



**PERENCANAAN TRANSMISI SABUK V DAN PULLEY
PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Oleh

**Danang Angga Prayuda
NIM 111903101011**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PERENCANAAN TRANSMISI SABUK V DAN PULLEY
PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Diploma Tiga
(DIII) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Oleh

**Danang Angga Prayuda
NIM 111903101011**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini dibuat sebagai perwujudan rasa syukur dan terima kasih kepada:

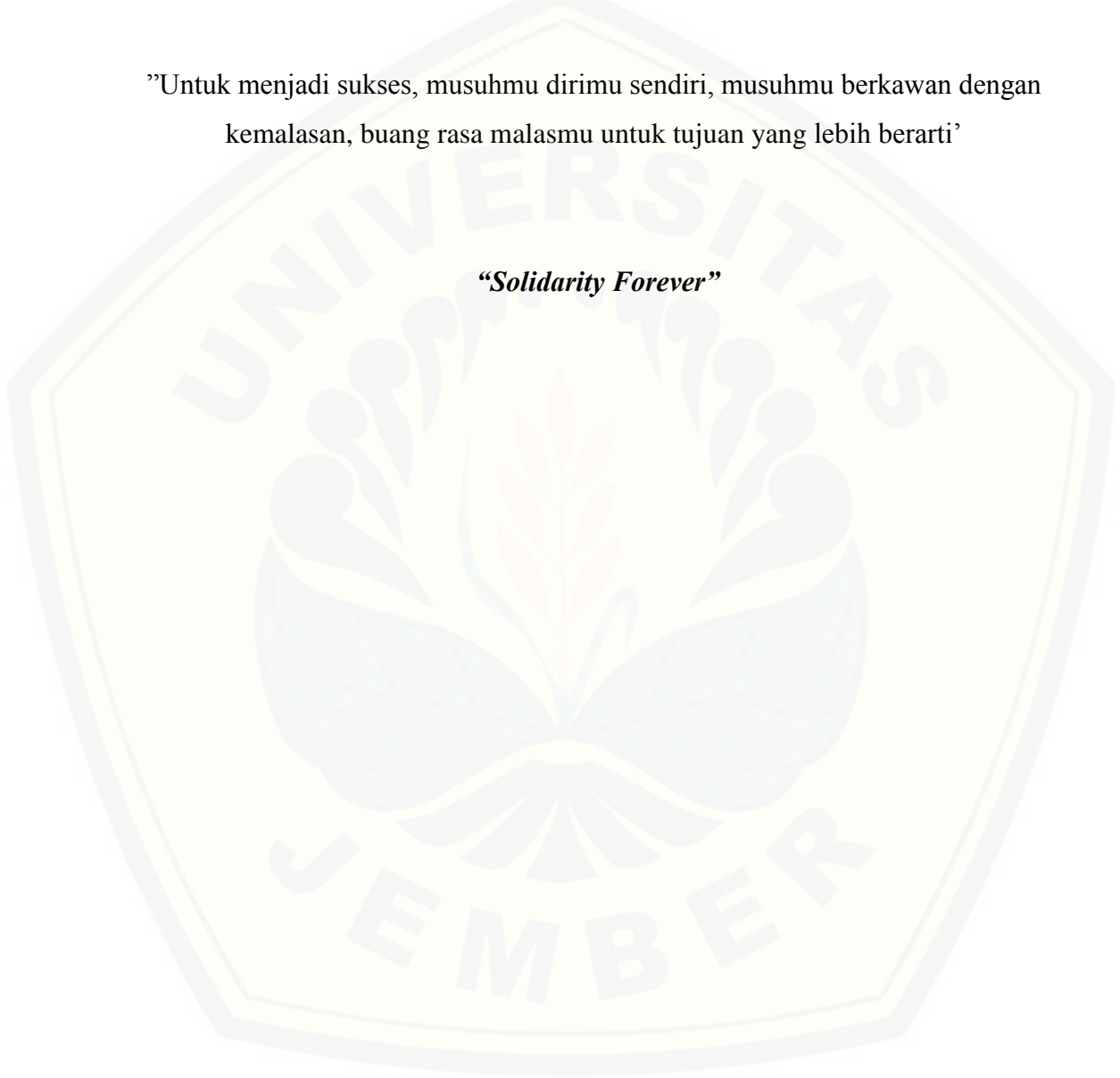
1. Allah SWT atas segala berkah rahmat dan rizki-Nya, serta kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW;
2. Seluruh anggota keluarga terutama Ayah Moh. Anwar dan Ibu Siti Asiyah yang selalu memberikan doa dan motivasi dengan ikhlas.
3. Kakak Vildaniar Januarista Wahyuningtyas dan adik Niken Danir Anwarista yang selalu memberikan do'a dan motivasi yang tidak pernah putus.
4. Guru-guruku dari TK, SD, SMP, SMA, dan Dosen PerguruanTinggi atas semua ilmu yang telah diberikan;
5. Almamaterku yang aku hargai dan aku banggakan.
6. Teman-teman dilingkungan yang telah memberikan banyak arti untuk menjalani kehidupan.
7. Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin DIII dan S1 2011 terimakasih atas bantuannya.

MOTTO

”Jangan menunda pekerjaan yang bisa di kerjakan selagi mampu untuk dikerjakan
detik dimana kamu berdiri saat ini”

”Untuk menjadi sukses, musuhmu dirimu sendiri, musuhmu berkawan dengan
kemalasan, buang rasa malasmu untuk tujuan yang lebih berarti”

“Solidarity Forever”



PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danang Angga Prayuda

NIM : 111903101011

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir dengan judul: *"Perencanaan Transmisi Sabuk V dan Pulley pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro"* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika didalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September

Yang menyatakan,

Danang Angga Prayuda

111903101011

LAPORAN PROYEK AKHIR

**PERENCANAAN TRANSMISI SABUK V DAN PULLEY
PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

Oleh

Danang Angga Prayuda

NIM 111903101011

Pembimbing

Dosen pembimbing I : Aris Zainul Muttaqin, S.T, M.T.

Dosen pembimbing II : Santoso Mulyadi, S.T, M.T.

PENGESAHAN PROYEK AKHIR

Laporan Proyek Akhir ini yang berjudul “*Perencanaan Transmisi Sabuk V dan Pulley pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 9 Oktober 2014
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Aris Zainul Muttaqin, S.T, M.T.
NIP. 1968 12071995121002

Santoso Mulyadi, S.T, M.T.
NIP. 1970 02281997021001

Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Dedi Dwi Laksana, S.T, M.T
NIP. 196912011996021001

Ir. FX. Kristianta, M.Eng.
NIP. 1965012020011211001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, Danang Angga Prayuda 111903101011; 2014; 60 Halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro mempunyai banyak tujuan yang diharapkan agar potensi air di Indonesia dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya. Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro sudah dapat menggantikan peranan batu bara untuk bahan pembangkit listrik di Indonesia.

Prinsip kerja dari alat ini yaitu pertama penampungan air dialiri air sampai penuh secara kontinyu, setelah tong atau penampungan air penuh kran air dibuka dan aliran air akan dialirkan melalui penstock atau pipa, aliran air akan menempa sudu-sudu kincir air yang akan memutar dan menghasilkan daya, daya tersebut ditransmisikan oleh poros melalui pulley dan sabuk V yang dihubungkan dengan generator, generator yang berputar akan menghasilkan listrik.

Setelah dilakukan pengujian masih terdapat hal-hal yang perlu di sempurnakan yaitu kesulitan dalam pengisian tong yang diupayakan untuk selalu penuh agar aliran air melalui penstock selalu konstan. Aliran air yang keluar dari penstock setelah menempa sudu-sudu kincir air tidak beraturan, hal itu terjadi karena tidak adanya rumah turbin dan tidak ada saluran pembuangan air. Rangka pada generator agar dibuat dari besi yang lebih tebal untuk mengurangi getaran pada generator.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya kepada kita semua karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “*Perencanaan Transmisi Sabuk V dan Pulley pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*”.

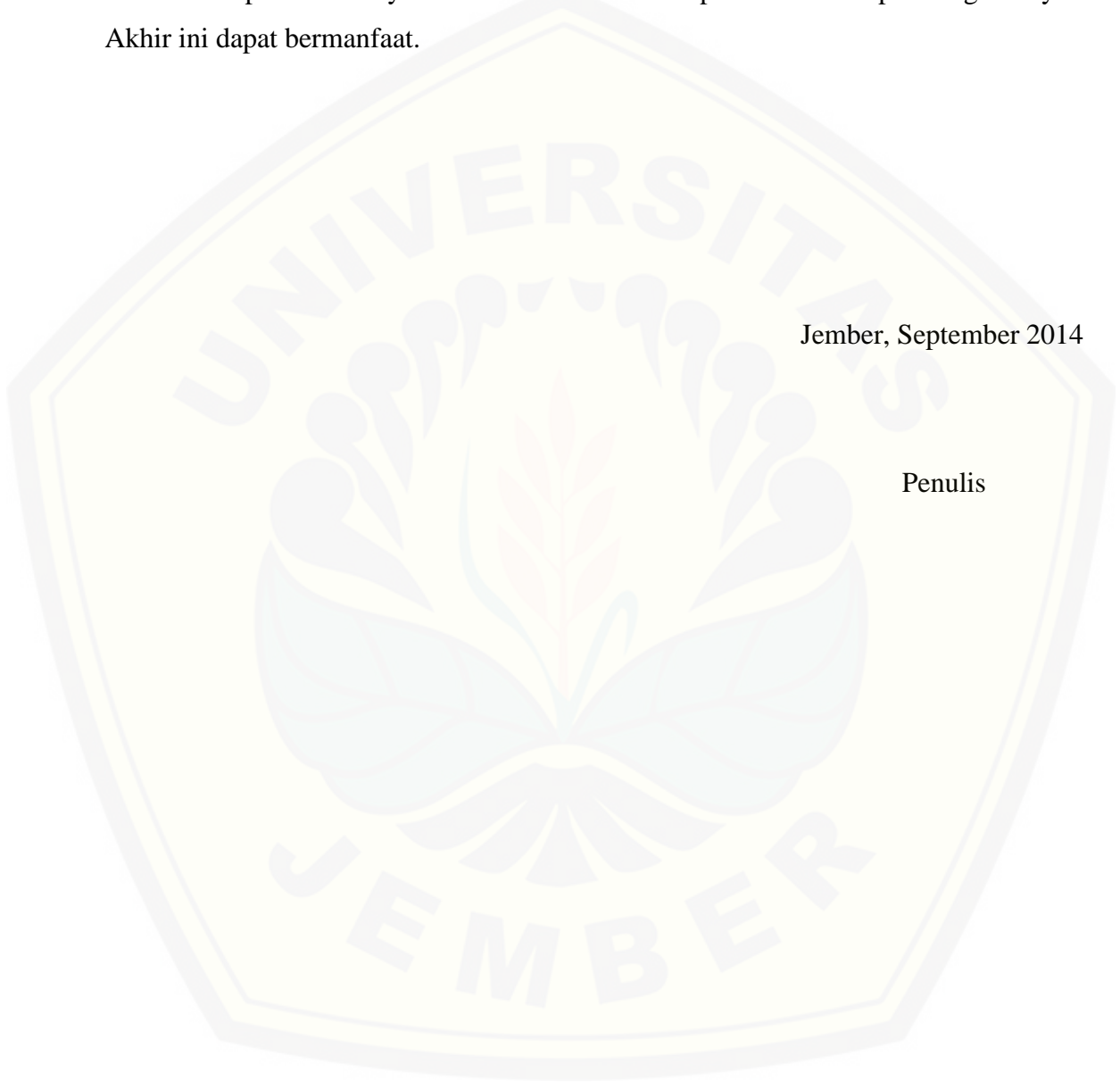
Penulisan Proyek Akhir ini tidak dapat terlepas dari bimbingan, arahan, semangat dan motivasi dari pihak lain dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penulisan laporan proyek akhir ini, antara lain kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Andi Sanata, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
3. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan proyek akhir ini.
4. Bapak Santoso Mulyadi, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan Proyek Akhir ini.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan akhir ini.
6. Para teknisi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan akhir ini.
7. Team kerja proyek akhir NGENGKEL SPEED Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.
8. Semua teman-teman DIII Teknik Mesin 2011 yang telah menemani perkuliahan dari awal sampai akhir terimakasih atas dukungan dan do'anya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Proyek Akhir masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran sangat diperlukan dari semua pihak demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, September 2014

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	5
2.1.1 Komponen Mikro Hidro	7
2.1.1.1 Pengukuran Debit Air	7
2.1.1.2 Bendungan Air	9
2.1.1.3 Pipa Pesat (Penstok)	10
2.1.1.4 Turbin	10
2.1.1.5 Turbin Cross Flow	11

2.1.1.6 Generator	14
2.2 Sabuk	16
2.2.1 Sabuk Rata	16
2.2.2 Sabuk Sinkron	17
2.2.3 Sabuk Bergigi	17
2.2.4 Sabuk V	18
2.2.5 Perancangan Transmisi Sabuk V	19
2.3 Pulley	20
2.3.1 Bahan Puli.....	21
2.3.2 Bentuk Puli dan Tipe Puli.....	21
2.3.3 Hubungan Puli Dengan Sabuk.....	22
2.3.4 Pemakaian Puli	22
2.4 Rumus Dan Perhitungan	22
2.4.1 Perencanaan Sabuk V	22
2.5 Perencanaan Pulley	25
BAB 3. METODOLOGI PELAKSANAAN PROGRAM	26
3.1 Alat dan Bahan	26
3.1.1 Alat	26
3.1.2 Bahan	26
3.2 Metodologi Penelitian	26
3.2.1 Studi Literatur	26
3.2.2 Waktu	27
3.2.3 Tempat	27
3.3 Metode Pelaksanaan	27
3.3.1 Pencarian Data	27
3.3.2 Perancangan dan Perencanaan	27
3.3.3 Proses Pembuatan	27
3.3.4 Proses Perakitan	28

3.3.5 Pengujian Alat	28
3.3.6 Penyempurnaan alat	28
3.3.7 Pembuatan Laporan	28
3.4 Flow Chart PLTMH	29
3.5 Gambar Perancangan PLTMH.....	30
3.6 Jadwal Kegiatan	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	32
4.2 Hasil Perencanaan Pulley dan Sabuk V	34
4.2.1 Hasil Perhitungan Pulley dan Sabuk V	34
4.3 Analisa Hasil Pengujian.....	38
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	
B. LAMPIRAN TABEL	42

LAMPIRAN A DAFTAR TABEL

Tabel 1 Faktor – Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan, f_c

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata – rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel 2 Diameter Pulley Yang Diizinkan dan Dianjurkan (mm)

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter minimum yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter minimum yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel 3 Diameter Minimum Pulley Yang Diizinkan dan Dianjuran (mm)

Tipe sabuk sempit	3V	5V	8V
Diameter minimum yang diizinkan	67	180	315
Diameter minimum yang dianjurkan	100	224	360

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel 4 Panjang Sabuk – V Standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	534	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	661	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	788	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	839	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	915	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
38	966	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1042	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1093	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002



Tabel 5 Kapasitas Daya yang Ditransmisikan pada Satu Sabuk-V, P_o (kW)

Putaran puli kecil (rpm)	Penampang A							
	Merk merah		Standart		Harga Tambahan			
	67 mm	100 mm	67 mm	100 mm	1,25-1,37	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00
200	0,15	0,31	0,12	0,26	0,01	0,02	0,02	0,02
400	0,26	0,55	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,06	0,07	0,07
800	0,44	0,98	0,33	0,84	0,07	0,08	0,09	0,10
1000	0,52	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,11	0,12
1200	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,13	0,15
1400	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,13	0,15	0,18
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel 6 Kapasitas Daya yang Ditransmisikan Untuk Satu Sabuk – V Sempit Tunggal, P_o (kW)

Putaran puli kecil (rpm)	3V						
	Diameter nominal puli kecil		Harga tambahan karena perbandingan putaran				
	67 mm	100 mm	1,27-1,38	1,39-1,57	1,58-1,94	1,95-3,38	3,39-
200	0,21	0,46	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
400	0,28	0,85	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07
600	0,54	1,21	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
800	0,68	1,38	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14
1000	0,81	1,72	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18
1200	0,94	1,88	0,14	0,16	0,18	0,2	0,21
1400	1,06	2,05	0,16	0,18	0,21	0,23	0,24
1600	1,17	2,20	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

Tabel 7 Faktor Koreksi K_θ

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil θ (°)	Faktor koreksi K_θ
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	9	0,73
1,40	90	0,70
1,50	83	0,65

Sumber : Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 2002

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	5
Gambar 2.2 Komponen pokok mikro hidro	7
Gambar 2.3 Luas permukaan dan kecepatan aliran air	8
Gambar 2.4 bendungan atau penampungan air	9
Gambar 2.5 Pipa penstok	15
Gambar 2.6 Turbin impuls	11
Gambar 2.7 Turbin francis	11
Gambar 2.8 Turbin cross flow	12
Gambar 2.9 Sabuk datar	17
Gambar 2.10 Sabuk sinkorn	18
Gambar 2.11 Sabuk bergigi	18
Gambar 2.12 Sabuk V	19
Gambar 2.13 Tipe Sabuk V	20
Gambar 2.14 Pulley datar	22
Gambar 3.1 pulley penggerak	30
Gambar 3.2 Pulley yang digerakkan	30
Gambar 4.1 PLTMH	32
Gambar 4.2 Pulley penggerak	33
Gambar 4.3 Pulley yang digerakkan	33
Gambar 4.4 Transmisi sabuk V dan pulley	34
Gambar 4.5 Pembangkit listrik tenaga mikro hidro	38

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi berkembang secara pesat seiring berjalannya waktu di zaman modern seperti sekarang, banyak penemuan teknologi terbaru yang berguna untuk masyarakat, seiring berkembangnya teknologi sekarang, di imbingi dengan sumber daya manusia dengan daya pemikiran cerdas dalam pemecahan masalah.

Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan, seperti tenaga air (termasuk microhydro), panas bumi, biomasa, angin dan surya (matahari) yang bersih dan ramah lingkungan, tetapi pemanfaatannya belum optimal. Belum optimalnya pemanfaatan energi terbarukan disebabkan biaya pembangkitan pembangkit listrik energi terbarukan, seperti tenaga air, tidak dapat bersaing dengan biaya pembangkitan pembangkit listrik berbahan bakar energi fosil (bahan bakar minyak, gas bumi, dan batubara). Listrik di Indonesia merupakan kebutuhan yang harus terpenuhi setiap hari, karena banyak aktivitas manusia dalam bekerja tergantung pada listrik untuk melakukan suatu pekerjaan, ada beberapa macam pembangkit listrik di Indonesia seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat

kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan di bahas adalah perencanaan pulley dan sabuk V pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada bagian transmisi untuk meneruskan daya yang dihasilkan oleh turbin air.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang lebih luas, maka batasan masalah proyek akhir ini yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Tidak membahas bantalan yang digunakan pada transmisi
2. Tidak membahas poros yang digunakan pada transmisi

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari perancangan alat tersebut yaitu:

1. Merencanakan sabuk V sesuai spesifikasi yang dibutuhkan
2. Merencanakan pulley sesuai spesifikasi yang dibutuhkan
3. Untuk mengetahui proses manufaktur transmisi sabuk V

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari perancangan alat tersebut yaitu:

1. Dapat mengetahui proses manufaktur sabuk V dan pulley pada PLTMH
2. Dapat memanfaatkan sumber daya alam menjadi pembangkit listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini dibagi menjadi lima bab dan beberapa lampiran, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penulisan dan pengerjaannya. Pembagian ini dapat dirincikan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang pembuatan mesin, perumusan masalah pembuatan mesin, batasan masalah yang bertujuan untuk mencegah pembahasan yang terlalu luas sehingga keluar dari masalah yang dibahas, tujuan dan manfaat dari Mikro Hidro.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi pembahasan tentang pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, komponen-komponen pada mikro hidro seperti debit air, turbin dan generator. Juga berisi pembahasan tentang sabuk V, pulley dan pasak yang digunakan di dalam transmisi sabuk V.

BAB 3 METODOLOGI PEMBUATAN MIKRO HIDRO

Menerangkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan mikro hidro, waktu dan tempat pembuatannya, prinsip kerja alat, metode-metode yang dilaksanakan dan kemudian digambarkan dalam diagram flow cart.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan diuraikan hasil perhitungan bagian dinamis pada mesin mikro hidro.

BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang dapat ditarik setelah melakukan pengujian serta beberapa saran yang dapat diberikan untuk kelancaran dan penyempurnaan alat dimasa akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang literatur yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini.

LAMPIRAN

Berisi mengenai beberapa penjelasan yang dapat dilampirkan pada bab.

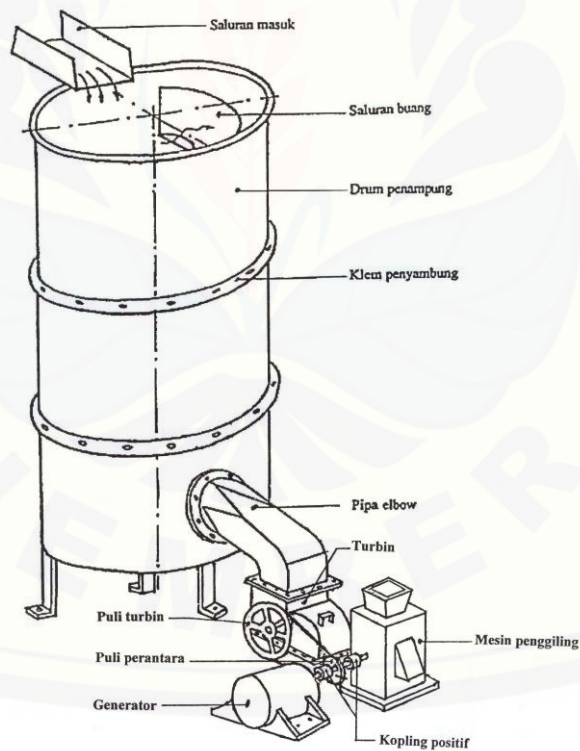


BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro

Mikro hidro merupakan suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti: saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air

Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.



Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

Di samping faktor geografis (tata letak aliran air), tinggi jatuhan air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

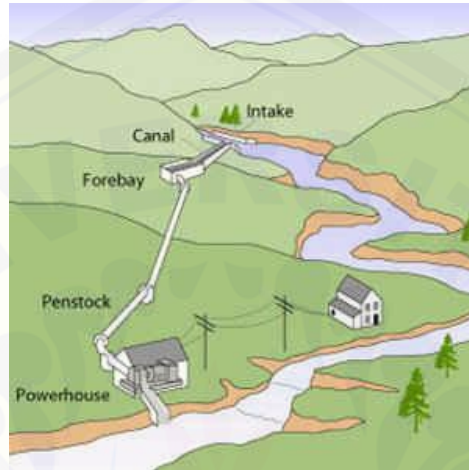
Mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt. Relatif kecilnya energi yang dihasilkan mikrohidro dibandingkan dengan PLTA skala besar, melihat pada relatif sederhananya peralatan serta kecilnya areal yang diperlukan guna instalasi dan pengoperasian mikrohidro. Hal tersebut merupakan salah satu keunggulan mikrohidro, yakni tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan mikrohidro terutama pada besarnya tenaga listrik yang dihasilkan, PLTA dibawah ukuran 200 KW digolongkan sebagai mikrohidro. Dengan demikian, sistem pembangkit mikrohidro cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah terpencil dan pedesaan. Beberapa keuntungan yang terdapat pada pembangkit listrik tenaga listrik mikrohidro adalah sebagai berikut :

1. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, PLTMH ini cukup murah karena menggunakan energi alam.
2. Memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di daerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran.
4. Dapat dipadukan dengan program lainnya seperti irigasi.
5. Dapat mendorong masyarakat agar dapat menjaga kelestarian hutan sehingga ketersediaan air terjamin.

Pendekatan analisis yang digunakan umumnya. Secara teoritis daya yang dapat dibangkitkan oleh PLTMH dilakukan dengan pendekatan

2.1.1 Komponen Mikro Hidro

Aliran air, turbin dan generator merupakan komponen yang paling dominan di dalam pembangunan PLTMH. Komponen ini mempengaruhi besarnya biaya pembangunan dan perlu diketahui di setiap daerah Indonesia biaya yang diperlukan sangatlah bervariasi. Skema dari sistem PLTMH dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Komponen pokok mikro hidro

(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

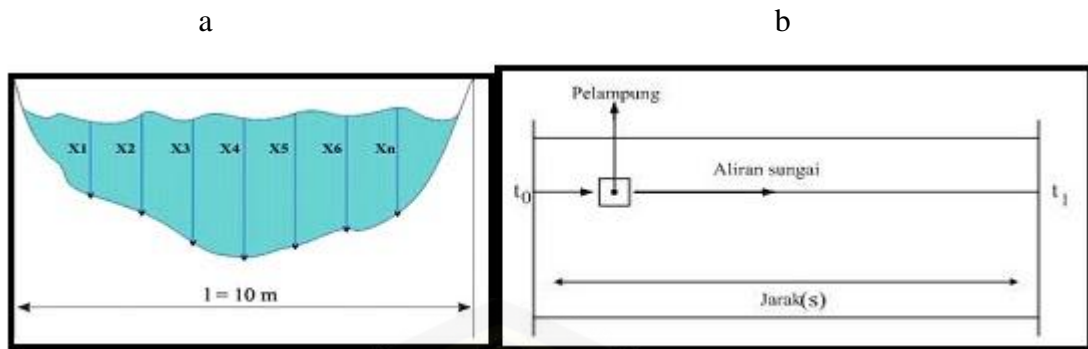
Dari gambar di atas, suatu rangkaian PLTMH memiliki bagian-bagian utama sebagai berikut :

2.1.1.1 Pengukuran Debit air

Terdapat banyak metode pengukuran debit air. Sistem konversi energi air skala besar pengukuran debit dapat berlangsung bertahun-tahun. Sedangkan untuk sistem konversi energi air skala kecil waktu pengukuran dapat lebih pendek, misalnya untuk beberapa musim yang berbeda saja. Menegukur luas permukaan sungai, dan kecepatan aliran air sungai dapat dilakukan seperti langkah – langkah pengukuran berikut:

Carilah bagian sungai yang lurus dengan panjang sekitar 20 meter, dan tidak mempunyai arus putar yang menghambat jalannya pelampung.

1. Ikatlah sebuah pelampung kemudian dihanyutkan dari titik $t_0 - t_1$ seperti terlihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 luas permukaan dan kecepatan aliran air

(Sumber: penelitian PLTMH oleh Ir. M. Hariansyah, M.T)

- a. Pengukuran luas permukaan sungai
 - b. Pengukuran kecepatan aliran air sungai
2. Pengukuran luas permukaan dan kecepatan aliran sungai, hal ini dilakukan 5 kali berturut – turut kemudian catat waktu tempuh pelampung tersebut ($t_0 - t_1$) dengan menggunakan stopwatch.

3. Hitunglah waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut, yaitu:
(Subroto.I,2002)

$$t_{rata} = (\text{sigma } t) / n \quad (2.1)$$

Keterangan:

 Σt = rata-rata waktu

n= jumlah percobaan

4. Kecepatan aliran air sungai (v) diperoleh dengan membagi jarak sungai (s) dengan waktu tempuh rata-rata dari pelampung tersebut, yaitu :
(Subroto.I,2002)

$$(t_0 - t_1), v = s / t_{rata} \quad (2.2)$$

Keterangan:

t= waktu tempuh

v= kecepatan aliran air

s= jarak tempuh percobaan

5. Setelah luas dan kecepatan aliran sungai diketahui, maka besar debit pada sungai tersebut dapat dianalisis: (Subroto.I,2002)

$$Q = A \times v \quad (\text{m}^3/\text{det}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

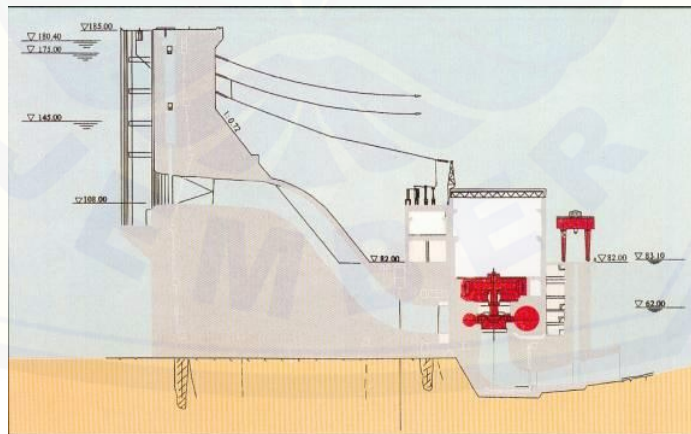
A= luas penampang

v= kecepatan aliran air

2.1.1.2 Dam/Bendungan Pengalih dan Intake (Diversion Weir and Intake)

Bendung berfungsi untuk menaikkan/mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga memiliki jumlah air yang cukup untuk dialihkan ke dalam intake pembangkit mikro hidro di bagian sisi sungai ke dalam sebuah bak pengendap (Settling Basin). Sebuah bendung dilengkapi dengan pintu air untuk membuang kotoran/lumpur yang mengendap. Perlengkapan lainnya adalah penjebak/saringan sampah. PLTMH umumnya merupakan pembangkit tipe run off river sehingga bangunan bendung dan intake dibangun berdekatan. Dengan pertimbangan dasar stabilitas sungai dan aman terhadap banjir, dapat dipilih lokasi untuk bendung (Weir) dan intake.

Tujuan dari intake adalah untuk memisahkan air dari sungai atau kolam untuk dialirkan ke dalam saluran, penstock atau bak penampungan. Tantangan utama dari bangunan intake adalah ketersediaan debit air yang penuh dari kondisi debit rendah sampai banjir. Juga sering kali adanya lumpur, pasir dan kerikil atau puing-puing dedaunan pohon sekitar sungai yang terbawa aliran sungai. Berikut gambar sari dam/ intake pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Bendungan atau penampungan air
(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

2.1.1.3 Pipa Pesat (penstock)

Penstock dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah turbin air. Kondisi topografi dan pemilihan skema PLTMH mempengaruhi tipe pipa pesat (penstock). Umumnya sebagai saluran ini harus didesain/dirancang secara benar sesuai kemiringan (head) sistem PLTMH. Pipa penstock merupakan salah satu komponen yang mahal dalam pekerjaan PLTMH dan bahan yang digunakan harus dipertimbangkan juga, oleh karena itu desainnya perlu dipertimbangkan terhadap keseimbangan antara kehilangan energi dan biaya yang diperlukan. Parameter yang penting dalam desain pipa penstock terdiri dari material yang digunakan, diameter dan ketebalan pipa serta jenis sambungan yang digunakan, gambar dari pipa pesat (penstock) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Pipa pesat (penstock)

(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

2.1.1.4 Turbin

Turbin air berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerjanya, turbin air dibagi menjadi dua kelompok .

1. Turbin implus (cross-flow, pelton & turgo) Untuk jenis ini, tekanan pada setiap sisi sudu gerak runnernya pada bagian turbin yang berputar sama. Jenis turbin impuls ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.6 Turbin Impuls

(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

2. Turbin reaksi (francis, kaplanpropeller)

Untuk jenis ini, digunakan untuk berbagai keperluan (wide range) dengan tinggi terjun menengah (medium head)



Gambar 2.7 Turbin Francis

(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

Turbin merupakan bagian penting dari sistem mikro hidro yang menerima energi potensial dari air dan mengubahnya menjadi energi putaran (mekanik). Kemudian energi mekanik ini akan memutar sumbu turbin pada generator. Terdapat beberapa jenis turbin menurut teknologinya, antara lain :

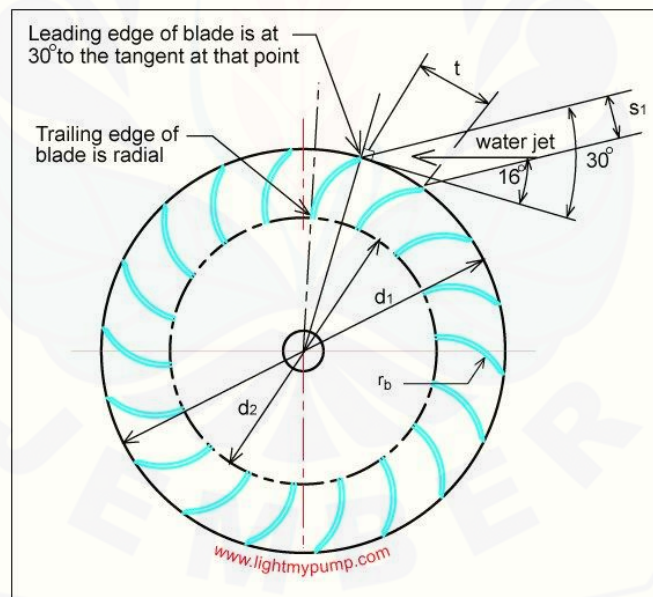
1. Turbin Tradisional, biasanya terbuat dari bambu atau kayu.
2. Turbin Modern, biasanya digunakan pada proyek – proyek PLTMH berdana besar. Turbin jenis ini yang paling banyak digunakan adalah turbin jenis *Kaplan*, *Francis*, *Cross Flow*, dan *Pelton*.
3. Turbin Modifikasi, dibuat dengan memodifikasi jenis turbin yang telah ada. Di Indonesia, Balitbang telah membuat beberapa turbin jenis ini.

2.1.1.5 Turbin Cross Flow

Turbin ini mempunyai runner yang berbentuk seperti drum yang mempunyai 2 atau lebih piringan paralel yang masing-masingnya dihubungkan oleh susunan sudu yang berbentuk lengkung.

Dalam pengoperasian turbin cross-flow ini sebuah nosel empat persegi mengarahkan pancaran air (jet) ke sepanjang runner. Pancaran air tersebut mendorong sudu dan memindahkan sebagian besar energi kinetiknya ke turbin. Pancaran air tersebut lalu melewati runner dan kembali mendorong bagian sudu yang lain sebelum keluar dari runner, memindahkan sebagian kecil energi kinetiknya yang masih tersisa.

Peralatan elektromekanik pada PLTMH terdiri dari turbin, generator, transmisi mekanik, trafo dan jaringan listrik. Sedangkan bagian utama yang menjadi pokok bahasan kita, yaitu turbin cross-flow terdiri dari rotor, rumah turbin, guide vane, pulley, adapter dan base frame. Pulley sebenarnya merupakan bagian dari transmisi mekanik yang meneruskan daya putar turbin ke generator, serta mengubah putaran turbin air sehingga sesuai dengan putaran generator.



Gambar 2.8 Tutbin Cross Flow

(Sumber: Mikro hidro, Wikipedia bahasa Indonesia)

Dalam pembuatannya pulley atau transmisi mekanik ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari turbin. Demikian juga generator, biasanya memakai generator yang ada tersedia di pasaran sehingga dapat dibeli dan diperoleh dengan harga yang murah.

Secara ringkas komponen-komponen utama turbin cross-flow adalah sebagai berikut :

1. Rotor atau runner turbin.

Rotor atau adalah bagian yang berputar dari turbin. Runner ini terdiri dari poros, blade dan piringan atau disk.

2. Rumah turbin.

Rumah turbin adalah bagian turbin yang merupakan tempat memasang bagian-bagian turbin lain, seperti poros atau runner, guide vane dan adapter

3. Guide Vane.

Guide vane atau sering juga disebut sebagai distributor berfungsi untuk mengarahkan aliran air sehingga secara efektif meneruskan energinya ke blade atau rotor turbin. Dengan demikian energi kinetik yang ada pada pancaran air akan menggerakkan rotor dan menghasilkan energi mekanik yang seterusnya memutar generator melalui pulley.

4. Pulley dan Belt.

Pulley merupakan salah satu dari sistem transmisi mekanik yang sering dipakai pada PLTMH. Sistem transmisi tersebut juga berfungsi untuk mengubah kecepatan putar dari satu poros ke poros yang lain, jika kecepatan putar turbin berbeda dengan kecepatan generator atau peralatan lain yang harus diputarinya. Sebenarnya terdapat beberapa jenis system penggerak / transmisi mekanik pada mikrohidro , yaitu : Penggerak langsung, Flat belt dan pulley, V atau wedge belt dan pulley, Chain and sprocket dan Gearbox. Namun Pulley dan belt merupakan yang paling banyak dipakai.

5. Adapter.

Merupakan "pipa" penghubung antara rumah turbin dengan pipa pesat. Bentuk adapter pada satu sisi yang terhubung dengan rumah turbin adalah persegi sesuai dengan rumah turbin, sedangkan bagian yang disambung dengan inlet valve atau pipa pesat berbentuk lingkaran.

6. Base frame.

Base frame merupakan tempat atau rangka untuk meletakkan turbin. Biasanya pada PLTMH berkapasitas kecil, base frame turbin menyatu dengan

base frame generator sehingga dudukan turbin dan generator telah tertentu susunannya dan tidak berubah-ubah.

Berikut ini adalah tabel jenis turbin yang biasa digunakan pada PLTMH :

Tinggi Terjun (m)	Debit (m ³ /detik)	Kapasitas (KW)	Jenisn Turbin
0.5 – 10	-	-	Simple wood and metal wheel
0.5 – 12	0.05 – 80.05 – 8	-	Scheider Hydro Engine
2 – 50	3 – 20	-	Axial Flow
2 – 15	1.5 – 40	50 – 5000	a. Strafo
1.25 – 25	3 - 25	150 – 3500	b. Turbular c. Bulb
1 – 70	3 – 40	-	Kaplan
8 – 300	0.3 – 20	500 – 5000	Francis
45 – 300	1 – 8	-	Turgo
1 – 200	0.03 – 9	50 – 1000	Cross Flow, Banki, Mitchel or Obserge
45 – 1000	0.06 – 3	100 – 5000	Pelton

Tabel 2.2 Jenis turbin untuk PLTMH

(Sumber: Perancangan Mikro Hidro, Dunia Mesin)

2.1.1.6 Generator

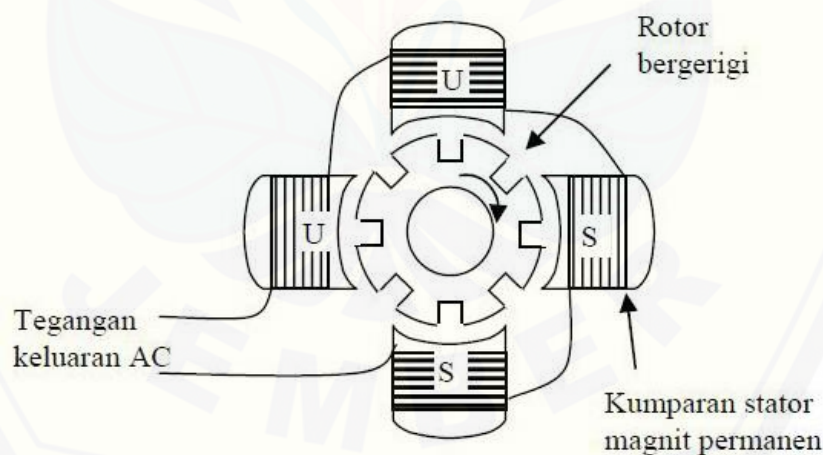
Generator menggunakan prinsip-prinsip percobaan yaitu dengan cara memutar magnet dalam kumparan atau sebaliknya, ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka terjadi perubahan fluks gaya magnet (perubahan arah penyebaran medan magnet) di dalam kumparan dan menembus tegak lurus terhadap kumparan sehingga menyebabkan beda potensial antara ujung-ujung kumparan (yang menimbulkan listrik). syarat utama, harus ada perubahan fluks magnetik, jika tidak maka tidak akan timbul listrik. cara megubah fluks magnetik adalah menggerakkan magnet dalam kumparan atau sebaliknya dengan energi dari sumber lain, seperti angin dan air yang memutar baling-baling turbin untuk menggerakkan magnet tersebut.

jika suatu konduktor digerakkan memotong medan magnet akan timbul beda tegangan di ujung-ujung konduktor tsb. Tegangannya akan naik saat mendekati medan dan turun saat menjauhi. Sehingga listrik yg timbul dalam siklus: positif-nol-negatif-nol (AC). Generator DC membalik arah arus saat tegangan negatif, menggunakan mekanisme cincin-belah, sehingga hasilnya jadi siklus: positif-nol-positif-nol (DC)

Beda Generator listrik DC dan AC

1. Generator DC : generator arus searah
2. Generator AC : generator arus bolak balik
3. Generator DC menggunakan "Comutator".
4. Generator AC menggunakan "Slip ring".

Generator atau pembangkit listrik yang sederhana dapat ditemukan pada sepeda. Pada sepeda, biasanya dinamo digunakan untuk menyalakan lampu. Caranya ialah bagian atas dinamo (bagian yang dapat berputar) dihubungkan ke roda sepeda. Pada proses itulah terjadi perubahan energi gerak menjadi energi listrik. Generator (dinamo) merupakan alat yang prinsip kerjanya berdasarkan induksi elektromagnetik. Alat ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday.



Gambar 2.8 Komponen Generator

(Sumber: www.2wijaya.com)

Berkebalikan dengan motor listrik, generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Energi kinetik pada generator dapat juga diperoleh dari angin atau air terjun. Berdasarkan arus yang dihasilkan. Generator dapat dibedakan menjadi dua rncam, yaitu generator AC dan generator DC.

Generator AC menghasilkan arus bolak-balik (AC) dan generator DC menghasilkan arus searah (DC). Baik arus bolak-balik maupun searah dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

2.1.1.7 Transmisi Daya.

Sistem Transmisi Mekanik Transmisi daya adalah upaya untuk menyalurkan/ memindahkan daya dari sumber daya (motor diesel, bensin, turbin gas, motor listrik dll) ke mesin yang membutuhkan daya (mesin bubut, pompa, kompresor, penggilingan padi, mesin produksi, dll). beberapa cara yang digunakan untuk transmisi daya.

Transmisi daya berperan untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator. Elemen-elemen transmisi daya yang digunakan terdiri dari : sabuk (belt), pulley, kopling dan bantalan (bearing).

Belt berfungsi untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator. Belt harus cukup tegang sesuai dengan jenis dan ukurannya. Pulley berfungsi untuk menaikkan putaran sehingga putaran generator sesuai dengan putaran daerah kerjanya. Sedangkan kopling, bantalan dan cone clamp merupakan komponen/ elemen pendukung.

Secara umum sistem transmisi daya dapat dikelompokkan menjadi :

1. Sistem transmisi daya langsung (direct drives)
2. Sistem transmisi daya tidak langsung (indirect drives), dalam hal ini menggunakan belt.

2.2 Sabuk

Sabuk adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada pulley atau cakra, sabuk dipasang dengan menempatkannya mengitari dua pulley setelah jarak pusat antara keduanya dikurangi . kemudian dua pulley digeser menjauh, sampai sabuk memiliki tegangan tarik awal yang cukup tinggi. Ketika sabuk memindahkan daya , gesekan menyebabkan sabuk mencengkeram pulley penggerak, sehingga menaikkan tegangan tarik pada satu sisi, yang disebut "sisi kencang", gaya tarik pada sabuk menimbulkan gaya tangensial pada poros yang digerakkan, sehingga menghasilkan gaya torsi pada pulley yang digerakkan. Pada sisi lainnya sabuk masih mengalami tegangan tarik tetapi bernilai kecil. Bagian ini disebut "sisi kendur"

Sabuk terbuat dari bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, yang digunakan untuk menghubungkan secara mekanis dua poros yang berputar. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak, penyalur daya yang efisien atau untuk memantau pergerakan relatif. Sabuk dilingkarkan pada pulley.

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi daya dan putaran dilakukan melalui sabuk dan pulley. Keuntungan penggunaan sistem transmisi sabuk adalah mampu menerima putaran cukup tinggi dan beban cukup besar, pemasangan untuk jarak sumbu relatif panjang, murah dan mudah dalam penanganan, meredam kejutan dan tidak perlu sistem pelumas. Sedangkan kerugiannya adalah suhu kerja agak terbatas sampai 80 c, ada banyak jenis sabuk yang dipakai seperti: sabuk rata, sabuk baralur atau bergigi, sabuk standart V, sabuk V sudut ganda dan lainnya.

2.2.1 Sabuk Rata

Sabuk rata(flat belt) adalah jenis paling sederhana, sering terbuat dari kulit atau bahan berlapis karet, permukaan ulinya juga rata dan halus, dan karena itu gaya penggeraknya diabatasi oleh gesekan murni antara sabuk dan pulley. Beberapa perancangan lebih suka memakai sabuk rata untuk mesin – mesin yang rentan karena sabuk harus selip jika suatu torsi berkecenderungan meningkat sampai pada tingkat yang cukup tinggi akan merusak mesin tersebut.



Gambar 2.9 Sabuk datar
(Sumber: d-cgen.blgspot.com)

2.2.2 Sabuk sinkron

Sabuk sinkron adalah kadang kadang disebut dengan sabuk gilir, bergerak bersama pulley (juga disebut sproket) yang mempunyai alur-alur yang sesuai dengan gigi-gigi pada sisi dalam sabuk. Ini merupakan gerakan positif, hanya dibatasi oleh kekuatan tarik sabuk dan kekuatan geser gigi-giginya.

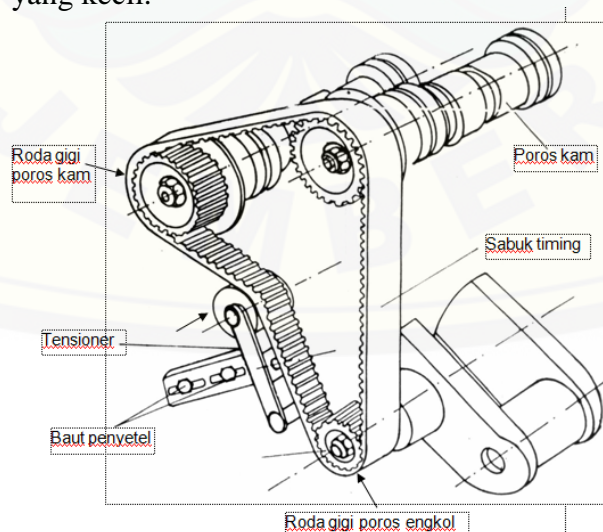


Gambar 2.10 Sabuk sinkron (sabuk gilir)

(Sumber: Faria-rifal.blogspot.com)

2.2.3 Sabuk Bergigi

Sabuk bergigi, digunakan untuk pulley standart V. Gigi-gigi ini menyebabkan sabuk mempunyai fleksibilitas dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sabuk-sabuk standart. Sabuk ini dapat beroperasi pada diameter pulley yang kecil.



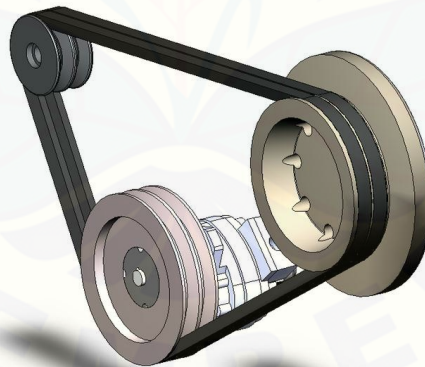
Gambar 2.11 Sabuk bergigi

(Sumber: Purnama-bgp.blogspot.com)

2.2.4 Sabuk V

Sabuk-V merupakan sabuk yang tidak berujung dan diperkuat dengan penguat tenunan dan tali. Sabuk-V terbuat dari karet dan bentuk penampangnya berupa trapesium. Bahan yang digunakan untuk membuat inti sabuk itu sendiri adalah terbuat dari tenunan tetoron. Penampang pulley yang digunakan berpasangan dengan sabuk juga harus berpenampang trapesium juga. Pulley merupakan elemen penerus putaran yang diputar oleh sabuk penggerak.

Jenis sabuk ini sering digunakan secara luas di dunia industri yaitu jenis sabuk V. Seperti diperlihatkan bentuk dari sabuk V menyebabkan sabuk V dapat terjepit dalam alur kencang, memperbesar gesekan dan memungkinkan torsi yang lebih tinggi dapat ditransmisikan sebelum terjadi slip. Sebagian besar sabuk memiliki senar serabut berkekuatan tinggi yang ditempatkan pada diameter jarak bagi dari penampang melintang sabuk yang berguna untuk meningkatkan daya tarik pada sabuk, senar-senar sabuk ini terbuat dari serat alami, serabut sintetik, atau baja yang dibenamkan dalam campuran karet yang kuat untuk menghasilkan fleksibilitas yang diperlukan supaya sabuk dapat mengitari pulley. Sering ditambahkan pelapis luar supaya sabuk menjadi lebih tahan lama.

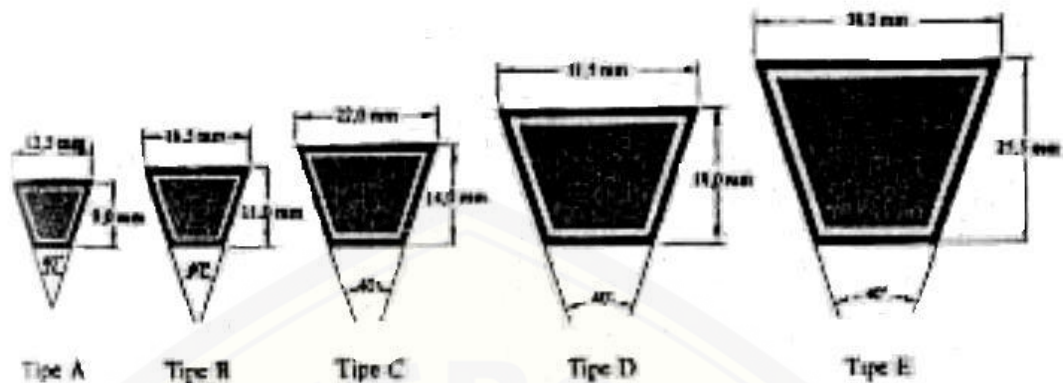


Gambar 2.12 Sabuk V

(Sumber: Fahmi0026.wordpress.com)

Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Sabuk-V merupakan sebuah solusi yang dapat digunakan. Sabuk-V adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi

alur pulley yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada pulley akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.



Gambar 2.13 Tipe Sabuk V
(Sumber: Sularso,2002:164)

2.2.5 Perancangan Transmisi Sabuk V

Pemilihan penampang sabuk-V yang cocok ditentukan atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencananya sendiri dapat diketahui dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi yang ada. Lazimnya sabuk tipe-V dinyatakan panjang kelilingnya dalam ukuran inchi. Jarak antar sumbu poros harus sebesar Sudut lilit atau sudut kontak θ dari sabuk pada alur pulley penggerak harus diusahakan sebesar mungkin untuk mengurangi selip antara sabuk dan pulley dan memperbesar panjang kontakannya. Transmisi sabuk dapat

dibagi menjadi tiga kelompok yaitu sabuk rata, sabuk dengan penampang trapesium, dan sabuk dengan gigi. Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah pemakaiannya dan harganya yang murah. Kelemahan dari sabuk-V yaitu transmisi sabuk dapat memungkinkan untuk terjadinya slip. Oleh karena itu, maka perencanaan sabuk-V perlu dilakukan untuk memperhitungkan jenis sabuk yang digunakan dan panjang sabuk yang akan digunakan. Perhitungan yang digunakan dalam perencanaan sabuk-V antara lain: 1,5 sampai dua kali diameter pulley besar

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan sabuk V, pulley penggerak dan yang di gerakkan, dan instalasi transmisi secara tepat. Data-data yang diperlukan untuk pemilihan transmisi daya ini adalah sebagai berikut:

- a. Daya nominal motor penggerak atau penggerak utama lainnya
- b. Faktor layanan yang didasarkan panas jenis penggerak dan beban yang digerakkan
- c. Jarak sumbu poros
- d. Daya nominal untuk satu sabuk sebagai fungsi ukuran dan kecepatan pulley kecil
- e. Panjang sabuk
- f. Ukuran piuli penggerak san yang digerakkan
- g. Faktor koreksi panjang sabuk
- h. Faktor koreksi sudut kontak pada pulley kecil
- i. Jumlah sabuk
- j. Tegangan tarik awal pada sabuk

2.3 Pulley

Pulley digunakan untuk memindahkan daya satu poros ke poros yang lain dengan alat bantu sabuk, karena perbandingan kecepatan dan diameter berbanding terbalik, maka pemilihan pulley harus dilakukan dengan teliti agar mendapatkan perbandingan kecepatan yang diinginkan, diameter luar digunakan untuk alur sabuk dan diameter dalam untuk penampang poros

2.3.1 Bahan pulley

Pada umumnya bahan yang digunakan untuk pulley adalah:

1. Besi tuang
2. Besi baja
3. Besi press
4. Aluminium
5. Kayu

Untuk pulley dengan bahan besi mempunyai faktor gesekan dan karakteristik penguasaan yang baik. Pulley yang terbuat dari baja press mempunyai faktor gesekan yang kurang baik dan lebih mudah aus dibanding dengan pulley dari bahan besi tuang.

2.3.2 Bentuk pulley dan tipe pulley

Pulley yang dapat digunakan untuk sabuk penggerak dapat dibagi dalam beberapa macam tipe yaitu:

1. Pulley datar

Bentuk penampang datar (flat), pulley ini digunakan untuk transmisi sabuk datar. Pulley kebanyakan terbuat dari besi tuang, ada juga yang terbuat dari baja dan bentuk yang bervariasi



Gambar 2.14 Pulley datar

(Sumber: Fahmi0026.wordpress.com)

2. Pulley mahkota

Pulley ini lebih efektif dari pulley datar karena sabuknya sedikit menyudut sehingga untuk selip relative kecil.

2.3.3 Hubungan Pulley Dengan Sabuk

Hubungan pulley dengan sabuk berfungsi sebagai alat bantu dari sabuk dalam memutar poros penggerak ke poros penggerak lain, dimana sabuk membelit pada pulley. Untuk pulley yang mempunyai alur V maka sabuk yang dipakai harus mempunyai sabuk V juga untuk bentuk trapezium

2.3.4 Pemakaian pulley

Pada umumnya pulley dipakai untuk menggerakkan poros yang satu dengan poros yang lain dengan dibantu sabuk sebagai transmisi daya. Disamping itu pulley juga digunakan untuk meneruskan momen secara efektif dengan jarak maksimal, untuk menentukan diameter pulley yang akan digunakan harus diketahui putaran yang diinginkan.

2.4 Rumus Dan Perhitungan

Pada mesin ini menggunakan sabuk-V sebagai penerus daya dari motor listrik ke poros, dapat dihitung dengan rumus perhitungan :

2.4.1 Perencanaan Sabuk V

Pada perencanaan sabuk-V ini, besarnya daya yang ditransmisikan tergantung dari beberapa factor:

a. Kecepatan linier sabuk-V

Kecepatan linier sabuk-V dapat dihitung dengan rumus. (Sularso,2002:166)

$$v = \frac{\pi \times d_1 \times n_1}{60 \times 1000} \quad (2.4)$$

Keterangan :

v = Kecepatan linier sabuk (m/s)

d₁ = diameter pulley penggerak (mm)

n₁ = putaran poros motor (rpm)

b. Panjang keliling sabuk: (Sularso,2002:170)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p + d_p)^2 \quad (2.5)$$

Keterangan:

L = Panjang keliling sabuk (mm)

C = Jarak antara poros (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

c. Sudut kontak antara pulley dan sabuk-V

Besarnya sudut kontak antara pulley dan sabuk-V dapat dicari dengan menggunakan rumus: (Sularso,2002:173)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57 (D_p + d_p)}{C} \quad (2.6)$$

Keterangan:

θ = Sudut kontak (°)

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

d. Jumlah sabuk yang diperlukan: (Sularso,2002:173)

$$N = \frac{P_d}{P_o K \theta} \quad (2.7)$$

Keterangan:

N = Jumlah sabuk yang diperlukan

P_d = Daya rencana (kW)

P_o = Daya yang ditransmisikan oleh sabuk-V (kW)

$K\theta$ = Faktor koreksi

e. Perbandingan transmisi (Sularso,2002:166)

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.8)$$

Dimana :

n_1 = putaran poros pertama (rpm)

n_2 = Putaran poros kedua (rpm)

d_1 = diameter pulley penggerak (mm)

d_2 = diameter pulley yang digerakan (mm)

2.5 Perencanaan pulley

Pulley merupakan salah satu bagian dari mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor untuk menggerakakan alat tujuan, ukuran perbandingan pulley dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Antara pulley penggerak dan pulley yang digerakan, dihubungkan dengan sabuk V sebagai penyalur daya dari motor penggerak.

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter minimum yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter minimum yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Tabel 2.1 Diameter Pulley Yang Diizinkan dan Dianjurkan (mm)

(sumber: Sularso,2002:169)

a. Gaya pada pulley

Gaya pada pulley yang bekerja yaitu akibat tegangan dari sabuk dan berat pulley itu sendiri. Tegangan sisi tarik sabuk (F_e) dapat dicari dengan rumus:

(Sularso,2002:7)

$$F_e = \frac{P_o \times 102}{v} \quad (2.9)$$

Keterangan:

P_o = Kapasitas daya (kW)

v = Kecepatan keliling sabuk (m/s)

b. Diameter luar pulley:

Untuk pulley penggerak (dk_1) dapat dicari dengan:(Sularso,2002:177)

$$Dk_p = D_p + 2k \quad (2.10)$$

Untuk pulley yang digerakkan (dk_2) dapat dicari dengan: (Sularso,2002:177)

$$dk_p = d_p + 2k \quad (2.11)$$

Keterangan:

D_p = Diameter pulley penggerak (mm)

d_p = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

BAB 3 METODOLOGI PELAKSANAAN PROGRAM

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

- Gerinda duduk
- Gerinda tangan
- Sarung tangan
- Pelindung mata
- Ragum
- Mistar
- Dial indicator
- Jangka sorong
- Penggores
- Mesin bubut
- Mesin drilling duduk
- Mesin drilling tangan
- Senei
- Palu
- Kunci pas 1 set
- Kunci L 1 set

3.1.2 Bahan

- Pulley
- Sabuk-V
- Mata gerinda
- Mata gerinda potong
- Mata bor

3.2 Metodologi Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang membantu dan mendukung perancangan alat , mempelajari dasar perancangan elemen mesin, mempelajari perancangan sabuk V dan pulley.

3.2.2 Waktu

Analisa, perancangan, pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama 4 bulan.

3.2.3 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan sabuk V dan pulley alat pendukung mikrohidro lainnya adalah di laboratorium desain, laboratorium kerja bangku dan pelat, laboratorium permesinan, laboratorium las Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.3 Metode Pelaksanaan

3.3.1 Pencarian Data

Merencanakan transmisi sabuk V dan pulley maka terlebih dahulu dilakukan pengamatan dipercobaan sebelumnya yang mendukung pembuatan proyek akhir ini.

3.3.2 Perencanaan dan Perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari literatur studi kepustakaan dan dilihat dari percobaan sebelumnya, maka dapat direncanakan elemen-elemen mesin dari perancangan sabuk V dan pulley.

Perencanaan dan perancangan merupakan langkah awal dari pembuatan mesin, perencanaan pembuatan transmisi ini harus dilakukan dengan benar agar mesin yang dibuat nanti dapat bekerja secara maksimal, perencanaan yang dilakukan meliputi:

1. Perencanaan sabuk V
2. Perencanaan pulley penggerak
3. Perencanaan pulley yang digerakkan

3.3.3 Proses Pembuatan

Proses pembuatan dilakukan setelah semua proses perencanaan dan perancangan selesai.

1. Pembuatan pulley penggerak
2. Pembuatan pulley yang digerakkan
3. Penentuan panjang sabuk V

3.3.4 Proses Perakitan

Proses perakitan dilakukan setelah proses pembuatan (permesinan) selesai, sehingga akan membentuk “transmisi”. Proses perakitan bagian-bagian transmisi sabuk V yaitu:

1. Mengatur jarak antara sumbu pulley.
2. Memasang pulley pada poros
3. Memasang sabuk V pada pulley.

3.3.5 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah transmisi sabuk V ini dapat bekerja dengan baik. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

1. Melihat apakah elemen mesin bekerja dengan baik.
2. Melihat apakah daya yang dihasilkan dapat tersalurkan dengan baik.
3. Mengukur daya yang keluar dari pulley yang digerakkan.

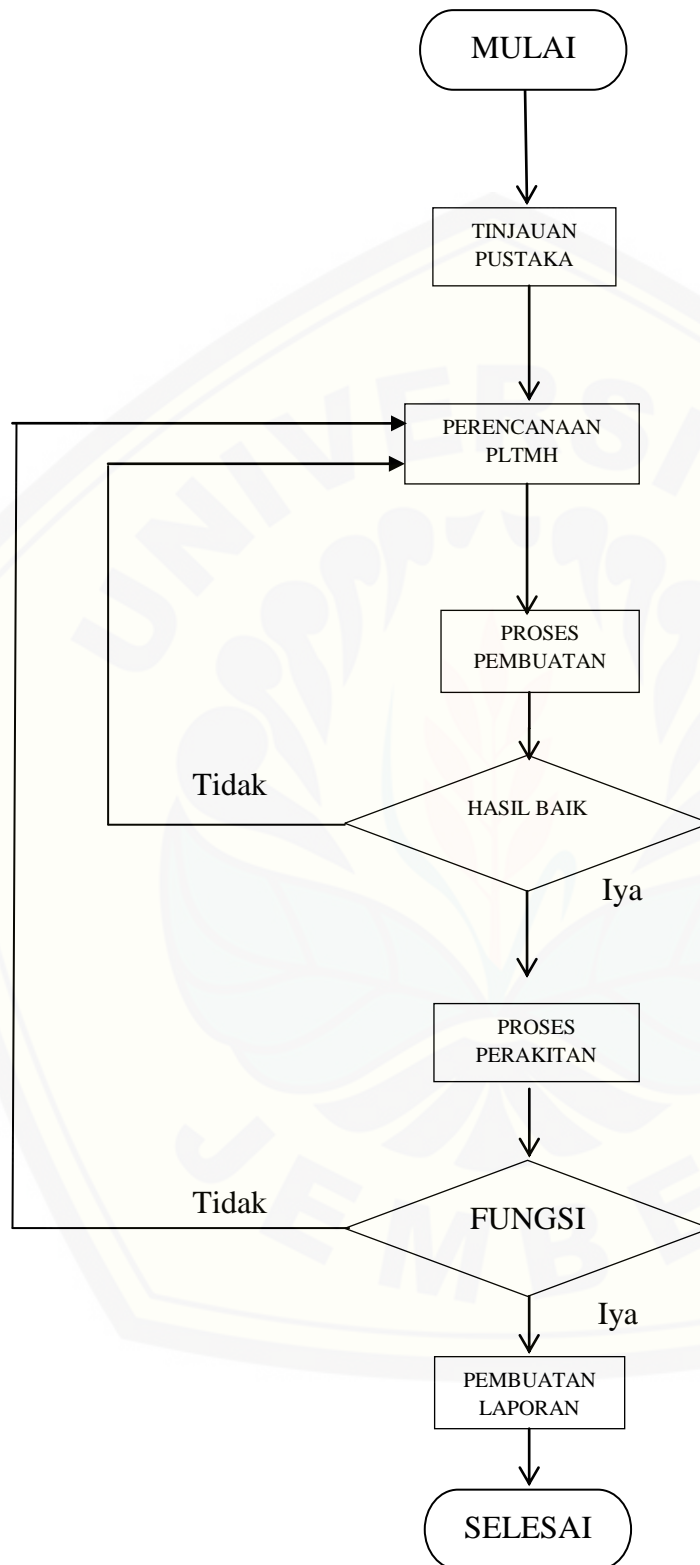
3.3.6 Penyempurnaan Alat.

Penyempurnaan transmisi ini dilakukan apabila transmisi sabuk V masih mengalami masalah yang menyebabkan kinerja mesin kurang sempurna dan tidak berfungsi dengan baik, maka dari itu dilakukan proses penyempurnaan alat.

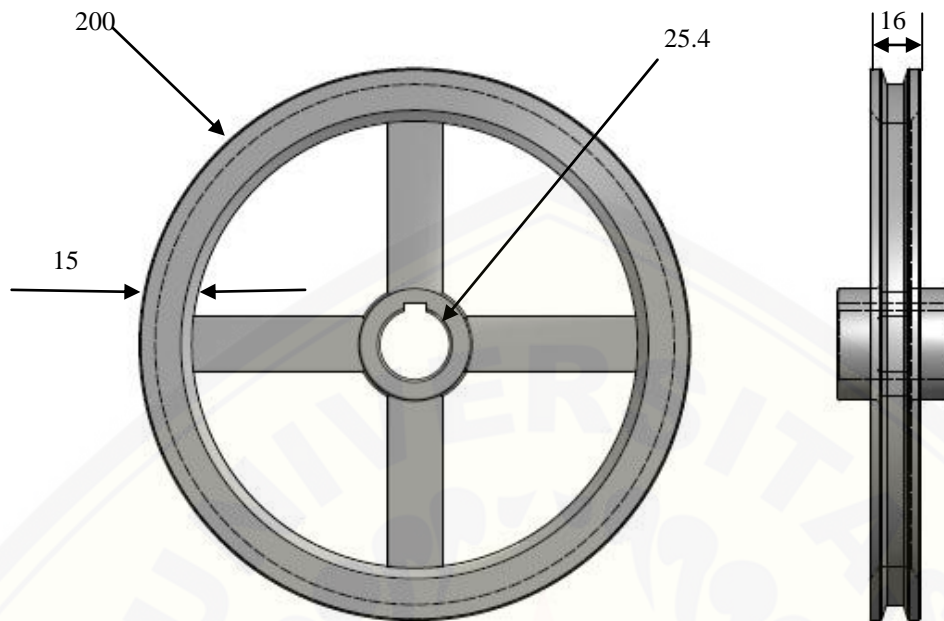
3.3.7 Pembuatan Laporan.

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap mulai dari studi lapangan, pencarian data, proses perencanaan dan perancangan, proses pembuatan dan pengujian.

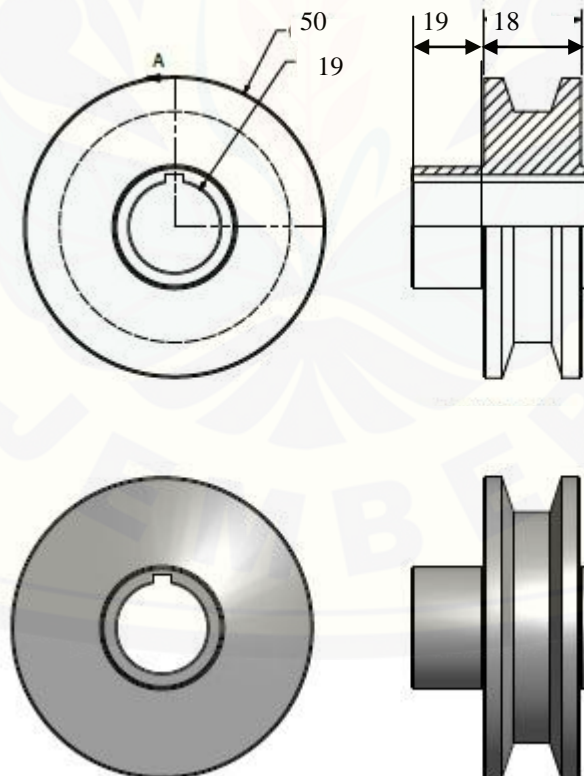
3.4 Flow chart proses pembuatan dan perakitan kerangka pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)



3.5 Gambar Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)



Gambar 3.1 pulley penggerak



Gambar 3.2 pulley yang digerakan

3.6 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Tahun 2014			
		Juni	Juli	Agustus	September
1	Studi pustaka				
2	Pembuatan proposal				
3	Perancangan				
4	Proses pembuatan				
5	Proses perakitan				
6	Pengujian alat				
7	Penyempurnaan alat				
8	Pembuatan laporan				