



ANALISA PERFORMA TURBIN AIR PELTON TERHADAP VARIASI JUMLAH SUDU DAN BUKAAN KATUB PADA BEBAN LAMPU

Didik Sugiono¹, Shultoni Mahardika², R.Yudi Hartono³

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Qomarudin, Gresik, Jawa timur
Indonesia

Email ¹: (didik@uqgresik.ac.id)

Email ²: (mahardika89@uqgresik.ac.id)

Email ³: (yudih2502@gmail.com)

ABSTRAK

Kapasitas air sebagai alternatif sumber energi untuk menggerakkan turbin, air memiliki energi potensial berubah menjadi energi kinetis. Energi kinetis menjadi energi mekanis untuk menggerakkan poros turbin sehingga menjadi sumber tenaga atau daya sehingga dapat menggerakkan alat-alat lain yang dibutuhkan, misal generator yang menimbulkan arus listrik. Turbin yang dipakai adalah jenis turbin pelton dengan nosel tunggal serta variasi jumlah sudu mangkok, metode yang digunakan pengujian nyata. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu dan bukaan katub terhadap performa turbin pelton. Pengambilan data dilakukan pada variabel- variabel kapasitas air, kecepatan pancaran air, putaran turbin serta daya hidrolis. Hasil penelitian dan analisa data diperoleh ; untuk variasi 14 memiliki nilai maksimum, kapasitas (Q) $4,835 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, (V) kecepatan pancaran air 6,16 (m/s), (N) putaran turbin 318 Rpm dan (Ph) daya hidrolis 1,81 watt, untuk variasi 16 memiliki nilai maksimum, kapasitas (Q) $6,136 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, (V) kecepatan pancaran air 7,82(m/s), (N) putaran turbin 321 Rpm, (Ph) daya hidrolis 2,29 watt, untuk variasi 18 memiliki nilai maksimum, kapasitas (Q) $7,627 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, (V) kecepatan pancaran air 9,72 (m/s), (N) putaran turbin 340 Rpm, (Ph) daya hidrolis 2,86 watt.

Kata kunci: *turbin air pelton, variasi sudu, nosel, putaran turbin, bukaan katub*

PENDAHULUAN

Krisis energi yang melanda dunia dewasa ini telah menarik perhatian untuk menemukan sumber-sumber energi baru yang lebih murah dan tersedia dalam jumlah yang besar. Hal ini berkaitan dengan semakin banyak dan meningkatnya pemakaian penggunaan energi. Sumber energi yang sudah lazim dipergunakan adalah sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batubara. Sedangkan sumber energi air, panas bumi, panas matahari, dan nuklir masih terus dikembangkan. Telah kita ketahui bersama bahwa persediaan sumber

energi minyak bumi, gas alam dan batu bara sangat terbatas serta disamping kecenderungan melonjaknya harga sumber energi yang dimaksud. Faktor inilah yang menjadi tantangan bagi kita untuk berusaha menjauhkan diri dari ketergantungan terhadap minyak bumi, gas alam, dan batubara. Alternatifnya adalah sumber energi listrik dengan penggerak turbin air. Dalam hal ini air memiliki energi potensial yang berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetis. Energi kinetis menjadi energi mekanis untuk menggerakkan poros turbin sehingga menjadi sumber tenaga atau daya

yang dapat menggerakkan generator yang menghasilkan arus listrik.

Indonesia mempunyai potensi sangat besar dalam rangka pengembangan sumber energi baru yang renewable sebagai sumber energi alternatif yaitu pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Perkembangan penggunaan turbin air jenis mikrohydro merupakan pengembangan pemanfaatan energi terbarukan yang telah diaplikasikan dengan menghasilkan kapasitas ≤ 100 Kw [Dietzel.F. 1993]. [1]

Perkembangan turbin pelton dari beberapa penelitian menyatakan performa turbin dipengaruhi beberapa faktor indikator sehingga karakteristik yang dihasilkan sangat beragam. Penelitian pada tekanan konstan dengan variasi jumlah sudu berpengaruh terhadap kinerja turbin pelton yaitu Putaran turbin dan efisiensi beban pada sudu 12 dicapai turbin 79% lebih besar daripada 71% pada sudu 9. [2]

Dari penelitian Mafruddin dkk (2019) tentang pengaruh jumlah sudu dan variasi diameter nosel menyatakan bahwa jumlah sudu dan diameter nosel berpengaruh terhadap daya turbin. Daya turbin tertinggi diperoleh dengan menggunakan jumlah sudu 21 dan diameter nosel 8 mm sebesar 2,15 Watt. Sedangkan dengan jumlah sudu 19 dan diameter nosel 8 mm daya turbin 1,91 Watt, daya turbin dengan jumlah sudu 23 dan diameter nosel 8 mm yaitu 1,95 Watt. Daya turbin dengan jumlah sudu 19 dan diameter nosel 10 mm yaitu 1,4 Watt, daya turbin dengan jumlah sudu 21 dan diameter nosel 10 mm yaitu 1,49 Watt dan daya turbin dengan jumlah sudu 23 dan diameter nosel 10 mm yaitu 1,41 Watt. [3]

Pengujian dari Iman sugiono dkk., terhadap turbin pelton dengan variasi mangkok 15, mangkok 20 dan diameter noze nozel 0,05 meter memiliki dimensi tertinggi debit air, putaran poros turbin, kecepatan aliran dan daya paling maksimal pada jumlah mangkok terbanyak [4].

Performa turbin pelton terhadap jarak semprot nozel dengan variasi bukaan katub yang telah dianalisa menunjukkan pengaruh

terhadap kecepatan pancaran air yang mengenai sudu dan kapasitas debit air yang dihasilkan sehingga mempengaruhi performa turbin dengan maksimal pada jarak semprot pendek dan bukaan penuh 90° dengan menghasilkan nilai efisiensi tertinggi, nilai hidrolis power, daya turbin, kecepatan anguler serta torsi sebesar [5].

Jumlah sudu pada turbin kinetik merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi putaran dan gaya tangensial suatu turbin, sehingga berpengaruh terhadap daya dan efisiensi suatu turbin kinetik. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Richard Pietersz dkk menunjukkan pengaruh jumlah sudu terhadap daya dan efisiensi jumlah sudu 5, 7, 9 dan 11, dimana jumlah sudu 11 memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap performa turbin kinetik. [6]

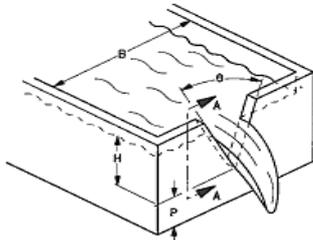
Mohammad Ulinuha dkk, dalam penelitian bertujuan untuk menentukan berapa banyak sudu yang digunakan prototype turbin pelton untuk menggerakkan generator sehingga diketahui maksimum performa turbin. Dari penelitian pada penggunaan jumlah sudu maksimum pada runner yang memiliki daya listrik yang efektif dikarenakan memiliki kecepatan putar maksimum (Rpm). [7]

Untuk mengetahui parameter kinerja dari *prototype turbin pelton* maka diperlukan rumus perhitungan data pengujian. Parameter yang sudah diukur kemudian dihitung dalam penelitian ini yaitu kapasitas debit air dengan menggunakan ketinggian dari Weir meter (v-notch) seperti gambar dibawah ini:

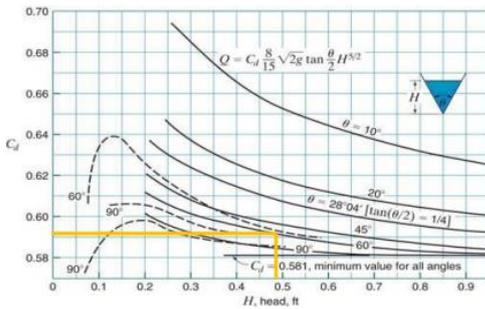
Tujuan dari perancangan alat Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro Turbin Pelton ini ialah mendapatkan satu unit prototype pembangkit listrik tenaga mikrohydro turbin Pelton sumber daya maksimal berdasarkan variasi jumlah sudu dan debit aliran air dikarenakan bukaan valve. Perhitungan ini terhadap data-data yang didapat secara aktual.

Untuk mengetahui parameter kinerja dari *prototype turbin pelton* maka diperlukan formula perhitungan data pengujian. Parameter yang sudah diukur kemudian

dihitung dalam penelitian ini yaitu kapasitas debit air dengan menggunakan ketinggian dari Weirmeter (v-notch) seperti gambar dibawah ini:



Gambar 7. Weirmeter V-Notch (International, 2001) [8]



Gambar 8. Hubungan Antara Head ft dengan Coefficient Discharge (Priambodho,2019)[9]

Jumlah debit aliran air yang mengalir dapat dihitung setelah menghitung p Weirmeter (v-notch)

$$Q = \frac{8}{15} (2g)^{\frac{1}{2}} C_e \tan \frac{\theta}{2} (H_e)^{\frac{5}{2}} \quad (1)$$

Kecepatan pancaran (V) dapat diketahui kecepatan pancar air dari setiap nosel, persamaan :

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Head total pompa pada instalasi untuk mengalirnya jumlah air dapat ditulis persamaan :

$$H = ha + \Delta P + hlt + \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Dari kapasitas air dan tinggi air jatuh dapat diperoleh daya yang dihasilkan Daya hidrolis (Ph)

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q \quad (4)$$

PROSEDUR EKSPERIMEN

Turbin Pelton adalah turbin impuls yang memiliki prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Kecepatan pancaran air yang ke luar dari ujung nozzle menumbuk sudu-sudu pada runner atau roda jalan mengakibatkan runner berputar.

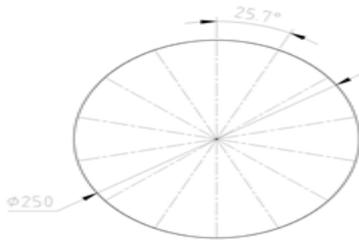
Komponen utama turbin pelton adalah Sudu turbin, Nosel, Rumah Turbin dan bak penampungan berbentuk V-notch. Sudu turbin berguna untuk menerima kecepatan pancaran air sehingga terjadi perubahan energi mekanik dalam poros turbin. Sudu turbin berbentuk mangkok, dipasang sekeliling runner blade. Nosel berfungsi; (1) Mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, (2) Mengubah tekanan menjadi energi kinetic, dan (3) Mengatur kapasitas air yang masuk ke turbin. Rumah Turbin berfungsi sebagai tempat dudukan roda jalan dan penahan air yang ke luar dari sudu-sudu turbin. Konstruksi instalasi turbin air pelton harus kuat untuk menahan teknan air dari runner blade seperti gambar sebagai berikut:



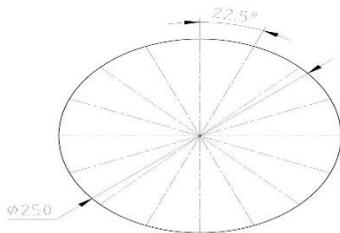
Gambar 9. Instalasi Turbin air pelton

Metode penelitian yang dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium jurusan teknik mesin Penelitian yang maksud dengan metode eksperimen nyata (true experimental research) dengan perancangan alat berupa runner blade, sudu, poros dan rumah turbin untuk mengetahui performa turbin air jenis pelton bila jumlah sudu divariasasi, antara lain 14, 16, dan 18 sudu dan

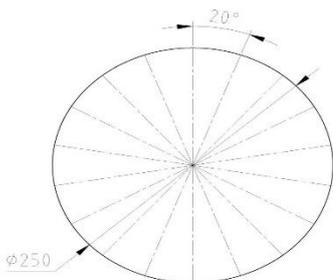
bukaan katub dengan kondisi runner tetap. Perancangan runner menggunakan ukuran 250 mm yang nanti terpasang berbagai variasi sudu yang telah ditetapkan, model perancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 10. runner sudu 14



Gambar 11. Runner sudu 16



Gambar 12. Runner sudu 18

Ukuran sudu memiliki ukuran lebar 50 mm serta tinggi 70 mm dibuat dengan proses pengecoran aluminium dan diameter nosel 10 mm. Perakitan sudu-sudu yang telah dibor seperti gambar.13 serta gambar 14 rumah turbin, pada runner yang memiliki besaran sudut dan jumlah sudu yang berbeda serta pemasangan poros sehingga terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 13. Runner Turbin Air Pelton



Gambar 14. Turbin Air Pelton

Prosedur pengoperasian peralatan instalasi turbin pelton meliputi; (1) Jenis jet pompa yang memiliki tekanan pancaran air tinggi, (2) Pressure gauge berfungsi untuk mengukur tekanan aliran air, (3) multimeter berfungsi untuk mengukur tegangan dan ampere, dan (4) Tachometer berfungsi untuk mengukur putaran poros turbin.

Prosedur pengambilan data instalasi turbin pelton dengan variasi jumlah sudu meliputi; (1) Mengukur ketinggian pada alat ukur weir atau bendungan yang berbentuk V untuk memperoleh data nilai V-notch, (2) Pengukuran tekanan air menggunakan manometer, (3) pengukuran Revolution per menit (Rpm) menggunakan tachometer, (4) pengukuran dan analisa kapasitas atau debit air dan head turbin sebagai data pembahasan selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa turbin air pelton sangat tergantung pada besarnya debit air, dimana penelitian ini melakukan kontrol bukaan katub dan penambahan sudu sehingga berpengaruh terhadap kapasitas air yang

dihasilkan, semakin besar debit yang diberikan akan menaikkan daya suatu turbin. Dari hasil penelitian dan pengolahan data, maka terdapat suatu perhitungan dimana hasil performa turbin air pelton dapat dipengaruhi kontrol bukaan katub dan penambahan sudu.

4.1 Analisa data penelitian

Setelah melakukan perhitungan dan analisa data maka diperoleh hasil data pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Analisa jumlah sudu 14

Bukaan Katup (°)	Q (m ³ /s)	Vc (m/s)	N (rpm)	Vn oth (cm)	P (kg/cm ²)	Ph (watt)
15	0	0	0	0	0	0
30	1,348.10 ⁻⁴	1,72	145	3	0,24	0,52
45	1,982.10 ⁻⁴	2,52	233	3,5	0,48	0,77
60	2,768.10 ⁻⁴	3,53	263	4	0,5	1,04
75	3,716.10 ⁻⁴	4,73	269	4,5	0,52	1,39
90	4,835.10 ⁻⁴	6,16	318	5	0,55	1,81

Tabel 2. Analisa jumlah sudu 16

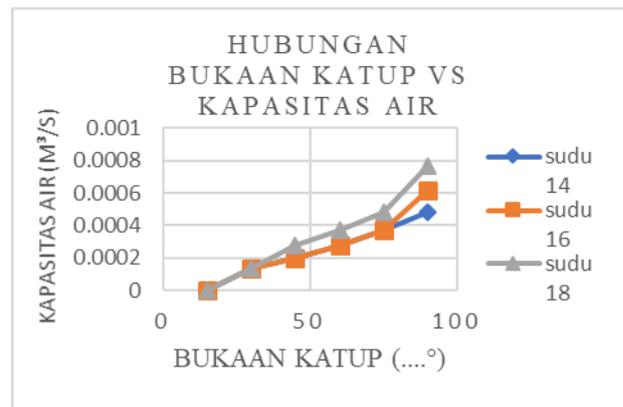
Bukaan Katup (°)	Q (m ³ /s)	Vc (m/s)	N (rpm)	Vnot h (cm)	P (kg/cm ²)	Ph (watt)
15	0	0	0	0	0	0
30	1,348.10 ⁻⁴	1,72	161	3	0,24	0,52
45	1,982.10 ⁻⁴	2,52	295	3,5	0,48	0,77
60	2,768.10 ⁻⁴	3,53	316	4	0,5	1,04
75	3,716.10 ⁻⁴	4,73	318	4,5	0,52	1,39
90	6,136.10 ⁻⁴	7,82	321	5,5	0,55	2,29

Tabel 3. Analisa jumlah sudu 18

Bukaan Katup (°)	Q (m ³ /s)	Vc (m/s)	N (rpm)	Vnot h (cm)	P (kg/c m ²)	Ph (watt)
15	0	0	0	0	0	0
30	1,348.10 ⁻⁴	1,72	181	3	0,24	0,52
45	2,768.10 ⁻⁴	3,53	308	4	0,48	0,77
60	3,716.10 ⁻⁴	4,73	329	4,5	0,5	1,39
75	4,846.10 ⁻⁴	6,17	333	5	0,52	1,82
90	7,627.10 ⁻⁴	9,72	340	6	0,55	2,86

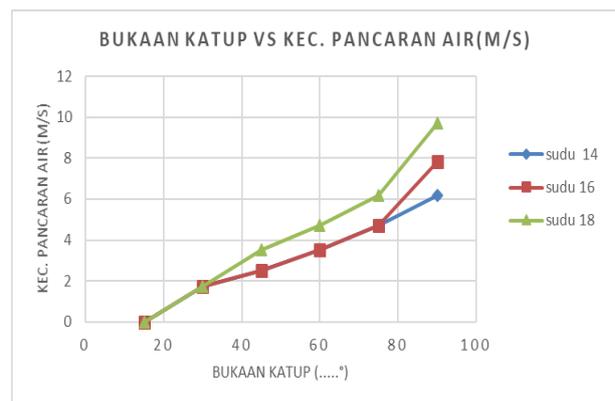
4.2 Analisa data pada grafik

Dari tabel analisa data pada setiap jumlah sudu dan bukaan katup diatas, selanjutnya dapat digambarkan dalam diagram grafik guna mengetahui pengaruh jumlah sudu dan bukaan katup yang digunakan terhadap aliran fluida, daya hidrolis, kecepatan putar dan kecepatan pancaran air yang dihasilkan pada prototype turbin air pelton



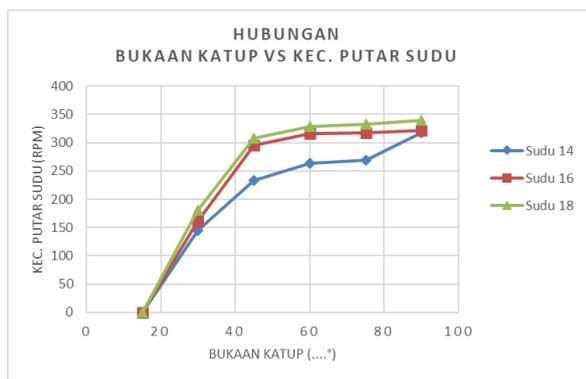
Gambar 15. Grafik bukaan katup dan sudu terhadap kapasitas air (m³/s)

Dari gambar 15 hubungan grafik diperoleh debit fluida yang bervariasi dari ketiga bukaan katup pada masing masing jumlah sudu, dimana semakin besar bukaan katup, maka debit aliran fluida yang dihasilkan akan semakin banyak pula. Namun jumlah sudu tidak begitu berpengaruh terhadap debit yang dihasilkan.



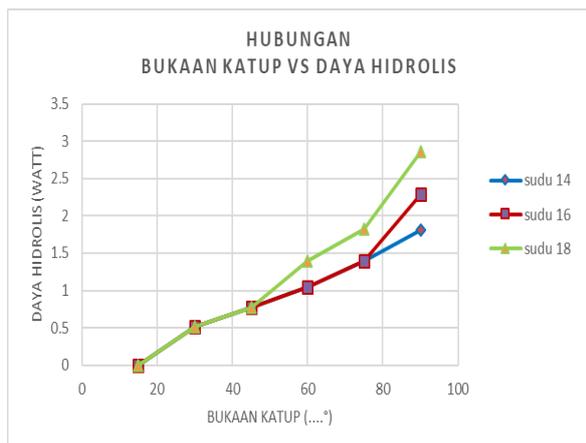
Gambar 16. Grafik bukaan katub dan sudu terhadap kecepatan pancaran air (m/s)

Dari gambar 16 hubungan grafik diperoleh kecepatan pancaran air keluar dari nozzle yang bervariasi dari ketiga bukaan katup pada masing masing jumlah sudu, dimana semakin besar bukaan katup, maka debit aliran fluida yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga berpengaruh pada kecepatan pancaran air. Namun jumlah sudu tidak begitu berpengaruh terhadap debit dan kecepatan pancaran air yang dihasilkan.



Gambar 17. Grafik bukaan katub dan sudu terhadap kecepatan putar (Rpm)

Dari gambar 17 hubungan grafik diperoleh kecepatan putar turbin yang bervariasi dari ketiga bukaan katup pada masing masing jumlah sudu, dimana semakin besar bukaan katup, maka debit aliran fluida yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga berpengaruh pada kecepatan pancaran air. Penambahan jumlah sudu berpengaruh terhadap kecepatan putar turbin yang dihasilkan.



Gambar 18. Grafik bukaan katub dan sudu terhadap daya hidrolis turbin (watt)

Dari gambar 18 hubungan grafik diperoleh daya hidrolis turbin yang bervariasi dari ketiga bukaan katup pada masing masing jumlah sudu, dimana semakin besar bukaan katup, maka debit aliran fluida yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga berpengaruh pada daya hidrolis turbin. Penambahan jumlah sudu tidak berpengaruh terhadap daya hidrolis turbin yang dihasilkan, namun dipengaruhi ketinggian jatuh air dan kapasitas air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin banyak jumlah sudu pada runner turbin air pelton dapat memaksimalkan implus kecepatan pancaran air yang mengenai sudu sehingga menghasilkan kecepatan putaran turbin yang maksimal dan Performa turbin air pelton pada penelitian ini terletak pada jumlah sudu 18 dengan bukaan katub penuh 90°
2. Besarnya bukaan katub akan menghasilkan debit air maksimal pada turbin air pelton sehingga mempengaruhi kapasitas air yang dibutuhkan untuk menghasilkan kecepatan pancaran air keluar nozzle mengenai sudu turbin sehingga mampu menggerakkan turbin dengan kecepatan putar dan daya hidrolis maksimum.

REFERENSI

- [1] Dietzel. F.,1993. "Turbin pompa dan kompresor, Erlangga Jakarta
- [2]Niharman dkk., 2021 "Analisa pengaruh jumlah sudu terhadap efisiensi turbin pelton dengan tekanan konstan , Teknik Mesin , Fakultas Teknik Universitas Prof. DR. Hazairin ,SH.

Jurnal TEKNOSIA vol. 1 no.1, Juni 2021,hal: 36-42.

- [3]Mahfruddin dkk., 2019. “ Pengaruh jumlah sudu dan diameter nozel terhadap kinerja turbin pelton “., Jurnal program studi teknik mesin Universitas Muhamadyah Metro ,Lampung Indonesia.
- [4]Imam Sugiono dkk.,2021 . “ Pengujian turbin pelton dengan variasi jumlah mangkok tunggal dan dimensi nozel terhadap putaran turbin dan daya turbin ”, Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB,Kayu Tangi Banjarmasin.
- [5]Anugrah Zikri, 2022. “Analisa pengaruh jarak semprot nozzle dan variasi bukaan katub pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton , Tugas Akhir Program studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau..
- [6]Richard Pieters dkk,2013. Pengaruh jumlah sudu terhadap optimalisasi kinerja turbin kinetik roda tunggal,Jurusan Teknik .mesin,Fakultas teknik Universitas Brawijaya Malang ,indonesia.
- [7]Mohammad Ulinuha dkk,2017 . Pengaruh variasi jumlah sudu terhadap daya listrik yang dihasilkan pada turbin turbin pelton , Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang. Indonesia
- [8]International A., 2001. Standar test method for open-Chanel flow measurement of water with thin-plate weirs
- [9]Priambodho,G.R, 2019. Laporan praktikum fenomena dasar mesin turbin reaksi aliran vortex berpenampang pelat datar sudu 8 dengan variasi kapasitas,Universitas Negeri Surabaya .

