



ANALISA PENGARUH DIAMETER SUDU DAN DEBIT ALIRAN TERHADAP PERFORMA TURBIN KAPLAN

Obed Aris Saputra

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: obed.syheb@gmail.com

ABSTRAK

Kaplan turbine is one of the reaction turbines, where it is able to convert air potential energy into kinetic energy using rotor and generator. The air passing through the snail house at high speed at atmospheric pressure hit a blade of two symmetrical parts

The problems that exist in Indonesia is the lack of electrical energy into the remote village village, causing a shortage of electrical energy, in the area of Indonesia in the dominance of very rich waters, therefore the utilization of energy is essential for survival because of that problem then we want to make a prototype about Kaplan turbine engine which is expected future useful for energy utilization hence from thesis title that i take is analysis of influence of diameter blade and flow flow discharge to turbin turbine engine performance

of each blade diameter used 0.095m, 0.098m, 0.1m And the flow-flow variation that I will use for Kaplan turbine testing is 0.00038 m³ / s, 0.00041 m³ / s, 0.00044 m³ / s.

Keywords: *Kaplan, diameter, turbin, variation, sudu*

PENDAHULUAN

Di dalam perkembangan teknologi saat ini, sumber daya air adalah suatu energi yang sangat berpotensi untuk kehidupan makhluk di muka bumi ini

Turbin air tergolong dalam mesin konversi energi yang di dalamnya energi translasi gerak lurus berubah menjadi energi gerak rotasi, gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar, turbin air kebanyakan seperti kincir angin dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan oleh air untuk memutar turbin, perputaran turbin ini di hubungkan ke generator, turbin air digunakan di PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) untuk mengubah energi dari air yang tertampung dibendungan untuk

dikonversikan menjadi energi listrik yang dialirkan ke rumah masyarakat

Indonesia tergolong dalam kawasan yang sangat berpotensi untuk mengembangkan energi yang berguna menciptakan sumber alternatif yang dapat digunakan untuk seluruh makhluk di bumi, khususnya dalam pengembangan untuk menjadi energi listrik seperti dalam hukum newton menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, bahwasannya energi mempunyai sifat yang mutlak, permasalahan yang ada saat ini adalah terbatasnya suplai listrik yang dapat menaungi ke daerah-daerah yang khususnya berada di tempat sangat terpencil yang menyebabkan krisis listrik pun sangat jarang ditemukan di desa-desa

terpencil, maka dari itu pengembangan dan inovasi inovasi pun turut dikembangkan salah satunya melalui, Pengembangan turbin air di era jaman sekarang sudah sangat berinovasi didesain dengan menggunakan head yang rendah Penggunaan head yang rendah ini sangat cocok bila diterapkan dengan kondisi potensi energi di negara Indonesia Mengingat sumber perairan di Indonesia sangat berpotensi untuk kelangsungan inovasi dari turbin air itu sendiri Sungai di Indonesia memiliki debit besar dengan head yang rendah untuk itu penelitian turbin air head yang rendah dibutuhkan dimana turbin ini dapat di uji coba pada head dibawah 1 meter Turbin air dengan head yang rendah ini juga dapat dipasang pada lokasi aliran yang deras yang terdapat pada saluran air/irigasi Jumlah saluran irigasi yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia merupakan potensi energi yang perlu ditambahkan mengingat kebutuhan energi selalu dibutuhkan dan tidak pernah berhenti, Turbin ini bekerja memanfaatkan perubahan tekanan dan beroperasi terendam dalam air.

Sarana potensi mikrohidro yang dinilai sangat cocok pengaplikasiannya, mikrohidro sendiri adalah istilah yang kerap digunakan dalam instalasi pembangkit listrik menjadi tenaga air.

Mikrohidro sendiripun dianggap sesuai karena Indonesia mempunyai banyak bukit dan sungai, air merupakan sumber energi yang sangat melimpah, terlebih pada saat musim penghujan. oleh karena itu, air perlu dimanfaatkan untuk diubah menjadi energi yang lain yaitu energi listrik.

Pemanfaatan energi dari air untuk menjadi energi listrik membutuhkan suatu alat konversi energi, yaitu turbin air.

Gaya potensial air akan mendorong sudu-sudu pada turbin air yang kemudian menggerakkan poros turbin dan selanjutnya akan diteruskan ke generator untuk menghasilkan energi listrik.

Sejarah turbin air

Turbin air adalah turbin yang berputar dan menghasilkan suatu energi yang diambil dari air itu sendiri, kata turbin diperkenalkan pertama kali oleh insiyur perancis claude burdin pada awal abad 19 berasal dari kata latin yaitu berputar Perbedaan primer antara turbin air awal dan roda air ialah komponen pusingan air nan melewati rotor buat perputaran energi. Komponen tambahan buat mobilitas pada turbin lebih kecil daripada roda air namun memiliki kekuatan yang sama.

Pabrik turbin pertama dibangun di Romawi, Chemtou, Tunisia, dengan bentuk pemasukan air turbin secara tangensial Millrace sehingga membuat roda horisontal terendam dalam setiap perputaran atau pergantian poros seperti turbin sesungguhnya. Sebuah turbin Francis lebih cepat, bisa menghasilkan tenaga hampir satu juta hp (750 MW), sedang dipasang di Bendungan Grand Coulee, Amerika Serikat.

Sebuah propeller atau baling-baling tipe runner bisa menghasilkan tenaga atau power samapai 28.000 hp (21 MW). Diatas merupakan contoh-contoh kecil turbin air pertama nan menghasilkan daya atau power sangat besar nan dibangun pada zaman modern. Untuk pertama kalinya turbin nan digerakan oleh air dikenal pada zaman kekaisaran Romawi.

Dua situs yaitu pabrik turbin heliks ditemukan hampir sama dengan nan ditemukan di Chemtou dan Testour, Tunisia modern, akhir abad ke-3 atau awal abad ke-4. Roda air horizontal dengan gagang miring dipasang di bagian bawah poros air, secara melingkar. Air akan masuk ke pit tangensial poros, akan menghasilkan kolom air yang berputar-putar sehingga membuat roda sepenuhnya terendam seperti turbin.

Ján Andrej Segner mengembangkan turbin nan digerakan oleh air reaktif pada pertengahan abad ke-18. Turbin buatannya memiliki sumbu horisontal dan merupakan

pelopor buat turbin air modern. Ini ialah mesin nan sangat sederhana nan masih diproduksi sampai saat ini nan digunakan dalam situs hidro kecil atau penghasil power atau daya nan kecil.

Segner bekerja dengan Euler dengan pelaksanaan beberapa teori matematika dalam desain awal turbin. Pada 1820, Jean-Victor Poncelet mengembangkan turbin genre dalam. Pada tahun 1826, Benoit Fourneyron mengembangkan turbin genre luar. Ini ialah mesin nan 80% lebih efisien dimana mengirim air melalui runner dengan roda melengkung terpasang dalam satu dimensi. Stop kontak stasionernya juga memiliki tatakan melengkung.

Ide penggunaan turbin air sudah ada dari 2000 tahun yang lalu, energy hidrolik yang dirubah menjadi energy hidrolika pertama dipergunakan di benua asia yaitu di china dan india yang digunakan dari sebuah roda kincir yang dibuat dari kayu, dari asia pindah ke mesir dari mesir terus berkembang ke Negara ngera eropa dan amerika

Leonardo Da Vinci seorang seniman dari italia membuat lukisan kincir air sedangkan teori matematisnya dibuat oleh Galileo Galilei dan Descartes Kemudian smeam dan bossut pada tahun 1759 membuat percobaan praktis mengenai kincir air tersebut,

Pada tahun 1844, Uria A. Boyden mengembangkan turbin genre luar nan ditingkatkan kinerjanya oleh turbin Fourneyron. Bentuk runner sama dengan turbin Francis. Pada tahun 1849, James B. Francis meningkatkan genre turbin reaksi dalam jauh lebih efisiensi lagi sampai 90%. Dia juga melakukan tes canggih dan metode rekayasa nan dikembangkan buat desain turbin airnya.

Turbin Francis ialah turbin air modern pertama. Saat ini turbin jenis ini banyak digunakan di seluruh dunia. Turbin Francis juga disebut turbin genre radial, sebab air

mengalir dari lingkaran luar menuju pusat runner. Turbin genre dalam, memiliki susunan mekanik dan desain nan lebih baik dari semua turbin reaksi. Ketika air berputar ke dalam, akan dipercepat, dan transfer energi buat runner lebih besar.

Tekanan air menurun hingga satu tekanan atmosfer, atau dalam beberapa kasus subatmospheric, sebab air melewati bilah turbin dan kehilangan energi. Sekitar tahun 1890, bantalan fluida modern ditemukan, secara generik saat ini digunakan buat mendukung berat turbin air spindle. Pada tahun 2002, bantalan fluida tampaknya memiliki kegagalan lebih dari 1300 tahun, namun ada perbaikan-perbaikan atau penyempurnaan pada desain selanjutnya.

Sekitar tahun 1913, Viktor Kaplan menciptakan turbin Kaplan, mesin tipe baling-baling. Itu ialah evolusi dari turbin Francis tetapi merevolusi kemampuan buat mengembangkan head situs hidro nan rendah. Sebuah konsep baru Roda Pelton, merupakan salah satu jenis roda pada mesin turbin, dimana semua mesin air umumnya sampai akhir abad 19 (termasuk roda air) merupakan mesin reaksi.

Dan head mesin memiliki tekanan nan berpengaruh pada mesin dan menghasilkan daya. Sebuah turbin reaksi sepenuhnya menghasilkan air selama transfer energi. Pada 1866, California millwright Samuel Knight menemukan sebuah mesin yaitu dengan sistem impuls ke taraf nan baru. Terinspirasi oleh sistem jet tekanan tinggi nan digunakan dalam pertambangan hidrolik di bidang emas, Knight mengembangkan roda bucketed nan menangkap (penghasil) energi dari jet bebas.

Dalam sebuah galian dalam (ratusan meter vertikal dalam pipa atau penstock) sehingga air menjadi energi kinetik. Ini disebut dorongan atau turbin tangensial. Kecepatan air menjadi sekitar dua kali kecepatan dari semula, melakukan perputaran dalam penampung air dan menghasilkan tetes-tetes

air pada runner (pemutar) dengan kecepatan rendah.

Pada 1879, Lester Pelton (1829-1908), bereksperimen dengan roda Knight, mengembangkan desain penampung ganda, ketika air habis akan tersimpan ke samping wadah dekat mesin, kehilangan energi dari roda Knight ketika air habis akan kembali ke pusat roda .

Pada sekitar tahun 1895, William Doble meningkatkan desain wadah (penampung) air berbentuk silinder, Pelton mendesain dengan wadah elips akan mencakup seluruh proses genre guna memungkinkan jet entri penampung bersih. Ini ialah bentuk modern dari turbin Pelton nan saat ini mencapai efisiensi sampai 92%.

Pelton merupakan penganjur desain nan paling efektif meskipun Doble mengambil alih perusahaan Pelton dia tak mengubah namanya menjadi Doble sebab memiliki hak paten terhadap merek mesinnya. Turgo dan turbin crossflow nan kemudian disebut sebagai desain impuls (turbin modern).

Turbin sangat bermanfaat dalam kehidupan, penghasil daya atau power listrik nan sangat besar, dengan desain-desain nan semakin modern, dengan menghasilkan daya nan lebih besar lagi dan efisiensi mesin nan lebih. Bisa mempermudah dalam menghasilkan energi listrik nan sangat dibutuhkan dalam kehidupan kita.

Energi listrik yang dihasilkan oleh sirkulasi air dari mesin turbin memang telah memudahkan kita, namun kita juga harus ingat, air pun merupakan salah satu energi yang tak bisa diperbarukan saat ini. Perlunya kita berhemat dalam pemakaian dan memanfaatkannya sinkron dengan kebutuhan.

Turbin Air Berdasarkan Cara Kerjanya

Turbin aksi atau turbin impuls

Turbin aksi atau impuls adalah turbin yang berputar karena adanya gaya impuls dari air.

yang termasuk kedalam turbin jenis ini yaitu turbin pelton.

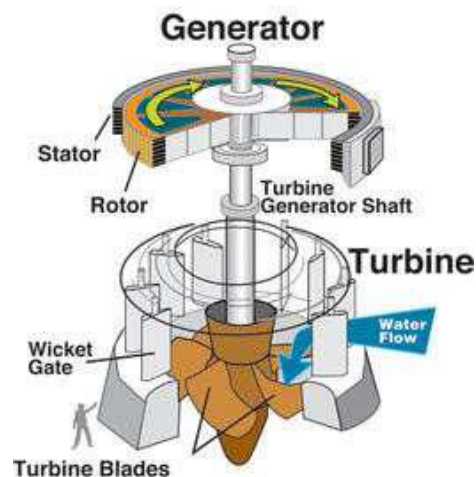
Turbin reaksi

Pada turbin reaksi air masuk kedalam jaringan dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir ke sudu. Sewaktu air mengalir ke sekeliling sudu piringan, turbin akan berputar penuh dan saluran belakang (tail race) akan terendam air seluruhnya. Tinggi angkat air sewaktu mengalir ke sekeliling sudu akan diubah menjadi tinggi angkat kecepatan dan akhirnya berkurang hingga tekanan atmosfer sebelum meninggalkan piringan turbin. Yang termasuk kedalam jenis ini adalah turbin francis dan kaplan.

Fungsi Turbin

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Gaya jatuh air yang mendorong propeller menyebabkan gaya yang terdapat pada turbin berputar. Turbin air seperti kincir angin, dengan menggantikan laju dorongan angin untuk memutar propeller digantikan dengan media air untuk memutar turbin sehingga turbin dapat menghantarkan suatu energi. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator dan menghasilkan suatu sumber yaitu energi listrik

Turbin Kaplan



Gambar 1. Turbin Kaplan

Turbin Kaplan adalah turbin air jenis propeller yang memiliki baling baling yang dapat disesuaikan, turbin ini dikembangkan untuk penelitian pada tahun 1913 oleh

profesor Austria Viktor Kaplan, yang bekerjasama secara otomatis baling-baling yang dapat diatur dengan otomatis disesuaikan keinginan dari si pembuat gerbang gawang untuk mencapai nilai suatu efisiensi melalui variasi tingkat dan aliran air yang masuk melalui gawang. Turbin Kaplan adalah bentuk variasi terbaru dari turbin Francis. Penemuannya dari penelitian ini menjadikan energi listrik dapat dihasilkan secara efisien dengan memakai head rendah yang tidak mungkin dapat digapai jika menggunakan untuk pengaplikasiannya memakai turbin air dalam klasifikasi turbin Francis. Tinggi head berkisar 10-90 meter dan output daya 5-259 MW. Diameter Runner antara 3 dan 13 meter. Kisaran rotasi turbin adalah 89-528 rpm. Pemasangan turbin Kaplan ini mampu menghasilkan sumber yang paling optimal jika head nominalnya adalah 35m adalah seperti Tocoma Power Plant (Venezuela) Kaplan pembangkit turbin 235MW dengan diameter yang runnernya adalah 5 m. Turbin Kaplan saat ini sudah banyak dipakai di seluruh penjuru bagian dunia, dalam aliran air yang tinggi, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) head rendah. Turbin Kaplan adalah turbin reaksi aliran air yang masuk ke dalam, yang berarti aliran fluida perubahan tekanan bekerja ketika bergerak melalui turbin dan memberikan energinya. Power dipulihkan dari kedua kepala hidrostatik dan dari energi kinetik dari air yang mengalir. Desain menggabungkan fitur radial dan aksial turbin. Inlet adalah tabung berbentuk scroll yang membungkus di sekitar gerbang gawang turbin. Air diarahkan tangensial melalui gerbang gawang dan spiral ke baling-baling berbentuk runner, menyebabkan ia berputar. Outlet berbentuk draft tube yang membantu mengurangi kecepatan air dan memulihkan energi kinetik.

Klasifikasi turbin kaplan

Rotor yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :

(Sudu sudu berfungsi untuk menerima beban pancaran air yang disemprotkan melalui rumah turbin kaplan)

(Poros berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu)

(Bantalan berfungsi sebagai perapat - perapat komponen dengan tujuan menghindari dari kebocoran pada sistem turbin kaplan)

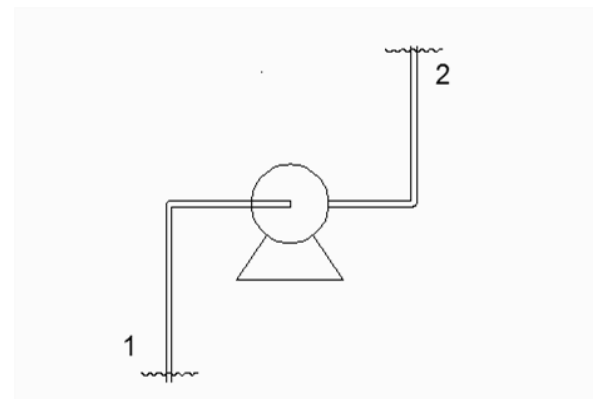
Stator yaitu bagian yang diam pada suatu sistem yang terdiri dari :

(Pipa pengarah berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga kecepatan dan aliran fluida yang masuk dapat digunakan dalam sistem yang besar)

(Rumah turbin berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen komponen dari turbin kaplan itu sendiri)

Prinsip Bernoulli

Prinsip Bernoulli adalah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut.



Gambar 2. Prinsip Bernoulli

Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Prinsip ini diambil dari nama ilmuwan Belanda/Swiss

yang bernama *Daniel Bernoulli*. Persamaan di atas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + Z_1\right) = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + Z_2\right)$$

Dimana :

P_1 dan P_2 : tekanan pada titik 1 dan 2 (N/m²)

V_1 dan V_2 : kecepatan aliran pada titik 1 dan 2 (m/s²)

Z_1 dan Z_2 : perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 (m)

γ : berat jenis fluida (N/m³)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

Persamaan di atas digunakan jika diasumsikan tidak ada kehilangan energi antara dua titik yang terdapat dalam aliran fluida, namun biasanya beberapa head losses terjadi diantara dua titik. Jika head losses tidak diperhitungkan maka akan menjadi masalah dalam penerapannya di lapangan. Jika head losses dinotasikan dengan “ h_l ” maka persamaan Bernoulli di atas dapat ditulis menjadi persamaan baru, dirumuskan sebagai :

$$\left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + Z_1\right) + H_p = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + Z_2\right) + H_{ls} \dots\dots\dots$$

Persamaan di atas digunakan untuk menyelesaikan banyak permasalahan tipe aliran, biasanya untuk fluida inkompresibel tanpa adanya penambahan panas atau energi yang diambil dari fluida. Namun, persamaan ini tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan aliran fluida yang mengalami penambahan energi untuk menggerakkan fluida oleh peralatan mekanik, misalnya pompa, turbin dan peralatan lainnya.

Efisiensi turbin

Efisiensi turbin ditentukan oleh perbandingan daya output yang dihasilkan putaran sudu turbin dengan daya input turbin. Dalam bentuk persamaan adalah sebagai berikut :

$$\eta_t = \frac{T \cdot \omega}{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q} \times 100\%$$

Dimana :

T : Torsi poros = $F \cdot r$ (N.m)

r : Jari-jari *runner* (m)

ω : Kecepatan keliling = $2 \cdot \pi \cdot n_t / 60$ (rad/s)

n_t : Putaran poros (rpm)

Dimensi Runner

Untuk menentukan dimensi *runner* rata – rata dapat dicari dari kecepatan keliling :

$$D = \frac{60 u}{\pi n}$$

Dimana :

u = kecepatan keliling (m/s)

n = kecepatan poros generator (rpm)

Untuk kecepatan keliling (u), dapat dicari melalui persamaan :

$$u = \phi \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Dimana :

ϕ = Konstanta gesekan (0,43 – 0,48) (*Finnemore and Franzini, 2006*)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

H = head (m)

Kecepatan relative

Air dengan kecepatan V_1 membentur double cupped buckets yang mana memisahkan aliran dan membelokkan kecepatan relatifnya (V_r) melalui sudut β_2 , sehingga menimbulkan suatu gaya pada permukaan sudu. Oleh karena itu, menghasilkan momen gaya untuk memutar turbin.

Kecepatan relative (V_r) sendiri mempunyai persamaan :

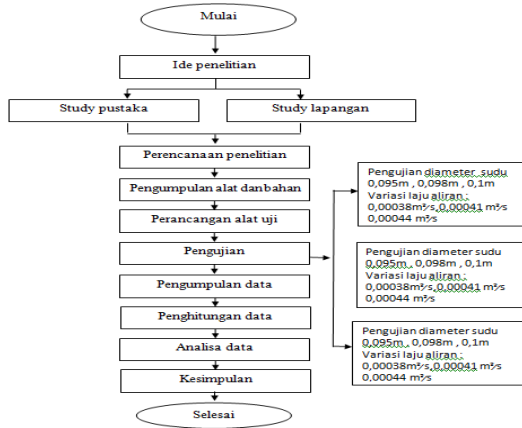
$$V_r = V_1 - u$$

Dimana:

V_1 : Kecepatan pancaran *nozzle*

u : Kecepatan keliling *runner*

PROSEDUR ESKPERIMEN



Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit (Q)	Diameter Sudu (m)	P1 (Psi)	P2 (Psi)	Rpm (n)
0,00038 m ³ /s	0,095 m	0	17	353
	0,098 m	0	17	390
	0,1 m	0	17	430
0,00041 m ³ /s	0,095 m	0	17	373
	0,098 m	0	17	427
	0,1 m	0	17	523
0,00044 m ³ /s	0,095 m	0	17	399
	0,098 m	0	17	459
	0,1 m	0	17	643

Gambar 4. Tabel data pengujian

No	Pengujian pada diameter sudu (0.095 m)	Debit aliran m ³ /s		
		0.00038	0.00041	0.00044
1	Luas penampang pipa (m ²)	0.000122	0.000122	0.000122
2	Head Pompa (m)	1.17	1.17	1.17
3	Kecepatan turbin air (rpm)	353	373	399
4	Kecepatan pancaran (m/s)	3.45	3.72	4
5	Kecepatan keliling runner (m/s)	1.75	2.18	2.25
6	kecepatan sudut (rad/s)	36.9	39	45
7	Daya pompa (watt)	4.3	4.7	5.05
8	Daya Turbin (watt)	1	1.22	1.62
9	Efisiensi Turbin (%)	19.4	22	25

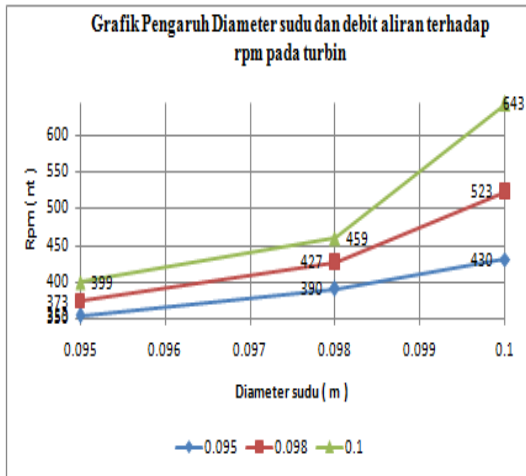
Gambar 5. Tabel data pengujian diameter 0,095 m

No	Pengujian pada diameter sudu (0.098 m)	Debit aliran m ³ /s		
		0.00038	0.00041	0.00044
1	Luas penampang pipa (m ²)	0.000122	0.000122	0.000122
2	Head Pompa (m)	1.17	1.17	1.17
3	Kecepatan turbin air (rpm)	390	427	459
4	Kecepatan pancaran (m/s)	3.45	3.72	4
5	Kecepatan keliling runner (m/s)	2	2.18	2.35
6	kecepatan sudut (rad/s)	40.8	44.6	48
7	Daya pompa (watt)	4.3	4.7	5.05
8	Daya Turbin (watt)	0.95	1.01	1.37
9	Efisiensi Turbin (%)	17.8	19.2	22.4

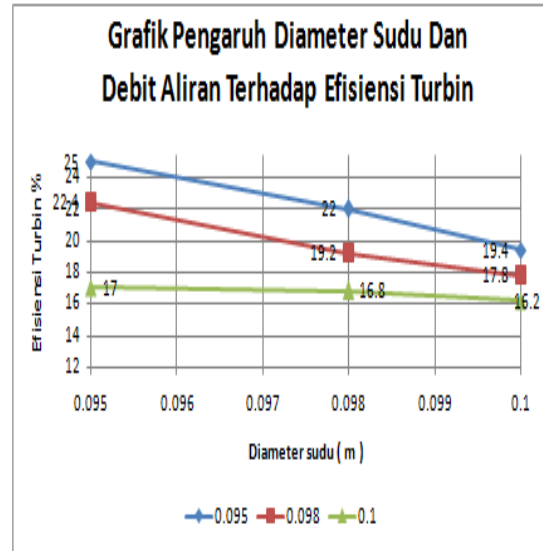
Gambar 6. Tabel data pengujian diameter 0,098 m

No	Pengujian pada diameter sudu (0.1 m)	Debit aliran m ³ /s		
		0.00038	0.00041	0.00044
1	Luas penampang pipa (m ²)	0.000122	0.000122	0.000122
2	Head Pompa (m)	1.17	1.17	1.17
3	Kecepatan turbin air (rpm)	430	523	643
4	Kecepatan pancaran (m/s)	3.45	3.72	4
5	Kecepatan keliling runner (m/s)	2.25	2.7	3.36
6	kecepatan sudut (rad/s)	41.7	48	67.3
7	Daya pompa (watt)	4.13	4.7	5.05
8	Daya Turbin (watt)	0.88	0.94	1.12
9	Efisiensi Turbin (%)	16.2	16.8	17

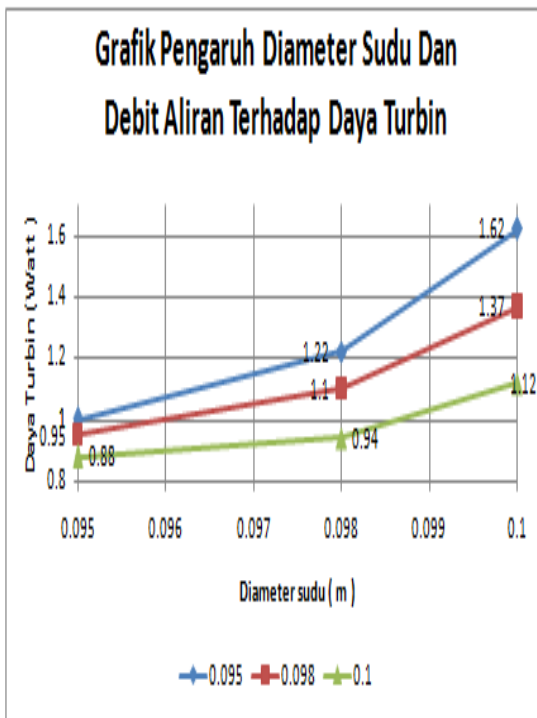
Gambar 7. Tabel data pengujian diameter 0,1 m



Gambar 8. Grafik pengaruh diameter sudu dan debit aliran terhadap rpm pada turbin kaplan



Gambar 10. Grafik pengaruh diameter sudu dan debit aliran terhadap efisiensi pada turbin kaplan



Gambar 9. Grafik pengaruh diameter sudu dan debit aliran terhadap daya turbin kaplan

Berdasarkan hasil perhitungan data dan grafik di atas, pengaruh diameter sudu dan debit aliran air terhadap performa mesin turbin kaplan menghasilkan rpm tertinggi dalam pengujian yaitu sebesar 643 rpm terjadi pada variasi diameter sudu 0,1 m dengan nilai efisiensi 16.2 % adapun juga nilai dari daya turbin kaplan dengan variasi diameter 0,1 m menghasilkan 1,12 watt, pada variasi diameter sudu 0,098 m menghasilkan rpm sebesar 523 rpm dengan nilai efisiensi 17,8 % adapun juga nilai dari daya turbin kaplan dengan variasi diameter 0,098 m menghasilkan 1,37 watt, pengaruh diameter sudu dan debit aliran air terhadap performa mesin turbin kaplan menghasilkan rpm yaitu sebesar 430 rpm terjadi pada variasi diameter sudu 0,095 m dengan nilai efisiensi 19,4 % adapun juga nilai dari daya turbin kaplan dengan variasi diameter 0,095 m menghasilkan 1,62 watt

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada setiap pengujian variasi diameter sudu turbin kaplan menunjukkan semakin besar diameter sudu turbin kaplan maka semakin rendah efisiensi turbin hal ini di tunjukkan ketika diameter sudu turbin kaplan diujikan pada diameter 0,1 m hasil efisiensinya sebesar 16,2% dengan daya turbin 1,12 watt dan sebesar 643 rpm, pada diameter sudu 0,098 m efisiensi yang dihasilkan adalah 17,8% Dengan daya turbin dengan nilai 1,37 watt dan sebesar 523 rpm, Pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil diameter sudu yang digunakan untuk pengujian turbin kaplan skala labotorium dalam tahapan awal pembuatan *prototype* maka hasil yang diperoleh semakin kecil diameter sudu semakin besar nilai efisiensinya dan daya turbin yang dihasilkan juga semakin bagus Hasilnya sebagai berikut variasi diameter sudu 0,095 m menghasilkan daya turbin 1,62 watt efisiensi 19,4 dengan rpm yang melaju dengan kecepatan 430 rpm
2. Diharapkan untuk kedepannya ada tindak lanjut penelitian mengenai pengembangan mesin turbin kaplan yang berada di labotorium Universitas 17 Agustus 1945, supaya pengembangan ini kiranya dapat diaplikasikan nantinya untuk daerah daerah khususnya yang berada dalam tempat terpencil yang berada di Indonesia, semoga untuk kedepannya pengembangan *protoype* ini dapat menjadi sarana belajar bagi mahasiswa yang berada di Universitas 17 Agustus 1945.

REFERENSI

- [1] <https://www.slideshare.net/xtmxady/debit-air-turbin-dan-kecepatan-spesifik>
- [2] https://www.slideshare.net/khairul_fadli/perencanaan-turbin-air
- [3] <http://www.slideshare.net/xtmxady/jenis-jenis-turbin-turbin-pelton-turbin-francis-dan-turbin-kaplan> (Dasar Teori Bab 2)
- [4] <http://www.slideshare.net/DwiRatna3/turbin-air-46728442>
- [5] B.Eng.,Ph.D.,C.Eng.,MI.Mech.E S.L Dixon
Mekanika Fluida Termodinamika
- [6] Wiranto Arismunandar
Pengerak Mula Turbin
Penerbit ITB, Bandung 2004
- [7] <http://www.satuenergi.com/2015/03/prinsip-kerja-turbin-kaplan.html>
- [8] https://www.slideshare.net/khairul_fadli/perencanaan-turbin-air.
- [9] Prof. Dipl. Ing dan Fritz Dietzel.
Turbin Pompa Dan Kompresor
Penerbit Erlangga, Jakarta., 1998