

RANCANG BANGUN MESIN POMPA AIR DENGAN SISTEM *RECHARGING*

Oleh

K. Lingga Yana¹ K. Rihendra Dantes² N. Arya Wigraha³

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Pengembangan mesin pompa air dengan sistem *recharging*, bertujuan untuk membantu masalah pendistribusian air pada daerah yang mengalami krisis energi. Mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini mampu beroperasi dengan sumber daya dari baterai sehingga sangat hemat energi, ramah lingkungan dan mudah dibawa kemana saja karena dimensinya tidak terlalu besar. Penelitian ini menggunakan pendekatan fungsional dan pendekatan *structural*, dengan metode observasi, dokumentasi dan *prototype*. Data teknis mesin yang dibuat adalah, panjang 50 cm, lebar 28 cm, tinggi 35 cm, mesin berpenggerak motor dc 12 volt 2500 Rpm, transmisi 1:1. Hasil pengujian kinerja mesin didapatkan hasil sebagai berikut, tegangan yang dihasilkan 14 volt, arus yang dihasilkan 8 ampere, kapasitas air yang mampu dihisap 136,2 liter dengan pengoprasian mesin selama satu jam dan tanpa terjadi kerusakan komponen pada mesin pompa air dengan sistem *recharging*. Keberhasilan penelitian ini dapat menekan biaya operasional untuk pendistribusian air pada daerah yang mengalami krisis energi, serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena pengoperasiannya tidak menggunakan BBM dan listrik PLN.

Kata Kunci : Kinerja, Mesin Pompa Air Dengan Sistem *Recharging*, Ramah Lingkungan

ABSTRACT

Development of water pump machine with recharging system, aims to help the distribution of water in areas experiencing energy crises. Water pump machine with recharging system is able to operate with the resources of the battery so it is very energy efficient, environmentally friendly and easy to carry anywhere because the dimensions are not too large. This research uses functional approach and structural approach, with observation method, documentation and prototype. Engine technical data made is, length 50 cm, width 28 cm, height 35 cm, engine motor dc 12 volt 2500 Rpm, transmission 1: 1. Engine performance test results obtained as follows, the resulting voltage 14 volts, the resulting current 8 ampere, the capacity of water that can be sucked 136.2 liters with operating machine for one hour and without damage to the component on the water pump machine with recharging system. The success of this research can reduce the operational cost for the distribution of water in areas experiencing energy crisis, and can reduce environmental pollution because the operation does not use fuel and electricity.

Keywords: Performance, Water Pump Machine With Recharging System, Environmentally Friendly

PENDAHULUAN

Air merupakan suatu kebutuhan pokok masyarakat. Sebagai salah satu negara berkembang Indonesia memiliki daya konsumsi air yang cukup besar dalam kehidupan sehari-hari. Namun pada kondisi geografis Indonesia, beberapa daerah merupakan daerah yang berbukit-bukit dan beberapa daerah terpencil yang memiliki curah hujan yang rendah terkadang menjadi kendala untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat.

Sebagai negara yang memiliki jumlah penduduk yang cukup padat, fenomena ini dapat mempengaruhi kualitas hidup masyarakat. Kita tahu bahwa sifat air adalah mengalir dari daratan tinggi ke daratan yang lebih rendah. Berdasarkan observasi lapangan terdapat masalah mengenai ketersediaan sumber air permukaan tidak sesuai kebutuhan karena banyaknya pengalihan fungsi lahan dan penebangan hutan. Karena itu berbagai metode dilakukan oleh kelompok-kelompok masyarakat di berbagai daerah di Indonesia salah satunya yaitu menggunakan mesin pompa air untuk menaikkan air agar dapat memenuhi kebutuhan air mereka.

Pompa merupakan alat yang berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari banyak sekali aplikasi yang berkaitan dengan pompa. Contoh pompa yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari antara lain pompa air, pompa diesel, pompa *hydram*, pompa bahan bakar dan lain-lain, yang digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Dari sekian banyak pompa yang ada tentunya mempunyai prinsip kerja dan kegunaan yang berbeda-beda namun memiliki fungsi yang sama.

Selama ini teknik pengairan dengan menggunakan pompa, rata-rata menggunakan pompa listrik yang sumber dayanya berasal dari listrik PLN. Akan tetapi penggunaan pompa yang digerakkan

oleh energi listrik, bahan bakar maupun genset memerlukan biaya operasional (listrik atau bahan bakar) yang tinggi sehingga keberlanjutan (*sustainability*) usaha pompa dalam pendayagunaan air tanah tidak dapat dipertahankan.

Sesuai dengan permasalahan di atas maka diperlukan suatu perancangan pompa air listrik yang mampu memompa air dan sekaligus menghasilkan arus yang bisa digunakan untuk menhidupkan motor penggerak pompa air.

Alternator

Alternator merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin menjadi energi listrik.

Motor Arus Searah

Motor arus searah (motor DC) adalah sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Mesin Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari tekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa.

Pulley

Pulley adalah bagian atau elemen mesin yang berfungsi mentransmisikan atau meneruskan tenaga dari poros satu ke poros lain memakai sabuk. *Pulley* bisa dibuat dari besi tuang, baja tuang atau baja yang dicetak, *pulley* pada umumnya terbuat dari besi tuang.

Sistem *pulley* dengan sabuk terdiri dua atau lebih *pulley* yang dihubungkan dengan menggunakan sabuk. Sistem ini memungkinkan untuk memindahkan daya, torsi, dan kecepatan, bahkan jika *pulley* memiliki diameter yang berbeda dapat

meringankan pekerjaan untuk memindahkan beban yang berat

V-belt

V-belt berfungsi untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar. Sebagian besar sabuk transmisi menggunakan sabuk “V”, karena mudah penanganannya dan harganya murah. Selain itu sistem transmisi ini juga dapat menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah

Baterai

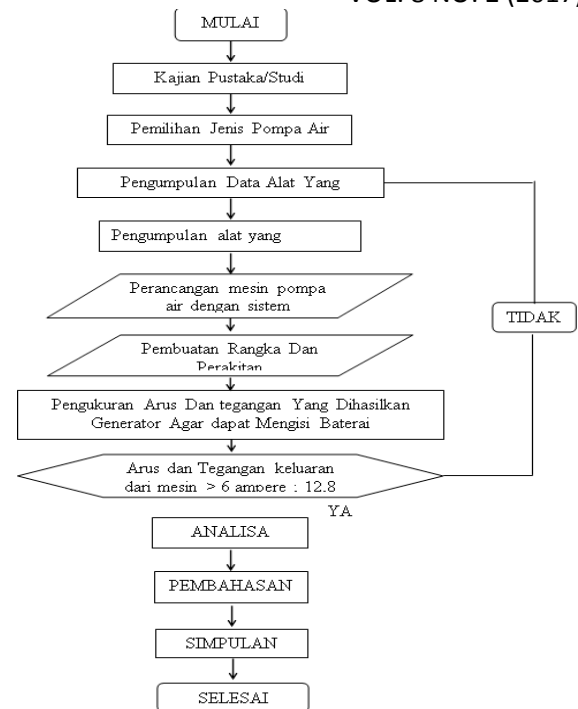
Baterai atau *accumulator* adalah suatu alat yang berfungsi menyimpan energi listrik dalam energi kimia, dimana akan mengeluarkan energi listrik bila diperlukan.

Rangka

Rangka berfungsi sebagai penyangga dan tempat dipasangnya komponen-komponen mesin

Metode

Tempat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah work shop 1 Pendidikan Teknik Mesin. Waktu penelitian ini dilakukan pada semester genap 2016/2017. Dalam penelitian ini secara sederhana prosedur penelitian ini dapat di diagramkan sebagai berikut:



Gmabar 3.1 Flow Chart

Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian yang akan dilaksanakan ini dapat dipaparkan sebagai berikut, 1. Laptop. 2. Mesin las 3. Tachometer, 4. Multimeter, 5. Mesin pompa air, 6. Motor DC 12 Volt. 7. Alternator, 8. Pulley, 9. V- Belt, 10. Baterai

Hasil dan Pembahasan

Penelitian pengembangan ini mengacu pada pengembangan rancangan dan model mesin pompa air yang pada umumnya menggunakan listrik PIN maupun bahan bakar minyak menjadi sebuah pompa air dengan sistem *recharging*, yang dibatasi pada beberapa tahap saja. Tahap-tahap tersebut meliputi: Tahap pengumpulan data, tahap perencanaan dan perancangan, tahap pengembangan dan, tahap validasi dan ujicoba. Berikut penjelasan tiap tahap yang dilakukan dalam penelitian dan pengembangan ini:

Perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging*

Perancangan dimulai dengan melakukan *survey* di beberapa tempat yang menjual berbagai jenis dan model mesin pompa air. Dari data yang didapat selanjutnya dilakukan proses pembuatan gambar dengan *Ansys R14.5*. pembuatan gambar mesin pompa air dengan sistem *recharging* dimulai dari pembuatan rangka, bagian rangka terdiri dari dudukan motor, alternator, mesin pompa air, dan regulator. Berikut adalah spesifikasi mesin pompa air dengan sistem *recharging* yang telah dirancang berdasarkan perhitungan – perhitungan teknik dapat dilihat pada Tabel 4.1

| | |
|------------------------------|---|
| Nama Alat | Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging |
| Operasi | Kontinyu |
| Fungsi Alat | Pemompa Air |
| Bentuk Alat Keseluruhan | Kubus |
| Dimensi: | |
| • Panjang | 500 mm |
| • Lebar | 280 mm |
| • Tinggi | 350 mm |
| Kecepatan Putaran Alternator | 1958 Rpm |
| Daya Hisap Pompa | 2,27 liter/menit dengan kedalaman 4 meter |
| Bahan dan Kontruksi | |
| • Kerangka | Besi L siku 50 x 50, 5 mm |
| • Dinding | |
| Daya Motor | 180 watt |
| Utilitas | Motor Listrik DC |
| Daya Baterai | 600 Watt |

Tabel 4.1 Spesifikasi mesin pompa air dengan sistem *recharging*

a. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penyangga dan tempat dipasangnya komponen-komponen mesin seperti motor, alternator, dan mesin pompa air. Desain rangka dirancang dengan panjang 500 mm, lebar 280 mm, dan tinggi 350 mm, dengan bahan besi L siku ukuran 50 x 50, 5 mm. Perancangan rangka ini bertujuan agar nanti rangka dapat menahan beban komponen-komponen dari mesin pompa air dengan sistem *recharging*.

b. Motor Penggerak

Motor berfungsi sebagai penggerak alternator untuk

menghasilkan tegangan dan arus. Dalam perancangan ini motor yang digunakan adalah motor dc dengan tegangan 12 volt, arus 5-15 ampere, dan *torque* 1,4 Nm, dengan rpm 25

c. Alternator

Alternator berfungsi untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan inilah yang akan digunakan untuk mengisi kembali baterai dan untuk mensuplai kebutuhan arus listrik ke seluruh sistem kelistrikan yang terdapat pada mesin pompa air dengan sistem *recharging*. Alternator yang digunakan dalam alat ini adalah alternator dengan regulator mekanis, pemilihan regulator ini bertujuan untuk mempermudah penyetelan pada saat

d. Regulator

Regulator berfungsi untuk mengatur besar arus listrik yang masuk kedalam rotor coil sehingga tegangan yang dihasilkan alternator tetap konstan (sama) meskipun putarannya berubah-ubah. Dalam perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini regulator yang digunakan adalah regulator mekanis untuk mempermudah proses penyetelan jika arus dan tegangan yang dihasilkan alternator kurang untuk memenuhi kebutuhan arus dan tegangan mesin.

e. Pompa Air

Pompa Air berfungsi untuk menghisap air dari daratan rendah ke daratan yang lebih tinggi. Pompa air yang digunakan dalam perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini adalah pompa air dc vakum dengan tegangan 12 volt, arus 2,1 ampere, daya hisap 4 meter, daya sembur 2 liter/menit, dengan tekanan sembur air 4,888 bar dan dilengkapi dengan *swit on/of* otomatis.

f. Puli

Puli berfungsi untuk mentransmisikan torsi dan gerakan

berputar dari suatu komponen satu ke beberapa komponen lain. Dalam perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini adalah puli aluminium dengan diameter 65mm pada motor penggerak dan 60mm untuk alternator, pemilihan diameter puli ini didapatkan dari hasil perhitungan teknik (perhitungan tercantum pada proses pembuatan).

g. *V-belt*

V-belt berfungsi untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar. Pemilihan jenis *v-belt* dalam perancangan mesin pompa air dengan sistem

Proses Pembuatan

Setelah pembuatan gambar perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging* pengerjaan dilanjutkan dengan mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan mesin pompa air dengan sistem *recharging*. Hal pertama yang dilakukan adalah membuat mal gambar pada besi L siku dengan ukuran sesuai dengan yang ada dirancangan yang sudah dibuat, kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses pemotongan dengan menggunakan mesin gerinda tangan. Pemotongan ini diusahakan tidak tepat pada dimensi atau ukuran yang ada tetapi dilebihkan sekitar 5 mm agar dalam pengerjaan selanjutnya dimensi atau ukuran tidak terjadi pengurangan. Sebagai rangka utama besi L siku dengan tebal 5mm dipotong sepanjang 500mm sebanyak enam buah, panjang 350mm sebanyak delapan buah, dan panjang 280mm sebanyak empat buah. Besi L siku yang telah dipotong sesuai dengan ukuran kemudian disatukan hingga membentuk rangka sesuai gambar dengan menggunakan las listrik dengan ukuran kemudian disatukan hingga membentuk rangka sesuai gambar dengan menggunakan las listrik

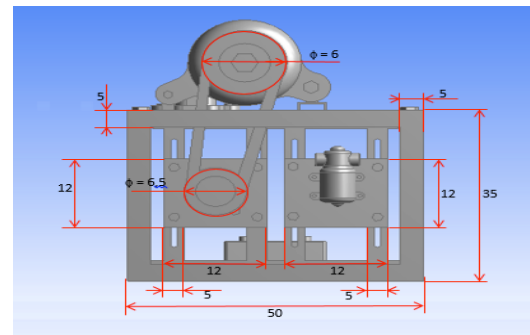
recharging ini berdasarkan perhitungan teknik. (perhitungan tercantum pada proses pembuatan).

h. Kipas

Kipas berfungsi untuk mendinginkan motor penggerak pada saat motor bekerja. Kipas yang digunakan dalam perancangan mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini adalah kipas dc 12 volt.

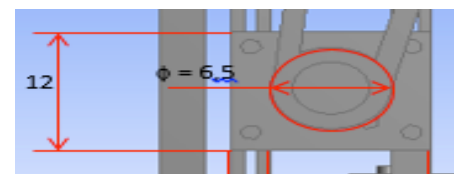
i. Saklar

Saklar berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik pada mesin pompa air dengan sistem *recharging*.



Gambar 4.1 Rangka mesin pompa air dengan sistem *recharging*

Pekerjaan selanjutnya adalah memotong besi plat berbentuk persegi sebagaiudukan motor penggerak dan pompa air dengan panjang dan lebar 120mm serta diameter lubang dalam 70 mm proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan gerinda tangan. Untuk pembuatan lubang di tengahnya dilakukan dengan cara memotong terlebih dahulu besi pelat menjadi dua buah bagian kemudian dilakukan pembentukan lubang dengan menggunakan gerinda duduk setelah proses itu selesai dua bagian tersebut disatukan kembali dengan menggunakan las listrik



Gambar 4.2 Dudukan motor penggerak

D_2 : Diameter Pulley Mesin Yang Digerakkan

Perhitungan puli motor penggerak

$$\frac{2000}{2849} = \frac{6}{D_2}$$

$$\frac{2000 \times 6}{1849}$$

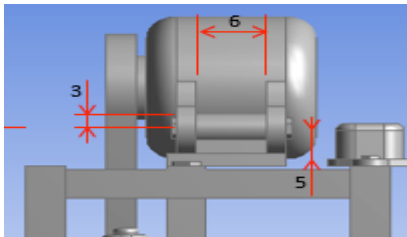
$$= 6,5 \text{ cm}$$

Perhitungan puli alternator

$$\frac{1849}{2000} = \frac{6,5}{D_2}$$

$$\frac{1849 \times 6,5}{2000}$$

$$= 6,0 \text{ cm}$$



Gambar 4.3 Dudukan alternatro
proses selanjutnya yaitu menentukan diameter pulli dan ukuran *v-belt* .Pemilihan diameter puli dilakukan berdasarkan perhitungan yang dilakukan sebelumnya didapat ukuran puli motor 6,5 cm dan puli alternator 6 cm dengan rumus dan perhitungan sebagai berikut:

Rumus menentukan diameter *Pulley*

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Keterangan:

n_1 : Rpm Motor Penggerak

n_2 : Rpm Mesin Yang Digerakkan

D_1 : Diameter Pulley Motor Penggerak

Setelah semua komponen yang diperlukan sudah tersedia maka dilakukan proses perakitan komponen sehingga menjadi satu kesatuan dari mesin pompa air dengan sistem *recharging*.

Perakitan alat

Perakitan dimulai dengan memasang motor penggerak ,alternator pada rangka yang sudah di buat kemudian dilanjutkan dengan

Setelah perhitungan untuk diameter pulli selesai kemudian dilanjutkan dengan perhitungan untuk menentukan panjang sabuk dan jenis sabuk yang digunakan dengan hasil perhitungan 22,8 inch, berikut penjelasannya,

Rumus,

$$L = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$$

Keterangan :

C : Jarak *center pulley/shaft*

D : Diameter *pulley* yang lebih besar

d : Diameter pulley yang lebih kecil

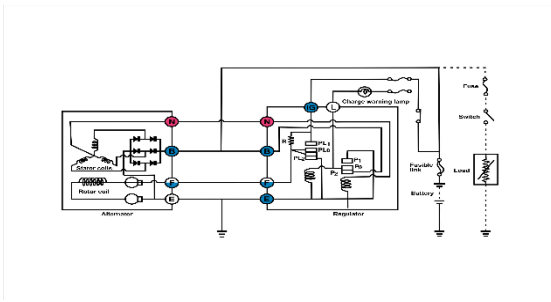
$$L = 2.210,75 \text{ mm} + 1,57(65\text{mm} + 6,5\text{mm}) + \frac{(6\text{mm} - 6,5\text{mm})^2}{4.210,75\text{mm}}$$

$$L = 421,5 \text{ mm} + 159,2 \text{ mm} + 0,02$$

$$L = \frac{580,72}{25,4}$$

$$L = 22,8 \text{ inc}$$

pemasangan sabuk V sebagai penerus putran dari motor ke alternator selanjutnya dilakukan pembuatan kabel bodi sesuai rangkaian yang telah dirancang sebelumnya, rangkaian bisa dilihat pada gambar.4.4



Gambar 4.4 Rangkaian kelistrikan mesin pompa air dengan sistem recharging

Tahap validasi dan ujicoba

Tahap validasi produk dilakukan agar produk yang dikembangkan dapat diketahui kelayakannya berdasarkan pengujian diantaranya yaitu pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator. Produk ini di anggap layak jika tegangan yang dihasilkan lebih tinggi dari 12 Volt. Kemudian dilanjutkan dengan uji coba produk, uji coba ini dilakukan di bak penampungan air gedung Pendidikan Teknik Mesin Undiksha Singaraja dan memperoleh hasil sebagai berikut:

Berikut merupakan tabel hasil pengujian mesin pompa air dengan sistem *recharging*

| Rpm | Waktu / menit | Volt | Ampere | Jumlah debit air |
|------|------------------|------|--------|---------------------|
| 2000 | 10 | 13,8 | 10 | 24,8 liter |
| 2000 | 20 | 14,2 | 8 | 47,2 liter |
| 2000 | 40 | 14 | 8 | 90,8 liter |
| 2000 | 60 | 14 | 8 | 136,2 liter |

Tabel 4.2 Hasil pengujian mesin pompa air dengan sistem *recharging*

Data diatas di dapatkan dari pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan generator pada putaran 2000 rpm dalam waktu 60 menit konstan atau sama dengan pengujian 2 dan 3. Dimana didapatkan tegangan pengisian sebesar 14 volt dan

arus pengisian sebesar 8 *ampere* , dengan debit air sebesar 136,2 liter, dilihat dari hasil yang diperoleh pada pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator cukup untuk mengisi baterai atau dapat melaksanakan proses *recharging* karena tegangan yang dan arus yang dihasilkan lebih besar dari beban yang diterima oleh batrai.

Pembahasan

Mesin pompa air dengan sistem *recharging* telah dibuat di *work shop* 1 Pendidikan Teknik Mesin Undiksha dengan beberapa tahapan yang diawali dengan proses perancangan menggunakan *Ansys 14,5*, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan alat yang dibutuhkan. Setelah semua alat yang dibutuhkan terkumpul kemudian dilakukan pembuatan rangka sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya, setelah proses pembuatan rangka selesai langkah selanjutnya dilakukan proses perakitan komponen-komponen mesin pompa air dengan sistem *recharging*, setelah itu dilanjutkan dengan poses pembuatan kabel bodi. Setelah semua proses pembuatan alat selesai dilanjutkan dengan proses pengujian, dari hasil pengujian mesin pompa air dengan sistem *recharging* menunjukkan hasil sesuai diharapkan. Mesin tersebut dapat digunakan untuk menghisap air dan dapat melakukan proses *recharging* . Pengoperasiannya relative mudah, murah, dan ramah lingkungan karena tidak menggunakan sumber listrik PLN maupun BBM, pembuatannya juga relative mudah. Berdasarkan dari data yang diperoleh dari hasil pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator pada putaran 2000 rpm yaitu sebesar 14 volt dan 8 *ampere* ini menunjukan bahwa arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator mampu untuk mensuplay kebutuhan arus dan tegan motor penggerak serta mesin pompa air sehingga pada saat motor penggerak dan pompa air bekerja baterai tidak mengalami penurunan arus dan tegangan atau mampu melakukan proses *recharging*. Proses *recharging* ini dapat dikatakan bekerja dengan baik

karena arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator tidak lebih rendah dari beban yang diterima oleh baterai sehingga proses *recharging* berjalan dengan stabil. Pemilihan bahan dan spesifikasinya mempengaruhi kinerja alat yang dirancang. Bahan-bahan teknik yang digunakan dalam perancangan alat diusahakan kokoh dan mampu mendukung kinerja alat, namun juga diusahakan mudah diperoleh untuk menjaga kesinambungan bahan baku apabila terjadi produksi dalam jumlah besar. Pemilihan bahan yang berkualitas dan murah juga mempengaruhi biaya produksi alat.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat penulis berikan dari proses perancangan dan pembuatan mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini, dengan beberapa tahapan sebagai berikut

1. Mesin pompa air dengan sistem *recharging* telah dibuat di *work shop* 1 Pendidikan Teknik Mesin Undiksha dengan beberapa tahapan yang diawali dengan proses perancangan menggunakan *Ansys 14,5*, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan alat yang dibutuhkan. Setelah semua alat yang dibutuhkan terkumpul kemudian dilakukan pembuatan rangka sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya, setelah proses pembuatan rangka selesai langkah selanjutnya dilakukan proses perakitan komponen-komponen mesin pompa air dengan sistem *recharging*, setelah itu dilanjutkan dengan proses pembuatan kabel bodi. Setelah semua proses pembuatan alat selesai dilanjutkan dengan proses pengujian, dari hasil pengujian mesin pompa air dengan sistem *recharging* menunjukkan hasil sesuai diharapkan.
2. Dengan telah dibuatnya mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini penulis dapat memberikan gambaran tentang

mesin pompa air hemat energi kepada masyarakat. Selain itu dengan adanya sistem *recharging* ini, mesin pompa air dapat bekerja tanpa perlu menggunakan bahan bakar maupun sumber listrik rumahan sehingga lebih ekonomis dan hemat *energy* dari pada mesin pompa air pada umumnya. Dan dari percobaan menggunakan sistem *recharging* ini pada putaran 2000 rpm mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini mampu menghasilkan arus sebesar 8 *ampere* dan tegangan sebesar 14 *volt* serta mampu menghisap air dari ketinggian 4 meter dengan semburan air 2,27 liter permenit.

Adapun kelebihan dari mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini yaitu, hemat energi, ramah lingkungan, ekonomis, mudah dioperasikan, dan biaya perawatan yang tidak terlalu mahal. Selain memiliki beberapa kelebihan diatas mesin pompa air dengan sistem *recharging* ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu, karena menggunakan pompa air dc jadi daya hisapnya terbatas pada kedalaman 4 meter saja, selain itu karena menggunakan motor dc jadi diperlukan perawatan pada motor agar motor dapat bekerja dengan baik.

Saran

Adapun saran yang dapat penulis dapat sampaikan sehubungan dengan perancangan dan pembuatan mesin pompa air dengan sistem *recharging* adalah agar pengembangan selanjutnya dapat merancang dan membuat mesin pompa air free energy agar lebih hemat, lebih ramah lingkungan dan bebas perawatan

DAFTAR PUSTAKA

1. Sugiyono. (2010), *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung
2. Budi Hartono, Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki

- Penampungan,” Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Ibnu Caldun.
3. Muhammad Andang Novianta, Analisis Motor Induksi satu *Phase* Dengan Metode Cycloconverter Berbasis Mikrokontroler AT89C51,” Jurusan Teknik Elektro Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
 4. Sri Poernomo Sari, Pengaruh Penggunaan Alternator Terhadap Daya Pada Rancan Bangun Mobil Listrik TMUG01.” Fakultas Teknik Industri Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
 5. <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2009/01/generator-dc.html>
 6. <http://macam-motor-listrik.blogspot.co.id/2014/05/motor-universal-atau-motor-universal.html>
 7. http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/lsi2571645794161.pdf
 8. <http://gambarteknik.blogspot.co.id/2009/04/menentukan-dimensi-v-belt.html>
 9. www.insinyoer.com
 10. www.metopen.word

