

KAJIAN EKSPERIMENTAL MODIFIKASI GEOMETRI ROUNDING DAN KEKASARAN PERMUKAAN IMPELLER PUMP AS TURBINE PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

by Dwi Rahmalina

Submission date: 19-Nov-2020 11:15AM (UTC+0700)

Submission ID: 1450754771

File name: 19_Teknobiz_VOL6_NO2sumardi.pdf (367.38K)

Word count: 2863

Character count: 15957

KAJIAN EKSPERIMENTAL MODIFIKASI GEOMETRI *ROUNDING* DAN KEKASARAN PERMUKAAN IMPELLER *PUMP AS TURBINE* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Mohamad Sumardi*, **D.L. Zariatini****, **Dwi Rahmalina*****
 PT Harini Group, Jakarta*
 Program Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta**
 Program Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta***

Abstrak

Eksperimen menganalisis impeller normal (tanpa modifikasi) dari unit pompa sentrifugal dengan kapasitas 1000 L/menit, dan memodifikasi pada sudu-sudu impeller dengan kekasaran permukaan (Ra) 0,16 μ m, 0,24 μ m, 0,40 μ m, coating pernis, serta melakukan rounding sudu sudu impeller dengan radius 0,5 tebal sudu impeller pada impeller yang mempunyai kekasaran permukaan 0,16 μ m, pada Pump as Turbine (PAT) sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Teknik Universitas Pancasila. Pada ketinggian air (head) 2,6 m dari poros impeller sampai dengan penampung air.

Hasil akhir yang diperoleh dari eksperimen menunjukkan bahwa putaran maksimal impeller normal 1.487 rpm, daya 109 Watt dan efisiensi 49%. Impeller dengan Ra 0,16 μ m, putarannya 1.532 rpm, daya 112 Watt, dan efisiensi 50%. Impeller dengan Ra 0,24 μ m putarannya 1.503 rpm, daya 110 Watt dan efisiensi 49%. Impeller dengan Ra 0,40 μ m, putarannya 1.495 rpm, daya 109,7 Watt dan efisiensi 48,8%. Impeller coating pernis putarannya 1.498 rpm, daya 109,9 Watt dan efisiensi 48,9%. Hasil geometri rounding pada impeller dengan kekasaran permukaan 0,16 μ m adalah putarannya 1.557 rpm, daya 114,2 Watt, dan efisiensi terbaik 50,9 %.

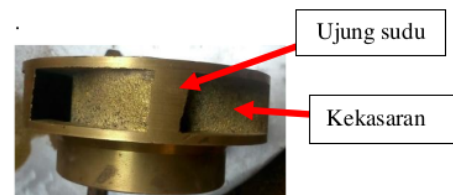
Kata Kunci : *PAT, Kekasaran permukaan, rounding, putaran poros*

I PENDAHULUAN

Pada penelitian tesis ini melakukan kajian eksperimen untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *rounding* geometri dan kekasaran permukaan (*surface roughness*) terhadap kinerja PAT yang nantinya mengarah efisiensinya kinerja PAT.

Pengaruh pada parameter nilai kekasaran permukaan sudu impeller yang diteliti meliputi nilai kekasaran permukaan hasil pembuatan impeller menggunakan sistem cor, kekasaran permukaan sudu impeller hasil proses gerinda / amplas, impeller hasil *coating* pernis, dan geometri *rounding* pada sisi sudu impeller. Pada umumnya proses manufaktur impeller yang digunakan pada pompa sentrifugal produksi dalam negeri atau luar negeri menggunakan sistem cor dan tingkat kekasaran permukaannya (*surface roughness*) masih sangat tinggi, terutama pada sudu impeller. Menurut Varley [4] kekasaran permukaan adalah faktor yang paling penting yang mengontrol besarnya kerugian aliran hidrolis dan kerugian gesekan pada impeller pompa aliran radial yang ditentukan besarnya nilai kekasaran [5] yang mengakibatkan kecepatan aliran fluida menjadi berkurang,

sedangkan pada ujung sudu impeller yang lancip dapat membelah aliran air apabila digunakan sebagai turbin dan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini;



Gambar 1. Impeller standar pompa

Pompa sentrifugal adalah sebagai mesin fluida yang dirancang untuk menggunakan energi mekanik menjadi energi aliran air secara efisien. Dengan kata lain tidak dirancang untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Maka diperlukan analisis yang lebih jauh dengan memodifikasi geometri *rounding* dan kekasaran permukaan (*surface roughness*) pada sudu impeller untuk mencari kondisi operasi kinerja terbaik dari sebuah pompa sentrifugal jika dioperasikan sebagai turbin. Eksperimen ini dilakukan untuk mengkaji geometri (*rounding*) dan kekasaran permukaan pada sudu impeller,

dimana *rounding* dan kekasaran permukaan sudu impeller dengan bentuk yang bervariasi terhadap koefisien gesek yang nantinya mengarah kepada kerugian kecepatan aliran pada kinerja putaran impeller turbin dan daya yang akan dihasilkannya. Dengan adanya modifikasi ini, diharapkan aliran yang masuk ke dalam impeller pompa akan lebih terarah dan lebih halus (mengurangi separasi aliran dan turbulensi) sehingga karakteristik PAT menjadi lebih baik.

Penelitian sebelumnya tentang geometri impeller telah dilakukan oleh Made Suarda [6] melakukan penelitian eksperimen kinerja pada pembulatan (*rounding*) impeller pompa sentrifugal sebagai turbin. Dalam penelitiannya Made Suarda, melakukan percobaan dengan membuat modifikasi *rounding* pada impeller, tanpa melakukan penghalusan kekasaran permukaan (*surface roughness*) pada permukaan sudu impeller dapat meningkatkan putarannya (rpm) 37,5

% pada kapasitas aliran air 0,00149 m³/detik, dan daya (watt) menjadi 71,08 Watt, yang sebelumnya 56,78 Watt.

II METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah diagram alir yang menggambarkan secara umum kegiatan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh modifikasi geometri *rounding* dan kekasaran permukaan sudu impeller pada pompa sentrifugal yang digunakan sebagai *Pump as Turbine* (PAT).

2.1. Persiapan benda uji dan peralatan penelitian

Benda uji yang digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini adalah impeller pompa sentrifugal Morris tipe MFM 130A yang terbuat dari kuningan yang dipilih karena sesuai dengan spesifikasi pompa yang dilakukan pengujian sebagai PAT. Material ini memiliki karakteristik logam yang tahan terhadap korosi dan banyak diaplikasikan pada pompa – pompa sentrifugal pasaran lokal, juga merupakan tujuan dari penelitian ini pengembangan impeller sebagai turbin pada *Pump as Turbine* (PAT)

2.2. Peralatan Eksperimen

Pompa sentrifugal MFM 130A kapasitas 1000 L, Manometer (*Pressure gauge*) Max. 4kg/cm², Digital AVO meter, Stop valve 76,2 mm, 100,6 mm, 50,8 mm. Generator Daya 2000 Watt, Tachometer *Display : LCD Accuracy : ±(0.05%+1 digit) Sampling Time : 0.5 sec (Over 120RPM) Range Select : Auto Ranging Memory : Last Value, Max. Value and Min. Value Test Range : 2.5 to 99.999RPM (r/min) Resolution :*

*0.1RPM (2.5 to 999.9RPM); 1RPM (0.14 to 1.000RPM. Digital Surface Roughness Tester SJ-201P Specifications Or No. 178-923A Type inch (mm) Drive Unit Drive speed Measuring: .01"/s (0.25mm/s), .02"/s (0.5mm/s), Returning: .03"/s (0.8mm/s) Evaluation length*1 .49" (12.5mm) Mass 42 lbs. (190g) Detector provided 178-390 Detecting method Differential inductance Measuring range 13780µin (350µm) to 880µin/-200µm to +5900µin/+150µm Material of stylus Diamond Radius of skid curvature 1.57" (40mm) Mass .04 lbs. (18g) Stylus tip radius 200µin (5µm). Impeller D=124 mm, dan Stopwatch,*



Gambar 2 Pengukuran Kekasaran permukaan sudu impeller



Gambar 3 Instalasi Penelitian PAT

2.3. Persiapan eksperimen

Eksperimen diawali dengan mempersiapkan benda uji impeller sentrifugal yang sudah pasang rumah PAT dan mengisi bak penampung. Untuk menghindari kesalahan pengukuran pada saat

pengambilan data maka dilakukan pengecekan kebocoran pada instalasi serta pengecekan kondisi dari alat-alat ukur yang akan digunakan apakah dalam kondisi siap pakai. Setelah semuanya sudah siap, dilanjutkan dengan pengambilan data yang dilakukan dalam melakukan pengujian adalah:

1. Tempat atau instalasi untuk eksperimen penelitian eksperimen di Lab. Teknik Universitas Pancasila Srengseng sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640
2. Penelitian terdiri dari;
 - a. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.1 normal.
 - b. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.2 dengan kekasaran permukaan 0,16 μm , pada sudu impeller .
 - c. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.3 dengan kekasaran permukaan 0,24 μm , sudu impeller ,
 - d. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.4 dengan kekasaran permukaan 0,40 μm , sudu impeller ,
 - e. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.5 dengan coating pernis pernis.
 - f. Pengujian dengan menggunakan impeller PAT No.6 dengan kekasaran permukaan 0,16 μm , sudu impeller dan dilakukan *rounding radius* 0,5 dari tebal sudu impeller.

2.4. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pompa sentrifugal Morris tipe MFM 130A dengan kapasitas $Q = 60 \text{ l/h}$ atau 1000 L/min dan daya 2,20 kW adalah pengujian langsung dimanapun semua variabel yang diukur langsung pada saat pengujian, nilainya bisa langsung dapat diketahui tanpa diperlukan perhitungan lebih lanjut. Unit pengujian langsung terdiri dari pengukuran faktor geometri *rounding radius* 0,5 tebal sudu impeller dan kekasaran permukaan sudu impeller 0,16 μm , 0,24 μm , 0,40 μm dan *coating* pernis, aliran, tekanan, putaran, dan daya (watt) masing – masing pada bukaan katup (kran) 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1,00%. Seluruh unit pengujian langsung digunakan sebagai input data untuk analisis dan pengolahan data.

2.5. Pengambilan data penelitian

Pengujian benda uji dilakukan dengan fluida kerja yang digunakan adalah air. Adapun

tahapan pengujian dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Pasang impeller yang akan diuji kedalam rumah PAT (kekasaran permukaan (Ra), *coating* pernis, *rounding radius*) secara bergantian.
2. Pasang PAT pada dudukan dan hubungkan pipa masuk dan pipa keluar yang telah dirakit sebelumnya.
3. Isi tanki penampung dengan air bersih.
4. Pasang alat ukur tekanan pada pipa turun, untuk mengetahui untuk mengetahui berapa tekanan aliran pada pipa.
5. Posisikan stop pada kran saluran masuk PAT (posisi tutup)
6. Buka kran pada saluran masuk PAT pada posisi buka 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1,00% (penuh) dan kran saluran keluar PAT buka penuh .
7. Baca tekanan air pada alat ukur tekanan yang dipasang.
8. Baca putaran pada poros (rpm)
9. Baca daya yang dihasilkan (Watt) yang tertera pada Digital AVO meter.



Gambar 4 Pengukuran tekanan pada saluran masuk PAT

III LANDASAN TEORI

3.1. *Rounding* sudu Impeller

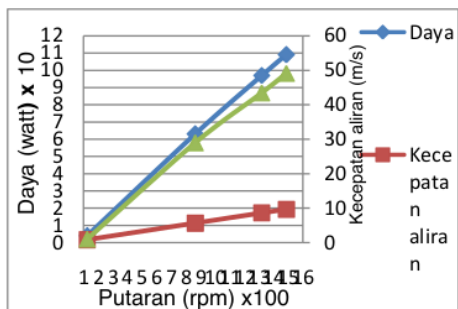
Pengaruh dari *rounding* sudu impeller [7] dikarenakan bagian ujung impeller di ujung luar sudu yang tajam. Adapun tujuannya sebenarnya adalah ketika impeller berputar dalam keadaan sebagai pompa maka cairan bergerak radial keluar akibat gaya sentrifugal. Namun, ketika dalam keadaan sebagai turbin, tepi ujung luar sudu yang tajam dapat menyebabkan pemisahan aliran sehingga dapat meningkatkan formasi pergerakan fluida radial menjadi terpusat dan dapat mengakibatkan penurunan efisiensi. Kerugian akibat pemisahan aliran dan pembentukan formasi dapat dikurangi, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan kinerja PAT tersebut.

3.2. Pengaruh kekasaran permukaan pada kinerja turbin.

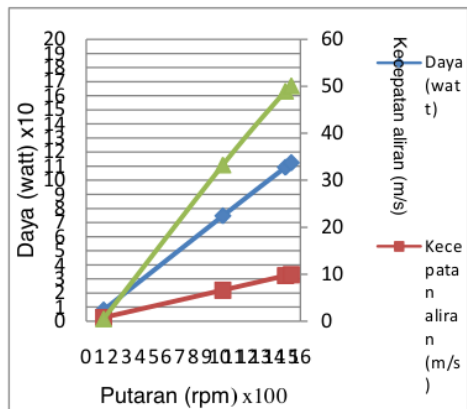
Kerugian gesekan yang disebabkan oleh kekasaran adalah sebanding dengan kuadrat kecepatan, dalam praktek akan sulit terjadi pada tekanan normal maupun kecepatan tinggi. Secara alami, bahwa efisiensi menurun dikarenakan kekasaran meningkat [12]. Pada zat cair ideal, aliran melalui bidang batas mempunyai distribusi kecepatan merata. Sedangkan pada zat cair yang sebenarnya, adanya pengaruh kekentalan, kecepatan di daerah dekat bidang batas mengalami perlambatan dan pada bidang batas kecepatan adalah nol. Lapisan zat cair di dekat bidang batas dimana pengaruh kekentalan dominan disebut dengan lapisan batas. Konsep adanya sub lapis laminar di dalam lapisan batas pada aliran turbulen dapat digunakan untuk menjelaskan perilaku kekasaran permukaan.

IV ANALISIS DATA dan PEMBAHASAN

Impeller normal (tanpa modifikasi penhalusan), putaran yang di hasilkan 1.487 rpm, pada bukaan katup (kran) 1,00%, daya dihasilkan 109 Watt dan efisiensi 49 %. Impeller dengan kekasaran permukaan (Ra)0,16 μ m, data hasil emperimen putaran poros 1.532 rpm, daya yang dihasilkan 112 Watt, dan efisiensi 50%,

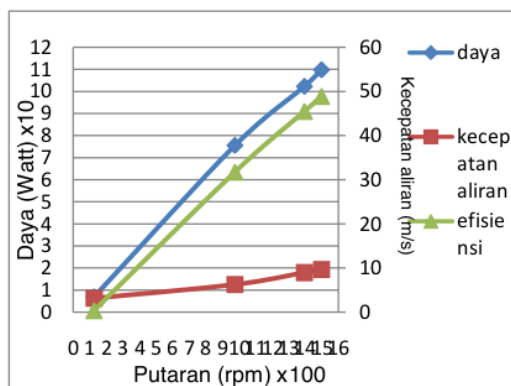


Gambar 5 Kurva karakteristik impeller normal

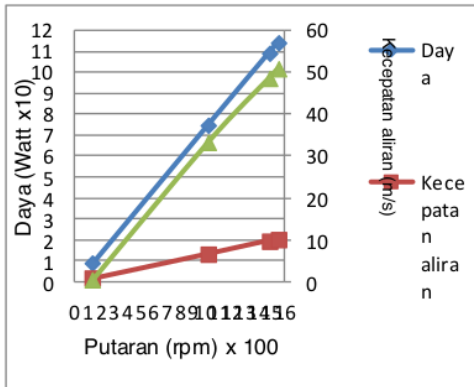


Gambar 6 Kurva karakteristik impeller Ra 0,16 μ m

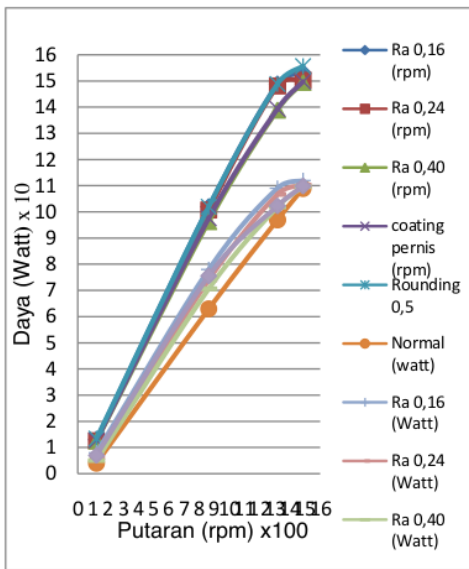
Untuk impeller dengan kekasaran permukaan (Ra)0,24 μ m, karena permukaan kekasarannya sedikit lebih kasar dibandingkan impeller (Ra) 0,16 μ m, maka putaran poros 1.503 rpm, daya yang dihasilkan 110,3 Watt, dan efisiensi 49%. Impeller dengan kekasaran 0,40 μ m memiliki putaran poros 1.495 rpm, daya yang dihasilkan 109,7 Watt, dan efisiensi 48,8%, dan impeller hasil *coating* pernis memiliki putaran dari 1.487 rpm menjadi 1.498 rpm atau naik 0,74%. Sedangkan impeller dengan geometri *rounding* 0,5 tebal sudu impeller pada benda uji impeller (Ra) 0,16 μ m, memiliki putaran 1.557 rpm, daya 114,2 Watt dan efisiensi 50,9%.



Gambar 7 Kurva karakteristik impeller *coating* pernis



Gambar 12. Kurva karakteristik impeller geometri *rounding* 0,5 tebal sudu



Gambar 12. Kurva karakteristik impeller Putaran (rpm) dan Daya (Watt) yang dihasilkan

kekasaran permukaan Ra 0,16 μm mengalami putaran terbesar, yaitu sebanyak 1.532 rpm dan daya yang dihasilkan 112 Watt, sedangkan impeller dengan kekasaran permukaan Ra 0,40 μm mengalami putaran terkecil, yaitu sebesar 1.495 rpm untuk daya yang dihasilkan sebesar 48,8 Watt. Hal yang sama juga terjadi pada variasi kekasaran permukaan pada impeller lainnya. Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa penyebab dari perbedaan nilai rpm dan daya yang dihasilkan terdapat pada perbedaan kekasaran

permukaan pada impeller, dimana semakin halus permukaan pada sudu impeller sebagai turbin, semakin besar pula putaran (rpm) dan daya (Watt). Modifikasi impeller dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa setiap impeller mengalami perubahan kekasaran dari impeller 1 sampai impeller 4 yaitu 12 μm , 0,16 μm , 0,24 μm dan 0,40 μm . Dengan adanya perubahan kekasaran permukaan pada sudu impeller, gaya hambat putaran yang bekerja pada impeller juga mengalami perubahan. Besarnya gaya hambat putaran dipengaruhi oleh kecepatan aliran yang mengalir pada permukaan sudu impeller. Jadi, semakin kasar permukaan sudu impeller, semakin besar gaya hambatan kecepatan aliran yang menekan permukaan sudu impeller yang bergesekan dengan impeller sehingga menyebabkan gaya hambat semakin besar sehingga putaran impeller menjadi semakin berkurang.

Pada kurva terlihat ada beberapa impeller yang putarannya memiliki nilai yang sangat berdekatan, yaitu terjadi pada impeller 3 dan 4. Untuk impeller 3 dan impeller 4, putaran impeller 3 lebih besar dari pada impeller 4 dengan kekasaran permukaan sebesar 0,24 μm dan 0,40 μm . Penyebabnya, yaitu karena besar kekasaran permukaan kedua impeller tersebut tidak terlalu jauh, yaitu hanya selisih 0,16 μm , begitu juga dengan impeller 5. Sedangkan Hasil data kurva karakteristik geometri *rounding* radius 0,5 tebal sudu impeller pada impeller dengan kekasaran permukaan sudu Ra=0,16 μm , dapat meningkatkan putaran poros yang cukup signifikan yaitu 1.557 rpm, daya 114,2 Watt dan efisiensi 50,9 %. Apabila dibandingkan dengan dengan impeller normal (tidak dimodifikasi) terjadi peningkatan putaran 4,7% .

17 V KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut :

1. Kekasaran permukaan (*Ra*) berpengaruh terhadap laju aliran fluida dan putaran poros impeller, semakin halus permukaan kekasaran (*Ra*) sudu impeller semakin besar putaran yang dihasilkan.
2. Besarnya daya (*Watt*) yang dihasilkan merupakan hasil putaran poros impeller yang di pengaruhi oleh tingkat kekasaran permukaan (*Ra*) pada sudu impeller. Semakin halus kekasaran permukaan pada sudu impeller semakin besar daya (*Watt*) yang dihasilkan.
3. Melakukan geometri *rounding* radius 0,5 tebal sudu impeller pada impeller dengan

kekasaran permukaan (Ra) 0,16 μ m dapat memperbaiki karakteristik putaran PAT sebesar 4,7%.

4. Geometri *rounding* dan mengurangi kekasaran permukaan (Ra) pada sudu impeller dapat meningkatkan efisiensi yang lebih baik.
5. Pengujian sebaiknya pada tingkat kekasaran permukaan (Ra) yang lebih halus lagi dan menggunakan alat ukur digital agar data yang diperoleh lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] A. Williams *Pumps as Turbines Users Guide*. London: International Technology Publications. 1995.
- [2] Chapallaz JM, Eichenberger P, Fischer G. *Manual on pumps used as turbines*, Vieweg, Braunschweig; 1992.
- [3] Suwoto Gatot *Kaji Eksperimental kinerja turbin air hasil modifikasi pompa sentrifugal untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro*, Prosiding SNST ke-3, ISBN 8-602-99334-1-3. 2012.
- [4] Varle Y.F.A *Effects of Impeller design and surface roughness on the performance of centrifugal pumps*. Proc. Instn . Mech . Engrs. Vol. 175 , n21 ; 1961
- [5] Murthy Narasiha B .S. et.al “ *Influence of Surface Roughness on the Performance of a Radial Pump Impeller*” 6th Australasian Hydraulics and Fluid Mechanics Conference Adelaide, Australia, December 1977.
- [6] Suarda M, Suarnadwipa N, Adnyana WB. *Experimental work on the modification of impeller tips of a centrifugal pump as a turbine*. In: Proceedings of the 2nd joint International conference on sustainable energy and environment. Thailand, Bangkok; 2006.
- [7] S.V. Jain et al. *Effects of impeller diameter and rotational speed on performance of pump running in turbine mode*. Energy Conversion Management 89: 2015.
- [8] Singh, P. dan Nestmann, F., *An optimization routine on a prediction and selection model for the turbine operation of centrifugal pumps*, Experimental Thermal and Fluid Science 34, 2010
- [9] Singh P. *Optimization of internal hydraulics and of system design for pumps as turbines with field implementation and evaluation* [PhD thesis]. University of Karlsruhe; 2005
- [10] Derakhshan, S. dan Nourbakhsh, A., *Experimental study on characteristic curve of centrifugal pumps working as turbines in different specific speeds*, Experimental Thermal and Fluid Science 32 ; 2008
- [11] Singh P, Nestmann F. *Internal hydraulic analysis of impeller rounding in centrifugal pumps as turbines*. Exp Therm Fluid Sci 2011.
- [12] Antoni D, Efek kekasaran terhadap koefisien gesek, FT UI, 2012
- [13] Christian Brix Jacobsen, , *The Centrifugal Pump*, Grunfos Research and Technology. 2009
- [14] Ambarita Himsar *Kajian Eksperimental Performansi Pompa dengan Kapasitas 1,25 m³/menit Head 12 m jika Dioperasikan Sebagai Turbin*, Jurnal Dinamis, Volume.II, No.8, Januari 2011 ISSN 0216-7

KAJIAN EKSPERIMENTAL MODIFIKASI GEOMETRI ROUNDING DAN KEKASARAN PERMUKAAN IMPELLER PUMP AS TURBINE PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pt.scribd.com Internet Source	3%
2	jurnal.ft.uns.ac.id Internet Source	2%
3	www.ioncounter.com.cn Internet Source	2%
4	journal.univpancasila.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Institute of Technology, Nirma University Student Paper	1%
6	thermalscience.vinca.rs Internet Source	1%
7	Yang, Sun-Sheng, Fan-Yu Kong, Wan-Ming Jiang, and Xiao-Yun Qu. "Effects of impeller trimming influencing pump as turbine",	1%

Computers & Fluids, 2012.

Publication

8	idoc.pub Internet Source	1%
9	Martin Polák. "The Influence of Changing Hydropower Potential on Performance Parameters of Pumps in Turbine Mode", <i>Energies</i> , 2019 Publication	1%
10	www.jstage.jst.go.jp Internet Source	1%
11	Fernández, Silvia, Mariano Jiménez, José Porras, Luis Romero, María del Mar Espinosa, and Manuel Domínguez. "Additive manufacturing and performance of functional hydraulic pump impellers in both non-treated and chemically post-treated FDM technology.", <i>Journal of Mechanical Design</i> , 2015. Publication	1%
12	asmedigitalcollection.asme.org Internet Source	1%
13	Submitted to <i>Engineers Australia</i> Student Paper	1%
14	burtonprecision.com Internet Source	1%

15

ipi.portalgaruda.org

Internet Source

1%

16

Septa Eka Lesmana, Lela Kalsum, Tri Widagdo.
"A Micro Hydro Pelton Turbine Prototype
(Review of the effect of water debitand nozzle
angle to rotation and pelton turbine power)",
Journal of Physics: Conference Series, 2019

Publication

1%

17

www.scribd.com

Internet Source

1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off