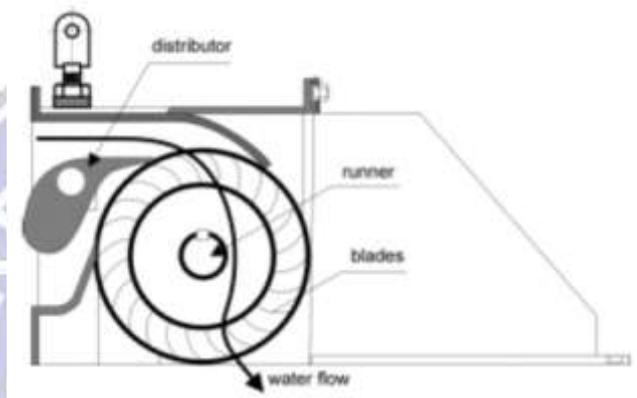


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

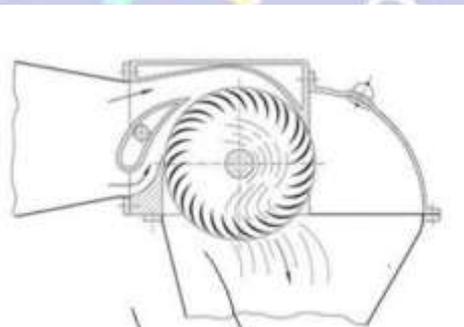
2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Ridwan (2014), sebuah prototipe Turbin Aliran Silang dirancang dalam kegiatan tugas akhir ini dengan debit (Q) = 0,03 m³/s, head (H) = 2 m dengan efisiensi 0,80. Spesifikasi teknik utama dari hasil perancangan turbin adalah diameter runner (D) = 0,195 m dengan putaran turbin 281,39 rpm daya keluaran efektif sebesar 470,4 W.



Gambar 2.1 Turbin Cross-flow Air Aliran silang (Ridwan 2014)

Ali khomsah at. al (2015), hasil penelitian ini menunjukkan out put daya dan efisiensi meningkat dengan menurunnya nilai kapasitor. Kesesuaian antara variabel perencanaan turbin dan variabel eksperimen menghasilkan kinerja yang optimal, efisiensi maksimum 29,88% dengan daya optimal 85 Watt.



Gambar 2.2 Skema Turbin Cross-flow (Khomsah Ali 2015)

Menurut Peggy Panji Nugroho at. al (2016) Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan jumlah sudu berpenampang plat

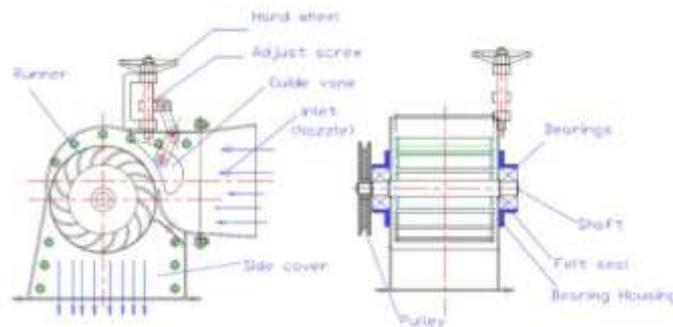
datar pada turbin cross-flow poros horizontal. Jumlah sudu yang digunakan adalah 12, 15, dan 18 yang akan diuji dengan variasi kapasitas air sebesar 12.58 L/s, 11.01 L/s dan variasi pembebanan 500 gram, 1000 gram, 1500 gram dan seterusnya dengan peningkatan pembebanan 500 gram hingga putaran turbin berhenti. Hasil dari penelitian didapatkan turbin dengan jumlah 15 memiliki daya dan efisiensi yang paling optimal daripada turbin dengan jumlah 12 dan 18. Daya tertinggi dimiliki oleh turbin dengan jumlah sudu 15 yang terjadi pada kapasitas 12.58 L/s dengan pembebanan 7000 gram, daya sebesar 3,136 watt. Efisiensi tertinggi juga dihasilkan oleh jumlah sudu 15 pada kapasitas 12.58 L/s dengan pembebanan 7000 gram dengan nilai efisiensi sebesar 58,23%. Hal ini dikarenakan pada jumlah 12 terlalu jauh jarak antar sudunya dan pada jumlah sudu 18 jarak antar sudu terlalu sempit sehingga mengurangi kapasitas penampungan air yang dimiliki untuk mengubah daya air menjadi putaran.



Gambar 2.3 Variasi jumlah sudu pada runner turbin sebanyak 12, 15, dan 18
(Nugroho Panji P, 2016)

Menurut Wiludjeng Trisasiwi at. al (2017) hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan turbin *cross-flow* belum menunjukkan performansi optimum, tetapi peralatan transmisi dapat bekerja baik, sistem penyaluran energi bekerja cukup baik memutar turbin pada kondisi dengan maupun tanpa beban. Hasil pengujian menggunakan kekuatan motor pompa penuh di dapatkan hasil 1.114,7 rpm generator; voltase 77,7 V; dan arus 0,5 A pada

saat tanpa beban, serta 1.018,6 rpm generator; voltase 70,2 V, dan arus 0,5 A pada saat diberi beban lampu LED 5 W.



Gambar 2.4 Turbin type Cross-flow tampak depan dan samping kanan (Trisasiwi, 2017)

Menurut Boike Sinaga at. al(2018) Hasil studi potensi yang dilakukan menunjukkan nilai debit sebesar 0,149 m³/s dan head sebesar 6,08 m. Berdasarkan nilai studi potensi tersebut dilakukan perancangan sistem yang menghasilkan dimensi runner turbin berupa diameter luar 0,37 m, diameter dalam 0,24 m, jarak antar sudu 0,065 m, ketebalan semburan nosel 0,031, jari-jari kelengkungan sudu 0,06 m dan jumlah sudu 18. Dengan memperhatikan kemudahan proses manufaktur maka diperoleh dimensi pembuatan berupa dimensi runner dengan diameter luar 0,38 m, diameter dalam 0,32 m, jarak antar sudu 0,065 m, ketebalan semburan nosel 0,04, jari-jari kelengkungan sudu 0,063 m, dan jumlah sudu 20.



Gambar 2.5 Rancangan runner turbin crossflow (Sinaga Boike,2018)

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Energi air

Air merupakan sumber energi yang mudah di dapat. Karena pada air terdapat energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir).

Tenaga air (*hydropower*) adalah energi air yang di peroleh dari air yang mengalir. Energi air dapat di dimanfaatkan dan di gunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak di lakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan daya suatu air sungai (Danny Harri Siahaan, 2009:5)

2.3 Persamaan Energi

Persamaan energi prinsip kerja turbin adalah menkonversi energi debit aliran air menjadi energi listrik. Hal tersebut mejelaskan jika energi debit aliran air dapat diubah menjadi bentuk energi lainnya. (Dietzel 1980: 4) menyatakan bahwa, bentuk energi dalam aliran air dapat dibagi dalam beberapa bentuk, antara lain:

2.3.1 Energi potensial

Energi potensial yaitu energi yang timbul karena adanya pengaruh gaya grafitasi bumi $g(m/s^2)$ dan tinggi jatuh air h (m) yang di berikan oleh masa jenis (ρ) dan fluida dimana dapat di hitung dengan persamaan:

$$Ep = m \cdot g \cdot h \quad (2.1)$$

(Dietzel, 1980)

Keterangan :

Ep = Energi potensial (j)

m = Masa benda (kg)

g = Percepatan grafitasi (m/s)

h = Ketinggian (m)

2.3.2 Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi dari suatu benda yang di miliki akibat pengaruh pergerakannya, energi kinetik memiliki massa m (kg) dan kecepatan v (m/s) dan dapat di hitung dengan :

$$Ek = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (2.2)$$

(Dietzel, 1980)

Keterangan:

Ek = Energi kinetik (j)

m = Massa benda (kg)

v = Kecepatan (m/s)

2.3.3 Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, jadi perubahan bentuk energi terjadi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya, tidak merubah jumlah atau besar energi secara keseluruhan. Berikut adalah persamaan mekanik yang berhubungan dengan hukum kekekalan energi :

$$E_m = E_p + E_k \dots (J) \quad (2.3)$$

(Halliday, 1991)

Keterangan:

E_m = Energi mekanik (N.m)

E_p = Energi potensial (m/s²)

E_k = Energi kinetik (j)

2.3.4 Daya turbin

Daya kerja turbin merupakan besarnya kerja dalam satuan detik yang dilakukan oleh massa air (kg) yang jatuh pada ketinggian tertentu dimana turbin terpasang. Air yang jatuh pada sudu turbin (Q) akan memutar sudu turbin dimana efisiensi daya yang di hasilkan adalah:

$$T = F \times L \quad (2.4)$$

Dimana :

T = Torsi

F = Beban pengereman

L = Panjang lengan

Besar efisiensi turbin di peroleh dari rumus :

$$\eta^T = \frac{P \text{ turbin dengan beban}}{P \text{ turbin tanpa beban}} \times 100\%$$

1.4 Pengertian Turbin Air

Turbin air adalah mesin penggerak yang merubah energi potensial menjadi energi mekanik dengan air sebagai *fluida* kerjanya. Menurut sejarahnya turbin *hidrolik* sekarang berasal dari kincir-kincir air pada zaman abad pertengahan yang dipakai untuk memecah batu bara dan keperluan pabrik gandum. Salah satu

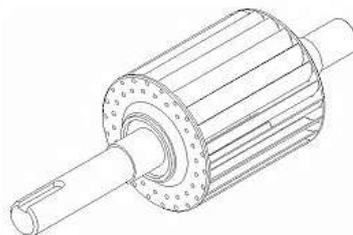
kincir air tersebut dapat dilihat di Aungrabad (india) yang telah berumur 400 tahun-an (Susatyu dan Hakim, 2003)

Turbin air adalah turbin dengan air sebagai pendorong atau penggerakannya. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang paling rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses alirannya energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi kinetik. Di dalam turbin energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, dimana air memutar roda-roda turbin (Wibowo paryatno, 2007)

2.5 Turbin *Cross-flow*

Turbin jenis ini pertama kali di buat di eropa. Nama *cross-flow* diambil dari kenyataan bahwa air melintasi kedua sudu gerak atau *runner* dalam menghasilkan putaran (rotasi). Sedangkan nama Banki (dari Hungaria) dan Mitchell (dari Australia) adalah nama ahli teknik yang mengembangkan prinsip-prinsip turbin tersebut yaitu turbin ini dilengkapi dengan pipa hisap, dan sebagai akibat daya yang dihasilkan turbin, proses kerja dan randemen turbin menjadi lebih baik. Turbin *cross-flow* ini mempunyai arah aliran yang radial atau tegak lurus dengan sumbu turbin.

Turbin ini mempunyai alat pengarah sehingga dengan demikian celah bebas dengan sudu-sudu di sekeliling roda hanya sedikit. Karena itu pada keadaan beban penuh perputarannya roda terjadi sedikit kemacetan-kemacetan, yang menimbulkan sedikit tekanan lebih. Turbin *cross-flow* terdiri dari tiga bagian utama yaitu roda jalan, alat pengarah dan rumah turbin. Dalam aplikasinya turbin *cross-flow* baik sekali digunakan untuk pusat tenaga air yang kecil dengan daya kurang lebih 750 kW. Tinggi air jatuh yang bisa digunakan diatas 1 m sampai 200 m dan kapasitas antara 0,2 m³/s sampai 7 m³/s.



Gambar 2.6 Turbin Cross-Flow

2.6 Estimasi Paramater Kerja

Parameter kinerja CFHT (Cross-Flow Hydrokinetic Turbine) telah dihitung dari koefisien torsi (CT) dan efisiensi rotor (η). Pengikut persamaan telah digunakan untuk menghitung CT dan η .

$$CT = T \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^2 \quad (2.5)$$

Dimana ρ , A, dan V adalah masa jenis air, luas proyeksi dari sudu turin dan kecepatan aliran air masing-masing. efisiensi turbin η telah diperkirakan sebagai,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (2.6)$$

dimana P_{out} dan P_{in} adalah daya keluaran dan daya masukan masing-masing telah diperkirakan sebagai

$$P_{out} = \theta \times \omega \text{ dan } \theta = T \times R \quad (2.7)$$

$$P_{in} = \rho \times Q \times g \times H \quad (2.8)$$

Dimana θ , ω , T, dan R adalah torsi keluaran, output daya dorong tangensial, disisi lain Q, g dan H adalah laju aliran air melalui turbin percepatan gravitasi dan head melintasi turbin.