

Pengujian Performa Pompa Air DAB Tipe DB-125B Sebagai Turbin

Verdy A. Koehuan¹, Gusnawati¹, Phillips G. Taka Logo¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597
E-mail: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Pompa sentrifugal adalah suatu pompa yang memindahkan cairan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran impeller. Seluruh pompa rotodinamik dari tipe aliran radial hingga aliran aksial dapat difungsikan sebagai turbin. Penelitian dilakukan melalui eksperimen terhadap pompa yang difungsikan sebagai turbin dalam penelitian ini adalah pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B. *Peripheral pump* adalah pompa sentrifugal yang impelernya memiliki sudu-sudu radial dalam jumlah banyak 41 sudu. Hasil penelitian menunjukkan Kinerja atau performa terbaik sistem PAT pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B sebagai pembangkit daya tenaga air dengan variasi debit aliran 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min pada head konstan (8 m) adalah dengan efisiensi maksimum 15,81 % pada debit aliran 40 lit/min dan putaran poros 850,3 rpm. Daya output PAT maksimum juga terjadi pada debit aliran 40 lit/min dengan putaran turbin 985,1 rpm sebesar 5,849 W. Penambahan daya air secara langsung dapat meningkatkan putaran poros PAT, begitu juga dengan penambahan debit aliran pada head konstan (8 m), putaran rotor turbin juga meningkat. Sedangkan penambahan debit aliran dengan head konstan, maka daya output dan efisiensi PAT maksimum cenderung terjadi pada putaran tinggi.

ABSTRACT

A centrifugal pump is a pump that moves fluid by utilizing the centrifugal force generated by the rotation of the impeller. All rotodynamic pumps from radial flow type to axial flow can function as turbines. The research was conducted through experiments on the pump that functions as a turbine in this study is a regenerative pump or peripheral pump, namely water pump DAB type DB-125B. Peripheral pump is a centrifugal pump whose impeller has radial spoons in a total of 41 spoons. The results showed the best performance or performance of PAT regenerative pump system or peripheral pump, namely water pump DAB type DB-125B as a hydro power plant with flow discharge variation of 35 ltr/min, 40 ltr/min, and 45 ltr/min at constant head (8 m) is with a maximum efficiency of 15.81% at a flow discharge of 40 ltr/min and shaft rotation of 850.3 rpm. Maximum PAT output power also occurs at a flow discharge of 40 ltr/min with a turbine rotation of 985.1 rpm of 5.849 W. The addition of water power can directly increase the rotation of the PAT shaft, as well as the addition of flow discharge at a constant head (8 m), rotation the turbine rotor is also increased. Whereas the addition of flow discharge with a constant head, the output power and maximum PAT efficiency tend to occur at high rotation.

Keywords: Regenerative Pumps, Radial Flow, Pumps As Turbines, Water Power, Flow Discharge

PENDAHULUAN

Salah satu alternatif yang ekonomis untuk membangun pembangkit listrik tenaga air skala kecil adalah dengan memanfaatkan pompa sebagai turbin. Aplikasi ini biasa disebut PAT (*Pump as Turbine*). Beberapa tipe pompa air dapat diaplikasikan sebagai turbin air. Biasanya pompa digerakkan oleh motor listrik untuk menaikkan sejumlah air sampai mencapai ketinggian tertentu. Pada

aplikasi pompa sebagai turbin, prinsip kerja pompa dibalik yaitu diberi jatuhan air dari ketinggian tertentu untuk memutar impeller pompa. Putaran impeller ini akan diteruskan untuk memutar generator sehingga dihasilkan tenaga listrik [1]. Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air yang kecil seperti yang terdapat pada aliran air saluran irigasi, anak sungai atau air terjun [2].

Hantarum, dkk. [1] melakukan penelitian tentang eksperimental optimasi tipe lekuk sudu pada pompa yang difungsikan sebagai turbin untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro. Penelitian ini menekankan secara eksperimental pompa yang difungsikan sebagai turbin (PAT) dengan modifikasi sudut masuk dan keluar pada *blade* PAT. Sebuah pompa NS-50 *paddy* dengan kapasitas 563,22 lit/min dan head 20 m diuji di Laboratorium Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah *head* 4 meter dan total variasi sudut pada *blade* masuk dan keluar sebanyak 7 spesimen dengan variasi bentuk *blade* persegi panjang, bulat dan oval. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi terbaik ada pada variasi sudut keluar dan masuk 30/30, rotasi yang terjadi sebesar 850 rpm dan daya yang dibangkitkan sebesar 90 Watt.

Fadrijn dan Asral [2] merancang dan menguji pompa sebagai turbin untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Perancangan dan pengujian pompa sebagai turbin bertujuan untuk menganalisis metode manufaktur dan proses pompa dirancang dengan pembelajaran. Perancangan pompa sebagai turbin terdiri dari pencarian nilai variabel awal, perhitungan dan desain. Dari pengujian pompa sebagai turbin yang telah dirancang, data menunjukkan bahwa terdapat potensial yang besar untuk tenaga air sebesar 3169 Watt dan potensial tenaga pompa sebesar 5003 Watt.

Made Suarda [3] melakukan pengujian terhadap performa (kinerja) pompa sebagai turbin air. Penelitian ini menguji unjuk kerja dua pompa kecil yaitu *diffuser-pump* dan *volute-pump* sebagai turbin air dengan variasi debit dan *head* dari sumber air seperti daya output dan efisiensinya. Penelitian ini menunjukkan bahwa *centrifugal diffuser-pump* sebagai turbin air menghasilkan efisiensi maksimum 20,6 %, dimana sebagai pompa berdasarkan brosur menghasilkan efisiensi sekitar 47%. Sedangkan *centrifugal volute-pump* sebagai turbin air memberikan efisiensi maksimum sekitar 32% dimana sebagai pompa di brosur dicantumkan sekitar

26 %. Jadi, *centrifugal volute-pump* merupakan solusi alternatif yang potensial digunakan sebagai turbin air.

Tarang Agarwal [4] meninjau kembali pompa sebagai turbin (PAT) untuk pembangkit listrik mikrohidro. Tujuan dari studi ini adalah untuk memilih kriteria PAT untuk berbagai macam PLTA yang mempunyai potensial yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa PAT adalah solusi yang luar biasa untuk mikrohidro khususnya di daerah terpencil. Biaya awal proyek menurun secara substansial yang membuat PAT menjadi lebih layak. Keterbatasan PAT dapat lebih dikurangi dengan memilih PAT yang tepat untuk situs tertentu.

Palanisamy, dkk. [5] menginvestigasi pompa sentrifugal sebagai turbin dengan meninjau beberapa laporan yang terkait. Ditahun berikutnya Vasanthakumar, dkk. [6] melakukan investigasi eksperimental terhadap pompa sentrifugal sebagai turbin. Dalam penelitian ini, hasil penyelidikan eksperimental pompa sentrifugal yang bekerja sebagai turbin dilakukan. Sebuah pompa sentrifugal *monobloc AHC* diuji dalam mode turbin pada PAT *test rig*. Kecepatan spesifik pompa sentrifugal 23,5 (m, m³/s) telah diuji secara eksperimental dalam mode terbalik dan karakteristik kurva operasi direncanakan. Hasil jelas menunjukkan bahwa permasalahan mekanikal pompa sentrifugal dapat secara relatif beroperasi sebagai turbin. Efisiensi pompa sentrifugal ditunjukkan di atas 34,52% (mengingat kerugian mekanik dan pada pipa) tanpa beberapa modifikasi impeller dan *casing*, hasilnya dibandingkan dengan berbagai kerja peneliti.

Asep Rachmat dan Ali Hamdani [7] merancang pembangkit listrik dengan metode *Pump as Turbine* (PATs). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis material yang dipilih untuk pembuatan rangka PATs, pompa sentrifugal seperti apa yang layak digunakan sebagai turbin dan tekanan air yang harus digunakan untuk memutar sudu-sudu pada pompa sentrifugal. Hasil perancangan menunjukkan bahwa desain dalam PATs yang dibuat

menggunakan tekanan air yang dihasilkan dari pompa sentrifugal *engine* sebagai pengganti ketinggian air menjadi tekanan pada turbin. Hasil perhitungan faktor keamanan untuk konstruksi PATs dengan menggunakan baja ST37 didapatkan faktor keamanan sebesar 3,84. Pompa yang digunakan dalam pembuatan PATs yaitu pompa sentrifugal berkapasitas 40 m³/h dengan laju aliran 0,0065 m/s menghasilkan kecepatan putar 1912 rpm.

Ahmad I. Rifa'I dan Dwi A. Himawanto [8] mengkaji secara teoritik karakteristik *Pump as Turbine* (PAT) untuk pembangkit listrik mikrohidro. Penelitian ini mempresentasikan studi teoritik pada efisiensi operasi pompa yang digunakan sebagai turbin (PAT). Berdasarkan pada hasil dari studi tersebut, efisiensi PAT meningkat dengan kecepatan spesifik (N_{sp}) dan dengan impeller khusus akan menaikkan efisiensi 9,3%, 8,07% dan 5,45% dan efisiensi juga meningkat dengan modifikasi ketebalan *blade* pompa.

Arief, dkk, 2012, [9] melakukan pengujian performa pompa air DAB Type Db-125B yang difungsikan sebagai turbin impuls dibantu dengan 3 buah pompa yang dirangkai secara seri dan paralel menunjukkan bahwa daya maksimum pada debit atau $Q = 38$ lit/min, dan head atau $H = 62,5$ m, maka daya turbin yang dibangkitkan berada dari 354,623 Watt - 388,8035 Watt.

Pompa sentrifugal adalah suatu pompa yang memindahkan cairan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran impeller. Seluruh pompa rotodinamik dari tipe aliran radial hingga aliran aksial dapat difungsikan sebagai turbin. Pompa yang digunakan sebagai turbin dalam penelitian ini adalah pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B. *Peripheral pump* adalah pompa sentrifugal yang impellernya memiliki sudu-sudu radial dalam jumlah banyak 41 sudu. Dalam operasional pompa sebagai turbin, arah aliran dan putarannya berlawanan arah dengan operasi pompa. Desain yang baik dari pompa aliran radial selalu dapat dioperasikan sebagai turbin, tetapi tidak sebaliknya. Turbin yang didesain pada

efisiensi tinggi tidak selalu dapat beroperasi sebagai pompa.

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem PAT pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B sebagai pembangkit daya tenaga air skala kecil. Selain itu pengaruh daya air terhadap putaran pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B juga diteliti dengan head konstan sebesar 8 m.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menguji kinerja pompa air DAB tipe DB-125B (Gambar 1) yang difungsikan sebagai turbin. Berkaitan dengan penelitian ini, peneliti terlebih dahulu akan membuat alat uji (sistem PAT) yang akan mendukung kelancaran penelitian. Kemudian dapat dilakukan analisis terhadap beberapa variabel yang telah ditentukan dalam penelitian.

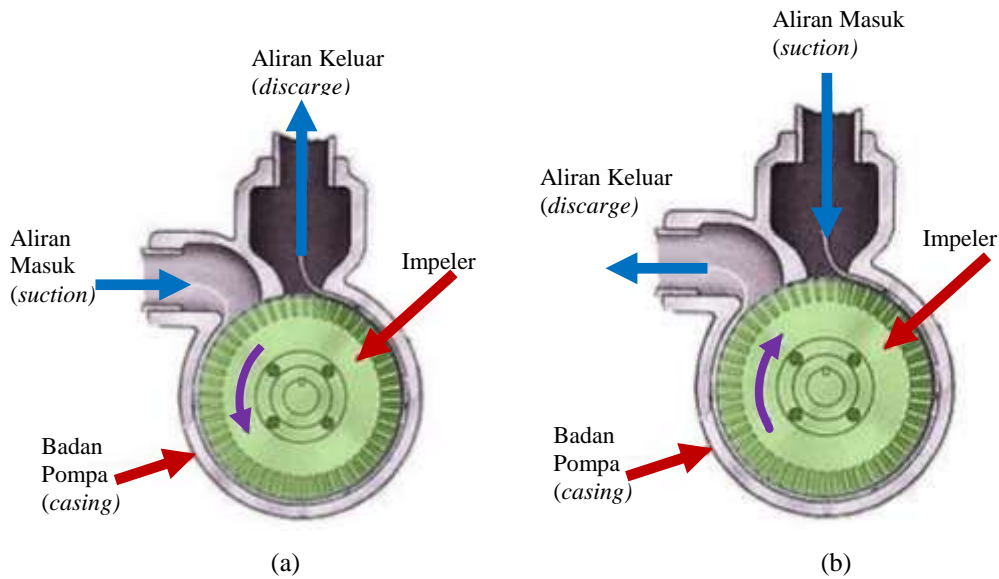


(a)

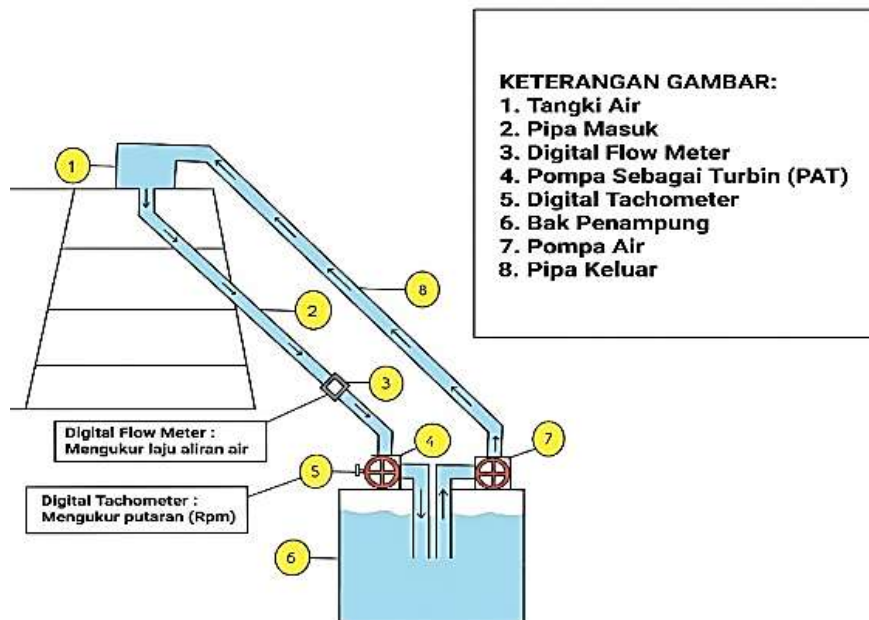


(b)

Gambar 1. (a) Pompa yang difungsikan sebagai turbin, (b) impeler pompa.



Gambar 2. (a) Prinsip kerja *peripheral pump* atau pompa regeneratif yang difungsikan sebagai pompa dan (b) sebagai turbin.



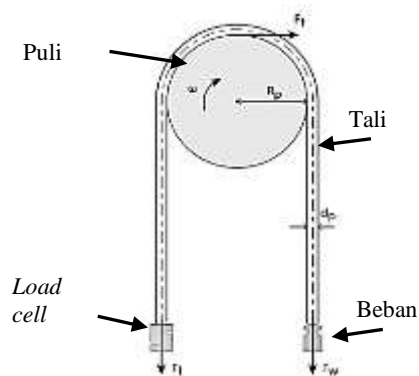
Gambar 3. Skema kerja pompa sebagai turbin (PAT).

Gambar 1 dan Gambar 2 masing-masing menampilkan pompa air yang difungsikan sebagai turbin dengan impelernya dan prinsip

kerja *peripheral pump* atau pompa regeneratif yang difungsikan sebagai pompa maupun sebagai turbin, yang menggambarkan aliran

masuk dan keluar serta bentuk impeler. Penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu merakit alat uji (sistem PAT) yang akan digunakan dalam pengujian beberapa variabel penelitian. Perakitan dilakukan mengikuti kebalikan dari prinsip kerja pompa. Dimana tandon akan ditempatkan pada ketinggian 8 meter kemudian pipa diinstalasi seperti pada Gambar 3. Air akan mengalir karena adanya gravitasi ke pompa untuk memutar impeller.

Dalam penelitian ini, variasi dilakukan pada debit awal pengujian, yaitu 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min dengan asumsi head atau tinggi angkat konstan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efisiensi *pump as turbine* (PAT). Setiap variasi debit aliran, dilakukan variasi pembebanan dari beban nol kemudian secara bertahap beban ditambah hingga turbin berhenti berputar. Pengukuran daya turbin dilakukan dengan menggunakan metode *prony brake*, seperti pada Gambar 4 dimana beban pengereman dan putaran rotor diukur setiap penambahan beban. Pengaruh dari variasi ini akan dibahas dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah proses analisis.



Gambar 4. Diagram benda bebas gaya-gaya pada pengukuran torsi. menggunakan metode *prony-type brake* (Hosman, 2012) [10].

Variabel Penelitian

Variabel merupakan besaran yang bisa berubah dan berpengaruh terhadap suatu hasil penelitian. Adanya variabel dapat mempermudah dalam menganalisis suatu

permasalahan. Dalam penelitian ini, terdapat tiga variabel yang digunakan yakni variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Ketiga variabel ini memiliki makna yang berbeda-beda.

- Variabel bebas merupakan salah satu variabel yang punya pengaruh besar terhadap variabel lainnya atau dengan kata lain variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lainnya. Dalam penelitian ini yang berperan sebagai variabel bebas adalah debit aliran dan pembebanan.
- Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah beban pengereman, putaran, torsi, daya dan efisiensi.
- Variabel kontrol merupakan variabel yang bersifat konstan dan dapat dikendalikan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah head atau tinggi angkat turbin yang dipertahankan konstan pada 8 m.

Teknik Analisis Data

Setelah semua data yang diperlukan diperoleh secara keseluruhan, selanjutnya data tersebut dapat dianalisis. Analisis data yang telah diperoleh berdasarkan pada literatur yang tersedia untuk mendapatkan sebuah kesimpulan dari permasalahan yang ada. Analisis data dilakukan untuk menentukan efisiensi turbin, besaran-besaran yang terpenting dalam dapat diketahui. Model pengujian seperti Gambar 3 dengan menggunakan *prony brake* (Gambar 4).

Analisis pada penelitian ini meliputi massa gaya gesek (kg), gaya (N), torsi (Nm), kecepatan sudut (rad/s), Daya poros (W), Debit aliran (m^3/s), Daya air (W), dan efisiensi. Dimana percepatan gravitasi $9,81 m/s^2$, massa jenis air $1000 kg/m^3$, Variasi debit aliran, yaitu: 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min) dengan tinggi angkat dipertahankan sama sebesar 8 m. Salah satu besaran ini adalah torsi rotor diukur dengan metode *prony-type brake*. Torsi yang dihasilkan oleh rotor turbin diukur dengan menggunakan metode *prony-type brake*, pengambilan data dilakukan setiap variasi debit aliran yang

diberikan pada rotor turbin. Sebuah puli (jari-jari R_p) dipasang pada poros dengan beban (F_w) digantung melalui seutas tali (diameter tali d_p) melingkari puli tersebut (Gambar 3.4) yang berfungsi sebagai pengereman. Gaya F_l diukur menggunakan *load cell sensor* atau timbangan digital, sedangkan gaya F_f merupakan gaya gesek antara permukaan tali dan puli.

Kondisi keseimbangan tercapai setelah gaya-gaya pada pronny-type brake memenuhi persamaan berikut:

$$F_w \left(R_p + \frac{1}{2} d_p \right) + F_f \cdot R_p - F_l \left(R_p + \frac{1}{2} d_p \right) = 0 \quad (1)$$

Torsi pada rotor diperoleh dari gaya gesek yang terjadi pada puli, $T = F_f \cdot R_p$, sehingga torsi terukur adalah:

$$T = (F_l - F_w) \left(R_p + \frac{1}{2} d_p \right) \quad (2)$$

Atau, diameter tali diabaikan sehingga,

$$T = (F_l - F_w) R_p \quad (3)$$

Gaya (N),

$$F = m \cdot g \quad (4)$$

Daya output yang dibangkitkan oleh rotor turbin dapat dihitung dengan persamaan,

$$P_{out} = T \cdot \omega \quad (5)$$

Kecepatan sudut (rad/s)

$$\omega(t) = \frac{2 \times \pi \times n}{60s} \quad (6)$$

Daya air (Pin)

$$P_{in} = \rho g H Q \quad (7)$$

Efisiensi pompa sebagai turbin,

$$Eff = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis parameter pompa sebagai turbin pada penelitian ini yang meliputi massa gaya gesek (kg), gaya (N), torsi (Nm), kecepatan

sudut (rad/s), daya poros (W), debit aliran (m^3/s), Daya air (W), dan efisiensi. Dimana percepatan gravitasi $9,81 m/s^2$, massa jenis air $1000 Kg/m^3$, Variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min dengan tinggi angkat konstan, yaitu 8 m. Untuk mencari efisiensi atau performa dari pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B sebagai turbin, ini diawali dengan menghitung massa gaya gesek (kg).

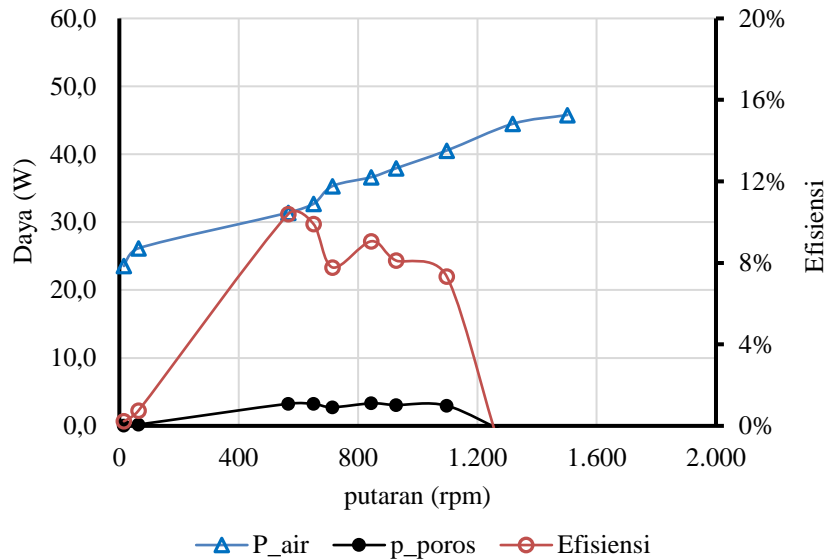
Pengujian performa pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B yang difungsikan sebagai turbin dengan mempelajari prinsip kerjanya setelah pompa dipasang pada posisi dan ketinggian atau tinggi angkat konstan, sebesar 8 m. Variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min dengan tinggi angkat konstan, yaitu 8 m. Diameter pipa aliran yang menuju ke pompa divariasikan dengan maksud untuk menaikkan kecepatan aliran air, dimana diameter dari sambungan pipa 3 inch - 2,5 inch - 2 inch - 1,5 inch 1, inch yang langsung terhubung ke pompa dan aliran kecepatan air ini yang akan memutar impeller mengakhibatkan poros berputar. Berputarnya poros ini akan diberi beban dari beban rendah kemudian ditambah secara bertahap hingga putaran dari pompa tersebut berhenti dengan maksud untuk mengetahui nilai torsi, daya dan efisiensi PAT.

Hubungan daya air, daya output, dan efisiensi PAT terhadap putaran poros

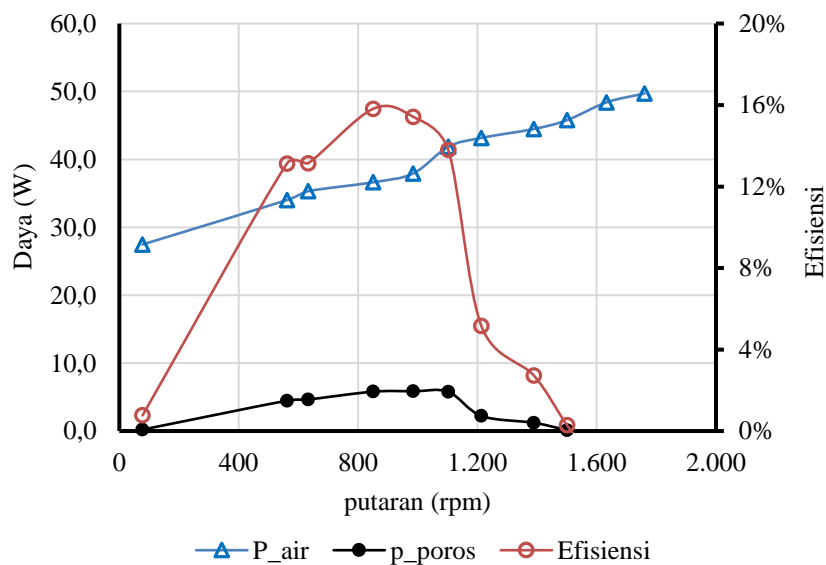
Gambar 5 menampilkan hubungan daya air, daya output, dan efisiensi PAT terhadap putaran poros dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, bahwa dengan bertambahnya daya air yang masuk ke pompa maka putaran yang dihasilkanpun semakin bertambah. Hubungan daya poros dan putaran pada pada kurva menunjukkan bahwa pada putaran turbin 844,6 rpm menghasilkan daya maksimum sebesar 3,319 W kemudian mengalami penurunan terhadap peningkatan putaran poros. Selanjutnya hubungan antara

putaran dan efisiensi dari PAT pada kurva menunjukkan hal yang serupa dengan daya poros yakni pada putaran turbin 566,3 rpm

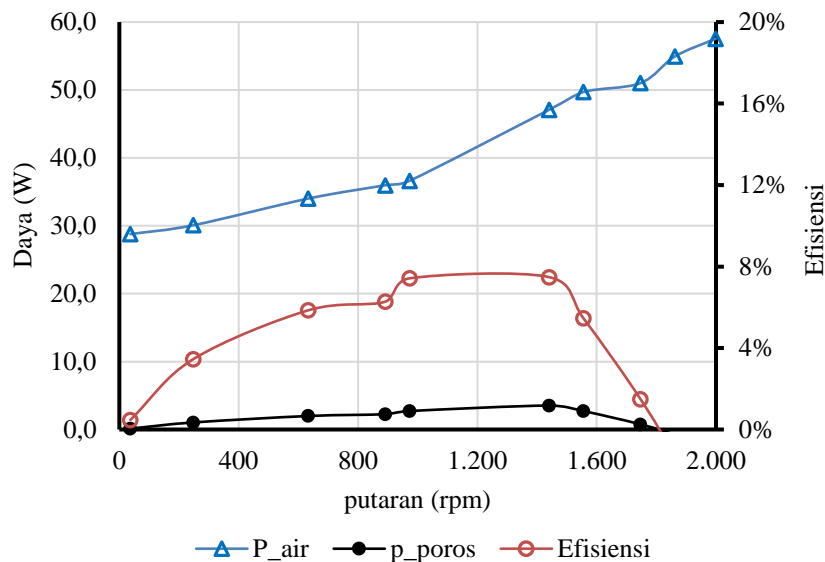
menampilkan nilai efisiensi maksimum sebesar 10,4 %, namun pada putaran lebih tinggi efisiensi dari PAT kembali menurun.



Gambar 5. Hubungan daya air, daya output, dan efisiensi PAT terhadap putaran poros dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min.



Gambar 6. Hubungan daya air, daya output, dan efisiensi PAT terhadap putaran poros dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 40 lit/min.



Gambar 7. Hubungan daya air, daya output, dan efisiensi PAT terhadap putaran poros dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 45 lit/min.

Gambar 6 menampilkan hubungan daya air, putaran dan efisiensi PAT dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 40 lit/min, bahwa dengan bertambahnya daya air yang masuk ke pompa maka putaran yang dihasilkanpun semakin bertambah. Hubungan daya poros dan putaran pada pada kurva menunjukkan bahwa pada putaran turbin 985,1 rpm menghasilkan daya maksimum sebesar 5,849 W kemudian mengalami penurunan terhadap peningkatan putaran poros. Selanjutnya hubungan antara putaran dan efisiensi dari PAT pada kurva menunjukkan hal yang serupa dengan daya poros yakni pada putaran turbin 850,3 rpm menampilkan nilai efisiensi maksimum sebesar 15,81 %, namun pada putaran lebih tinggi efisiensi dari PAT kembali menurun.

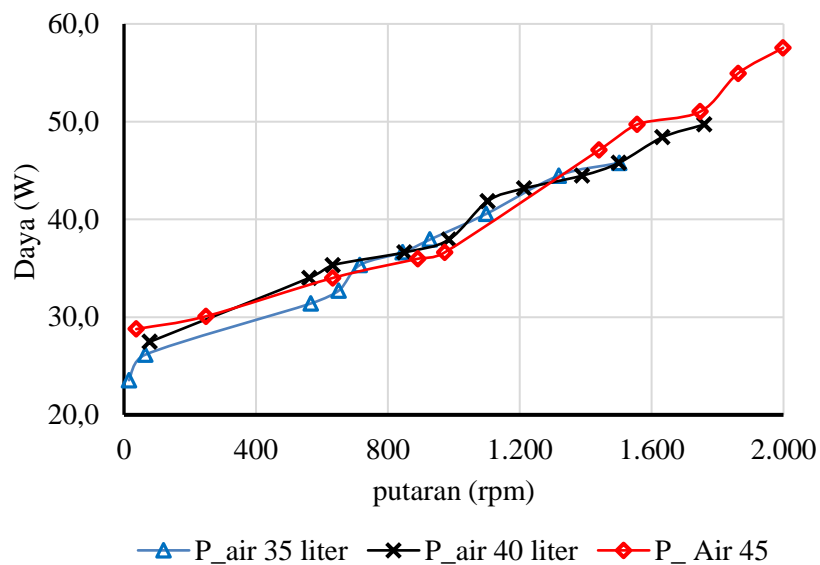
Gambar 7 menampilkan hubungan daya air, putaran dan efisiensi PAT dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 45 lit/min, bahwa dengan bertambahnya daya air yang masuk ke pompa maka putaran yang dihasilkanpun semakin bertambah. Hubungan daya poros dan putaran pada pada kurva menunjukkan bahwa pada putaran turbin 1440,7 rpm menghasilkan daya maksimum sebesar 3,522 W kemudian mengalami

penurunan terhadap peningkatan putaran poros. Selanjutnya hubungan antara putaran dan efisiensi dari PAT pada kurva menunjukkan hal yang serupa dengan daya poros yakni pada putaran turbin 1440,7 rpm menampilkan nilai efisiensi maksimum sebesar 7,48 %, namun pada putaran lebih tinggi efisiensi dari PAT kembali menurun.

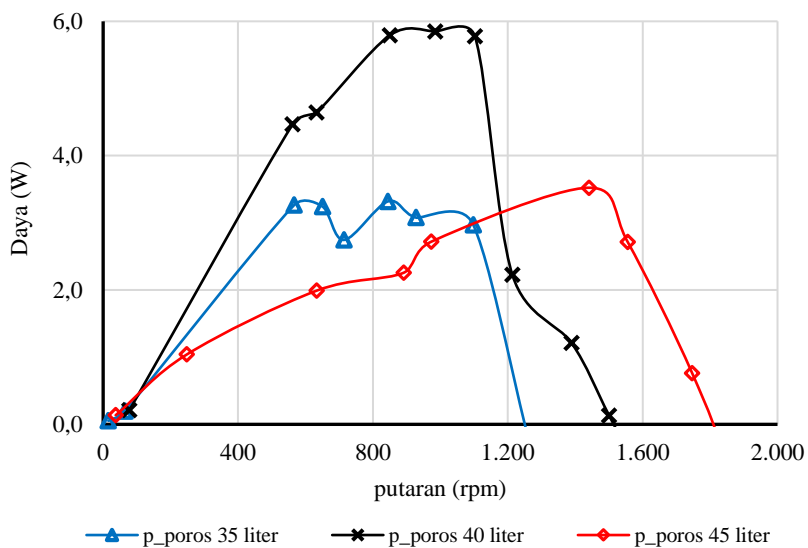
Performa PAT terhadap variasi debit aliran

Gambar 8 menampilkan performa pompa regeneratif atau *peripheral pump*, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B yang difungsikan sebagai turbin. Grafik ini menunjukkan hubungan antara daya air terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min dengan tinggi angkat konstan, yaitu 8 m. Penambahan daya air secara langsung dapat meningkatkan putaran poros PAT. Namun dengan variasi debit aliran pada head konstan, cenderung tidak mempengaruhi hubungan antara daya air dan putaran poros PAT. Pengaruh variasi debit aliran terhadap hubungan daya dan putaran hanya terlihat pada putaran maksimum yang dihasilkan

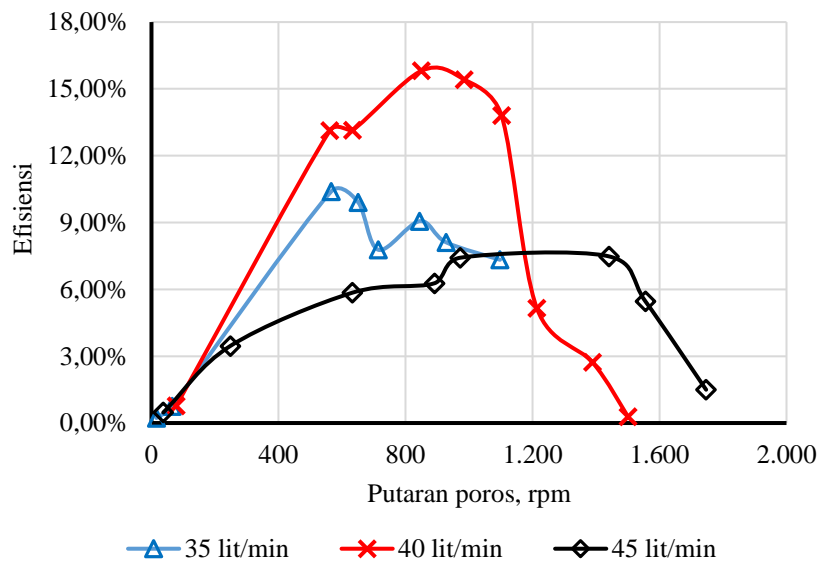
PAT, dimana dengan bertambahnya debit aliran, maka putaran rotor juga semakin tinggi.



Gambar 8. Hubungan antara daya air terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min.



Gambar 9. Hubungan antara daya output PAT terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min.



Gambar 10. Hubungan antara efisiensi terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min.

Gambar 9 menampilkan hubungan antara daya output PAT terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min. Kurva tersebut menunjukkan daya output PAT tertinggi terjadi pada saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 40 lit/min. Daya output PAT pada variasi debit aliran ini mencapai nilai maksimum pada putaran turbin 985,1 rpm sebesar 5,849 W, kemudian diikuti oleh variasi debit aliran 45 lit/min dan 35 lit/min, masing-masing sebesar 3,522 W pada putaran 1440,7 rpm dan 3,319 W pada putaran 844,6 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada debit aliran yang cukup tinggi dengan head konstan, maka daya output turbin maksimum cenderung terjadi pada putaran tinggi. Sebaliknya pada kondisi PAT dengan debit aliran yang lebih rendah, maka daya output turbin maksimum cenderung terjadi pada putaran rendah.

Gambar 10 menampilkan hubungan antara efisiensi PAT terhadap putaran poros dengan variasi debit aliran saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min. Kurva tersebut menunjukkan efisiensi PAT tertinggi

terjadi pada saat pengujian dengan debit awal, saat tanpa beban sebesar 40 lit/min. Efisiensi PAT pada variasi debit aliran ini mencapai nilai maksimum pada putaran turbin 850,3 rpm sebesar 15,81 %, kemudian diikuti oleh variasi debit aliran 45 lit/min dan 35 lit/min, masing-masing sebesar 10,4 % pada putaran 566,3 rpm dan 7,48 % pada putaran 1440,7 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada debit aliran yang cukup tinggi dengan head konstan, maka efisiensi turbin maksimum cenderung terjadi pada putaran tinggi. Sebaliknya pada kondisi PAT dengan debit aliran yang lebih rendah, maka efisiensi turbin maksimum cenderung terjadi pada putaran rendah.

SIMPULAN

- Kinerja atau performa sistem PAT pompa regeneratif atau peripheral pump, yaitu pompa air DAB tipe DB-125B sebagai pembangkit daya tenaga air skala kecil dari hasil eksperimen dengan variasi debit aliran 35 lit/min, 40 lit/min, dan 45 lit/min pada head konstan (8 m), terbaik adalah dengan efisiensi maksimum 15,81 % pada debit aliran 40 lit/min dan putaran poros 850,3 rpm. Daya output PAT maksimum

- juga terjadi pada debit aliran 40 lit/min dengan putaran turbin 985,1 rpm sebesar 5,849 W
- Penambahan daya air secara langsung dapat meningkatkan putaran poros PAT, begitu juga dengan penambahan debit aliran pada head konstan (8 m), putaran rotor turbin juga meningkat. Sedangkan penambahan debit aliran dengan head konstan, maka daya output dan efisiensi PAT maksimum cenderung terjadi pada putaran tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hantarum, Aries H, D., DPT, D. D., Indro C, S., & Pitana, T. S. (2016). Eksperimental Optimasi Tipe Lekuk Sudu pada Pompa Difungsikan sebagai Turbin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro . Mekanika, Vol. 15, No. 1 , 10-16.
- [2]. La Ada, F. C., & Asral. (2019). Perancangan dan Pengujian Pompa sebagai Turbin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air. Jom FTEKNIK, Vol. 6, Edisi 2 , 1-5.
- [3]. Suarda, M. (2009). Pengujian Performa Pompa sebagai Turbin Air. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 3, No. 1 , 67-72.
- [4]. Agarwal, T. (2012). Review of Pump as Turbine (PAT) for Micro-Hydropower. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 2 , 163-169.
- [5]. Palanisamy, M., Vasanthakumar, P., Krishnaraj, J., & Castro, P. S. (2015). Analysis of Pump as Turbine for micro-hydro schemes. International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 10, No. 61 , 424-429.
- [6]. Vasanthakumar, P., Krishnaraj, J., Palanisamy, M., & Hariharan, J. (2015). Experimental Investigation of Centrifugal Pump as Turbine. International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 10, No. 19 , 14607-14610.
- [7]. Rachmat, A., & Hamdani, A. (2017). Pembangkit Listrik Metode Pump as Turbine (PATs) . Jurnal J-Ensitem, Vol. 3, No. 2 , 86-95.
- [8]. Rifa'i, A. I., & Himawanto, D. A. (2017, Desember 21). Kajian Teoritik Karakteristik Pump as Turbine (PAT) untuk Pembangkit Listrik Microhydro. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan, Vol III , pp. 61-63.
- [9]. Adi Ramadhani Muhammad Arief, G. D. Soplanit, I Nyoman Gede, 2012, Performa Pompa Air Dab Type Db-125b Yang Difungsikan Sebagai Turbin Air, Vol. 1, No. 1
- [10]. Hosman, N. (2012). Performance Analysis and Improvement of a Small Locally Produced Wind Turbine for Developing Countries. Master of Science, TU Delft.
- [11]. Hermawan, 2009, Unjuk Kerja Regenerative Pump Dengan Modifikasi Bentuk Impeller Yang Dioperasikan Sebagai Turbin Air, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII, Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009, M6-018.
- [12]. Hermawan, 2008, Unjuk Kerja Peripheral Pump Dengan Modifikasi Bentuk Impeller, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII, Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT), Manado, November 2008, I01-036, I1-036.