

MODIFIKASI POMPA AIR MENGGUNAKAN KINCIR KECEPATAN RENDAH SEBAGAI TENAGA PENGGERAK

Jamrud Aminuddin*, Nurhayati**, Agustina Widiyani***

*Fisika, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia, jamrud.aminuddin@unsoed.ac.id

**Teknik Fisika, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia, firstnur1708@gmail.com

***Fisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia, widiyani@fi.itera.ac.id

Email Korespondensi: firstnur1708@gmail.com

Diterima : 22 Desember 2018

Disetujui : 23 Juni 2019

Diterbitkan: 30 Juni 2019

Abstract: Modification of water pump which is operated using machine has been carried out by using a low power of water flow. The driving force of this pump is a turbine with low rpm (rotation per minute). The pump consist of eight main components which are holder, turbine, big gear, small gear, chain, jet pump, input pipe, and output pipe. The water pump runs by conversing water with low debit to rotate turbine together with a big gear on it. Then, the big gear which is connected by chain to the small gear rotates the jet pump. Finally, The jet pump completed by input and output pipes moving water from the low to high positions. The performance of this pump is analyzed by measuring debit of water in several height position. We seek that this modified pump is able to move water to the height of 6 meter and debit of 0.02 liter per second.

Keywords: hydraulic pump, debit, turbine, water flow.

Abstrak: Modifikasi pompa air bertenaga mesin telah dilakukan dengan memanfaatkan aliran air lemah. Tenaga penggerak pompa ini adalah kincir dengan rpm (putaran per menit) rendah. Pompa ini terdiri atas delapan bagian utama, yaitu: rangka, kincir, gear besar, gear kecil, pompa jet, pipa masukan, dan pipa keluaran. Pompa ini bekerja dengan mengkonversi aliran air debit rendah untuk memutar kincir yang terdang dengan gear besar. Selanjutnya, gear besar pada kincir juga berputar diikuti gear kecil pada pompa jet yang dihubungkan dengan rantai. Putaran gear kecil menggerakkan komponen pompa jet yang berputar untuk mengisap dan membuang air. Performa pompa ini dianalisis dengan mengukur debit pada ketinggian tertentu. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa pompa ini mampu mengangkat air sampai ketinggian 6 meter dengan debit air 0,02 liter per detik.

Kata kunci: pompa hidram, debit, kincir, aliran air.

Pendahuluan

Proses pemompaan air dari posisi yang rendah ke posisi yang tinggi umumnya menggunakan pompa air dengan mesin diesel sebagai tenaga penggeraknya (Cahyanta dan Mandagi, 2011; Aminuddin, dkk, 2012). Pemanfaatan pompa air bertenaga mesin sangat dikeluhkan masyarakat pengguna karena memerlukan biaya yang sangat besar terlebih lagi dengan kenaikan harga Bahan Bakar Mesin (BBM). Solusi yang ditawarkan untuk permasalahan tersebut

adalah pemanfaatan pompa air dengan kincir air sebagai tenaga penggerak. Pompa ini merupakan modifikasi pompa air yang digerakkan dengan tenaga mesin. Selain itu, pompa air ini juga dikembangkan berdasarkan prinsip kerja pompa hydram. Pompa hydram adalah suatu alat yang digunakan untuk memompa dengan cara menaikkan air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi (Suyatno, 2008; Suarda, 2010).

Syarat yang harus dipenuhi agar pompa ini dapat bekerja dengan baik adalah adanya aliran air bertekanan tinggi (Suryawan dkk, 2009). Kondisi di lapangan yang menunjukkan adanya air bertekanan tinggi adalah aliran sungai dengan kecepatan tinggi. Kondisi aliran sungai bertekanan tinggi terbukti mampu meningkatkan performa pompa hydram, tetapi sangat sulit diterapkan pada aliran sungai bertekanan rendah (Suyatno, 2008; Suarda, 2010). Untuk itu, dalam studi ini dikembangkan sebuah desain pompa air dengan kincir air sebagai tenaga penggerak. Tenaga penggerak pompa dalam studi ini dikembangkan dari prinsip kerja turbin air untuk memutar generator listrik PLTA mikrohidro dan picohidro (Soekarno dkk, 2002). Prinsip kerja penggerak pompa air yang dikembangkan dalam studi ini dianggap seperti generator listrik yang digerakkan dengan dorongan air bertekanan rendah untuk memutar turbin dengan kecepatan rendah. Putaran terbesar pada roda yang terhubung dengan pompa air dihasilkan setelah mempelajari prinsip kerja hubungan roda pada PLTA skala kecil. Dimana kecepatan putaran kincir dapat ditingkatkan melalui konfigurasi hubungan roda yang tepat (Soekarno dkk, 2002; Aminuddin dkk, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam studi ini dikembangkan sebuah pompa air dengan kincir berkecepatan rendah sebagai tenaga penggerak. Pompa air ini bekerja tanpa membutuhkan bahan bakar mesin dan listrik. Selain itu, pembuatan dan perawatan pompa ini sangat sederhana dengan bahan yang mudah didapatkan. Pompa ini diharapkan menjadi salah satu solusi untuk mengangkat air sungai ke posisi yang lebih tinggi. Walaupun debit air yang mampu diangkat pompa ini lebih rendah dari pompa yang digerakkan mesin dan listrik, tetapi dari segi ekonomis tetap menguntungkan karena tenaga penggeraknya tersedia di alam yang pengadaannya tidak membutuhkan biaya.

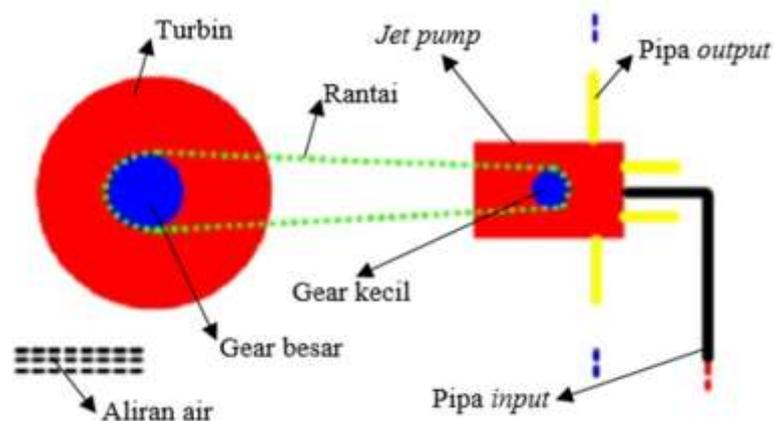
Metode Penelitian

Perancangan dan realisasi pompa air hemat energi dengan kincir sebagai tenaga penggerak dikembangkan setelah mempelajari dan menganalisis cara kerja penggerak pompa air bertenaga mesin dan tenaga listrik. Selain itu, kincir air sebagai tenaga penggerak pompa ini dikembangkan setelah mempelajari prinsip kerja turbin air pada PLTA skala kecil untuk memutar generator listrik (Soekarno dkk, 2002; Zulkarnain dkk, 2002; Alexander dan Giddens, 2008). Berdasarkan prinsip kerja turbin untuk PLTA mikrohidro, pompa air dianggap seperti generator listrik yang diputar melalui hubungan roda-roda yang terhubung dengan

turbin yang diputar atau digerakkan dengan dorongan air. Dengan memanfaatkan prinsip tersebut, maka dihasilkan pompa air dengan kincir kecepatan rendah sebagai tenaga penggerak. Proses pengukuran secara detail terhadap kinerja pompa ini belum dilakukan, tetapi pengukuran sederhana dengan menggunakan aliran air sungai kecil untuk mengetahui kemampuan pompa ini dalam mengangkat air dari posisi yang rendah ke posisi yang lebih tinggi telah dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

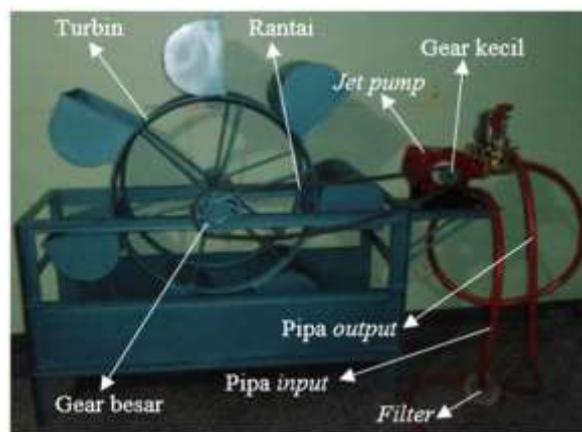
Prinsip kerja pompa air dengan kincir berkecepatan rendah sebagai penggerak bermula dari konversi energi potensial atau gaya dorong air untuk memutar kincir air. Putaran kincir air yang terhubung secara seporos dengan *gear* besar memutar *gear* kecil yang terhubung secara serantai menggunakan rantai besi. Putaran *gear* kecil yang terhubung secara seporos dengan komponen bagian dalam pompa yang berputar untuk mengisap dan membuang air. Ujung pipa penghisap yang dilengkapi filter air ditempatkan pada posisi yang rendah, sedangkan ujung pipa pembuangan ditempatkan pada posisi yang lebih tinggi. Dengan prinsip kerja seperti ini, maka air yang semula berada pada posisi yang lebih rendah akan terangkat ke posisi yang lebih tinggi. Prinsip kerja pompa ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema dan prinsip kerja pompa air

Pompa air ini bekerja dengan memanfaatkan aliran air dengan gaya dorong kecil tetapi masih mampu memutar kincir dengan kecepatan rendah. Cara kerja pompa ini sama dengan cara kerja pompa air yang digerakkan dengan tenaga mesin dan tenaga listrik. Perbedaannya adalah tenaga yang menggerakkan dan banyaknya debit air yang dihasilkan. Pompa air dengan tenaga mesin mampu memompa air dengan debit yang lebih tinggi, sedangkan pompa air dengan kincir air sebagai penggerak hanya mampu memompa air dengan debit yang lebih rendah. Keunggulan pompa air yang dirancang dalam studi ini mampu bekerja sepanjang sumber aliran masih mampu memberikan gaya dorong yang cukup untuk memutar turbin dengan kecepatan rendah. Kondisi di lapangan ditunjukkan dengan kemampuan aliran sungai atau air terjun memutar kincir air.

Komponen atau alat yang dipasang pada pompa ini terdiri atas delapan bagian utama. Bagian pertama adalah rangka besi yang berfungsi sebagai penyangga keseluruhan komponen pompa. Bagian kedua yang sangat penting adalah kincir air sebagai tenaga utama penggerak pompa. Dua buah *gear* dengan ukuran berbeda, *gear* besar terhubung langsung secara seporos dengan kincir dan *gear* kecil terhubung langsung secara seporos dengan pompa. *Gear* besar dan *gear* kecil dihubungkan secara serantai menggunakan rantai besi yang dirancang khusus untuk roda berbentuk *gear*. Bagian yang terakhir adalah pompa air yang terdiri atas pipa penghisap (pipa masukan) dan pipa pembuangan (pipa keluaran). Bentuk pompa air yang menggunakan aliran fluida sebagai tenaga penggerak, diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk pompa air yang digerakkan aliran fluida

Pembuatan pompa jenis ini sangat mudah dilakukan karena konstruksi alatnya sederhana dan terbuat dari bahan yang mudah didapatkan. Setiap komponen pada pompa tersebut ada yang harus dibuat sendiri, ada yang sudah tersedia di pasaran, dan ada juga yang harus dimodifikasi dari bentuk aslinya. Pada uraian berikut dijelaskan secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan dan pemasangan pompa.

Pada tahap awal dilakukan pembuatan rangka untuk meletakkan pompa. Rangka besi berbentuk balok persegi panjang merupakan bagian untuk meletakkan semua komponen pompa. Rangka ini terbuat dari besi dengan tinggi 70 cm, lebar 45 cm, dan panjang 120 cm. Pada rangka ini terdapat bagian tambahan yang berfungsi sebagai dudukan pompa dengan panjang 30 cm dengan lebar 17 cm. Pada bagian tengah rangka terdapat 4 lubang untuk dudukan kincir sedangkan pada bagian tambahan juga terdapat 4 lubang untuk dudukan pompa. Bentuk rangka yang dimaksud diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangka untuk meletakkan komponen pompa

Tahap berikutnya setelah rangka sudah ada adalah pembuatan kincir air yang dilengkapi laghar dan *gear* besar. Kincir air merupakan bagian yang berfungsi untuk menggerakkan pompa setelah mendapatkan gaya dorong yang bersumber dari aliran air. Komponen ini merupakan rangkaian dua buah roda seporos dengan diameter 65 cm, jarak antara roda 1 dan roda dua 30 cm. Pada bagian luar roda dilengkapi mangkuk-mangkuk berbentuk setengah lingkaran tabung sebagai sebagai titik dorongan air dengan panjang 30 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 20 cm. Pada kincir juga dilengkapi laghar dan *gear* besar. Laghar diletakkan pada kedua sisi poros kincir dengan diameter 5 cm. *Gear* besar dengan diameter 15 cm diletakkan pada salah satu sisi ujung poros kincir yang terhubung langsung dengan *gear* kecil pada sisi poros pemutar pompa. Bentuk lengkap kincir diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Turbin untuk menggerakkan pompa

Selanjutnya, untuk menghubungkan antara turbin dan pompa dilakukan modifikasi rantai besi. Rantai besi merupakan komponen yang menghubungkan antara *gear* besar yang seporos dengan turbin dengan *gear* kecil yang seporos dengan pompa. Panjang rantai bergantung pada jarak antara *gear* besar dan *gear* kecil. Untuk pompa ini, dipilih rantai yang panjangnya 170 cm secara keseluruhan, jika disatukan panjangnya menjadi 85 cm. Ukuran rantai seperti ini jarang ditemukan di pasar, untuk itu perlu dilakukan penyambungan sesuai panjang yang diinginkan. Bentuk rantai yang dimaksud diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rantai besi

Setelah rantai besi sudah dimodifikasi, maka dilanjutkan dengan memodifikasi pompa air dengan penambahan *gear* kecil. Pompa hidrolis yang digunakan adalah jenis Jetman separater Model 30. Dalam bentuk biasa yang digerakkan dengan tenaga mesin biasanya menggunakan roda kecil kemudian dihubungkan dengan *belt* ke sumber putaran mesin. Untuk pompa yang digerakkan dengan tenaga aliran air atau fluida, bagian pompa yang berputar menggunakan *gear* kecil yang dihubungkan dengan *gear* besar pada sumbu putar kincir. Bentuk pompa hasil modifikasi diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil modifikasi pompa air

Sebelum pompa dirangkai dan dipasang, maka perlu dilakukan modifikasi pipa penghisap (*input*) dan pipa pembuangan (*output*) sesuai kebutuhan di lapangan. Bagian ujung pipa masukkan yang dilengkapi filter atau penyaring dipasang pada sumber air yang akan diangkat atau dipompa sedangkan ujung lainnya dipasang pada kran penghisap dari pompa. Untuk pipa output, bagian ujungnya yang dilengkapi kran dipasang pada kran output pompa sedangkan ujung lainnya dipasang pada tempat dimana air akan dinaikkan atau dipompa. Panjang masing-masing pipa baik input maupun output disesuaikan dengan kondisi air yang akan dipompa dari bagian yang lebih rendah ke bagian yang lebih tinggi dari posisinya semula. Bentuk pipa input dan output diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pipa penghisap dan pembuangan

Proses paling akhir dalam pembuatan pompa adalah merangkai dan memasang pompa pada posisi yang ideal. Semua komponen atau peralatan dasar dari pompa dirangkai menjadi satu kesatuan seperti pada Gambar 8. Langkah awal yang dilakukan adalah memasang kincir air yang sudah dilengkapi dengan *gear* besar dan pompa air yang dilengkapi dengan *gear* kecil dipasang pada rangka. Posisi *gear* besar pada kincir dan posisi *gear* kecil pada pompa diletakkan pada satu garis pada rangka. Selanjutnya, *gear* besar dan *gear* kecil dihubungkan dengan rantai. Pengaturan posisi yang ideal untuk rantai hanya bisa dilakukan dengan mengatur posisi pompa agar pompa tersebut bekerja secara optimal. Langkah terakhir adalah memasang pipa input pada kran *input* dan pipa *output* pada kran *output*. Bentuk pompa secara utuh diperlihatkan pada Gambar 8.

Pompa yang sudah dirangkai menjadi satu kesatuan yang utuh hanya bisa digunakan atau dapat bekerja secara optimal pada tempat dimana terdapat aliran air yang mampu memutar kincir. Pada Gambar 8 diperlihatkan bagaimana cara pemasangan pompa pada aliran sungai dengan aliran sungai yang relatif kecil. Pompa ini akan bekerja secara optimal jika didukung peralatan berupa bendungan kecil untuk mengarahkan aliran air pada satu posisi yaitu mangkuk pada kincir. Putaran kincir yang optimal juga akan mengoptimalkan jumlah debit air yang mampu diangkat dari posisi yang lebih rendah ke posisi yang lebih tinggi. Setelah dilakukan pengukuran sederhana maka diketahui bahwa pompa ini mampu mengangkat air sampai ketinggian 6 meter dengan debit 0,02 liter per detik.



Gambar 8. Rangkaian peralatan pompa

Kesimpulan

Pompa air dengan aliran fluida sebagai tenaga penggerak sangat mudah dalam proses pembuatan karena konstruksinya sederhana dan terbuat dari bahan yang mudah didapatkan. Pompa jenis ini sangat menguntungkan karena tidak seperti pompa air yang digerakkan dengan tenaga mesin yang sangat bergantung pada keberadaan bahan bakar mesin (BBM), pompa ini dapat bekerja selama gaya dorong air mampu memutar kincir air pada rangkaian pompa. Walaupun debit air yang mampu diangkat pompa ini lebih rendah dari pompa yang digerakkan mesin dan listrik, tetapi dari segi ekonomis tetap menguntungkan karena tenaga penggeraknya tersedia di alam yang pengadaannya tidak membutuhkan biaya seperti pengadaan BBM. Dengan prinsip kerja seperti ini, maka air yang semula berada pada posisi yang lebih rendah akan terangkat ke posisi yang lebih tinggi. Pompa ini mampu mengangkat air sampai ketinggian 6 meter dengan debit 0,02 liter per detik.

Dalam proses perancangan pompa air ini belum dilakukan pengukuran secara detail terkait dengan parameter fisis yang berpengaruh terhadap kinerja pompa ini dalam memindahkan air dari posisi rendah ke posisi yang lebih tinggi. Selain itu, pengukuran terhadap besarnya gaya dorong air pada kondisi tertentu juga belum dilakukan. Untuk itu, sangat disarankan agar dilakukan analisis terhadap gaya dorong air dan parameter fisis yang mempengaruhi kinerja pompa.

Ucapan Terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih atas dana kegiatan dari LPPM UNSOED pada skim audiovisualisasi IPTEKS, Tahun Anggaran 2013 dengan Nomor Kontrak: Kept.2267/UN23.10/PM/2013 Tanggal 6 Mei 2013.

Daftar Pustaka

- Alexander, K.V., & Giddens, E.P. (2008). Optimum Penstocks for Low Head Micro Hydro Schemes (Indo: Pipa pesat Optimal untuk Sistem Pembangkit Listrik Mikro Hydro Bak Penampungan Rendah. *Renewable Energi*. 33(3), 507-519.
- Aminuddin, J., Sunardi, & Wihantoro. (2012). Application of Runge-Kutta Methods in Designing of Hydraulic Pump with Gravitational Power (Indo: Penerapan Metode Runge-Kutta dalam Perancangan Pompa Hidram dengan Tenaga Gravitasi). *Canadian Journal on Computing in Mathematics. Natural Sciences, Engineering and Medicine (CMNSEM)*. 3(3), 4-8.
- Cahyanta, Y. A., & Mandagi, A.W. (2011). The Effect of Waste Valve Stroke Length on The Hydraulic Ram Pump Performance (Indo: Pengaruh Panjang

- Pipa Pembuangan terhadap Performa Pompa Hidram)”. *International Journal of Engineering and Science*. 2(4), 56-60.
- Soekarno, H. T., Anggono, & Heriansyah, A. (2002). *Komponen Dasar dalam Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Mikrohidro*. Publikasi P3TEK. 1(1), 8-12.
- Suarda, I. M. 2010. *Perancangan dan Pengujian Model Sistem Hydran Penggerak Pompa Torak dengan Dua Sumber Aliran: Air Kotor dan Air Bersih*. Makalah Utama. Disampaikan pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) Ke-9. Palembang.
- Suryawan, A., Adhi, A., & Suarda, I.M. (2009). *Kajian Eksperimen Pengaruh Akselerasi Terhadap Performansi Pompa Hydran*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*. 3(2), 10-15.
- Suyatno. (2008). *Rancang Bangun Pompa Hidraulik Ram (HYDRAM)*. *Jurnal DINAMIS*. 2(12). 5-10.