

PERANCANGAN MESIN LISTRIK PEMOTONG RUMPUT DENGAN ENERGI AKUMULATOR

Umar, Agus Tain, Jatmiko
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: umar@ums.ac.id

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan merancang mesin pemotong rumput dengan menggunakan motor listrik 100 watt dan mengetahui ketahanan energi pada akumulator.

Desain mesin pemotong rumput menggunakan energi listrik dari PLN yang disimpan dalam akumulator 12 volt 10 Ah dengan battery charger untuk pengisiannya. Energi listrik tersebut akan digunakan sebagai sumber listrik pada saat mesin berfungsi sebagai penggerak motor AC 220 volt 100 watt. Inverter berkapasitas 200 watt sebagai pengubah tegangan DC 12 volt ke AC 220 volt. Untuk mengatur putaran, menggunakan pengatur kecepatan motor.

Hasil pengujian berdasarkan pengatur kecepatan tanpa beban pada motor, posisi potensio minimal, tegangan pada motor 30 volt motor tidak dapat berputar. Posisi potensio $\frac{1}{2}$, tegangan pada motor 110 volt dan motor berputar 3025 Rpm dengan arus pada motor 0.15 ampere, akumulator tahan selama 202 menit. Posisi potensio $\frac{3}{4}$ tegangan pada motor 165 volt berputar 4537 Rpm dengan arus pada motor 0.2 ampere, akumulator bertahan selama 153 menit. Posisi potensio maksimal tegangan pada motor 220 volt berputar 6051 Rpm dengan arus pada motor 0.3 ampere, akumulator bertahan selama 100 menit. Sedangkan menggunakan beban (rumput), Posisi potensio minimal dan posisi potensio $\frac{1}{2}$ motor tidak dapat berputar. Posisi potensio $\frac{3}{4}$ motor berputar 3615 Rpm dengan arus pada motor 0,35 amper, akumulator bertahan selama 85 menit. Posisi potensio maksimal motor berputar 5020 Rpm dengan arus pada motor 0.45, akumulator bertahan 68 menit. Ketahanan energi pada akumulator tersebut berdasarkan indikator alarm yang mendeteksi pada saat low battery (10.4 – 11 volt).

Kata kunci : Pemotong rumput, Inverter, Motor.

1. PENDAHULUAN

Memiliki suatu halaman yang luas mungkin merupakan kewajiban untuk merawatnya, hal itu berpengaruh pada biaya perawatan. Mengurus halaman berbanding lurus dengan luasnya, sedangkan halaman tidak menghasilkan *return* sepeserpun. Rumput misalnya, banyak cara yang dapat dilakukan agar rumput bisa menjadi indah dan nyaman bagi sebagian orang yang melihatnya, bisa dengan sabit, gunting rumput atau dengan mesin pemotong rumput.

Mesin pemotong rumput sangat diminati sebagian masyarakat karena sesuai fungsinya mesin pemotong rumput ini dapat mempermudah pekerjaan manusia dengan cepat. Perkembangannya mesin pemotong rumput yang sering dijumpai di masyarakat

masih menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk konsumsi energinya. Kelangkaan BBM yang disebabkan oleh kenaikan harga minyak dunia yang signifikan, telah mendorong pemerintah untuk mengajak masyarakat mengatasi masalah energi bersama-sama dan mulai mengganti serta menggunakan energi alternatif untuk sumber energi baru.

Berbagai upaya untuk mengatasi masalah diatas telah dilakukan oleh pemerintah dan para peneliti, salah satunya adalah dengan mencari energi alternatif. Penelitian ini, sumber energi alternatif adalah energi listrik sebagai penggerak utamanya, sehingga dapat menghemat pengeluaran BBM untuk mesin pemotong rumput.

Mesin pemotong rumput “Paijo-1” generasi pertama menggunakan motor listrik AC 220 volt 125 watt 6000 rpm merk YKK yang lazim digunakan pada mesin jahit. Untuk mereduksi putaran, Paijo menggunakan *pulley* dan belt dengan ratio 1 : 6 sehingga putaran pisau pemotong 1000 rpm.

Mesin pemotong rumput “Paijo-2” generasi kedua, menggunakan motor AC yang memakai *carbon brush* (2000-3000rpm) tanpa adanya pengatur kecepatan. Pada sumber tegangan, mesin buatan paijo ini masih menggunakan kabel yang dihubungkan ke stop kontak langsung, tanpa menggunakan *battery* atau *accu* sebagai penyimpan energi.

Penelitian ini menggunakan motor listrik AC 220 volt 100 watt (6000 rpm) merk National dan penambahan pengatur kecepatan motor supaya bisa diatur putaran rpm yang diinginkan. Pada sumber tegangan, akan dipasang *battery* sebagai penyimpan energi listrik. Sehingga akan didapatkan sebuah alat pemotong rumput tenaga listrik yang lebih canggih dan lebih efektif.

Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu perangkat mesin yang menghasilkan energi mekanik atau gerak dari sumber energi listrik. Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum adalah sebagai berikut

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran (*loop*) maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Akumulator (*accu*, aki)

Akumulator adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia sehingga dapat digunakan pada tempat atau waktu yang lain. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. Ini karena reaksi kimia dalam sel dapat dibalikkan arahnya. Jadi sewaktu sel dimuati, energi listrik diubah menjadi energi kimia, dan sewaktu sel bekerja, energi kimia diubah menjadi energi listrik.

Akumulator yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas 12V-10Ah, yang artinya akumulator tersebut bertegangan 12 Volt dan memiliki kemampuan 10 Ampere selama 1 jam. Untuk menghitung lama waktu ketahanan energi pada akumulator dapat dihitung dengan rumus :

$$t = \frac{I_s}{I_b} \quad (1)$$

dengan :

t : Waktu (Jam)

I_s : Kapasitas Arus Akumulator (*Ampere Hour*)

I_b : Arus Beban (Ampere)

Inverter

Inverter adalah Rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Rangkaian pada inverter menggunakan trafo step up sebagai penaik tegangan. Hubungan antara tegangan, kuat arus dan jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder dirumuskan :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2)$$

dengan:

V_p = tegangan primer (tegangan input = V_i) dengan satuan volt (V)

V_s = tegangan sekunder (tegangan output = V_o) dengan satuan volt (V)

N_p = jumlah lilitan primer

N_s = jumlah lilitan sekunder

I_p = kuat arus primer (kuat arus input = I_i) dengan satuan ampere (A)

I_s = kuat arus sekunder (kuat arus output = I_o) dengan satuan ampere (A)

Trafo pada inverter yang memakai trafo step up dengan menggunakan sumber tegangan aki atau akumulator 12 volt 10 Ah dapat dihitung sebagai berikut :

1. Perbandingan belitan

Primer	:	Sekunder
1	:	$\frac{V_s}{V_p}$
1	:	$\frac{220}{12}$
1	:	18.3

Belitan Primer dan sekunder 1 berbanding 18.3

2. Arus

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$\frac{I_s}{10} = \frac{12}{220}$$

$$I_s = 0.54 \text{ A}$$

Arus *output inverter* hanya mampu melayani beban maksimal 0.54 Ampere.

Battery Charger

Battery charger adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengisi *battery* dengan tegangan konstan hingga mencapai tegangan yang ditentukan. Bila level tegangan yang ditentukan itu telah tercapai, maka arus pengisian akan turun secara otomatis sesuai dengan settingan dan menahan arus pengisian hingga menjadi lebih lambat sehingga indikator menyala menandakan *battery* telah terisi penuh.

Rangkaian *battery charger* terdapat rangkaian *regulator* dan rangkaian *comparator*. Rangkaian *regulator* berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran agar tetap konstan, sedangkan rangkaian *comparator* berfungsi untuk menurunkan arus pengisian secara otomatis pada *battery* pada saat tegangan pada *battery* penuh dan menahan arus pengisian hingga menjadi lebih lambat sehingga menyebabkan indikator aktif menandakan *battery* telah terisi penuh

Pengatur Kecepatan Motor

Pengatur kecepatan motor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putar motor. Kontrol kecepatan motor yang dikembangkan mampu memberikan beberapa kondisi operasi motor, masing-masing memberikan harga maksimum yang berbeda-beda dari laju output motor. Pengaturan kecepatan dengan cara memasang tahanan depan (*rheostat resistance*) dihubungkan seri dengan motor. Tahanan dapat diatur bervariasi pada motor yang akan memberikan tegangan masuk bervariasi pada motor.

Besar kecilnya arus dan tegangan dipengaruhi oleh hambatan (R) penghantar, Semakin kecil hambatan (R) semakin besar arus yang mengalir dan sebaliknya. Hal ini dapat ditunjukkan oleh persamaan hukum Ohm.

$$I = \frac{V}{R} \tag{3}$$

dengan :

- I = arus (Ampere)
- V = tegangan (Volt)
- R = hambatan (Ohm)

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan utama yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah:

1. Roda
2. Laker dan As
3. Baut baja sebanyak 2 buah
4. Baut besi 4 buah
5. Besi silinder
6. Besi siku
7. Plat Besi
8. Cat Besi 0.35 liter
9. Tiner 1 liter
10. Engsel pintu
11. Pisau Pemetong rumput
12. Rangka Besi

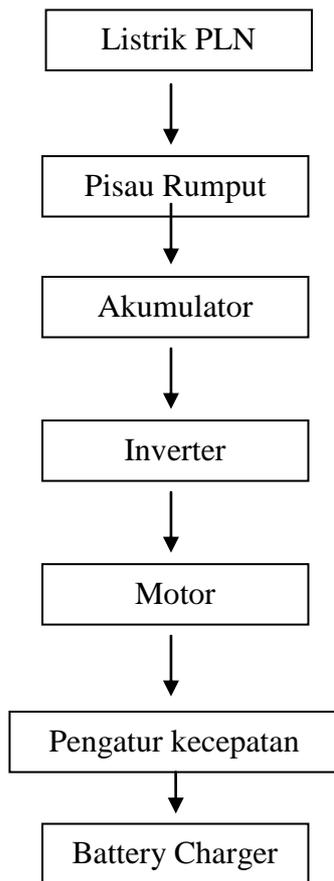
Peralatan :

1. Akumulator 12 volt
2. Inverter 200 watt
3. Pengatur kecepatan motor AC

4. Saklar
5. Multimeter analog dan digital untuk mengukur tegangan dan arus. Serta Tachometer untuk mengukur kecepatan putaran.
6. Mesin bubut, mesin las, mesin bor, gerinda, sped cat
7. Peralatan kunci, palu, obeng, tanggem, penggaris.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem mesin pemotong rumput tenaga listrik ini meliputi *Battery Charger* sebagai pengisi energi listrik pada akumulator. Akumulator yang terisi energi listrik diteruskan oleh *inverter* yang berfungsi sebagai pengubah tegangan dari akumulator DC menjadi AC untuk *supply* tegangan pada motor.



Gambar 1: Perancangan Sistem

Perancangan Alat

1. Merancang desain mesin pemotong rumput.

2. Merancang desain motor listrik untuk diaplikasikan pada mesin pemotong rumput.

Pembuatan Alat

1. Membuat kerangka mesin pemotong rumput
2. Membuat rangkaian maupun kontroler.

Pengujian dan Pengukuran Alat

1. Pengujian ketahanan energi akumulator pada kecepatan minimal sampai dengan kecepatan maksimal.
2. Pengukuran arus keluaran DC dan AC .
3. Pengukuran Tegangan minimal sampai dengan maksimal.
4. Pengukuran Rpm.

3. HASIL PENELITIAN

Data penelitian berdasarkan pada hasil pengujian ketahanan energi akumulator yang telah dilakukan. Data penelitian ini meliputi pengukuran Rpm, tegangan dan arus pada akumulator serta tegangan dan arus pada motor saat motor bekerja yang kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel hasil pengujian.

Ketahanan energi akumulator, nantinya akan dideteksi oleh indikator lampu yang bekerja sebelum energi pada akumulator habis, apabila akumulator *low battery* (10.4-11.0 volt) indikator alarm akan menyala terang. Apabila tegangan pada akumulator mengalami *low battery* (9.7-10.3 volt) dan *high battery* (14.5-15.5 volt), inverter akan memutus rangkaian secara otomatis.

Hasil Percobaan

Hasil Percobaan Pengukuran Secara Langsung Tanpa Beban.

Posisi potensio minimal, tegangan pada motor 30 volt motor tidak dapat berputar. Posisi potensio $\frac{1}{2}$, tegangan pada motor 110 volt dan motor berputar 3025 Rpm. Posisi potensio $\frac{3}{4}$ tegangan pada motor 165 volt berputar 4537 Rpm. Posisi potensio maksimal tegangan pada motor 220 volt berputar 6051 Rpm.

Akumulator mengalami *drop* tegangan

pada posisi potensio $\frac{3}{4}$ yang semula 12 volt menjadi 11.5 volt hingga kecepatan maksimal tegangan akumulator menjadi 11.5 volt.

Ketahan energi akumulator berdasarkan indikator alarm yang menyala *low battery*(10.4 – 11 volt), yang dimulai dari posisi potensio $\frac{1}{2}$ hingga posisi potensio maksimal mengalami perbedaan secara hitungan menit.

Tabel 1: Kekuatan tahanan ke aki

Posisi Potensio $\frac{1}{2}$	202 Menit
Posisi Potensio $\frac{3}{4}$	153 Menit
Posisi Potensio Maksimal	100 Menit

Ketahanan kekuatan Aki atau akumulator ,posisi potensio $\frac{1}{2}$ dan posisi potensio $\frac{3}{4}$ selisih waktu lumayan lama 51 menit. Sedangkan pada posisi potensio $\frac{3}{4}$ dan posisi potensio maksimal selisih waktu 47 menit. Semakin besar arus pada motor, maka semakin besar juga arus yang diserap dari akumulator.

Hasil percobaan pengukuran secara langsung menggunakan beban

Posisi potensio minimal, tegangan pada motor 30 volt motor tidak dapat berputar. Posisi potensio $\frac{1}{2}$, tegangan pada motor 110 volt juga tidak dapat berputar. Posisi potensio $\frac{3}{4}$ tegangan pada motor 165 volt berputar 3615 Rpm. Posisi potensio maksimal tegangan pada motor 220 volt berputar 5020 Rpm.

Akumulator mengalami *drop* tegangan pada posisi potensio $\frac{3}{4}$ yang semula 12 volt menjadi 11.5 volt hingga kecepatan maksimal tegangan akumulator menjadi 11.5 volt. Ketahanan energi akumulator posisi potensio $\frac{3}{4}$ dan posisi potensio maksimal selisih waktu 30 menit.

Perbandingan Ketahanan Energi Akumulator tanpa beban dan berbeban
Tanpa Beban

1. Posisi Potensio $\frac{1}{2}$

$$t = \frac{I_s}{I_b}$$

$$t = \frac{10}{2.8}$$

$$t = 3.57 \text{ Jam}$$

$$t = 214 \text{ menit}$$

2. Posisi Potensio $\frac{3}{4}$

$$t = \frac{I_s}{I_b}$$

$$t = \frac{10}{3.7}$$

$$t = 2.7 \text{ Jam}$$

$$t = 162 \text{ menit}$$

3. Posisi Potensio maksimal

$$t = \frac{I_s}{I_b}$$

$$t = \frac{10}{5.6}$$

$$t = 1.78 \text{ Jam}$$

$$t = 106 \text{ menit}$$

Menggunakan Beban (Rumput)

1. Posisi Potensio $\frac{3}{4}$

$$t = \frac{I_s}{I_b}$$

$$t = \frac{10}{6.6}$$

$$t = 1.51 \text{ Jam}$$

$$t = 90 \text{ menit}$$

2. Posisi Potensio maksimal

$$t = \frac{I_s}{I_b}$$

$$t = \frac{10}{8.3}$$

$$t = 1.20 \text{ Jam}$$

$$t = 72 \text{ menit}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian dan analisa dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besar kecilnya arus dan tegangan dipengaruhi oleh hambatan (R) penghantar. Semakin kecil hambatan (R) semakin besar arus yang mengalir dan sebaliknya.
2. Percobaan tanpa beban menghasilkan output tegangan, arus dan rpm berturut pada motor :
Posisi potensio minimal (30 volt, 0.07 ampere, 0 rpm), Posisi potensio $\frac{1}{2}$ (110 volt, 0.15 ampere, 3025 rpm), Posisi potensio $\frac{3}{4}$ (165 volt, 0.2 ampere, 4537 rpm), Posisi potensio maksimal (220 volt, 0.3 ampere, 6051 rpm).
3. Percobaan menggunakan beban, Posisi potensio minimal dan posisi potensio $\frac{1}{2}$, motor tidak dapat berputar. Hal ini dikarenakan RPM pada motor saat posisi potensio minimal dan posisi potensio $\frac{1}{2}$ kurang tinggi. Posisi putaran potensio $\frac{3}{4}$ motor berputar 3615 dengan arus 0.35 ampere, posisi potensio maksimal motor berputar 5020 dengan arus 0.45 ampere.
4. Semakin besar arus pada motor, semakin besar juga arus yang diserap dari akumulator.
5. Adanya beban menyebabkan waktu ketahanan akumulator menjadi lebih kecil dibanding tanpa beban

4.2 SARAN

Beberapa saran untuk pengembangan ke arah yang lebih antara lain :

1. Pengembangan komponen komponen agar penelitian ini kedepannya lebih baik.
2. Memperbesar kapasitas akumulator, sehingga energi dapat bertahan lebih lama.
3. Mengembangkan mesin pemotong rumput dengan energi sel surya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 2009. *Battrey Charger Akumulator*.<http://www.dunialistrik.blogspot.com/Battrey-Charger-Akumulator.html/>. 5 Maret 2014
2. Anonim. 2010. *Inverter DC to AC*.<http://kampungelektrik.com/Inverter-DC-to-AC/>. 20 April 2014
3. Anonim. 2009. *Motor Listrik AC SatuFasa*.<http://www.dunialistrik.blogspot.com/motor-listrik-ac-satu-fasa.html/>. 5 Maret 2014
4. Anonim. 2010. *Teori Pengatur KecepatanMotor*.<http://www.wordpress.com/pengatur-kecepatan-motor-analog/>. 5 Maret 2014
5. Jong Jek Siang. 2003. *Kiat Sukses Menyusun Skripsi*. Andi Offset
6. Paijo. 2007. *Mesin Pemotong Rumput Paijo*. Bengkel Listrik Paijo.
7. William D. Stevenson, Jr. 1994. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Erlangga