan motor**



**Gambar 6. Grafik efisiensi motor vs kecepatan motor**

## PEMBAHASAN

Dari data hasil pengukuran pada tabel 1 didapatkan daya maksimum sebesar 35,70 Watt pada pembebahan 49 N dan ketika dilakukan pembebahan yang lebih besar 117,72 N, daya yang dihasilkan menurun menjadi 14,80 Watt. Jadi semakin besar beban yang diterima oleh motor maka daya motor akan terjadi penurunan. Hal ini bisa terjadi karena kondisi motor starter yang sudah mengalami modifikasi serta pengurangan dan penambahan komponen pada motor, yang mengakibatkan terjadinya perubahan sifat dan fungsi dari motor itu sendiri.

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar daya output yang dihasilkan motor maka kecepatan putar motor juga akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi karena faktor pembebahan yang relatif ringan mengakibatkan putaran pada motor menjadi lebih besar, sehingga semakin besar pembebahan yang diterima oleh motor putaran yang dihasilkan akan semakin kecil (lihat tabel 2). Besarnya daya keluaran motor dipengaruhi dari besar torsi dan kecepatan sudut yang dihasilkan oleh motor.

Dari gambar 6 menunjukkan bahwa efisiensi motor akan berbanding lurus dengan kecepatan motor dimana semakin besar efisiensi motor yang dihasilkan maka kecepatan putaran motor juga akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi perbandingan daya keluaran motor dan daya masukan motor. Dari data hasil perhitungan tabel 3 besar efisiensi maksimum sebesar 71,82 %.

Dengan melihat perbandingan jumlah gigi yang dipakai dalam rancang bangun ini rasio total adalah sebesar 0,88. karena besar rasio yang kecil maka kebutuhan daya motor yang dibutuhkan juga akan besar.

## KESIMPULAN

Aplikasi teknologi fotovoltaik (*solar cell*) mengenai mekanisme sistem penyerapan energi surya menjadi energi listrik kemudian dikonversi menjadi gerak mekanik. Untuk kerja motor starter dalam rancang bangun sepeda energi surya masih kurang mampu untuk mentransmisikan kerja sepeda secara optimal hal ini dikarenakan daya keluaran motor yang kecil, dan sifat dari motor starter yang hanya dihidupkan kurang dari 30 detik, apabila penyalaan motor melebihi dari batas waktu yang ditentukan maka akan terjadi kerusakan pada komponen motor itu sendiri jadi untuk konversi dari energi listrik menjadi gerak mekanik perlu adanya modifikasi pada motor DC.

Kemampuan kerja sepeda energi surya, dipengaruhi oleh perbandingan transmisi dan selanjutnya juga mempengaruhi kecepatan putaran roda, karena fungsi dari transmisi adalah untuk menggerakkan elemen yang satu ke elemen yang lain. Semakin besar perbandingan transmisi yang dihasilkan maka daya motor yang dibutuhkan akan menjadi kecil. Dengan melihat perbandingan jumlah gigi yang dipakai dalam rancang bangun ini rasio total adalah sebesar 0,88. karena besar rasio yang kecil maka kebutuhan daya motor yang dibutuhkan juga akan besar

## DAFTAR PUSTAKA

- Brian Yuliarto, (2005). Solusi Kebutuhan Energi Masa Depan, Harian Kompas, 18 Agustus 2005.
- Chapman, S. J., 1991, *Electric Machinery Fundamentals*, 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill International. Pp.202.
- Niemann, G., 1992. Elemen Mesin Desain dan Kalkulasi Dari Sambungan, Bantalan, dan Poros, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sigit W, 2006, Analisa Kerja Sistem Transmisi Sepeda Elektrik Surya, UGM yogjakarta, Yogyakarta.
- Sularso dan Suga, K., 1997, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Zuhal, 1990, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, PT.Gramedia utama, Jakarta.