

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Rahmat dkk., (2022) telah dilakukan penelitian tentang prinsip kerja turbin archimedes *screw* tenaga mikro hidro yang dapat digunakan di *head* air rendah sebagai sarana pembangkit listrik. Prinsip kerja turbin archimedes *screw* ini yaitu, air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar *blade screw* (*bucket*) dan keluar dari bagian bawah. Sehingga menimbulkan gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam *bucket* di sepanjang rotor mendorong *blade screw* dan memutar rotor pada sumbunya. Kemudian rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan ujung atas poros turbin *screw* sehingga dapat menghasilkan listrik.

Wildan dkk., (2021) telah dilakukan penelitian mengenai Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hidro* (PLTMH) menggunakan turbin archimedes *screw*. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemiringan *blade* dan didapatkan hasil bahwa sudut *blade* turbin yang paling efisien adalah pada sudut 28°. Sedangkan untuk kemiringan *head* yang paling efisien adalah pada sudut kemiringan 40°. Dengan mengacu dari data yang ada pada jurnal, dengan sungai yang memiliki debit air 0,4901 m/s³, dengan tinggi terjun sebesar 5 meter. Didapatkan potensi daya yang terbangkitkan adalah sebesar 13,556 kW. Sedangkan daya nyata maksimal yang dapat dibangkitkan dari generator 1 fasa 3kW, yang terpasang pada PLTPH tersebut adalah 1.050 Watt.

Kusuma dkk., (2020) telah dilakukan penelitian mengenai rancang bangun prototipe turbin ulir atau turbin archimedes dengan formulasi Chris Rorres. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan spesifikasi turbin ulir yang cocok untuk digunakan pada tangki air perumahan. Setelah menentukan spesifikasi yang cocok lalu dilanjutkan proses pembuatan selesai dengan spesifikasi turbin sebagai berikut: panjang rumah turbin 30 cm, diameter luar turbin (Ro) 101,6 cm, diameter dalam turbin (Ri) 54,4 cm, jumlah sudu sebanyak 1 buah, panjang total poros 45

cm dan kisar ulir 2,92 cm. Daya yang dihasilkan dari prototipe turbin ulir ini adalah sebesar 0,13 *Watt* pada sudut kemiringan 35°.

Juliana dkk., (2018) Melakukan penelitian mengenai pengaruh sudut kemiringan *head* turbin ulir dan daya putar turbin ulir dan daya *output* pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Hasil turbin yang digunakan memiliki mata bor, dengan diameter turbin 26 cm, lebar screw 10 cm, dan jumlah sudu 10 buah. Pengukuran dengan debit air, putaran turbin, putaran generator, tegangan, arus, torsi serta daya output generator dan efisiensi. Parameter-parameter tersebut diukur dengan cara merubah jatuhnya air pada kincir dari posisi sudut head turbin 0°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 70°, 80° dan 90°. Hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap parameter-parameter diperoleh hasil pengukuran tertinggi pada sudut *head* turbin 40°. Daya output yang dihasilkan adalah 10.92 watt, torsi adalah 0.60 Nm dan efisiensi sebesar 14 %

Putra dkk., (2016) telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi kemiringan *propeller* terhadap efisiensi turbin ulir. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai daya mekanis tertinggi dan didapatkan Efisiensi tertinggi turbin *screw* penelitian ini mencapai 82,43 % yaitu pada sudut kemiringan *propeller* 30° debit aliran 45 lpm. Nilai daya mekanis tertinggi ada pada kemiringan sudut *propeller* 30° dengan debit aliran 50 lpm yaitu sebesar 367,23 *Watt*.

Saefudin dkk., (2017) telah dilakukan penelitian untuk menganalisa pengaruh debit terhadap daya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tersebut dilihat bahwa semakin tinggi debit daya turbin naik. Karena pengujian dibatasi hanya sampai debit 0,277 m³/s maka, daya yang dihasilkan hanya mampu 531.84 *Watt*. Berdasarkan data perencanaan turbin akan menghasilkan daya 3401 *Watt* pada debit 0,3302 m³/s.

Tabel 2.1 Matrik tinjauan pustaka

No	Nama	Penelitian	Hasil
1	Rahmat dkk., (2022)	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja turbin ulir sebagai pembangkit listrik mikro hidro	Prinsip kerja turbin archimedes <i>screw</i> , air dari ujung atas mengalir masuk ke ruang di antara kisar <i>blade screw (bucket)</i> dan keluar dari bagian bawah. menimbulkan gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam <i>bucket</i> sepanjang rotor mendorong <i>blade screw</i> dan memutar rotor pada sumbunya. rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan atas poros turbin <i>screw</i> sehingga dapat menghasilkan listrik.
2	Wildan dkk., (2021)	Penelitian ini dilakukan untuk penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemiringan <i>blade</i> dan head turbin archimedes <i>screw</i> terhadap daya keluaran generator ac 1 <i>phase</i> 3 kw.	Bahwa sudut <i>blade</i> turbin yang paling efisien adalah pada sudut 28°. Sedangkan untuk kemiringan head yang paling efisien adalah pada sudut kemiringan 40°. debit air 0,4901 m/s ³ , tinggi terjun 5 meter. Potensi daya sebesar 13,556 kW. Daya nyata maksimal yang dapat dibangkitkan dari generator 1 fasa 3kW, yang terpasang pada PLTPH tersebut adalah 1050 Watt.

Tabel 2.1 Matrik tinjauan pustaka (lanjutan)

No	Nama	Penelitian	Hasil
3	Kusuma dkk., (2020)	Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan menentukan spesifikasi turbin ulir yang cocok untuk digunakan pada tangki air perumahan dengan formulasi chris rorres	Panjang rumah turbin 30 cm, diameter luar turbin (Ro) 101,6 cm, diameter dalam turbin (Ri) 54,4 cm, jumlah sudu sebanyak 1 buah, panjang total poros 45 cm dan kisar ulir 2,92 cm. Daya yang dihasilkan dari prototipe turbin ulir ini adalah sebesar 0,13 <i>Watt</i> pada sudut kemiringan 35°.
4	Juliana dkk., (2018)	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui putaran terbesar sebelum dikopel dan sesudah dikopel. pada penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui putaran (rpm) generator terbesar dan daya tertinggi adalah sudut <i>head</i> turbin 40°.	Hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap parameter-parameter diperoleh hasil pengukuran tertinggi pada sudut <i>head</i> turbin 40°. Daya <i>output</i> yang dihasilkan adalah 10.92 <i>Watt</i> , torsi adalah 0.60 Nm dan efisiensi sebesar 14 %.
5	Putra dkk., (2016)	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kemiringan <i>propeller</i> terhadap efisiensi turbin ulir dan juga untuk mengetahui nilai daya mekanis tertinggi didapatkan pada kemiringan <i>propeller</i> .	Efisiensi tertinggi turbin <i>screw</i> penelitian ini mencapai 82,43 % yaitu pada sudut kemiringan <i>propeller</i> 30° debit aliran 45 lpm. Nilai daya mekanis tertinggi ada pada kemiringan sudut <i>propeller</i> 30° dengan debit aliran 50 lpm yaitu sebesar 367,23 <i>Watt</i> .

Tabel 2.1 Matrik tinjauan pustaka (lanjutan)

No	Nama	Penelitian	Hasil
6	Saefudin dkk., (2017)	Penelitian ini untuk menganalisa pengaruh debit terhadap daya.	Hasil pengujian pengujian dibatasi hanya sampai debit 0,277 m ³ /s maka, daya yang dihasilkan hanya mampu 531.84 Watt. Berdasarkan data perencanaan turbin akan menghasilkan daya 3401 Watt pada debit 0,3302 m ³ /s.

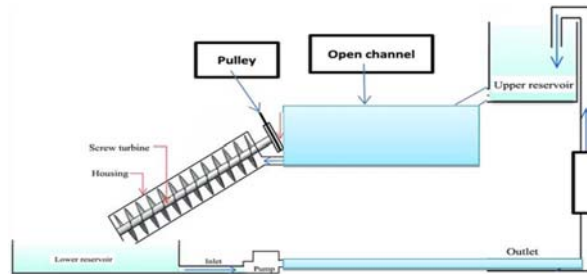
Dari beberapa referensi tinjauan pustaka diatas penulis menemukan kesamaan dimana pembangkit listrik yang digunakan yaitu jenis turbin ulir. Adapun parameter pembeda dengan peneliti terdahulu yang telah disebutkan diatas yang akan penulis lakukan adalah pembuatan turbin ulir pembangkit listrik piko hidro dengan mendesain turbin ulir sebagai sarana media pembelajaran, kemudian dengan menambahkan simulasi pada turbin serta dengan variasi sudut turbin dimana dari sudut turbin tersebut akan mempengaruhi hasil *output* yang dihasilkan, serta pengujian yang dilakukan dengan variasi debit air.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

Pembangkit listrik tenaga piko hidro merupakan istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air dengan skala 100 W - 5 Kw. PLTPH masuk dalam kategori pemanfaatan EBT dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan, kondisi air yang dimanfaatkan sebagai sumber daya penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian, dengan prinsip kerja memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik yang ada pada saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik, energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Daya yang dikeluarkan oleh

generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator (Setiadi dkk., 2015). Contoh skema pembangkit listrik tenaga piko hidro turbin ulir terdapat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Skema pembangkit listrik tenaga pikohidro (Setiadi dkk.,2015).

Turbin air diklasifikasikan dengan beberapa cara. Hal yang utama dalam dalam klasifikasi turbin, yaitu berdasarkan cara turbin merubah energi potensial menjadi energi mekanik (Saputra dkk., 2019). Turbin air diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

a. Turbin reaksi

Turbin reaksi memanfaatkan energi potensial menjadi energi mekanik. Sudut pada turbin reaksi memiliki profil khusus sehingga menyebabkan penurunan selama melalui sudut. Perbedaan tekanan memberikan gaya pada sudut sehingga menyebabkan *runner* dapat berputar. Turbin yang termasuk dalam turbin reaksi adalah, turbin francis, turbin kaplan, dan turbin propeller (Saputra dkk., 2019).

b. Turbin impuls

Turbin impuls merupakan turbin yang memanfaatkan energi potensial yang diubah menjadi energi kinetik dengan *nozzle*. Air yang dikeluarkan dari *nozzle* memiliki tekanan yang sangat tinggi untuk membentur sudut turbin. Air yang membentur sudut turbin, kecepatan air berubah sehingga terjadi perubahan momentum dan menyebabkan turbin berputar. Turbin yang termasuk dalam turbin impuls, antara lain turbin pleton, turbin turgo, dan turbin michell-bankin, turbin cross flow atau assberger (Saputra dkk., 2019).

c. Turbin ulir (Archimedes screw)

Turbin ulir atau Archimedes *Screw* merupakan turbin yang sudah ada pada zaman kuno yang dimanfaatkan sebagai pompa air untuk pengairan. Seiring

dengan krisis energi dan terbatasnya potensi energi air dengan head yang tinggi. Prinsip kerja dari turbin ini dimana tekanan dari air yang melalui bilah-bilah sudu turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudu turbin maka tekanan ini akan memutar turbin dan mengerakan generator listrik setelah sebelumnya daya putaran poros ditransmisikan melalui *gearbox* (Saputra dkk., 2019).

2.2.2 Perancangan

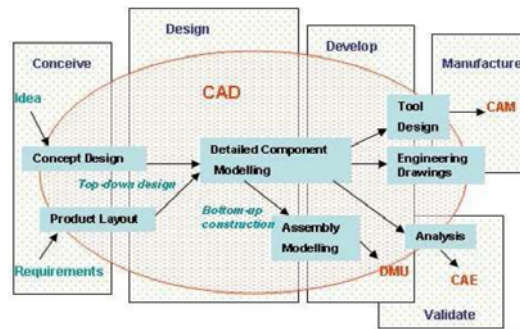
Perancangan merupakan suatu proses penting dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Perancangan bisa melibatkan pengembangan beberapa model sistem pada tingkat abstraksi yang berbeda-beda.

Dalam proses perancangan, terdapat tahapan-tahapan yang harus dilalui seperti identifikasi kebutuhan, analisis pengguna, dan konseptualisasi rancangan. Hasil dari perancangan adalah spesifikasi produk yang berupa gambar, dimensi, dan detail teknis lainnya yang menjadi dasar dalam pembuatan produk.

2.2.3 *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design (CAD) adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pembuatan desain yang prosesnya dibantu dengan komputer. Kegiatan membuat desain itu sendiri ternyata cukup luas artinya, dari pengumpulan ide, membuat sketsa (konsep), membuat model, membuat gambar detail, menganalisa desain, sampai dengan membuat simulasi dan animasi. Apabila semua kegiatan tersebut dibantu dengan komputer itulah artinya CAD. CAD sangat membantu dalam proses pembuatan desain suatu produk karena dengan CAD waktu dan biaya dapat digunakan secara lebih optimal dibandingkan dengan pembuatan desain secara manual yang masih memerlukan waktu dan biaya yang lebih banyak.

Untuk aplikasi komputer digital dalam perancangan teknik dan produksi *Computer Aided Design (CAD)* menunjuk penggunaan komputer dalam mengkonversikan suatu ide awal produk menjadi rancangan detail teknik. Evolusi perancangan biasanya meliputi pembuatan model geometrik produk yang bisa dimanipulasi, dianalisa, dan diperhalus. Dalam CAD, komputer grafik mengganti sketsa dan gambar teknik tradisional yang digunakan untuk memvisualisasi produk dan mengkomunikasikan rancangan informasi (Handayani & Ningsih, 2005).

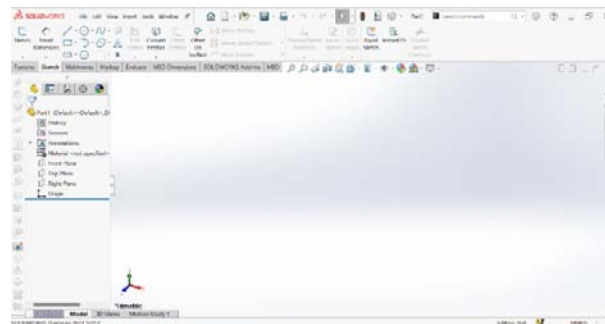


Gambar 2.2 *Computer Aided Desain* (Handayani & Ningsih, 2005)

2.2.3 *Software Solidworks*

Solidworks adalah sebuah program *computer aided design* (CAD) 3D yang menggunakan *platform* Windows. *Software* ini dikembangkan oleh Solidworks Corporation, yang merupakan anak perusahaan dari Dassault System, S.A. Solidworks menyediakan *feature-based parametric*, *solid modeling* dan bergerak pada pemodelan 3D. *Software* ini juga mampu menganalisis produk untuk mengetahui kekuatan produk seperti *force*, *torque*, *temperature*, dan *safety factor*.

Sebagai *software* CAD, Solidworks dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses mendesain suatu benda atau alat dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang menggunakan perangkat lunak Solidworks. Keunggulan Solidworks dari *software* CAD lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat ditingkatkan menjadi bentuk 3D. Selain itu pemakaiannya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekalipun. Inilah yang membuat Solidworks menjadi populer dan menggeser ketenaran *software* CAD lainnya (N. F. Putra, 2017). Adapun *interface* dari Solidworks pada Gambar 2.3 berikut



Gambar 2.3 *Interface Solidworks*

2.2.4 Metode perancangan VDI 2222

Perancangan dengan menggunakan metode VDI 2222 (*Verein Deutcher Ingenieure*) menurut Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz dalam bukunya *Engineering Design: A Systematic Approach* merupakan salah satu metode dengan pendekatan sistematis untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Metode perancangan VDI 2222 yang sistematis diharapkan dapat mempermudah perancang untuk menguasai sistem perancangan tanpa harus menguasai secara detail (Setepu dkk., 2018). Metode ini membantu mempermudah proses merancang sebuah produk dan mempermudah proses belajar bagi pemula serta dapat mengoptimalkan produktifitas perancang untuk mencari pemecahan masalah paling optimal (Harsokoesoemo. D, 2000) Diagram alir perancangan metode VDI 2222 dapat dilihat di Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Diagram alir perancangan metode VDI 2222 (Harsokoesoemo. D, 2000)