

Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Aliran Lintang Dengan Pipa Pesat

Franklin Bawano¹, Ivonne F.Y. Polii², Artian Sirun³, Priyono⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ franklinb1717@gmail.com

No. Hp: ¹ 08124468674

Abstrak

Beberapa tempat di Indonesia sedang mengalami krisis energy, sehingga pemadaman listrik pun sering terjadi karena peningkatan kebutuhan. Oleh karena itu penulis ingin meneliti mengenai turbin air (pembangkit tenaga listrik). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kinerja turbin air aliran lintang dengan pipa pesat dengan menggunakan sudu yang berbeda. Turbin kinetik di gunakan dalam penelitian ini memiliki sumbu horizontal dengan dua variasi turbin, yang mempunyai sudu 16 dan 30 pada kemiringan aliran air yaitu 45°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sudu turbin mempengaruhi kinerja turbin kinetik (daya dan efisiensi putaran). Dari kedua turbin yang mempunyai sudu yang berbeda. Pada perbandingan kecepatan putaran dan tegangan yang dihasilkan turbin 1 dengan menggunakan puli 1 dengan menggunakan beban alternator menghasilkan putaran maksimum 507.84 (rpm) dengan tegangan maksimum 0.236 (volt).

Kata Kunci – Turbin, Kinetik, Kinerja, Jumlah, Sudu, Berbeda

Analysis of the Effect of the Number of Blades on the Performance of Transverse Flow Water Turbines with Penstocks

Abstract

Several places in Indonesia are experiencing an energy crisis, so that power outages often occur due to increased demand. Therefore, the author wants to research water turbines (power plants). The purpose of this study is to determine the effect of the performance of transverse flow water turbines with penstocks using different blades. The kinetic turbine used in this study has a horizontal axis with two turbine variations, which have 16 and 30 blades at a water flow slope of 45o. The results of the study show that the number of turbine blades affects the performance of the kinetic turbine (power and rotation efficiency). From the two turbines that have different blades. In the comparison of the rotation speed and voltage produced by turbine 1 using pulley 1 using an alternator load, it produces a maximum rotation of 507.84 (rpm) with a maximum voltage of 0.236 (volts).

Keywords – Turbine, Kinetic, Performance, Number, Blades, Different

PENDAHULUAN

Saat ini beberapa daerah di Indonesia sedang mengalami krisis energi sehingga sering terjadi pemadaman listrik karena meningkatnya kebutuhan industri, perkembangan teknologi, penggunaan perangkat elektronik rumah tangga, dan lain-lain. Ada beberapa daerah terpencil di Indonesia yang selama ini belum merasakan manfaat listrik, khususnya di Sulawesi Utara. Mengingat potensi energi alam di Indonesia yang saat ini masih kurang dimanfaatkan seperti tenaga air, tenaga angin, tenaga surya, dll, maka Sulawesi Utara merupakan salah satu tempat yang memiliki sumber daya air yang cukup dan mudah ditemukan, itulah sebabnya kita bisa memanfaatkan air sebagai energi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga.

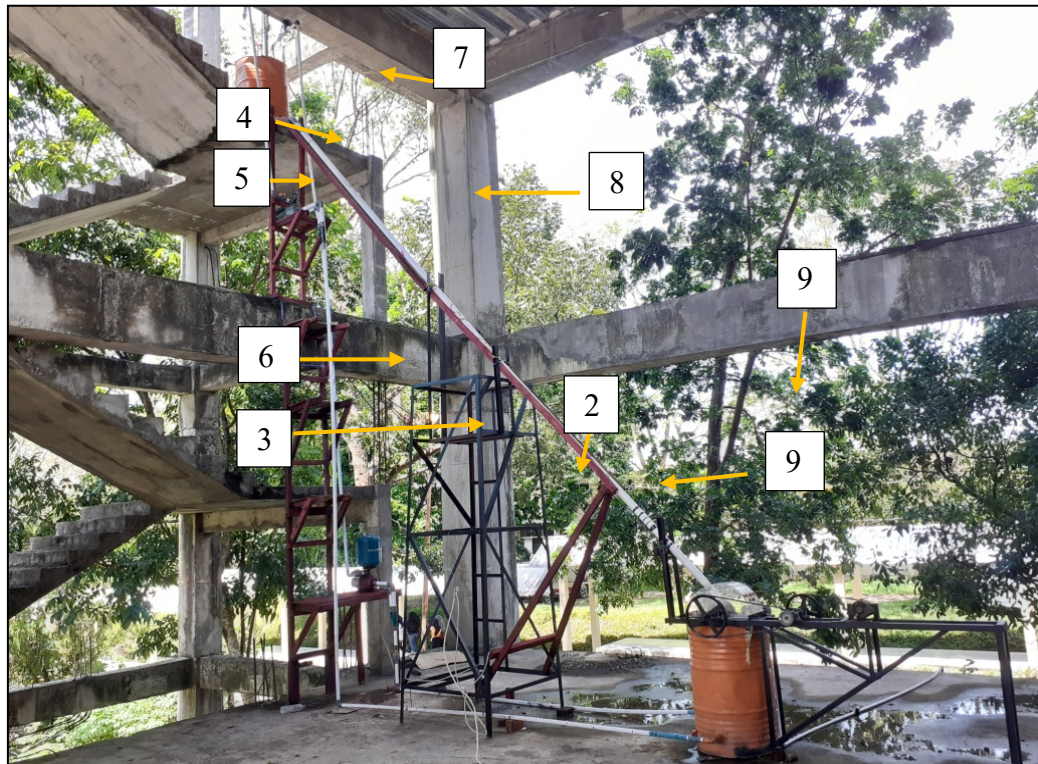
Sumber energi yang memanfaatkan potensi energi air telah dimanfaatkan sejak lama, terutama untuk menghasilkan listrik. Menurut Direktur Kementerian Konstruksi dan Energi Terbarukan, Indonesia memiliki potensi pembangkit listrik tenaga air yang sangat besar, yaitu 75,67 gigawatt untuk pembangkit listrik besar dan 712 megawatt untuk pembangkit listrik kecil atau sedang. Potensi tersebut baru dimanfaatkan sebagian kecil, yakni 4.200 MW skala besar dan 206 MW skala menengah dan kecil. Energi potensial air yang digunakan adalah aliran air yang ketinggiannya berbeda-beda. Aliran air terjun ini membentang di beberapa wilayah Indonesia yang belum dimanfaatkan dengan baik.

Menurut penelitian terdahulu oleh saudara Roberto A. Tokede diketahui bahwa perbandingan jumlah sudu berpengaruh terhadap kinerja dari turbin air aliran lintang dengan sistem terbuka [1]. Pengaruh jumlah sudu turbin dan kinerja sistem pada pembangkit listrik tenaga air, variabel yang digunakan dalam penelitian adalah jenis sudu turbin, aliran air, bukaan pintu, bentuk sudu, diameter sudu dan sudut keluar nosel. Jumlah sudu sebanding dengan daya keluaran pembangkit listrik tenaga air, namun jumlah sudu tidak selalu mempengaruhi kerja generator, jumlah sudu yang sesuai dengan variabel yang digunakan akan mempengaruhi kinerja sistem sehingga akan diperoleh kapasitas generator yang optimal [2]. Jumlah sudu yang paling baik untuk menghasilkan daya listrik dan efisiensi pada turbin air aliran silang adalah 20 sudu, karena menghasilkan daya listrik dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan 18 dan 22 sudu [3].

Maka dari itu penulis mencoba menganalisa perbandingan suatu mesin turbin air aliran lintang dengan pipa pesat dengan menggunakan jumlah sudu 16 dengan jumlah sudu 30.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu pelaksanaan akan di mulai pada bulan Maret-Juni 2019 dan tempat di laksanakan di pusat unggulan teknologi (PUT) Politeknik Negeri Manado. Dalam tahap ini peneliti pegujian pada alat dan mengumpulkan data-data yang diperlukan, peneliti juga melakukan perbandingan pada data dan hasil yang diperoleh pada saat melakukan pengujian.



Gambar 1. Turbin Air Aliran Lintang Dengan Pipa Pesat.

Keterangan gambar :

1. Drum/penampung A.
2. Instalasi pipa 1 inch
3. Kerangka penyangga aliran air.
4. Kerangka penyetingan jarak hisap pompa A.
5. Pompa A.
6. Pompa B.
7. Drum/penampung B.
8. Aliran lintang pipa 2 inch
9. Kerangka dudukan turbin

Jenis Penelitian

Penelitian yang penulis gunakan untuk menyelesaikan masalah adalah jenis penelitian eksperimental yang mana penulis ingin meneliti dan mengetahui hasil dari kedua turbin yang memiliki jumlah sudu yang berbeda yaitu sudu 16 dan sudu 30 dengan diameter 15 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Hasil Penelitian dalam penelitian ini dilakukan proses penelitian tentang pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin air aliran lintang dengan pipa pesat. Perbandingan 2 buah turbin yang mempunyai jumlah sudu yang berbeda yaitu

turbin 1 berjumlah 30 buah sudu dan turbin 2 berjumlah 16 buah sudu dengan lebar turbin 16 cm dan $\phi 15$. Dan menggunakan 2 buah puli tipe A, puli 1 ($\phi 25$ cm) dan puli 2 ($\phi 30$ cm).

Dalam penelitian ini dilakukan teknik analisis data dengan menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil penelitian. Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus yang diterapkan dan data tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik putaran dan daya yang dihasilkan generator dari hubungan antara Turbin 1 dan Turbin 2 yang terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Turbin 1 dan Turbin 2

Turbin	Jarak pergeseran sudu	Putaran Puli 1 Tanpa Beban	Putaran Puli 1 Dengan Beban	Putaran Puli 2 Tanpa Beban	Putaran Puli 2 Dengan Beban	Tegangan Puli 1	Tegangan Puli 2
	(cm)	(rpm)	(rpm)	(rpm)	(rpm)	(volt)	(volt)
1	6	841.58	480.9	903.3	95.64	0.236	0.02
2	6	869.54	122.16	561.36	0	0.028	0
1	7	831.7	507.83	811.72	166.08	0.234	0.094
2	7	881.92	192.88	816.52	66.2	0.052	0
1	8	806.66	476.5	810.92	289.36	0.208	0.2
2	8	849.44	468.38	867.46	82.34	0.204	0.022
1	9	781.24	435.94	787.2	248.64	0.172	0.154
2	9	785.14	454.48	876.52	51.48	0.218	0.01
1	10	638.52	351.16	746.64	258.42	0.86	0.148
2	10	743.36	348.14	845.74	123.22	0.096	0.2
1	11	651.46	101.8	677.04	124.96	0	0.01
2	11	624.34	61.18	647.06	70.4	0	0
1	12	550.02	38.76	570.34	47.58	0	0
2	12	492.56	29.08	539.74	42.38	0	0
1	13	490.12	0	580.08	0	0	0
2	13	292.06	0	421.98	0	0	0

Ket: Turbin 1 ($\phi 15$ dan sudu 30) Puli 1 (Puli $\phi 25$)

Turbin 2 ($\phi 15$ dan sudu 16) Puli 2 (Puli $\phi 30$)

Tabel 2. Perhitungan dan Tegangan Yang Dihasilkan Turbin 1 Puli 1

Pengujian	Jarak (cm)	Putaran (rpm)	Percepatan sudut (ω)	Tegangan (volt)
1	6	480.9	3020	0.236
2	7	507.84	3189.2	0.234
3	8	476.5	2992.4	0.208
4	9	435.94	2737.7	0.172
5	10	351.16	2205.2	0.86
6	11	101.8	639.3	0
7	12	38.76	243.4	0
8	13	0	0	0

Tabel 3. Perhitungan dan Tegangan Yang Dihasilkan Turbin 1 Puli 2

Pengujian	Jarak (cm)	Putaran (rpm)	Percepatan sudut (ω)	Tegangan (volt)
1	6	95.64	600.6	0.02
2	7	166.08	1042.9	0.094
3	8	289.36	1817.1	0.2
4	9	248.64	1561.4	0.154
5	10	258.42	1622.8	0.148
6	11	124.96	784.7	0.01
7	12	47.58	298.8	0
8	13	0	0	0

Tabel 4. Perhitungan dan Tegangan Yang Dihasilkan Turbin 2 Puli 1

Pengujian	Jarak (cm)	Putaran (rpm)	Percepatan sudut (ω)	Tegangan (volt)
1	6	122.16	767.1	0.028
2	7	192.88	1211.2	0.052
3	8	468.38	2941.4	0.204
4	9	454.48	2854.1	0.218
5	10	348.14	2186.3	0.096
6	11	61.18	384.2	0
7	12	29.08	182.6	0
8	13	0	0	0

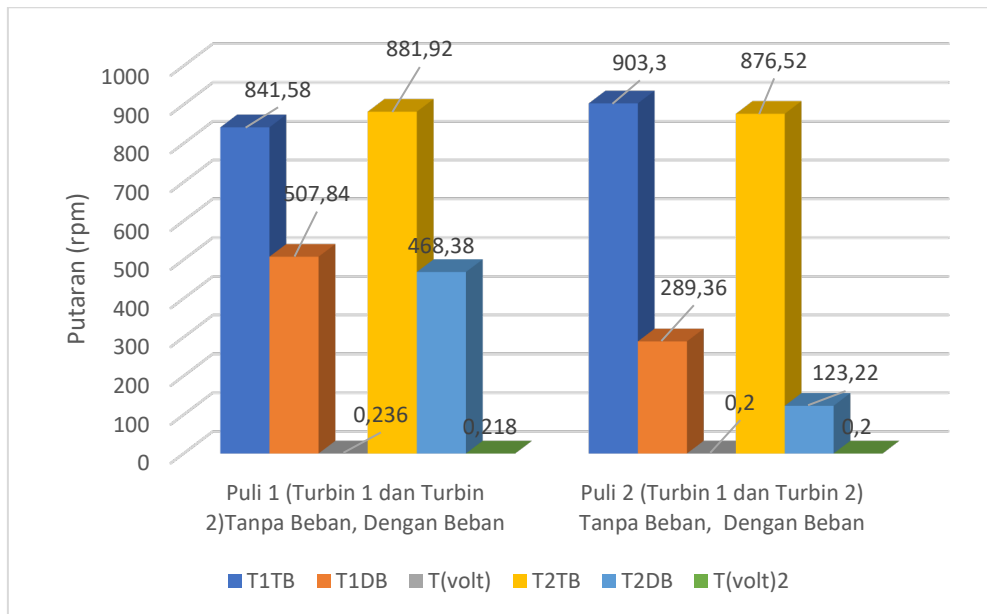
Tabel 5. Perhitungan dan Tegangan Yang Dihasilkan Turbin 2 Puli 2

Pengujian	Jarak (cm)	Putaran (rpm)	Percepatan sudut (ω)	Tegangan (volt)
1	6	0	0	0
2	7	66.2	415.7	0
3	8	82.34	517	0.022
4	9	51.48	323.2	0.01
5	10	123.22	773.8	0.2
6	11	70.4	442.1	0
7	12	42.38	266.1	0
8	13	0	0	0

Tabel 6. Putaran Puli 1 Dan Puli 2 Saat Tanpa Beban dan Dengan Beban

P	J (cm)	Puli 1 Tanpa Beban, Dengan Beban						Puli 2 Tanpa Beban, Dengan Beban					
		T1 TB	T1DB		T2 TB	T2DB		T1 TB	T1DB		T2 TB	T2DB	
		(rpm)	(rpm)	(volt)	(rpm)	(rpm)	(volt)		(rpm)	(volt)		(rpm)	(volt)
1	6	841.58	480.9	0.236	869.54	122.16	0.028	903.3	95.64	0.02	561.36	0	0
2	7	831.7	507.84	0.234	881.92	192.88	0.052	811.72	166.08	0.094	816.52	66.2	0
3	8	806.66	476.5	0.208	849.44	468.38	0.204	810.92	289.36	0.2	867.46	82.34	0.022

4	9	781.24	435.94	0.172	785.14	454.48	0.218	787.2	248.64	0.154	876.52	51.48	0.01
5	10	638.52	351.16	0.86	743.36	348.14	0.096	746.64	258.42	0.148	845.74	123.22	0.2
6	11	651.46	101.8	0	624.34	61.18	0	677.04	124.96	0.01	647.06	70.4	0
7	12	550.02	38.76	0	492.56	29.08	0	570.34	47.58	0	539.74	42.38	0
8	13	490.12	0	0	292.06	0	0	580.08	0	0	421.98	0	0



Gambar 2. Perbandingan Putaran (Rpm) Turbin 1 dan Turbin 2 Dengan Menggunakan Puli 1 dan Puli 2 Tanpa Beban dan Dengan Beban

Keterangan: P = Pengujian (rpm) = Peutaran Turbin
 J = Jarak (cm) (volt) = Tegangan
 T1TB = Turbin 1 Tanpa Beban T1DB = Turbin 1 Dengan Beban
 T2TB = Turbin 1 Tanpa Beban T2DB = Turbin 2 Dengan Beban

Pembahasan

Jadi kecepatan maksimum putaran turbin 1 sudu 30 (lebar 16 cm, ø15) dan turbin 2 sudu 16 (lebar 16 cm, ø15), dalam penelitian ini menunjukkan perbandingan laju putaran turbin 2 menggunakan puli 1 tanpa beban, pada pengujian ke 2 dengan jarak 7 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 881.92 (rpm). Sedangkan pada turbin 1 menggunakan puli 1 tanpa beban pada pengujian ke 1 dengan jarak 6 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 841.58 (rpm). Jadi dapat disimpulkan turbin 2 lebih cepat putarannya dibandingkan turbin 1 menggunakan puli 1.

Dalam pengujian ini menunjukkan putaran dan tegangan yang dihasilkan turbin 1 menggunakan puli 1 dengan beban pada pengujian ke 2 dengan jarak 7 cm, menunjukkan putaran tertinggi yaitu 507.84 (rpm) sedangkan tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu 0.236 (volt). Sedangkan turbin 2 menggunakan puli 1 dengan beban pada pengujian ke 3 dengan jarak 8 cm, menunjukkan putaran tertinggi yaitu

468.38 (rpm) dengan tegangan tertinggi 0.218 (volt). Jadi turbin 1 lebih unggul dari turbin 2 ketika menggunakan beban dengan puli 1.

Jadi kecepatan maksimum putaran turbin 1 sudu 30 (lebar 16 cm, $\phi 15$) dan turbin 2 sudu 16 (lebar 16 cm, $\phi 15$), dalam penelitian ini menunjukkan perbandingan laju putaran turbin 1 menggunakan puli 2 tanpa beban, pada pengujian ke 1 dengan jarak 6 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 903.3 (rpm). Sedangkan pada turbin 2 menggunakan puli 2 tanpa beban pada pengujian ke 4 dengan jarak 9 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 876.52 (rpm). Jadi dapat disimpulkan turbin 1 lebih cepat putarannya dibandingkan turbin 2 menggunakan puli 2.

Dalam pengujian ini menunjukkan putaran dan tegangan yang dihasilkan turbin 1 menggunakan puli 2 dengan beban pada pengujian ke 3 dengan jarak 8 cm, menunjukkan putaran tertinggi yaitu 289.36 (rpm) sedangkan tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu 0.2 (volt). Sedangkan turbin 2 menggunakan puli 2 dengan beban pada pengujian ke 5 dengan jarak 10 cm, menunjukkan putaran tertinggi yaitu 123.22 (rpm) dengan tegangan tertinggi 0.2 (volt). Jadi turbin 2 lebih unggul dari turbin 1, dengan rpm lebih kecil tegangan yang dihasilkan sama yaitu 0.2 (volt) menggunakan puli 2.

Pada penelitian sebelumnya oleh Roberto A. Tokede, tentang “*Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Aliran Lintang*”. Kecepatan maksimum putaran turbin 1 dan turbin 2 terdapat pada jarak 12.5 yaitu turbin 1 319 (rpm) dan turbin 2 312.

Dalam penelitian tentang “*Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Aliran Lintang Dengan Pipa Pesat*”. Ini didapat kecepatan maksimum putaran turbin 1 sudu 30 (lebar 16 cm, $\phi 15$) dan turbin 2 sudu 16 (lebar 16 cm, $\phi 15$), dalam penelitian ini menunjukkan laju putaran turbin 1 menggunakan puli 2 tanpa beban, pada pengujian ke 1 dengan jarak 6 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 903.3 (rpm). Sedangkan pada turbin 2 menggunakan puli 1 tanpa beban pada pengujian ke 2 dengan jarak 7 cm mencapai kecepatan putaran maksimal 881.92 (rpm). Jadi penggunaan aliran tertutup lebih maksimal dibandingkan dengan penggunaan aliran terbuka.

KESIMPULAN

Turbin air aliran lintang sering digunakan salah satunya adalah turbin jenis *crossflow* yang telah dipelajari secara eksperimental. Ketepatan hasil yang didapat tergantung dengan diameter, pemakaian jumlah sudu pada turbin serta jarak untuk menentukan titik masuk air dan keluar dari turbin. Dari hasil pembahasan didapatlah kesimpulan sebagai berikut:

- Jadi jumlah sudu pada turbin air aliran lintang dengan pipa pesat sangat berpengaruh terhadap kecepatan putaran turbin dan tegangan yang dihasilkan.
- Jadi pada perbandingan kecepatan putaran dan tegangan yang dihasilkan turbin 1 dengan menggunakan puli 1 dengan menggunakan beban alternator menghasilkan putaran maksimum 507.84 (rpm) dengan tegangan maksimum 0.236 (volt).

SARAN

- Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh jumlah sudu yang lebih bervariasi.
- Untuk memaksimalkan kinerja turbin penulis menyarankan untuk menggunakan turbin 2 yang lebih banyak jumlah sudunya dan lebih banyak dan agar bisa menggunakan puli yang lebih besar untuk menambah putaran saat dihubungkan ke alternator.
- Kedepannya penelitian ini harus dilakukan lebih banyak perbandingan jumlah sudu agar mendapatkan hasil yang maksimal.

REFERENSI

- [1] Buku skripsi Roberto A. Tokede. “*Pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin air aliran lintang*” Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Politeknik Negeri Manado Tahun 2018.
- [2] Y.A. Dewangga, N. Kholis, F. Baskoro, S. I. Haryudo, Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Terhadap Kinerja Generator Pembangkit Listrik Tenaga Air, *Jurnal Teknik Elektro*, Volume 11 Nomor 1 Tahun 2022, 71-76.
- [3] K. L. Pradisha, H. Bugis, D. S. Wijayanto, Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Air Crossflow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro, *NOZEL Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, Volume 05 Nomor 02, Juli 2023, 93-109.
- [4] Politeknik Negeri Manado, “*Saduran Buku Panduan Sripsi D-IV*”, Tahun 2017.
- [5] Wiranto Arismunandar 1973 “*Penggerak mula turbin*” Bandung. Penerbit ITB, 1997. Diakses pada 15 jully tahun 2019 pada jam 02:41.
- [6] <http://www.satuenergi.com/2015/04/jenis-jenis-turbin-air-pltapltmh.html> diakses pada tanggal 11 juli tahun 2019 pada jam 01:34.
- [7] <http://cink-hydro-energy.com/id/turbin-crossflow/> diakses pada tanggal 11 juli tahun 2019 pada jam 01:55.
- [8] https://www.researchgate.net/publication/329941943_Pengaruh_Diameter_Dan_Jumlah_Sudu_Runner_Terhadap_Kinerja_Turbin_Cross-Flow diakses pada tanggal 13 juli tahun 2019 pada jam 02:34.
- [9] <http://library.um.ac.id/free-contents/index.php/buku/detail/penggerak-mula-turbin-wiranto-arismunandar-184.html>.