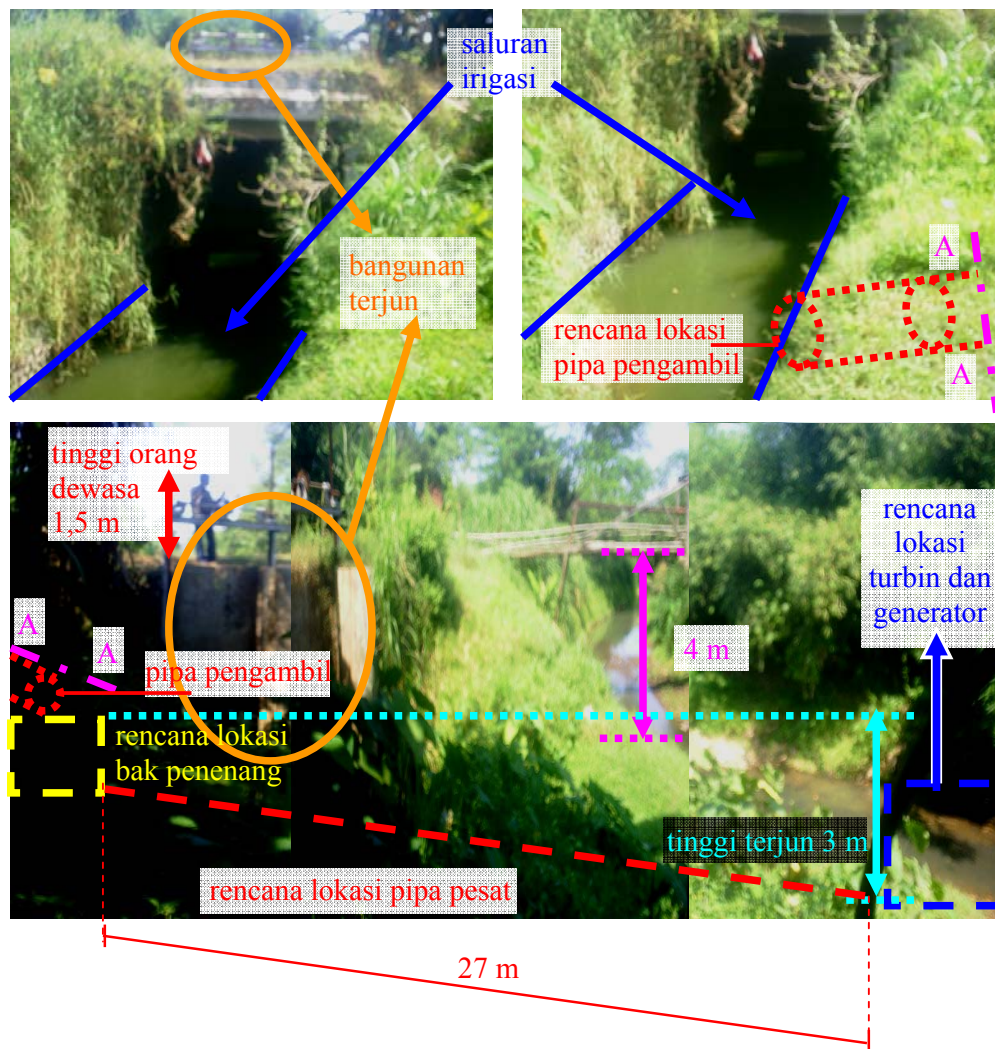


BAB V PERENCANAAN PLTMH

5.1 UMUM

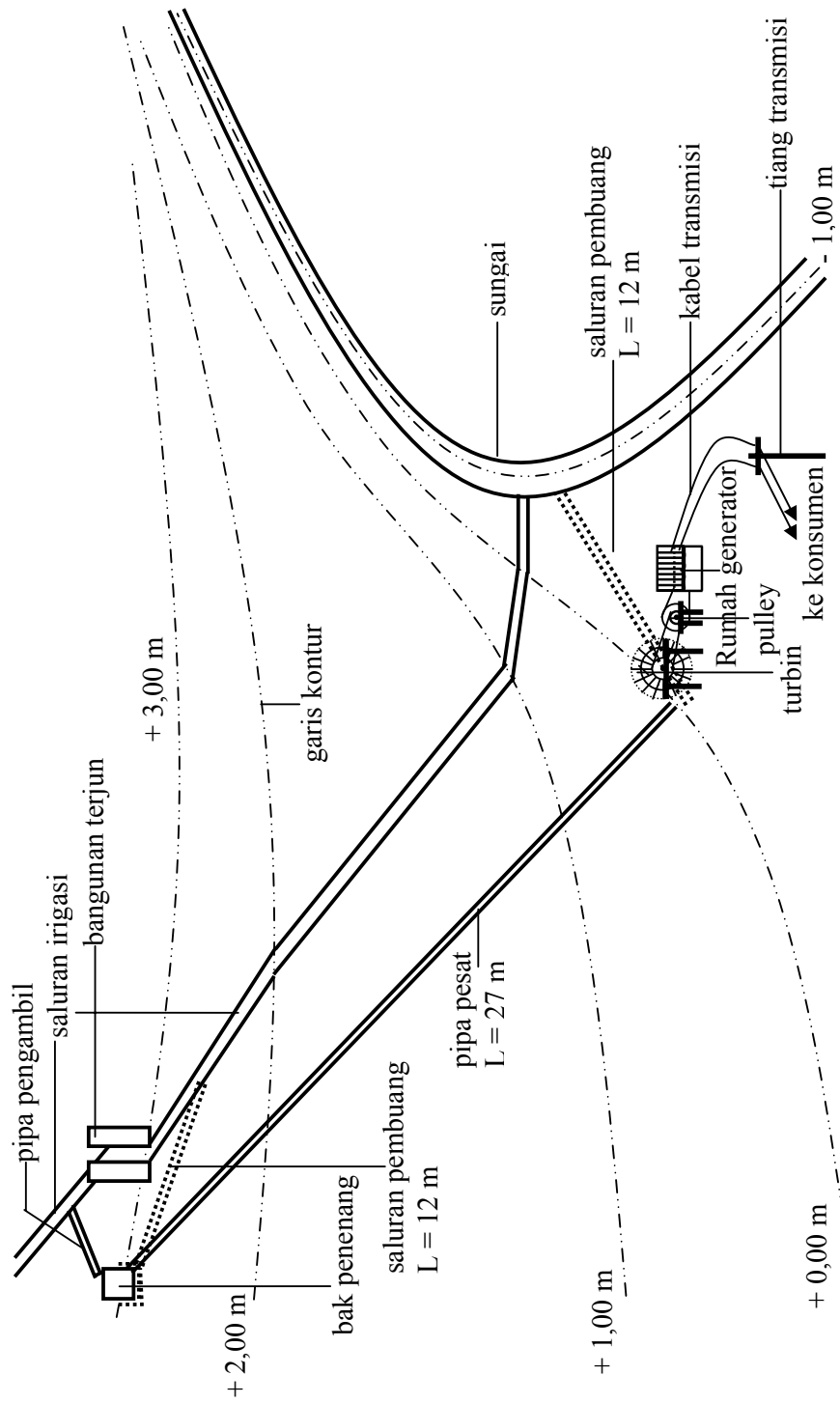
Analisa terhadap alternatif pemilihan alat dan jenis turbin, memperoleh kesimpulan bahwa untuk perencanaan PLTMH di Desa Sadang, Kecamatan Jekulo, menggunakan jenis turbin kayu tradisional.

Berikut ini adalah foto – foto di lokasi yang akan direncanakan PLTMH :



Gambar 5.1 Foto Lokasi Perencanaan PLTMH (Kudus, 2007)

Skema PLTMH dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5.2 Skema PLTMH Desa Sadang, Kudus

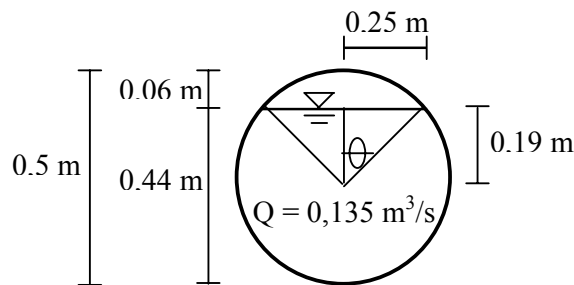
5.2 DETAIL PLTMH

a. Pipa Pengambil

Pipa pengambil berfungsi mengalirkan air dari saluran irigasi ke bak penenang.

Pipa ini dibuat dari 3 (tiga) buah drum minyak bekas yang disambung dengan las. Dimensi drum perbuahnya adalah diameter 50 cm dan panjang 100 cm.

Pemasangan pipa pengambil ini dilaksanakan di akhir pekerjaan, setelah semua bagian PLTMH selesai dikerjakan, agar air tidak mengganggu proses pekerjaan dan air irigasi tidak terbuang percuma, tetapi pengelasan drum dilaksanakan di awal pekerjaan bersamaan dengan pengelasan drum untuk pipa pesat, untuk menghemat waktu dan penggunaan alat, terutama peralatan las.



$$\cos \theta = 0,19 / 0,25 = 0,76$$

$$\theta = 40,5358^\circ$$

$$\begin{aligned} A &= (360 - 2\theta) / 360 \cdot \pi r^2 + 0,5 r^2 \sin 2\theta \\ &= 0,152 + 0,03087 \\ &= 0,182 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

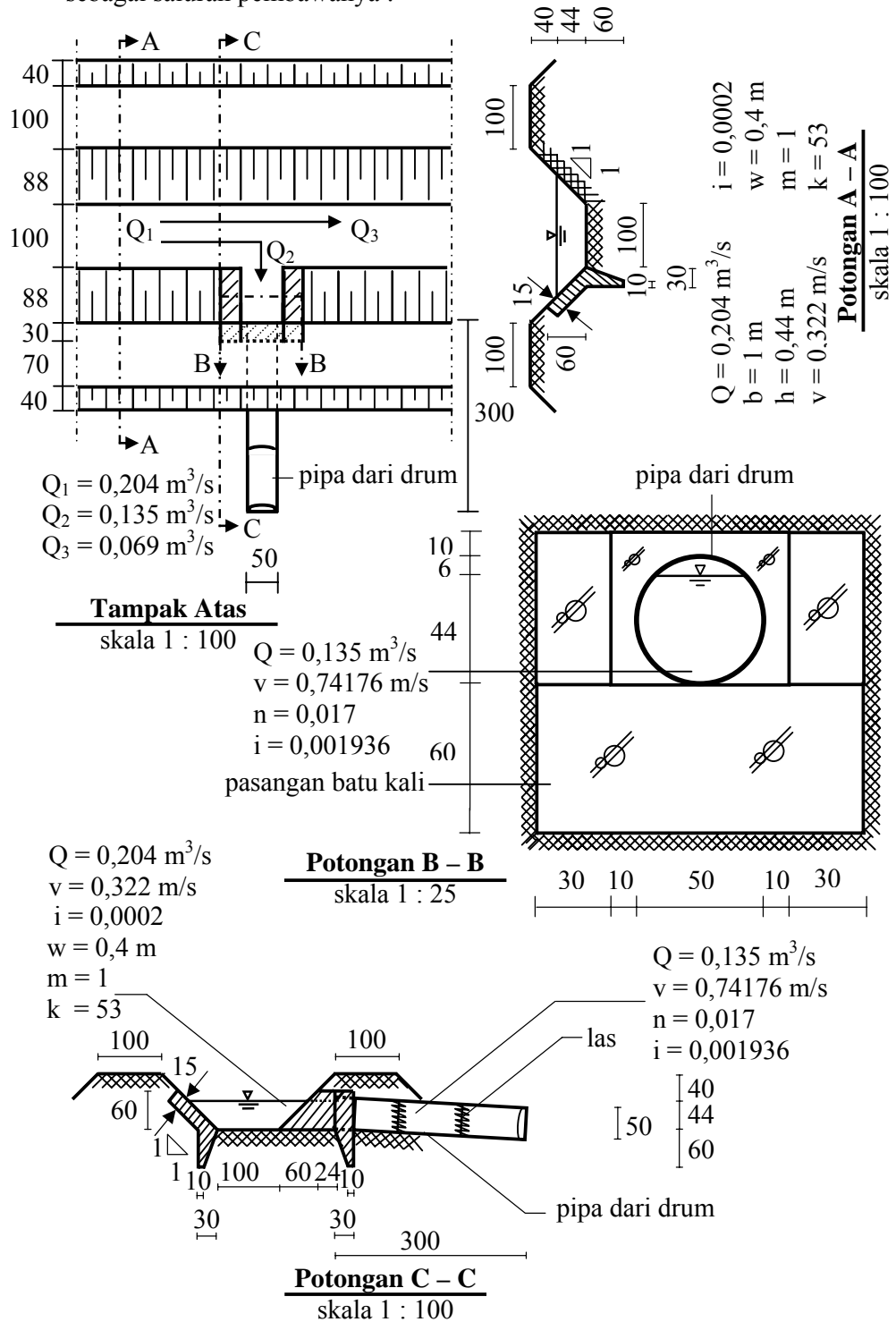
$$\begin{aligned} V &= Q / A \\ &= 0,135 / 0,182 \\ &= 0,74176 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= (360 - 2\emptyset) / 360 \cdot 2\pi r \\ &= 1,217 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R &= A / P \\ &= 0,182 / 1,217 \\ &= 0,1495 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \\ i^{1/2} &= V / (\frac{1}{n} \cdot R^{2/3}) \\ &= 0,74176 / (\frac{1}{0,017} \cdot 0,1495^{2/3}) \\ &= 0,044 \\ i &= 0,044^2 \\ &= 0,001936 \\ &= 0,002\end{aligned}$$

Berikut ini adalah gambar detail saluran irigasi dan pipa pengambil sebagai saluran pembawanya :



Gambar 5.3 Detail Saluran Irigasi dan Pipa Pengambil

b. Bak Penenang

Bak penenang berfungsi memberi cadangan air ketika terjadi kekurangan debit yang dibutuhkan untuk membangkitkan listrik akibat beban puncak pemakaian listrik, juga berfungsi mengendapkan kotoran yang terkandung dalam air.

jam	alat - alat listrik yang digunakan	daya (watt)
1 - 3	lampu kamar tidur orang tua	5
	lampu kamar tidur anak	5
	lampu teras	5
	lampu kandang ternak	5
	total	20
4 - 6	lampu kamar tidur orang tua	5
	lampu kamar tidur anak	5
	lampu teras	5
	lampu kandang ternak	5
	lampu kamar mandi	5
	lampu sumur	5
	lampu dapur	10
	total	40
7 - 14	mesin pertanian (penggiling padi)	50
15 - 17	kipas angin	30
18 - 19	lampu teras	5
	lampu kandang ternak	5
	lampu kamar mandi	5
	lampu sumur	5
	lampu ruang utama	10
	TV	50
	total	80
20 - 23	lampu teras	5
	lampu kandang ternak	5
	lampu kamar mandi	5
	lampu sumur	5
	lampu ruang utama	10
	lampu dapur	10
	lampu kamar orang tua	5
	lampu kamar anak	5
	TV	50
	total	100

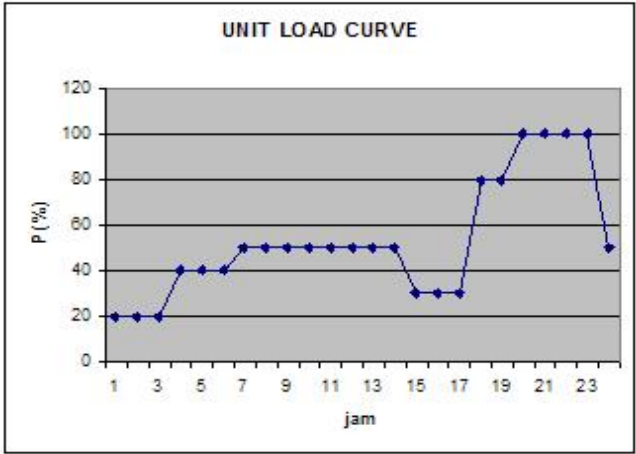
24	lampu teras	5
	lampu kandang ternak	5
	lampu kamar mandi	5
	lampu sumur	5
	lampu ruang utama	10
	lampu dapur	10
	lampu kamar orang tua	5
	lampu kamar anak	5
	total	50

Tabel 5.1 Rencana Pemakaian Listrik 1 rumah

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa pemakaian listrik maksimal untuk 1 rumah adalah 100 watt, bila PLTMH menghasilkan 4000 watt maka jumlah rumah yang dapat dilayani adalah $4000 : 100 = 40$ rumah.

Pemakaian listrik total per jam dalam persen dapat dilihat pada perhitungan berikut ini :

- jam 1 – 3 = 20 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 20 %
- jam 4 – 6 = 40 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 40 %
- jam 7 – 14 = 50 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 50 %
- jam 15 – 17 = 30 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 30 %
- jam 18 – 19 = 80 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 80 %
- jam 20 – 23 = 100 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 100 %
- jam 24 = 50 watt . 40 rumah / 4000 watt . 100 % = 50 %



Gambar 5.4 Grafik Unit Load Curve

Unit Load Curve		Supply = 0,08554 m ³ /s			Supply = 0,135 m ³ /s			Dibuang (spill)
Absis (jam)	Ordinat (%)	Kebutuhan (m ³ /s)	Kelebihan (m ³ /s)	Kekurangan (m ³ /s)	Kelebihan (m ³ /s)	Kekurangan (m ³ /s)	Capacity (m ³ /s)	(m ³ /s)
1	20	0,03208	0,05346		0,10292		0,38494	0,10292
2	20	0,03208	0,05346		0,10292		0,38494	0,10292
3	20	0,03208	0,05346		0,10292		0,38494	0,10292
4	40	0,06416	0,02139		0,07084		0,38494	0,07084
5	40	0,06416	0,02139		0,07084		0,38494	0,07084
6	40	0,06416	0,02139		0,07084		0,38494	0,07084
7	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
8	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
9	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
10	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
11	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
12	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
13	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
14	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
15	30	0,04812	0,03742		0,08688		0,38494	0,08688
16	30	0,04812	0,03742		0,08688		0,38494	0,08688
17	30	0,04812	0,03742		0,08688		0,38494	0,08688
18	80	0,12831		0,04277	0,00669		0,38494	0,00669
19	80	0,12831		0,04277	0,00669		0,38494	0,00669
20	100	0,16039		0,07485		0,02539	0,38494	0,00000
21	100	0,16039		0,07485		0,02539	0,38494	0,00000
22	100	0,16039		0,07485		0,02539	0,38494	0,00000
23	100	0,16039		0,07485		0,02539	0,38494	0,00000
24	50	0,08020	0,00535		0,05480		0,38494	0,05480
1280			0,38494	0,38494				1,28856

Tabel 5.2 Tabel Konstruksi Unit Load Curve

$$Q_{\text{puncak}} = \frac{P_{\text{puncak}}}{\eta \cdot g \cdot H} = \frac{4 \text{ kilo Watt}}{0,85 \cdot 9,78.3} = 0,16039 \text{ m}^3/\text{s}$$

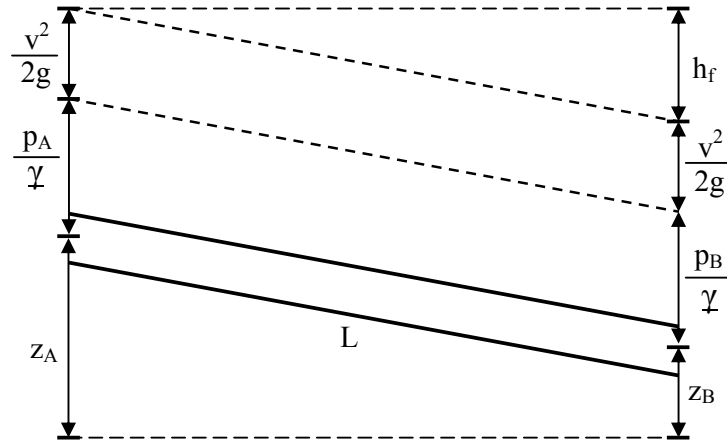
$$\eta \cdot g \cdot H = 0,85 \cdot 9,78.3$$

$$P_{\text{rt}} = 1280 \% \cdot 4000 / 24 = 2133,333 \text{ watt}$$

$$LF = P_{\text{rt}} / P_{\text{puncak}} \cdot 100 \% = 2133,333 / 4000 \cdot 100 \% = 53,333 \%$$

$$Q_{\text{rt}} \text{ yang dibutuhkan listrik} = LF \cdot Q_{\text{puncak}} = 53,333 \% \cdot 0,16039 \\ = 0,08554 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\text{Volume bak penenang} = (0,08554 + 0,38494) \text{ m}^3/\text{detik} \times 1 \text{ detik} = \\ 0,47048 \text{ m}^3.$$



Debit (Q)	= 0,160 m ³ /s	panjang pipa (L) = 27 m
diameter pipa (D)	= 0,5 m	f = f pipa baja = 0,017
z _A - z _B	= 3 m	efisiensi turbin(η)= 85 %

$$V = Q / A = 0,160 / (3,14 / 4 \cdot 0,5^2) = 0,817 \text{ m/s}$$

$$h_f = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

$$= \frac{8 \cdot 0,017 \cdot 27 \cdot 0,160^2}{9,8 \cdot 3,14^2 \cdot 0,5^5}$$

$$= 0,03113 \text{ m}$$

$$p_B = h \cdot 0,0981 \text{ (Maher dan Smith, 2001)}$$

$$= 3 \cdot 0,0981$$

$$= 0,2943 \text{ bar} = 324,31 \text{ gr/cm}^2 = 3243,1 \text{ kg/m}^2$$

$$z_A + p_A / \gamma + v^2 / 2g = z_B + p_B / \gamma + v^2 / 2g + h_f$$

$$3 + p_A / \gamma = 0 + 3243,1 / 1000 + 0,03113$$

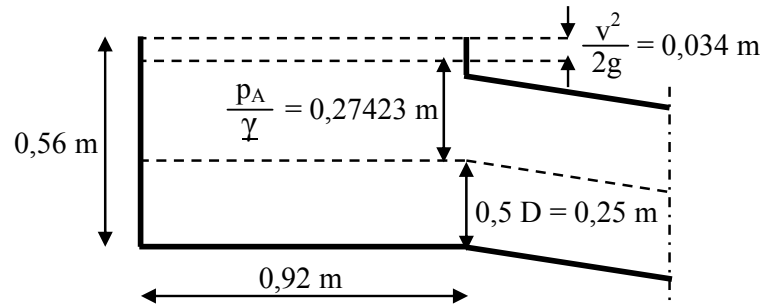
$$p_A / \gamma = 0,27423 \text{ m}$$

$$v^2 / 2g = 0,817^2 / 2 \cdot 9,81 = 0,034 \text{ m}$$

$$\text{tinggi bak penenang} = 0,5 D + p_A / \gamma + v^2 / 2g = 0,25 + 0,27423 + 0,034$$

$$= 0,558274 \text{ m} = 0,56 \text{ m}$$

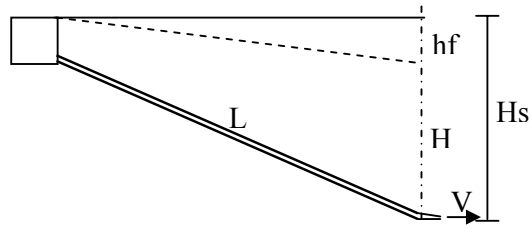
Volume bak penenang = $0,47048 \text{ m}^3$, maka panjang dan lebar bak penenang adalah $= (0,47048 : 0,56)^{0,5} = 0,916594 = 0,92 \text{ m}$



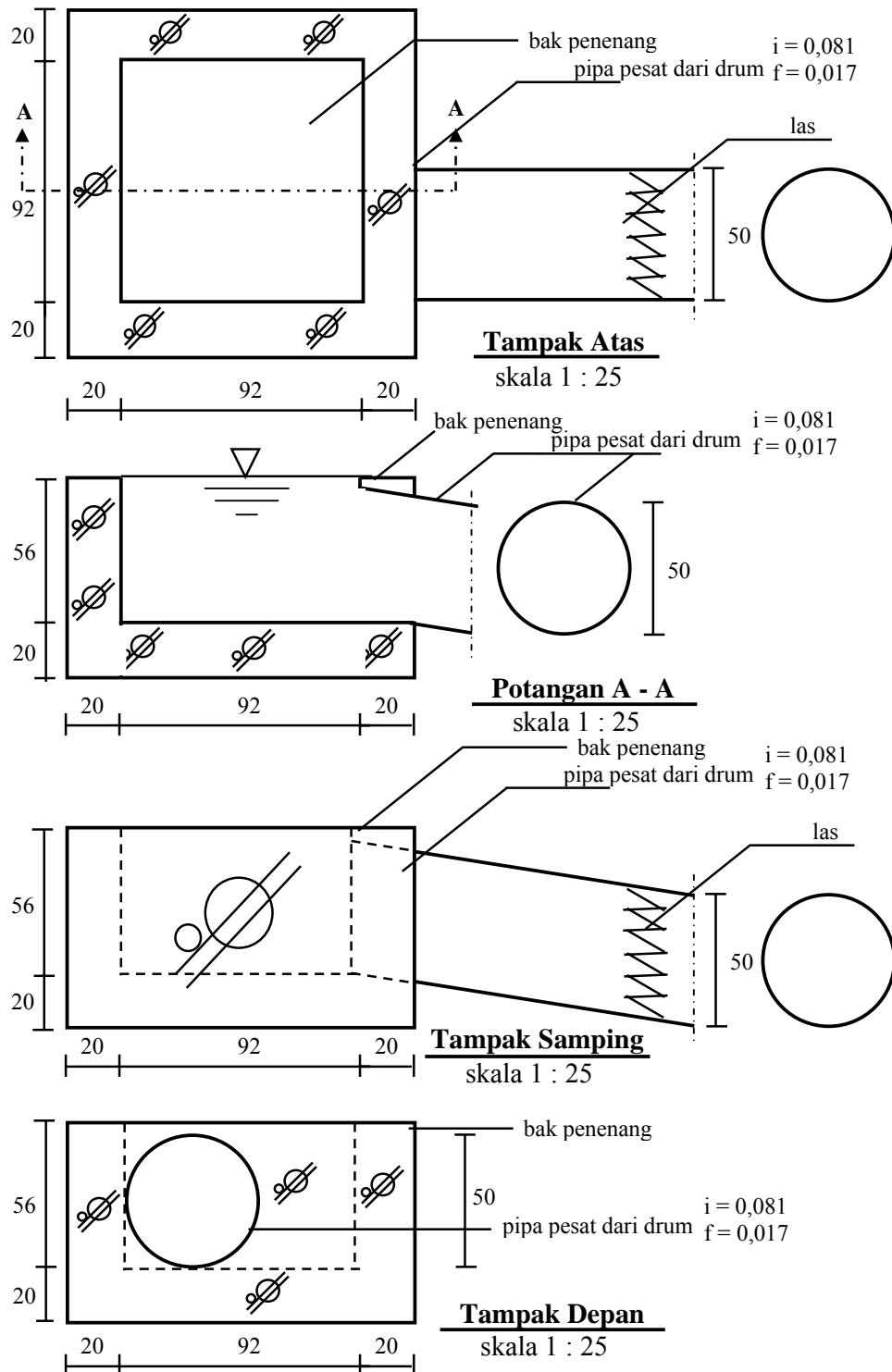
$$h_f = 0,03113 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{netto}} &= H_s - h_f \\ &= 3,56 - 0,03113 \\ &= 3,52887 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{turbin}} &= \frac{Q \cdot H \cdot \gamma \cdot \eta}{75} \\ &= \frac{0,160 \cdot 3,52887 \cdot 1000 \cdot 0,85}{75} \\ &= 6,399018 \text{ hp} \\ &= 6,399018 \cdot 746 \text{ Watt} \\ &= 4773,667 \text{ Watt} \end{aligned}$$



Gambar bak penenang dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5.5 Detail Bak Penenang PLTMH Sadang, Kudus

c. Pipa Pesat

Pipa pesat berfungsi mengalirkan air dari bak penenang untuk memutar roda turbin.

Pipa ini terbuat dari 27 buah drum minyak yang disambung dengan las. Diameter drum 50 cm dan panjang perbuah drum 100 cm. Pada ujung pipa pesat dibuat menyempit sebagai curat dan dilas dengan stop keran yang berfungsi sebagai keran pengatur.

Drum minyak sebelum difungsikan sebagai pipa pesat mampu menahan tekanan minyak sebesar 78000 gr/cm^2 , sedangkan setelah difungsikan sebagai pipa pesat, tekanan dalam pipa dapat dihitung sebagai berikut : (Maher dan Smith, 2001)

$$\begin{aligned} P (\text{bar}) &= h (\text{m}) \cdot 0,0981 \\ &= 3 \cdot 0,0981 \\ &= 0,2943 \text{ bar} = 324,31 \text{ gr/cm}^2 \end{aligned}$$

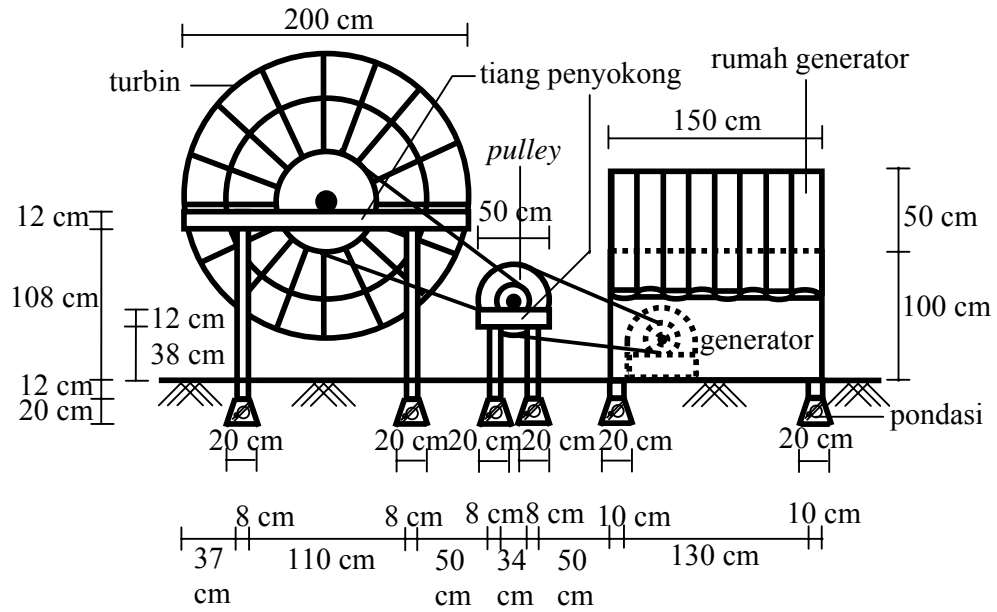
karena tekanan dalam pipa pesat $<$ tekanan minyak ($324,31 \text{ gr/cm}^2 < 78000 \text{ gr/cm}^2$), maka drum minyak kuat untuk difungsikan sebagai pipa pesat.

d. Turbin Kayu, Pulley, dan Generator

Turbin yang digunakan adalah turbin kayu dengan diameter 2 m, yang dibuat dari kayu meranti, dan dilengkapi oleh rangkaian roda metal beralur (*pulley*) yang berfungsi untuk mendapatkan kecepatan putaran untuk memutar generator.

Gambar detailnya dapat dilihat pada lampiran.

Berikut ini adalah gambar turbin, *pulley*, dan generator :

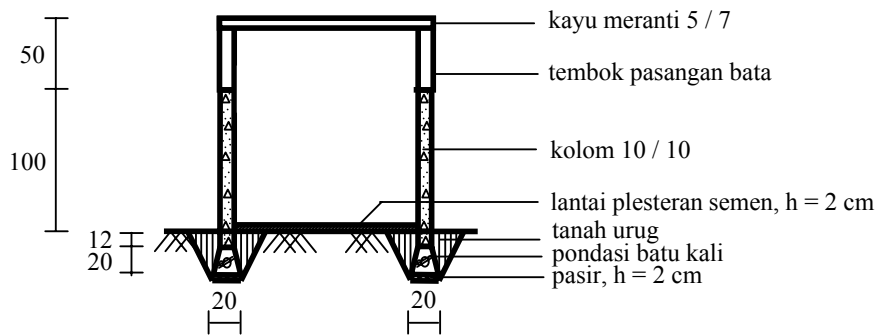
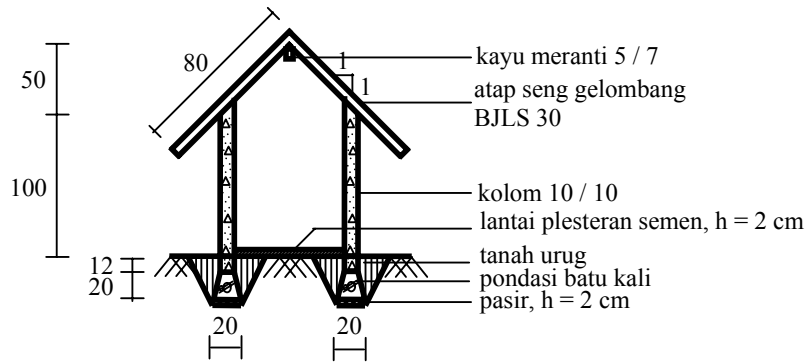
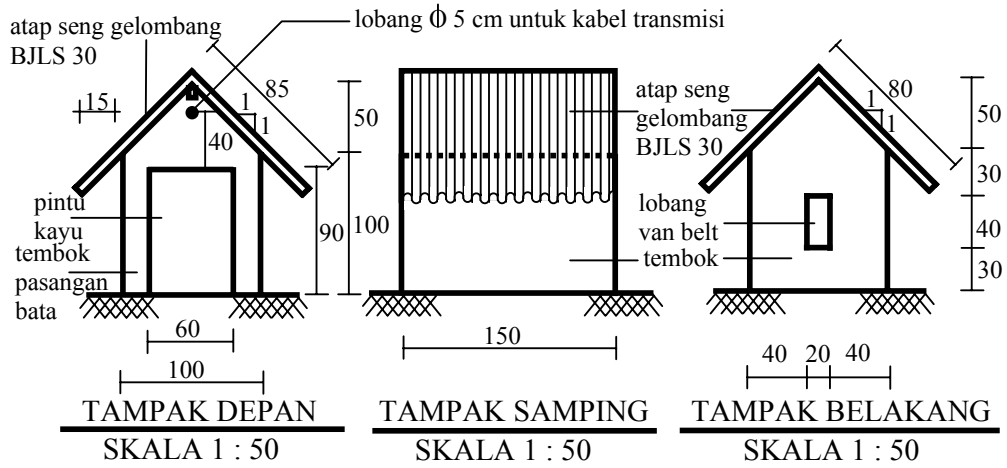


Gambar 5.6 Turbin, *Pulley*, dan Generator PLTMH Sadang, Kudus

e. Rumah Generator

Rumah generator berfungsi untuk melindungi generator terhadap kerusakan akibat gangguan – gangguan dari luar, baik terhadap cuaca maupun pencurian.

Berikut ini adalah gambar rumah generatornya :



Gambar 5.7 Rumah Generator PLTMH Sadang, Kudus

f. Kabel Transmisi

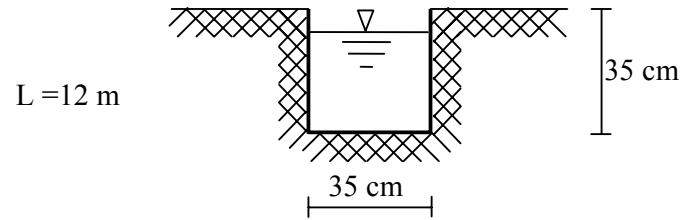
Kabel transmisi menggunakan kabel dengan inti kawat tembaga dan bukan serabut yang dilindungi isolator yang tebal, liat dan kuat dengan alasan kekuatan menanggung daya listrik sekitar 4000 Watt, keawetan dan keselamatan.

g. Saluran Pembuang

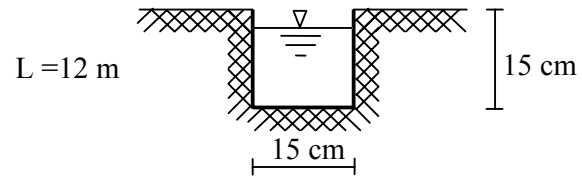
Saluran pembuang berfungsi mengalirkan limbah air dari limbah bak penenang maupun dari limbah turbin menuju ke saluran irigasi kembali.

Berdasarkan tabel 5.2, volume air yang terbuang dari bak penenang = $1,28856 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ s} = 1,28856 \text{ m}^3$. Bila panjang saluran pembuang 12 m, maka lebar dan kedalamannya adalah $(1,28856 : 12)^{1/2} = 0,32768 = 0,35 \text{ m}$. Jadi dimensi saluran pembuang dari bak penenang adalah $0,35 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 12 \text{ m}$. Sedangkan volume air yang terbuang dari limbah turbin = $0,160391 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ s} = 0,160391 \text{ m}^3$. Bila panjang saluran pembuang dari turbin 12 m, maka lebar dan kedalamannya adalah $(0,160391 : 12)^{1/2} = 0,11561 = 0,15 \text{ m}$. Jadi dimensi saluran pembuang dari turbin adalah $0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 12 \text{ m}$.

Berikut ini adalah gambar saluran pembuangnya :



Gambar 5.8 Saluran Pembuang dari Bak Penenang PLTMH Sadang, Kudus



Gambar 5.9 Saluran Pembuang dari Turbin PLTMH Sadang, Kudus