

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Alam et al. (2019) telah dilakukan penelitian mengenai pembuatan rangka turbin air jenis kaplan dengan desain kapasitas 250 watt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan rangka turbin kaplan, pemasangan turbin, dan mengetahui kapasitas daya terhadap desain.

Kusnadi et al.(2018) telah dilakukan penelitian mengenai rancang bangun dan uji performansi turbin air jenis kaplan skala mikrohidro. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya yang dapat dibangkitkan turbin dengan sumber daya alam yang tersedia di Politeknik Angkatan Darat sebagai *prototype* PLTMH dengan berbasis turbin air jenis kaplan. Transmisi yang digunakan pada penelitian ini adalah puli dan sabuk. Berikut di bawah ini merupakan gambar desain konstruksi turbin kaplan.



Gambar 2.1 Desain konstruksi Turbin Kaplan

Keterangan:

1. Generator listrik
2. Puli
3. Poros turbin
4. Sudu pengarah (*guide vanes*)
5. Roda turbin (*runner blades*) yang terdapat di dalam *draft tube*
6. Saluran pelepasan (*draft tube*)

Saputra et al.(2018) telah dilakukan penelitian mengenai perancangan ulang turbin kaplan poros vertikal di PLTM Plumbungan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi turbin dengan merencanakan ulang turbin kaplan poros vertikal di PLTM Plumbungan sehingga pasokan energi listrik di sekitar waduk dapat bertambah.

Siregar et al.(2015) telah dilakukan penelitian mengenai rancang bangun *prototype* PLTPH menggunakan turbin *open flume*. Pada penelitian ini dihasilkan turbin berdiameter sudu jalan 0,09 m dengan jumlah sudu 6 buah, jarak antar sudu 0,03 m, dan jumlah sudu pengarah 5 buah. Dengan kecepatan aliran air 0,9 m/s dan debit air sebesar 0,0063 m³/s, didapatkan daya output turbin sebesar 116,68 Watt. Pada saat pengujian generator tanpa beban dengan kecepatan putaran sebesar 246,7 rpm maka tegangan yang dihasilkan adalah 24,4 Volt. Pada saat pengujian generator terbeban didapatkan kecepatan putaran sebesar 261,9 rpm maka tegangan dan arus yang dihasilkan sebesar 13,37 Volt dan 3,11 Ampere sehingga daya keluarannya adalah sebesar 41,6 Watt.

Tabel 2.1 Matrik tinjauan pustaka

No.	Nama	Penelitian	Hasil
1.	Alam et al., 2019	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan rangka turbin kaplan, pemasangan turbin, dan mengetahui kapasitas daya terhadap desain.	Poros yang menghubungkan turbin kaplan dengan generator berbentuk vertikal yang disambungkan pada pipa aliran air yang membentuk sudut 45°. <i>Head</i> diganti menjadi 1.4m sehingga daya yang dihasilkan sebesar 187 Watt.

Tabel 2.1 Matrik tinjauan pustaka (lanjutan)

2.	Kusnadi et al., 2018	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui daya yang dapat dibangkitkan turbin dengan sumber daya alam yang tersedia di Politeknik Angkatan Darat sebagai <i>prototype</i> PLTMH dengan berbasis turbin air jenis kaplan.	Daya indikasi yang dihasilkan turbin air sebesar 351.590 Watt dan daya efektif turbin air sebesar 280.964 Watt, serta efisiensi turbin sebesar 79%.
3.	Saputra et al., 2018	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi turbin dengan merencanakan ulang turbin kaplan poros vertikal di PLTM Plumbungan sehingga pasokan energi listrik di sekitar waduk dapat bertambah.	Daya yang terpasang sebesar 1.2 Mw, <i>head</i> maksimal 21.16 meter, dan kebutuhan debit air sebesar 7.68 m ³ /detik. Kemudian <i>head loss</i> _{total} 0.805 m. Kecepatan yang dihasilkan (tertera pada name plate) adalah 1400 rpm dan bila dibandingkan dengan kecepatan normalnya maka terjadi kenaikan sebesar 280%.
4.	Siregar et al., 2015	Penelitian menggunakan turbin <i>open flume</i> dengan jumlah sudu 6 buah dan diameter sudu jalan 0,09 m dengan jarak antar sudu 0,03 m. Debit air yang digunakan sebesar 0,0063 m ³ /s dengan head 3 m.	Pada saat pengujian generator berbeban didapatkan kecepatan putaran sebesar 261,9 rpm dengan tegangan dan arus sebesar 13,37 volt dan 3,11 ampere sehingga daya keluarannya adalah sebesar 41,6 watt.

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Gambar teknik

Gambar teknik merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu objek kepada seluruh personal yang fokus pada pekerjaan-pekerjaan teknik seperti desain dan manufaktur, konstruksi bangunan, dan lain sebagainya.

a) *Bill of material* (BOM)










Bill of material merupakan daftar komponen yang disajikan berdasarkan pada *assembly*, *sub assembly*, atau *detail* komponen. Menurut standar ISO 7573-1983 terkait posisi pencantuman BOM yaitu diletakkan menyatu dengan etiket. Isi dari BOM yang disarankan memuat informasi nama, nomor dan jumlah komponen, material, keterangan. Contoh *bill of material* dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.

	1	Penggerak Rahang	8	S40C	d68x135	RGM4008	
	1	Dudukan Penggerak Rahang	7	S25C	98x78x25	RGM4007	
	1	Rahang Gerak	6	S25C	98x48x38	RGM4006	
	2	Poros Pengarah /As	5	S25C	d10x139	RGM4005	
	2	Pena Penepat	4	Steel	8x28	ISO2340	
	1	Rahang Diam	3	S25C	98x78x38	RGM4003	
	4	Baut Pengikat	2	Steel	M12X20	ISO4762	
	1	Landasan	1	S25C	98x97x28	RGM4001	
Jumlah	Nama Bagian		Pos	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan				
RAGUM				Skala	Digambar	Zainuddin	
				1:2	Diperiksa		
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG				RGM1000		hal 1 / 1 A4	

Gambar 2.2 Contoh gambar etiket dengan *bill of material* (Smk, 2018)

b) Garis gambar

Tipe garis yang sering digunakan dalam gambar teknik dijelaskan dalam tabel berikut. Contoh tabel macam-macam garis gambar terdapat pada gambar 2.3 berikut ini.

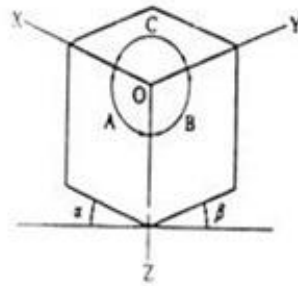
Jenis Garis	Keterangan	Penggunaan
A 	Tebal Kontinyu	A1 Garis benda nyata (garis benda terlihat)
B 	Garis Tapis Kontinyu (Lurus atau Lengkung)	B1 Garis khayal berpotongan (garis imajiner) B2 Garis ukuran B3 Garis proyeksi B4 Garis penunjuk B5 Garis arsir B6 Garis nyata pada penampang yang diputar di tempat B7 Garis sumbu pendek
C 	Garis Tapis Kontinyu Bebas	C1 Garis batas yang dipotong, jika batasnya bukan garis bergores tipis
D 	Garis Tapis Kontinyu Dengan Zig Zag	D1 Sama dengan C1
E 	Garis Gores Tebal	E1 Garis gambar terhalang (Garis benda terhalang)
F 	Garis Bergores Tipis	F1 Garis sumbu F2 Garis simetri F3 Garis lintasan
G 	Garis Bergores Tipis yang Dipertebal ujungnya dan Perubahan Arah	G1 Garis yang menunjukkan bidang potong
H 	Garis Bergores Tebal	Garis yang menunjukkan permukaan benda kerja yang harus mendapatkan pengerjaan khusus H1
I 	Garis Bergores Ganda Tipis	I1 Garis benda/bagian yang berdekatan I2 Posisi alternatif dan batas kedudukan benda yang bergerak I3 Garis sistem

Gambar 2.3 Jenis,tebal, dan penggunaan garis gambar (Hito, 2018)

c) Aksonometri

Aksonometri merupakan cara penampilan gambar 3D dengan cara memutar benda sehingga 3 permukaan benda dapat terlihat. Posisi pemutaran benda dalam penyajian dapat dilakukan dalam 3 posisi yakni isometri, dimetri dan trimetri.

Isometri merupakan cara penampilan gambar 3D dengan sudut α dan β yang sama. Cara penampilan gambar 3D isometri merupakan cara yang paling sering digunakan. Penampilan aksonometri dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Sumbu aksis gambar aksonometri (Smk, 2014)

d) Potongan

Aturan dasar pemberian ukuran dalam gambar teknik adalah hanya diperbolehkan pada garis nyata dan tidak diperbolehkan memberikan ukuran pada garis bagian tersembunyi. Untuk membantu dan memenuhi aturan gambar, bagian luar gambar yang menutupi bagian dalam harus dibuang atau dihilangkan. Proses penghilangan bagian luar dengan tujuan untuk memperlihatkan bagian dalam ini disebut dengan proses pemotongan. Sehingga gambar yang dihasilkan berupa gambar potongan.

e) Toleransi

Dalam proses pengerjaan atau pembuatan komponen, aspek ketidakteelitian pasti muncul dan menghasilkan ukuran yang tidak presisi. Kepresisian merupakan tingkat ketelitian yang dibutuhkan untuk meyakinkan fungsional yang diinginkan. Untuk mengatasi hal tersebut agar kepresisian benda dapat terpenuhi, maka ukuran benda diizinkan berada diantara dua batas ukuran. Perbedaan dua batas ukuran tersebut disebut dengan toleransi.

f) Nilai kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan merupakan simbol yang mengindikasikan kebutuhan kekasaran permukaan benda. Karena suatu benda itu sendiri merupakan penyimpangan dari jarak hasil pengerjaan pada permukaan benda kerja. Nilai dari kekasaran permukaan dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini.

Kekasaran Ra (μm)	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

Gambar 2.5 Nilai kekasaran permukaan (Atedi, 2018)

2.2.2. Computer aided design (CAD)

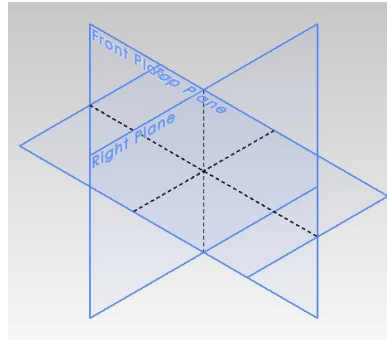
CAD pada dasarnya merupakan alat bantu untuk menggambar dan mendesain. Perangkat lunak CAD digunakan untuk merancang suatu produk berupa desain, ukuran sebuah produk, hingga desain *assembly* dengan produk/komponen lain. Rancangan tersebut dapat diproses lebih lanjut oleh perancang untuk proses pengujian. *Software* dalam bidang CAD antara lain *Auto CAD*, *Solidworks*, *Catia*, *Pro Engineer*, *Inventor*, dan lain sebagainya. Dalam merancang purwarupa PLTPH, *software* CAD yang digunakan penulis yaitu *solidworks*.

Solidworks adalah salah satu *CAD software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembly* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

Dalam proses mendesain suatu benda kerja, perlu dipahami terlebih dahulu beberapa fitur atau *tools* yang akan digunakan. Berikut beberapa fitur atau *tools* dalam mendesain *prototype* PLTPH:

a) *Plane*

Plane merupakan bidang yang dapat digunakan dalam membuat sketsa 2 dimensi. Setiap membuat *part* baru, *Plane* yang disiapkan oleh *solidworks* yaitu *front*, *right*, dan *top plane*. Namun pengguna *solidworks* dapat menambahkan *plane* sendiri sesuai kebutuhan. *Plane* dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6 *Planes pada solidworks (Gill, 2012)*

b) Sketsa

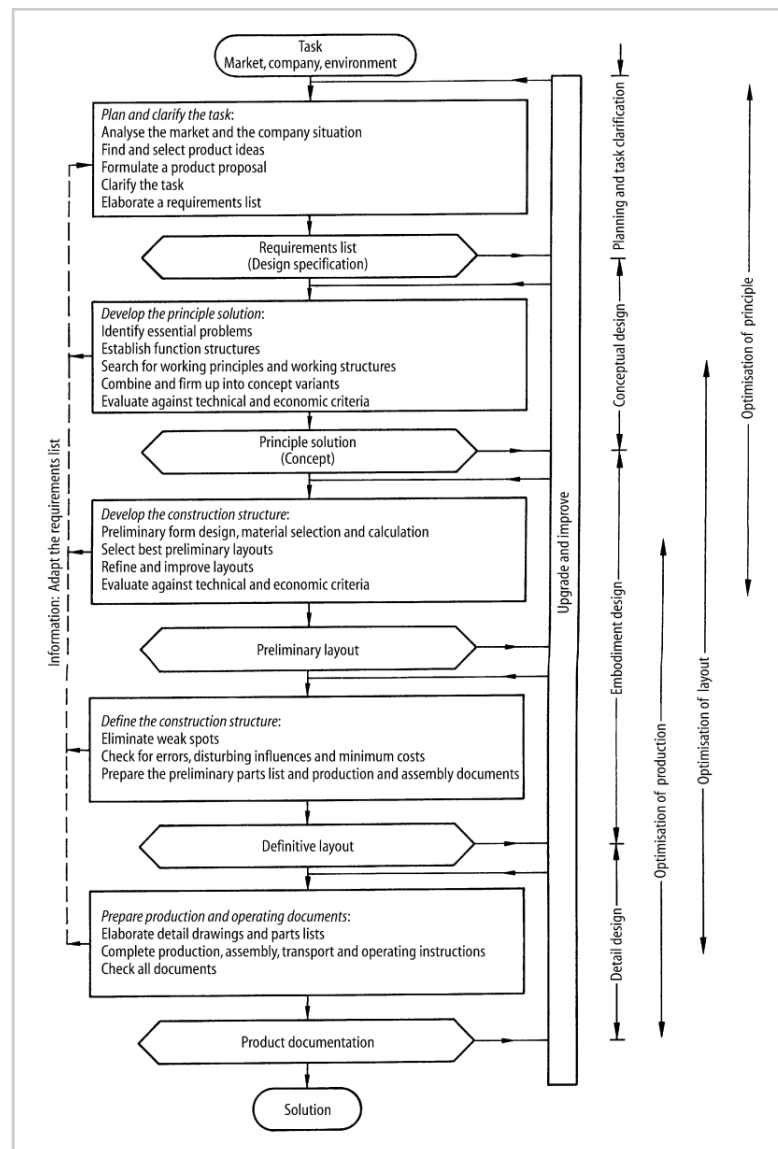
Untuk membuat sketsa 2 dimensi, dapat dilakukan dengan mengklik *sketch* pada *Sketch* di *ribbon* menu. Lalu pengguna akan memilih 1 dari 3 *plane* awal (*top, right* atau *front*). *Sketch* yang dapat di gambar sangat beragam dan mudah, dari bangun paling sederhana hingga lingkaran, segi banyak, tulisan, *text*, dan *plane*. Lalu untuk mengatur dimensi sketsa 2 dimensi, dapat dilakukan dengan mudah menggunakan *Smart Dimension*. Ukuran sketsa yang dibentuk sesuai dengan skala sehingga ukuran sebenarnya dapat dilihat dengan tepat. Untuk satuan yang digunakan, dapat dipilih di sisi kanan bawah, seperti mmgs (milimeter, gram, sekon), IPS (inci, pounds, sekon).

c) Fitur-fitur dasar

Fitur-fitur dasar yang sering digunakan adalah *Extruded, Revolved, Swept, Lofted*. Fitur-fitur tersebut ada 2 macam, ada *boss* dan *cut*. *Boss* digunakan untuk membentuk sketsa 2 dimensi menjadi 3 dimensi. Sedangkan *cut* digunakan untuk menghilangkan sebagian dari objek 3 dimensi.

2.2.3. Metode perancangan menurut VDI 2221

Perancangan menurut VDI 2221 (*Verein Deutsche Ingenieuer*) (Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz dalam bukunya *Engineering Design: A Systematic Approach*) merupakan salah satu pendekatan sistematis untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Luaran utama yang dihasilkan dari metode perancangan ini adalah detail gambar kerja yang merupakan hasil akhir dari sebuah penyelesaian masalah. Tahapan perancangan menurut VDI 2221 (Pahl dan Beitz, 2007) ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Perancangan menurut VDI 2221 (Pahl dan Beitz, 2007)

Urutan tahapan perancangan menurut VDI 2221 adalah sebagai berikut:

1. Penjabaran Tugas (*Clarification of the Task*)

Meliputi pengumpulan informasi atau data tentang syarat-syarat yang akan dipenuhi oleh rancangan alat tersebut dan juga batasan-batasannya. Hasil dari tahap ini berupa syarat-syarat atau spesifikasi.

2. Perancangan Konsep (*Conceptual Design*)

Meliputi informasi struktur-struktur fungsi pencarian, prinsip-prinsip pemecahan masalah yang cocok dan mengkombinasikan menjadi konsep varian. Hasil dari tahap ini berupa pemecahan masalah dasar atau konsep.

3. Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)

Selama fase ini, desainer mulai dari sebuah konsep (struktur kerja, prinsip), menentukan struktur konstruksi (tata letak keseluruhan) dari suatu teknis sistem sesuai dengan kriteria teknis dan ekonomi.

4. Perancangan Terinci (*Detail Design*)

Ini adalah fase proses desain di mana susunan, bentuk, dimensi, dan sifat permukaan dari semua bagian individu akhirnya ditetapkan, bahan yang ditentukan, kemungkinan produksi yang dinilai, perkiraan biaya, dan semua gambar dan dokumen produksi lainnya. Tahap *detail design* menghasilkan spesifikasi informasi berupa dokumentasi produksi.

2.2.4. Puli dan sabuk

Puli merupakan tempat bagi ban mesin/sabuk untuk berputar. Sabuk atau ban mesin dipergunakan untuk mentransmisikan daya dari poros yang sejajar. Jarak antara kedua poros tersebut cukup panjang, dan ukuran ban mesin yang dipergunakan dalam sistem transmisi sabuk ini tergantung dari jenis ban sendiri. Sabuk/ban mesin selalu dipergunakan dengan komponen pasangan yaitu puli. Dalam transmisi ban mesin ada dua puli yang digunakan yaitu Puli penggerak dan Puli yang digerakkan. Contoh puli dan sabuk dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Puli dan Sabuk (Siburian, 2015)

2.2.5. Poros

Secara istilah poros adalah elemen mesin yang berbentuk batang dan umumnya berpenampang lingkaran, berfungsi untuk memindahkan putaran atau mendukung sesuatu beban dengan atau tanpa meneruskan daya. beban yang didukung oleh poros pada umumnya adalah roda gigi, roda daya (*fly wheel*), roda

ban (*pulley*), roda gesek, dan lain lain. poros hampir terdapat pada setiap konstruksi mesin dengan fungsi yang berbeda beda. Contoh poros dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.9 Poros (Mananoma, 2012)

2.2.6. Bantalan

Bearing atau bantalan merupakan suatu elemen mesin yang digunakan untuk menahan poros berbeban, beban tersebut dapat berupa beban aksial atau beban radial. Tipe *bearing* yang digunakan untuk bantalan disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya. *Bearing* atau bantalan berfungsi untuk menumpu atau memikul poros agar poros dapat berputar padanya. Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros atau elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik, maka kinerja seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Contoh bantalan dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2.10 Bantalan (Muhammad, 2022)