

Rancang Bangun Mesin Steam Jet Mini Portable Power Spayer

Design and Build a Mini Portable Power Spayer Steam Jet Machine

Amin Nur Akhmadi^{1*}, Faqih Fatkhurrozak¹, Firman Lukman Sanjaya¹

¹Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama, Jl. Mataram, Kota Tegal, Indonesia

*Corresponding author: aminnurakhmadi@gmail.com

Diterima: 07-03-2024

Disetujui: 03-04-2024

Dipublikasikan: 30-04-2024

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Penelitian ini membahas tentang mesin steam jet mini portable power spayer dengan diuji dengan alat bantu flow meter untuk mengetahui spesifikasinya, Mesin ini dirancang untuk mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain, Mesin ini memiliki pompa yang dapat menciptakan tekanan air tinggi, Mesin steam jet ini dapat dioperasikan menggunakan motor DC, Mesin ini biasanya dibangun dengan bahan yang tahan terhadap korosi dan tahan lama untuk penggunaan jangka panjang, Untuk mewujudkan mesin steam jet mini portable power spayer yang mempunyai sistem sederhana, murah, mudah dioperasikan dan dirawat, Mesin ini harus dirancang agar mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, harus mampu menghasilkan uap air dengan tekanan yang cukup tinggi untuk membersihkan kotoran, Desain harus mempertimbangkan aspek keamanan untuk melindungi pengguna dari cedera atau bahaya potensial, Dengan mendesain rancang mesin pompa mini portable power spayer dengan dimensi yang sesuai dengan yang dipasaran, diwujudkan dengan desain dan produk yang nyata dan ada, dengan melakukan pengujian dengan alat bantu flow meter, pengujian dilakukan dengan hasil semburan yaitu 6 liter / menit sesuai spesifikasi. Membuat desain pompa mesin steam mini portable power spayer dengan inventor yang diwujudkan disamakan dengan memilih produk yang ada dipasaran. Proses pengujian mesin steam mini portable power spayer dengan alat ukur flow meter menghasilkan tekanan semburan air sebesar 6 liter/ menit, pada saat pengujian dengan flow meter spayer gun pada posisi tekanan semburan air yang lurus.

Kata Kunci: *Desain, steam mini, flow meter, pompa, power spayer.*

Abstract

This research discusses the mini portable power spayer steam jet machine by testing it with a flow meter to find out the specifications. This machine is designed to be easily moved from one place to another. This machine has a pump that can create high water pressure. This steam jet machine can be operated using a DC motor. This machine is usually built with materials that are resistant to corrosion and durable for long-term use. To create a mini portable power spayer steam jet machine that has a simple, cheap, easy to operate and maintain system, this machine must be designed so that easy to move from one place to another, both indoors and outdoors, must be able to produce water vapor at a high enough pressure to clean dirt, the design must consider safety aspects to protect users from injury or potential danger, by designing the machine mini portable power spayer pump with dimensions that match those on the market, realized with real and existing designs and products, by testing with a flow meter, the test was carried out with a spray result of 6 liters/minute according to specifications. Making a design for a mini portable power spayer steam engine pump with an inventor that is realized is the same as choosing a product on the market. The process of testing the mini portable power spayer steam machine with a flow meter measuring tool produces a water jet pressure of 6 liters/minute, when tested with a flow meter spayer gun in a straight water jet pressure position.

Keywords: *Design, mini steam, flow meter, pump, power sprayer.*

1. Pendahuluan

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran cairan. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui (Anta, 2013).

Dalam kamus besar Indonesia (Astriyanto, 2012) *pump* atau pompa itu dapat diartikan dengan tolak bara, atau balas, atau pemberat. Pengertian dasar tersebut dapat penulis maknakan dengan pesawat, yaitu pesawat bantu yang biasanya digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain.

Dalam abad modern sekarang ini, pengertian pompa telah banyak di dapat dari berbagai buku para ahli tergantung dari sudut atau kondisi mana pompa itu berada. Jadi, kalau pompa itu berada pada suatu kapal, dan berfungsi untuk mendinginkan mesin induk yaitu pompa air laut.

Menurut Rohman (2015) pompa dapat di artikan dengan pesawat bantu, pompa itu menurutnya adalah pesawat yang pada umumnya dipergunakan orang untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Pompa memiliki dua kegunaan utama yaitu:

1. Mesin-mesin Memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya (misalnya air dari akuifer bawah tanah ke tangki penyimpanan air).
2. Mensirkulasikan cairan sekitar sistim (misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati dan peralatan).

Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan *discharge* yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka cairan akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi *discharge* akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan (Delly, 2009).

2. Pompa Sentrifugal

2.1. Pengertian pompa sentrifugal

Menurut Saputra (2020) pompa sentrifugal adalah salah satu mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dengan cara putaran (menaikkan tekanan dengan gaya sentrifugal) dan fluida keluar secara radial melalui impleller" (Lazarkiewics, 2000). Salah satu jenis pompa kerja dinamis adalah pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energy kinetic (kecepatan) cairan menjadi energy potensional melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Gaya sentrifugal timbul karena adanya gerakan berputar sebuah benda atau partikel yang melalui lintasan lengkung (melingkar). Pompa sentrifugal merupakan pompa dinamis yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk yang sederhana, pengoperasianya lebih mudah dan harga yang relatif murah. Pompa perpindahan positif adalah gerakan impeller yang kontinyu dan menyebabkan aliran tetap.

2.2. Komponen - komponen pompa sentrifugal

Sebuah pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeler dan saluran inlet di tengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeler berputar, cairan mengalir menuju *casing*

di sekitar impeler sebagai akibat dari gaya sentrifugal. *Casing* ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran air laut (cairan) sementara kecepatan putar impeler tetap tinggi. Kecepatan cairan dikonversikan menjadi tekanan oleh *casing* sehingga cairan dapat menuju titik outletnya. Beberapa keuntungan dari penggunaan pompa sentrifugal yakni aliran yang halus (*smooth*) di dalam pompa dan tekanan yang seragam pada *discharge* pompa, biaya rendah, serta dapat bekerja pada kecepatan yang tinggi sehingga pada aplikasi selanjutnya dapat dikoneksikan langsung dengan turbin uap dan motor elektrik. Penggunaan pompa sentrifugal di dunia mencapai angka 80% karena penggunaannya yang cocok untuk mengatasi jumlah cairan yang besar dari pada pompa *positive-displacement* (Church, 2015).

Adapun contoh pompa sentrifugal dapat di lihat pada bagian dibawah



Gambar 1. Pompa sentrifugal

1). Casing

Komponen utama pertama dari pompa sentrifugal adalah casing pompa. Casing pompa sentrifugal didesain berbentuk sebuah diffuser yang mengelilingi impeller pompa. Diffuser ini lebih sering dikenal sebagai *volute casing*. Sesuai dengan fungsi diffuser, *volute casing* berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran (*flow*) cairan yang masuk ke dalam pompa. Menuju sisa outlet pompa, *volute casing* didesain membentuk corong yang berfungsi untuk mengkonversikan energi kinetik menjadi tekanan dengan jalan menurunkan kecepatan dan menaikkan tekanan, hal ini juga membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada *shaft* pompa (Austin, 2015). Adapun contoh casing dapat dilihat pada bagian di bawah.



Gambar 2. Casing

2). Impeller

Impeller adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal, yang berfungsi untuk mentransfer energi dari putaran motor menuju cairan yang dipompa dengan jalan mengakselerasinya dari tengah *impeller* keluar sisi *impeller*. Desain *impeller* bergantung atas kebutuhantekanan, kecepatan aliran, serta kesesuaian dengan sistemnya. *Impeller* menjadi komponen yang paling utama berpengaruh terhadap performa pompa. Modifikasi desain *impeller* akan langsung berpengaruh terhadap bentuk kurva karakteristik pompa tersebut. Ada berbagai macam desain *impeller* pompa sentrifugal, antara lain tipe tertutup dan terbuka, tipe *single flow*, tipe *mix flow*, tipe radial, tipe *non-clogging*, tipe *single stage*, dan tipe *multi stage* (Indiarto, 2019). Adapun contoh *impeller* dapat di lihat di bawah.



Gambar 3. Impeller

3). Poros (Shaft)

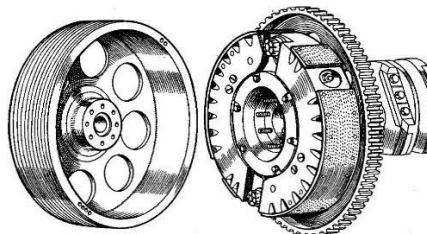
Poros pompa adalah bagian yang mentransmisikan putaran dari sumber gerak, seperti motor listrik, ke pompa. Yang perlu kita perhatikan adalah, pada sebuah pompa sentrifugal yang bekerja di titik efisiensi terbaiknya, maka gaya bending porosnya akan secara sempurna terdistribusikan ke seluruh bagian *impeller* pompa (Indiarto,2019). Adapun contoh poros dapat di lihat pada bagian dibawah.



Gambar 4. Poros (*shaft*)

4). Kopling

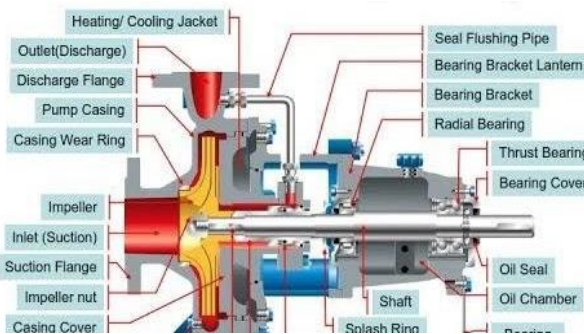
Pada dasarnya kopling berfungsi untuk menghubungkan dua *shaft*, dimana yang satu adalah poros penggerak dan lainnya adalah poros yang digerakkan. Kopling yang digunakan pada pompa, bergantung dari desain sistem dan pompa itu sendiri. Macam-macam kopling yang digunakan pada pompa dapat berupa kopling *rigid*, kopling *fleksibel*, *grid coupling*, *gear coupling*, *elastometric coupling*, dan *disc coupling* (Nubly M dkk, 2017). Adapun contoh kopling dapat di lihat pada bagian di bawah.



Gambar 5. Kopling

5). Sistem *packing*

Sistem *packing* pada pompa adalah untuk mengontrol kebocoran cairan yang mungkin terjadi pada sisi perbatasan antara bagian pompa yang berputar (poros) dengan stator. Sistem *sealing* yang banyak digunakan pada pompa sentrifugal adalah *mechanical seal* dan *glan packing* (Hendra Kristianto dkk, 2014). Adapun contoh sistem *packing* dapat di lihat pada bagian bawah.



Gambar 6. Sistem *packing*

6). Ball bearing

Bearing pada pompa berfungsi untuk menahan (*constrain*) posisi rotor relatif terhadap stator sesuai dengan jenis bearing yang digunakan. Bearing yang digunakan pada pompa yaitu berupa *journal bearing* yang berfungsi untuk menahan gaya berat dan gaya-gaya yang searah dengan gaya berat tersebut, serta *thrust bearing* yang berfungsi untuk menahan gaya aksial yang timbul pada poros pompa relatif terhadap stator pompa. Adapun contoh ball bearing dapat dilihat pada bagian dibawah (Rusli dkk, 2015).



Gambar 7. Ball bearing

2.3. Prinsip kerja dari pompa sentrifugal

Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat. Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (*volute* atau *difusser*) menjadi tekanan atau head. Cairan dipaksa menuju sebuah impeller oleh tekanan. Baling-baling *impeller* meneruskan energi kinetik ke cairan, sehingga menyebabkan cairan berputar. Cairan meninggalkan impeller pada kecepatan tinggi. Impeller dikelilingi oleh volute casing atau dalam pompa yang digunakan cincin diffuser mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan (Lazarkiewics, 2000).

Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah dengan gaya sentrifugal, pompa sentrifugal untuk mengerjakan pertama kali agar dapat bekerja hanya ada 2 macam yaitu pompa yang tidak mengisap sendiri dan pompa yang dapat mengisap sendiri:

2.3.1. Pompa-pompa sentrifugal yang tidak dapat mengisap sendiri

Untuk dapat bekerja, pompa harus diisi zat cair terlebih dahulu. Cara pengisiannya dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu:

- 1) Memakai Ejector Di atas pompa dipasang ejector yang dapat menghisap air dari ruang pompa sampai vakum, dengan demikian zat cair akan dari permukaan isap secara berangsur-angsur melalui pembuluh isap. Sampai seluruh pompa berisi zat cair dan zat cair terbawa oleh ejector. Sebuah ejector dapat bekerja dengan uap, angin yang dimanfaatkan atau zat cair di bawah tekanan. Sebagai catatan, kalau memakai zat cair, maka zat cair ini sedapat mungkin di usahakan sama dengan zat cair yang akan dipompa (Stepamoff, 2000).
- 2) Memakai Corong Pengisi Corong pengisi ditempatkan diatas rumah pompa diisi dengan zat cair sampai rumah pompa terisi penuh. Cara ini digunakan pada pompa-pompa kecil. juga disini di gunakan sebuah katup kaki didalam pembuluh isap dan sebuah Kran pelepas udara. Kalau pompa itu terisi penuh, penutup tekan tetap ditutup, mesin penggerak dapat digerakkan dapat digerakkan sampai putaran kerja telah tercapai dan tekanannya telah tinggi, maka penutup tekan dapat dibuka secara perlahan-lahan. Penutup tekan itu akan terbuka semua dan pompa akan bekerja seperti yang telah ditentukan. Pada pompa sentrifugal tekanannya tidak pernah dapat naik lebih tinggi dari pada tekanan kerja, berlawanan dengan pompa 21 plunyer, di mana sebuah penutup tekan yang tidak boleh tertutup karena akan merusak alat-alat lainnya (Stepamoff, 2000).

2.3.2. Pompa – pompa sentrifugal yang mengisap sendiri

Tujuan pompa-pompa ini adalah untuk mempermudah dan melayani pompa supaya dengan cepat dapat bekerja. Terutama untuk pompa-pompa kecil dan harus dapat digunakan dan digerakan, misalnya pompa-pompa pemadam kebakaran. Pompa-pompa jenis ini dilengkapi dengan alat yang namanya pompa gelang air. Di dalam pompa ini terdapat sebuah kipas dan diberi sudu-sudu radial secara luar pusat terhadap rumah pompa yang selalu terisi air. Sebagian besar pompa sentrifugal tidak bisa priming. Dengan kata lain, casing pompa harus diisi dengan cairan sebelum pompa dimulai, atau pompa tidak akan dapat berfungsi. Jika casing pompa menjadi penuh dengan uap atau gas, impeller pompa menjadi gas terikat dan tidak mampu memompa. Untuk memastikan bahwa pompa jenis sentrifugal tetap prima dan tidak menjadi gas-terikat, pompa sentrifugal yang paling berada di bawah tingkat sumber dari mana pompa adalah untuk mengambil hisapnya (Stepamoff, 2000).

2.3.3. Gangguan-gangguan pompa

1). Tidak menghisap atau kapasitasnya lebih rendah

Menurut (Karassik, 2011) pompa tidak menghisap (memompa) atau kapasitasnya lebih rendah dari semestinya, mungkin yang menyebabkan ialah:

- a. Keran isap dan tekan tertutup.
- b. Adanya kebocoran di pembuluh isap.
- c. Dalam pompa masih terdapat udara.
- d. Jumlah putaran pompa dibawah ketentuan (terlalu kecil).
- e. Putaran kipas atau lengkung sudunya salah.
- f. Kenaikan manometrik terlalu besar.
- g. Keausan komponen

Kalau salah satu dari kelima penyebab itu terjadi pada pompa maka pompa akan mendapat gangguan yang mana akan menyebabkan kapasitas dari pompa akan turun. Bahkan kalau itu yang terjadi adalah: putaran kipas atau lengkung sudunya salah arah, mungkingkenaikan manometrik yang harus dilawan pompa terlalu besar maka pompa berkemungkinan sama sekali tidak dapat menghasilkan zat cair atau jelasnya tidak memompa. Hal inipun dapat pula terjadi lebih dari satu penyebab itu dialami oleh pompa, misalnya saja: dua penyebab atau tiga dan empat atau semuanya itu terjadi bersama-sama. Ini berarti pompa itu dapat dinyatakan rusak dan tidak dapat dipakailagi. Karena untuk mengatasi kesemuanya itu memakai waktu yang lama (Sularso, 2003).

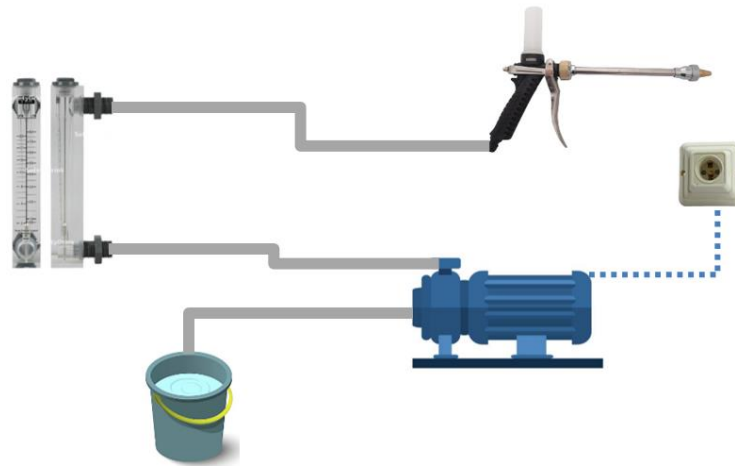
2). Terjadi kavitasi

Terjadi kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai di bawah tekanan uap jenuhnya, misalnya air pada tekanan 1 atmosfer akan mendidih 23 dan menjadi uap jenuh pada 100°C. Tetapi jika tekanan di rendahkan maka air akan mendidih pada temperatur yang lebih rendah. Jika tekananya cukup rendah maka pada temperatur kamar pun air dapat mendidih. Apabila zat cair mendidih, maka akan timbul gelembung-gelembung uap zat cair, hal ini dapat terjadi pada zat cair yang sedang mengalir di dalam pompa maupun di dalam pipa. Tempat-tempat bertekanan rendah dan atau yang berkecepatan tinggi didalam aliran, sangat rawan terhadap terjadinya kavitasi. Pada pompa misalnya, bagian yang mudh mengalami kavitasi adalah pada sisi isapnya. Kavitasi akan timbul bila tekanan isap terlalu rendah (Sularso, 2007).

3. Metode

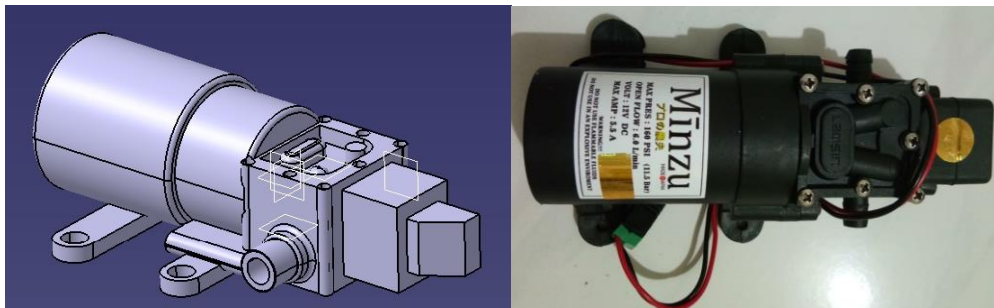
Aplikasi Autodesk Inventor adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat

desain mesin steam jet mini. Autodesk Inventor ini bisa menjadi perangkat lunak CAD seperti Solidworks, atau PTC Creo dalam pembuatan, modifikasi, analisis, atau optimasi desain. Software Autodesk Inventor digunakan untuk meningkatkan produktivitas desainer, meningkatkan kualitas desain, meningkatkan komunikasi melalui dokumentasi, dan untuk membuat database untuk manufaktur. Desain yang dibuat melalui Autodesk inventor membantu melindungi produk dan penemuan saat digunakan dalam aplikasi paten. Output Autodesk inventor sering berupa file elektronik untuk pencetakan, penggilingan, atau operasi manufaktur lainnya. Autodesk Inventor dapat digunakan untuk merancang kurva dan gambar dalam ruang dua dimensi (2D) atau kurva, permukaan, dan benda padat dalam ruang tiga dimensi (3D). Autodesk inventor adalah seni industri penting yang digunakan secara luas dalam banyak aplikasi, termasuk industri otomotif, pembuatan kapal, dan dirgantara, desain industri dan arsitektur (model informasi bangunan), prostetik, dan banyak lagi (“Autodesk Inventor for Designers, Drafters, and Creators” 2023; “Autodesk Inventor Software Solutions” 2023).



Gambar 8. Rangkaian mesin steam jet mini lengkap dengan alat ujiinya

Selesai proses desain dilanjutkan dengan tahap pengadaan bahan dan manufaktur seperti alat ukur air (*Flow Meter*), selang serat ukuran 5/8 in, Clam, Spayer gun. Selang dipasangkan pada ujung input mesin steam dan selang dipasangkan lagi pada ujung output mesin steam kedua selang harus diclam dengan kuat menggunakan kunci obeng, pada selang output mesin steam dipasang flow meter dengan cara dimodifikasi yaitu dengan memasang sambungan shock drat ukuran 1/2 in to 5/8 in dari lubang bawah flow meter, flow meter lubang atas juga dipasang shock drat dengan model yang sama dan dipasangkan selang yang di clam, selang tersebut dipasangkan spayer gun untuk menembakan air.

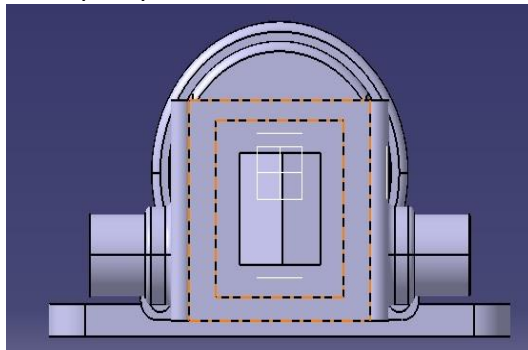


Gambar 9. Pompa air mesin steam jet mini

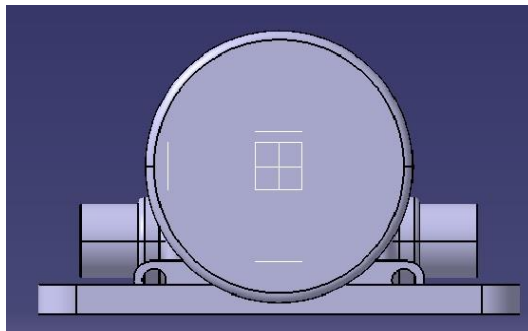
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan dan dan pembuatan mesin cuci semprot sangat tergantung dari bahan-bahan pendukung seperti dynamo motor DC untuk penggerak awal sebagai pemutar, adaptor

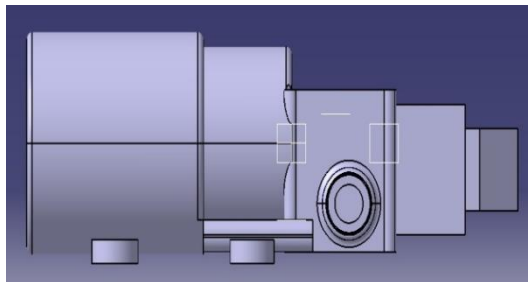
untuk mengubah tegangan AC menjadi DC yang rendah, selang serat benang sebagai penghubung air, clam penahan ujung selang, spayer gun pemecah varian cairan air, filter hisap menyaring air sebelum melewati pompa.



Gambar 10. Desain pompa dan motor tampak depan



Gambar 11. Desain pompa DC tampak belakang



Gambar 12. Desain pompa motor tampak samping

Motor yang digunakan pada mesin cuci ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- Merk : Minzu
- Max Pres : 160 PSI
- Open Flow : 6.0 L/Min
- Volt : 12V DC
- Max AMP : 5.5 Ampere



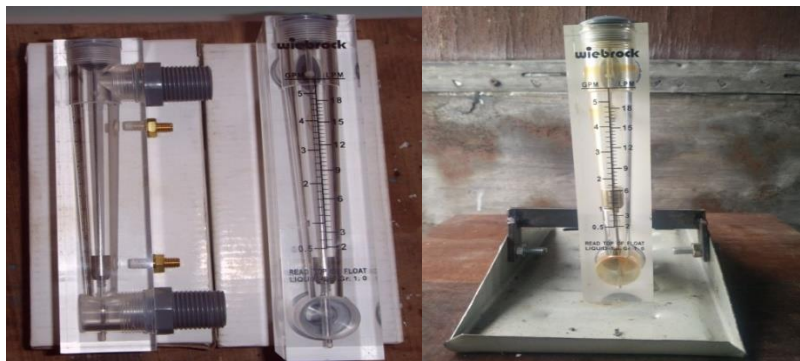
Gambar 13. Pompa air motor DC 12V dan rakitannya

Pengujian mesin cuci *portable power sprayer* dengan *flow meter* setelah dilakukan proses

perancangan dan proses perakitan mesin cuci mini *portable power sprayer* untuk pengujian selanjutnya adalah melakukan uji kinerja pompa tersebut yang bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa air pada *open flow* banyaknya air yang dikeluarkan dalam permenit.

Bahan dan Alat yang diperlukan untuk pengujian pompa tersebut adalah:

- 1) *Flow meter*
- 2) Plat stand *flow meter*
- 3) *Clam*
- 4) *Glue gun*



Gambar 14. Flow meter

Perakitan pengujian mesin cuci mini *portable power spayer* yaitu dengan merakit selang out-put yang dari dinamo pompa air menuju ke lubang masuk *flow meter* bagian bawah dan meneruskan ke lubang keluar *flow meter* bagian atas untuk diteruskan ke selang menuju spayer gun.



Gambar 15. Proses pengujian tekanan semprot dengan alat *flow meter*

Pada proses pengujian mesin cuci mini *portable power spayer* dengan membuka ujung *spayer gun* pada posisi tekanan air yang lurus supaya tekanan air lebih mudah menyemburkan air dengan menggunakan alat ukur tekanan air *flow meter*, pada *flow meter* ada beban pemberat yang akan terkena tekanan air dari pompa DC yang di salurkan lewat selang masuk bawah pada *flow meter*, sehingga beban pemberat akan naik melayang mengikuti tekanan air dari dinamo motor DC dan menuju pada angka yang ada pada *flow meter* yaitu 6 Liter/menit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa pada proses pengujian mesin cuci mini *portable power spayer* dengan alat ukur *flow meter*, proses pengujian tekanan air pada mesin cuci mini *portable power spayer* dengan menggunakan alat ukur *flow meter* menghasilkan tekanan semburan air sebesar 6 liter/menit.

Daftar Pustaka

- Astriyanto, Maskuh, Wijianto, and Subroto. 2012. "Aplikasi Respon Getar untuk Fenomena Kavitas pada Pompa Sentrifugal dengan Variasi Kerusakan Impeler." Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anta, Felly. 2013. "Deteksi Kavitas Pompa Sentrifugal dengan Analisis Sinyal Getaran." Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Susilo, Djoko, and Didik. 2009. "Pemantauan Kondisi Mesin Berdasarkan Sinyal Getaran." *Mekanika* 8 (1).
- Church, Austin H., and Zulkifli Harahap. 1993. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. 3rd ed. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dietzel, Fritz, and Dakso Sriyino. 1993. *Turbin, Pompa, dan Kompresor*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Delly, Jenny. 2009. "Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitas pada Sudu Pompa Sentrifugal." Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Haluoleo, Kendari. Vol. 1, No. 1.
- Kristanto, Hendra, Djoko Wahyudi, and M Fathuddin Noor. 2014. "Analisa Kegagalan Mechanical Seal Booster Pump dan Bearing Temperature High pada BFP PLTU Paiton Unit 9." Probolinggo: Jl. Yos Sudarso 107 Pabean Dringu 67271.
- Indarto. 1999. "Perancangan Casing Pompa Sentrifugal." Perpustakaan Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Karassik, Igor J., et al. 2011. *Pump Handbook*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Lazarkiewics, Adam Troskolanski. 2000. *Impeller Pumps*. New York: Pergamon Press, Inc.
- Haris, Nubly M., Yudo Hartono, and Kriyanto. 2017. "Analisa Kekuatan Coupling pada Kapal Inspeksi Perikanan SKIPI Kelas ORCA Menggunakan Metode Elemen Hingga." Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rusli, M., Agus A., Lovely S., and Mulyani B. 2015. "Kaji Banding Prediksi Kerusakan pada Bantalan Gelinding Melalui Sinyal Getaran dan Sinyal Suara." *Jurnal Penelitian Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- Rohman, Erik Wahkidur. 2015. "Uji Eksperimen Pengaruh Jumlah Sudu Torque Flow Impeller Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal." Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Vol. 3, No. 3: 145-152.
- Sularso, and Haruo Tahara. 2003. *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. 1st ed. Jakarta: P.T Pradnya Paramita.
- Sularso, and Kiyokatsu Suga. 2007. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 9th ed. Jakarta: P.T Pradnya Paramita.