

BAB VIII

PERHITUNGAN DIMENSI JARINGAN PIPA

DAN

BANGUNAN PELENGKAP

8.1. Kelurahan Sidomulyo

Debit Air Buangan Domestik

Kuantitas tiap blok pelayanan adalah:

Q air buangan domestik = Jumlah penduduk x 70 % kebutuhan air bersih

Dimana kebutuhan air bersih adalah sebesar 150 L/orang/hari.

Untuk memudahkan perhitungan, maka diasumsikan 1 (satu) rumah berisi 5 jiwa.

Sehingga untuk mencari jumlah penduduk pada blok pelayanan, yaitu:

1. Menghitung kepadatan penduduk :

$$\frac{\sum \text{Penduduk 2014}}{\text{Luas Daerah}} = \frac{13348 \text{ jiwa}}{64.30225 \text{ Km}^2} = 207 \text{ jiwa/ km}^2$$

2. Σ Penduduk pada blok = Luas Blok x Kepadatan Penduduk
3. Σ Rumah pada blok = Σ penduduk pada blok / 5
4. Q air buangan domestic = Σ Penduduk pada blok x 150 L/org/hari
X 70 %

Contoh perhitungan

Kelurahan Sidomulyo

Pada blok 1 A:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui luas blok} &= 2.07125 \text{ km}^2 \\ \text{Kepadatan Penduduk} &= 207 \text{ jiwa/ km}^2 \\ \Sigma \text{ penduduk pada blok} &= 2.07125 \text{ km}^2 \times 207 \text{ jiwa/ km}^2 \\ &= 429 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Rumah pada blok} &= 429 \text{ jiwa} / 5 \\ &= 86 \text{ rumah} \\ Q \text{ air buangan domestik} &= 429 \text{ jiwa} \times 150 \text{ L/org/hari} \times 70 \% \\ &= 45.045 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

8.2. Kelurahan Anggut Bawah

Debit Air Buangan Domestik

Kuantitas tiap blok pelayanan adalah:

$$Q \text{ air buangan domestik} = \text{Jumlah penduduk} \times 70 \% \text{ kebutuhan air bersih}$$

Dimana kebutuhan air bersih adalah sebesar 150 L/orang/hari.

Untuk memudahkan perhitungan, maka diasumsikan 1 (satu) rumah berisi 5 jiwa.

Sehingga untuk mencari jumlah penduduk pada blok pelayanan, yaitu:

1. Menghitung kepadatan penduduk :

$$\frac{\sum \text{Penduduk 2014}}{\text{Luas Daerah}} = \frac{247263 \text{ jiwa}}{3,1582 \text{ Km}^2} = 78292 \text{ jiwa/ km}^2$$

2. Σ Penduduk pada blok = Luas Blok x Kepadatan Penduduk
3. Σ Rumah pada blok = Σ penduduk pada blok / 5
4. Q air buangan domestik = Σ Penduduk pada blok x 150 L/org/hari
X 70 %

Contoh perhitungan

Kelurahan Anggut Bawah

Pada blok 1 :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui luas blok} &= 0,361 \text{ km}^2 \\ \text{Kepadatan Penduduk} &= 78292 \text{ jiwa/ km}^2 \\ \Sigma \text{ penduduk pada blok} &= 0,361 \text{ km}^2 \times 78292 \text{ jiwa/ km}^2 \\ &= 282632 \text{ jiwa} \\ \Sigma \text{ Rumah pada blok} &= 282632 \text{ jiwa} / 5 \\ &= 5652 \text{ rumah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ air buangan domestik} &= 282632 \text{ jiwa} \times 150 \text{ L/org/hari} \times 70 \% \\ &= 29676.36 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.1 dan 8.2:



buangan 70% l/hr	Q Domestik (m ³ /hari)	Q Domestik (m ³ /dtk)
5045	45.045	0.000521354
8145	68.145	0.000788715
6410	46.41	0.000537153
4230	34.23	0.000396181
5680	85.68	0.000991667
4290	94.29	0.001091319
1395	31.395	0.000363368
2735	42.735	0.000494618
2735	42.735	0.000494618
03740	103.74	0.001200694
36250	236.25	0.002734375
69050	169.05	0.001956597
9640	59.64	0.000690278
78395	178.395	0.002064757
2180	12.18	0.000140972
2710	52.71	0.000610069
94395	94.395	0.001092535
997025	1397.025	0.016169271

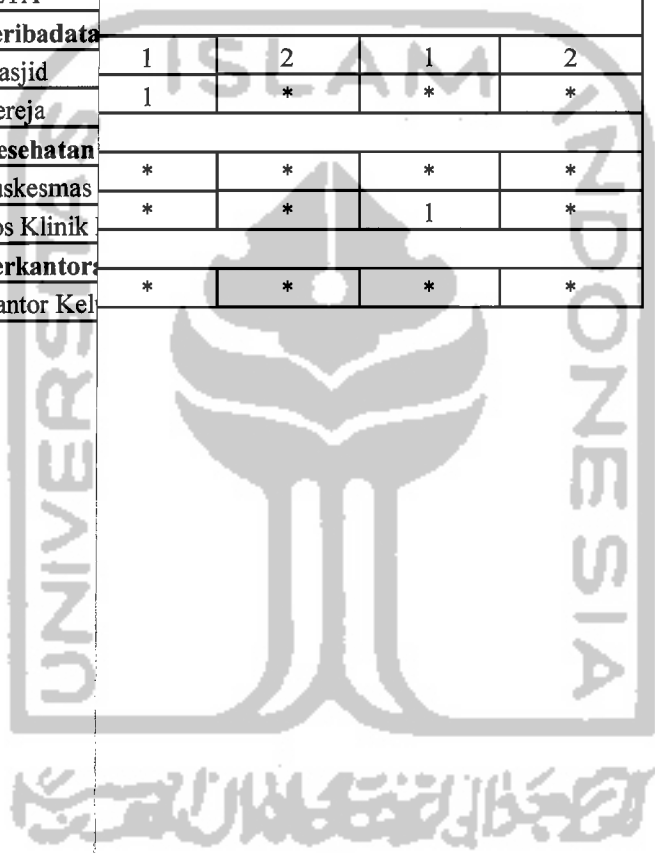
buangan (%) - 70% (l/hr)	Q Domestik (m ³ /hari)	Q Domestik (m ³ /dtk)
676360	29676.36	0.343476389
342865	2342.865	0.027116493
983885	7983.885	0.092406076
2667935	12667.935	0.146619618
2671045	52671.045	0.609618576

A. Air Buangan Non Domestik

Kuantitas air buangan non domestik berasal dari fasilitas umum yang ada di daerah tersebut. Perhitungan air buangan non domestik dapat di ketahui dari 70% penggunaan air bersih. Data fasilitas yang ada pada tiap blok pelayanan dapat dilihat pada tabel 8.3 dan 8.4



Jenis Fasilitas	4	5	6	7
Pendidikan				
TK	1	*	*	*
SD	*	1	*	1
SLTP	*	*	*	*
SLTA	1	*	*	*
Peribadatan				
Masjid	1	2	1	2
Gereja	1	*	*	*
Kesehatan				
Puskesmas	*	*	*	*
Pos Klinik	*	*	1	*
Perkantoran				
Kantor Kelurahan	*	*	*	*



Contoh perhitungan

Pada Kelurahan Sidomulyo blok 1

Kuantitas air buangan non domestik:

Jumlah masjid = 2 unit

Standar kebutuhan air bersih untuk Masjid = 30 l/orang/hari

Q non domestik = Σ fasilitas x konsumsi air bersih x 70 %

= 2 unit x 30 l/orang/hari x 70 %

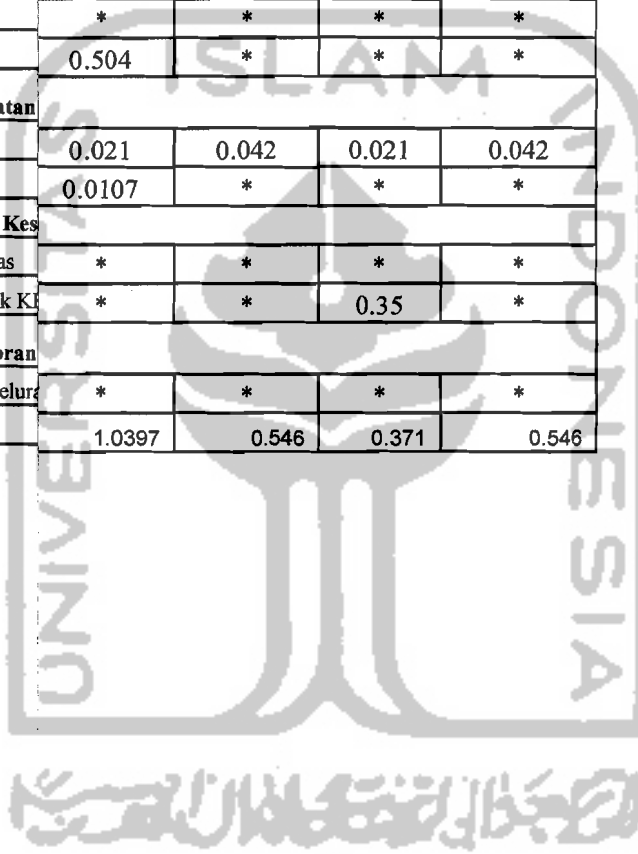
= 42 l/orang/hari

= 0,042 m³/orang/hari

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.5 dan 8.6



Jenis Fasilitas	4	5	6	7
Pendidikan				
TK	0.504	*	*	*
SD	*	0.504	*	0.504
SLTP	*	*	*	*
SLTA	0.504	*	*	*
Fasilitas Peribadatan				
Masjid	0.021	0.042	0.021	0.042
Gereja	0.0107	*	*	*
Fasilitas Kesehatan				
Puskesmas	*	*	*	*
Pos Klinik KIA	*	*	0.35	*
Fasilitas Perkantoran				
Kantor Kelurahan	*	*	*	*
jumlah	1.0397	0.546	0.371	0.546



B. Perhitungan Debit**Contoh perhitungan:**

Area pelayanan = Blok 1A

Luas area pelayanan = 2.07125 km²

Jumlah penduduk = 429 jiwa

Q domestik = 45.045 m³/hari

Q non domestik = 1.729 m³/hari

Q infiltrasi = 10 % dari Q domestik
 = 10 % x 45.045 m³/hari
 = 4.5045 m³/hari

Berdasarkan perumusan Babbitt, maka:

< 20.000 jiwa → Faktor *peaknya* = 3

20.000 – 250.000 jiwa → Faktor *peaknya* = 5/p^{0,167}

> 250.000 jiwa → Faktor *peaknya* = 2

Qtotal rata-rata = Q domestik + Q non domestik + Q infiltrasi
 = 45.045 m³/hari + 1.729 m³/hari + 4.5045 m³/hari
 = 51.2785 m³/hari

Q total *peak* = Q total rata-rata x Faktor *Peak*
 = 51.2785 m³/hari x 3
 = 153.8355 m³/hari

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.7 dan 8.8

Q kumulatif (m ³ /hari)	Q kumulatif (m ³ /dt)
153.8355	0.001780503
384.4581	0.004449747
539.4381	0.006243497
654.0351	0.007569851
941.3781	0.01089558
1255.6542	0.014533035
1359.3207	0.015732878
1500.4092	0.017365847
1643.6607	0.019023851
1643.6607	0.019023851
343.917	0.003980521
1126.692	0.013040417
1688.694	0.019545069
1889.181	0.021865521
2481.0036	0.028715319
2522.8356	0.029199486
2697.8916	0.031225597
3011.0331	0.03484992
3011.0331	0.03484992

Q kumulatif (m ³ /hari)	Q kumulatif (m ³ /dt)
20064.31298	0.232225845
22484.88756	0.260241754
29206.33952	0.338036337
39079.4935	0.452308953
39079.4935	0.452308953

C. Perhitungan Dimensi Pipa

Contoh Perhitungan:

Untuk Kelurahan Sidomulyo Pipa A no1.(A-B)

- Melayani Blok 2
- Q total *peak* = 0.00179375 m³/detik
- Diasumsikan d/D = 0,6 sehingga diperoleh Qp/Qf = 0,66
- Nilai n = 0,01
- Panjang saluran = 535 m
- Elevasi tanah saluran awal = 87.52 m
- Elevasi tanah saluran akhir = 86.52 m
- *Slope* tanah berdasarkan persamaan:

$$\begin{aligned}
 St &= (\text{level hulu} - \text{level hilir})/\text{panjang saluran} \\
 &= (87.52 - 86.52) / 535 \\
 &= 0.001721519 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Slope pipa yang digunakan = 0,01 m

$$Q_{full} = \frac{Q_{peak}}{(Q_{peak} / Q_{full})} = \frac{0.00179375 \text{ m}^3 / \text{detik}}{0,66} = 0,0027178 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$\begin{aligned}
 D &= \left(\frac{Q_{xn}}{0,3117 \times Slope^{0,5}} \right)^{1/2,667} \\
 &= \left(\frac{00027178 \times 0,01}{0,3117 \times (0,01)^{0,5}} \right)^{1/2,667} = 0,0712564 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol perhitungan:

Untuk ukuran diameter yang digunakan adalah ukuran diameter yang disesuaikan dengan ukuran pipa di pasaran = 0,11 m.

$$Q_{full} = 0,3117 \times D^{2,667} \times S^{0,5} \times \frac{1}{n}$$

$$= 0,3117 \times 0,11^{2,667} \times 0,01^{0,5} \times 1 / 0,01 = 0,008652291 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$Q_{peak} / Q_{full} = \frac{0,00179375 \text{ m}^3 / \text{dtk}}{0,008652291 \text{ m}^3 / \text{dtk}} = 0,207315045$$

$$V_{full} = \frac{Q_{full}}{0,25 \times 3,14 \times D^2}$$

$$= \frac{0,008652291 \text{ m}^3 / \text{dtk}}{0,25 \times 3,14 \times 0,11^2} = 0,910911252 \text{ m} / \text{detik}$$

V peak/V full diperoleh dari grafik hidraulik elemen = 0,66

d/D diperoleh dari grafik hidraulik elemen = 0,35

$$V_{peak} = \left(\frac{V_{peak}}{V_{full}} \right) \times V_{full}$$

$$= 0,6 \times 0,910911252 \text{ m}^3 / \text{dtk} = 0,6012014 \text{ m} / \text{detik}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.9 dan 8.10

No	Jalur		Q Full Kontrol (m ³ /detik)	Qp/Qf Kontrol	Vp/Vf Kontrol	d/D Kontrol	V Full Kontrol (m/detik)	V Peak Kontrol (m/detik)
	Dari	Ke						
A								
1	A		0.008652291	0.207315045	0.66	0.35	0.910911252	0.6012014
2	C		0.012833421	0.138739585	0.6	0.3	1.351099729	0.8106598
3	D		0.012833421	0.138739585	0.6	0.3	1.351099729	0.8106598
4	E		0.008208284	0.54210439	0.87	0.54	0.86416629	0.7518247
5	F		0.008388707	0.688556742	0.92	0.68	0.883161225	0.8125083
6	H		0.007738844	0.470025614	0.87	0.54	0.814743792	0.7088271
7	J		0.012236187	0.098057	0.55	0.25	1.288223046	0.7085227
8	K		0.012236187	0.369851577	0.87	0.54	1.288223046	1.1207541
9	L		0.008652291	0.711781655	0.95	0.7	0.910911252	0.8653657
10	N		0.012236187	0.135500015	0.6	0.3	1.288223046	0.7729338
11	B		0.024650239	0.307090354	0.87	0.43	1.226624166	1.067163
12	G		0.017086905	0.655900279	0.88	0.65	1.798905585	1.5830369
13	I		0.041538002	0.418071317	0.8	0.5	1.322866307	1.058293
14	M		0.040430122	0.47053656	0.88	0.65	1.287583514	1.1330735
B								
1	A		0.008738385	0.455521334	0.85	0.57	0.919975268	0.781979
2	C		0.012236187	0.325307301	0.87	0.54	1.288223046	1.1207541
3	D		0.01390461	0.65157496	0.88	0.65	0.691909345	0.6088802
4	F		0.01390461	0.467805475	0.87	0.64	0.691909345	0.6019611
5	I		0.033285012	0.461495043	0.84	0.55	1.06003223	0.8904271
6	J		0.016619188	0.412162053	0.8	0.5	0.826989844	0.6615919
7	L		0.009558787	0.05066218	0.48	0.2	1.008134363	0.4829445
8	M		0.007738844	0.261810567	0.86	0.41	0.814743792	0.7006797
9	O		0.011114068	0.326102268	0.87	0.54	1.170086689	1.0179754
10	B		0.020218115	0.644986779	0.92	0.65	1.006076567	0.9255904
11	E		0.034883592	0.440346508	0.84	0.56	1.11094243	0.9331916
12	H		0.052195063	0.418919326	0.8	0.5	1.662263169	1.3298105
13	G		0.038826018	0.752059777	0.96	0.73	1.236497375	1.1870375
14	K		0.051317773	0.679100399	0.91	0.67	1.634323983	1.4872348

No	Jalur		Q Full Kontrol (m ³ /detik)	Qp/Qf Kontrol	Vp/Vf Kontrol	d/D Kontrol	V Full Kontrol (m/detik)	V Peak Kontrol (m/detik)
	Dari	Ke						
1	B		0.0386195	0.7254342	0.95	0.7	1.9217507	1.8256632
2	A		0.3391413	0.6847467	0.91	0.67	2.7001692	2.457154
3	A		0.0852342	0.3286934	0.87	0.54	2.7144644	2.361584
4	C		0.3314946	0.7005419	0.95	0.7	2.639288	2.5073236
5	E		0.2567746	0.4120754	0.8	0.5	2.0443837	1.635507
6	D		0.7138569	0.6336129	0.9	0.65	2.526033	2.2734297



E. Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap yang digunakan pada perencanaan sistem air buangan domestik kota Bengkulu adalah *manhole* yang sekaligus berfungsi sebagai terminal *clean out* dan bangunan pelengkap lainnya yang di gunakan adalah penggelontor dan pompa.

F.1. *Manhole*

Manhole yang dibutuhkan pada Kelurahan Sidomulyo dan Kelurahan Anggut Bawah dapat dilihat pada tabel 8.13 dan 8.14



Tabel 8.13

Jumlah Manhole Pada Kelurahan Sidomulyo

No pipa	Jalur Pipa		Tipe Manhole	Panjang Saluran (m)	Kedalaman Pipa Akhir (m)	Diameter Pipa (m)	Diameter Manhole (mm)	Jumlah Manhole
	Dari	Ke						
A								
1	A	B	Lurus	395	1.85	0.11	1200	3
2	C	D	Lurus	60	1.2	0.11	1200	1
3	D	E	Lurus	50	1.5	0.11	1200	1
4	E	F	Lurus	360	1.8	0.11	1200	4
5	F	G	Lurus	460	1.84	0.11	1200	4
6	H	I	Lurus	410	2.788	0.11	1200	3
7	J	K	Lurus	160	1.344	0.11	1200	1
8	K	L	Lurus	240	1.92	0.11	1200	2
9	L	M	Lurus	510	2.04	0.11	1200	4
10	N	O	Lurus	185	1.2065	0.11	1200	2
11	B	G	Lurus	250	2.775	0.16	1200	2
12	G	I	Lurus	425	2.788	0.16	1200	3
13	I	M	Lurus	300	2.82	0.2	1200	2
14	M	O	Lurus	375	3.225	0.2	1200	3
B								
1	A	B	Lurus	475	1.425	0.11	1200	4
2	C	B	Lurus	235	1.1045	0.11	1200	2
3	D	E	Lurus	1125	3.375	0.16	1200	9
4	F	G	Lurus	1150	3.45	0.11	1200	9
5	I	H	Lurus	560	3.024	0.2	1200	5
6	J	K	Lurus	575	2.875	0.11	1200	5
7	L	K	Lurus	165	1.2045	0.11	1200	1
8	M	N	Lurus	425	1.275	0.11	1200	3
9	O	N	Lurus	210	1.407	0.11	1000	2
10	B	E	Lurus	340	3.375	0.16	1200	3
11	E	H	Lurus	300	3.39	0.16	1200	2
12	H	G	Lurus	100	3.45	0.16	1000	1
13	G	K	Lurus	425	3.825	0.2	1200	3
14	K	N	Lurus	315	4.725	0.2	1200	3

Tabel 8.14

Jumlah *Manhole* Pada Kelurahan Anggut Bawah

No pipa	Jalur	Pipa	Tipe <i>Manhole</i>	Panjang Saluran (m)	Kedalaman Pipa Akhir (m)	Diameter Pipa (m)	Diameter <i>Manhole</i> (mm)	Jumlah <i>Manhole</i>
	Dari	Ke						
1	B	A	Lurus	110	2.86	0.16	1200	1
2	A	C	Lurus	237.5	3.8	0.4	1200	2
3	A	D	Lurus	165	3.63	0.2	1200	2
4	C	F	Lurus	267.5	4.0125	0.4	1200	3
5	E	D	Lurus	172.5	3.63	0.4	1200	2
6	D	F	Lurus	425	4.0125	0.6	1200	4

F.2. Penggelontor

Bangunan penggelontor yang dibutuhkan pada Kelurahan Sidomulyo dan Kelurahan Anggut Bawah dapat dilihat pada tabel 8.15 dan 8.16

Tabel 8.15

Bangunan Penggelontor Pada Kelurahan Sidomulyo

No.pipa	Jalur		Sumber Air
	Dari	Pipa Ke	
A			
1	B	G	PDAM
2	G	I	PDAM
3	I	M	PDAM
4	M	O	PDAM
B			
1	B	E	PDAM
2	E	H	PDAM
3	H	G	PDAM
4	G	K	PDAM
5	K	N	PDAM

Tabel 8.16

Bangunan Penggelontor Pada Kelurahan Anggut Bawah

No.pipa	Jalur		Sumber Air
	Dari	Ke	
1	E	D	PDAM
2	D	F	PDAM

F.3. Pompa

Pompa yang akan digunakan jenis pompa tipe *centrifugal*. Hal yang perlu diketahui untuk menentukan besarnya power pompa yang di butuhkan adalah debit dan total head yang terjadi. Contoh perhitungan pompa sebagai berikut :

Kelurahan Sidomulyo A

Jalur Pipa F-G

$$1. \text{ Head statik} = 5.7 \text{ m} - 1.2 \text{ m} = 3.97 \text{ m}$$

$$2. \text{ Hf} = S \times L \\ = 0.094 \text{ m} \times 395 \text{ m} = 4.324 \text{ m}$$

$$3. \text{ v}h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(0.8125083)^2}{2 \times 9.81} = 0.0336478 \text{ m}$$

$$4. \text{ Hm} = k \frac{v^2}{2g}, \text{ nilai k untuk gate valve} = 0.46$$

$$\text{nilai k untuk reducer} = 0.25$$

$$\text{nilai k untuk increaser} = 0.25$$

$$\text{nilai k untuk elbow} = 0.3$$

$$\text{Hm} = k_{\text{gatevalve}} \frac{v^2}{2g} + k_{\text{reducer}} \frac{v^2}{2g} + k_{\text{increaser}} \frac{v^2}{2g} + k_{\text{elbow}} \frac{v^2}{2g}$$

$$= \left[2 \times 0.46x \frac{0.812^2}{2 \times 9.81} \right] + \left[0.25x \frac{0.812^2}{2 \times 9.81} \right] + \left[0.25x \frac{0.812^2}{2 \times 9.81} \right] + \left[2 \times 0.3x \frac{0.812^2}{2 \times 9.81} \right]$$

$$= 0.067968546 \text{ m}$$

5. Head Total = Head statik + H_f + v_h + H_m

$$= 3.97 \text{ m} + 4.324 \text{ m} + 0.0336478 \text{ m} + 0.067968546 \text{ m}$$

$$= 8.3956163 \text{ m}$$

Dengan kapasitas sebesar 0.005776101 m³/dtk dan total head 8.3956163 m maka melalui kurva karakteristik pompa yang dapat dilihat pada lampiran didapatkan efisiensi sebesar 70 % dan power 22 Kw.

6. Wet well

Jarak antara dasar dengan tembok = 0.3 m = 30 cm

Volume

Rentang waktu operasi pompa adalah sebagai berikut :

Kapasitas pompa

Antara 15 kw – 75 Kw = 15 menit

> 75 kw dan 200 Kw = 20 menit

> 200 kw = 20 – 30 menit

< 15 kw = 15 menit

Contoh perhitungan

Kapasitas pompa 22 Kw, karena 22 Kw < 75 Kw maka rentang operasinya (θ) adalah 15 menit = 900 detik.

Kapasitas air buangan (q) = 0.00179 m³/dtk

Dengan menggunakan rumus

$$V = \frac{\theta q}{4}$$

$$V = \frac{900 d t k \times 0.00178 m^3 / d t k}{4}$$

$$= 1.299623 m^3 = 1.5 m^3$$

Untuk mempermudah teknis perencanaan maka digunakan volume wet well 1.5 m³ dengan ukuran p = 1.2 m, l = 0.8 m, t = 1.6 m

Perlengkapan wet well

- a. Bar rack dengan jarak 75 mm
- b. Screen
- c. commimutor

7. Dry well

Slope minimum sumps 10 mm/m

Jarak antar pompa dengan wet well 1 – 1.3 m

Diameter *Drain connection* tidak < 75 mm, termasuk diameter Vent dan diameter *drain valve*

8. Pipa hisap dan pipa tekan

a. Pipa hisap

Kecepatan air buangan pada pipa hisap 1.5 m/s

sudut *fange* dan sudut *flar elbow* adalah 90⁰

b. pipa tekan

kecepatan air buangan pada pipa tekan adalah 2 m/s

type check valve adalah *swing check valve*

Untuk perhitungan pompa yang lainnya dapat di lihat pada tabel 17.

Power Pompa (Kw)	Volume Wet Well (m ³ /s)	Ukuran Wet Well		
		P (m)	L (m)	T (m)
22	1.5	1.2	0.8	1.6
22	1.5	1.2	0.8	1.6
22	4	1.7	1	2.3
22	7	2	1.4	2.6

