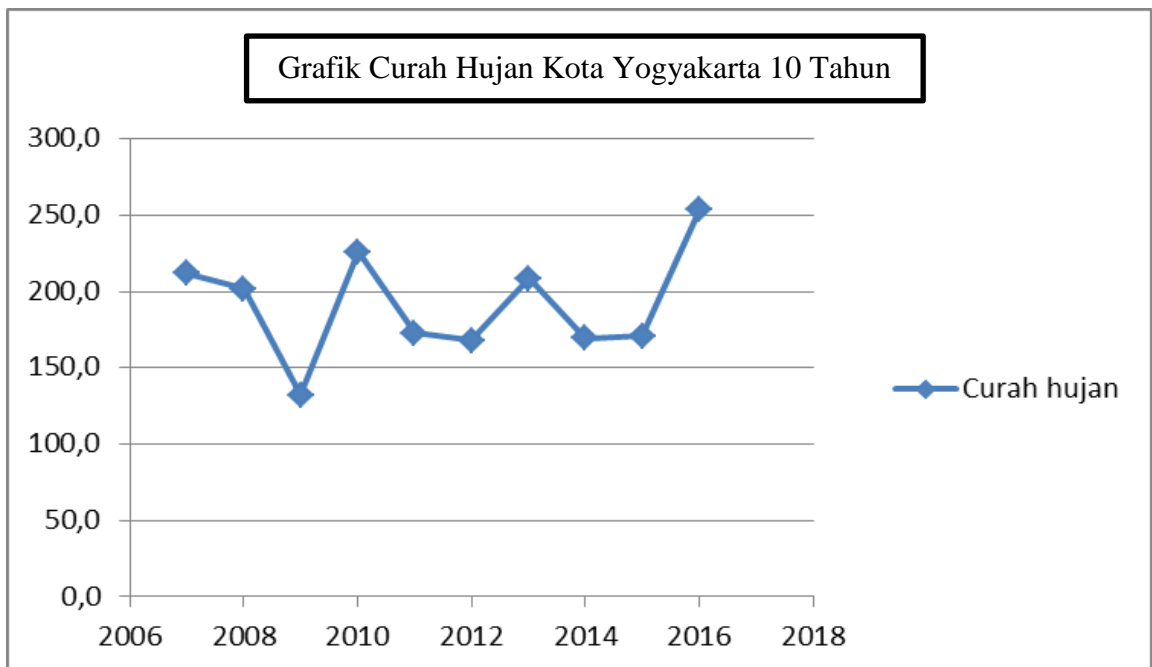


BAB V
PERENCANAAN RAINWATER HAVESTING (RWH)

5.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan dibutuhkan dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan agar dapat mengetahui besaran debit curah hujan yang dapat ditampung. Data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan adalah data dari stasiun terdekat dari lokasi yang menjadi studi penelitian, dalam hal ini adalah data curah hujan dari stasiun BMKG kota Yogyakarta.



Tahun	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Curah hujan/bulan	212,1	201,8	132,0	225,8	172,9	167,8	208,5	169,5	170,6	253,9

. *Gambar 5.1 Grafik Curah Hujan Tahunan (2007 – 2016)*

Sumber : BMKG Yogyakarta

5.1.1 Analisa Hidrologi

a.) Analisa Hujan Rencana

Analisa hidrologi dalam perencanaan pemanenan air hujan atau *rainwater harvesting (RWH)* diperlukan sebagai analisa dalam menentukan besarnya debit rencana pada suatu perencanaan bangunan air lebih tepatnya sistem pemanenan air hujan. Pada perencanaan ini, analisa frekuensi memerlukan data curah hujan yaitu curah hujan maksimum. Dalam menghitung curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Gumbel.

Tabel 5.1 Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Rerata Hujan Tahunan (mm)	(R-r)	(R-r) ²
	2007	212,1	20,6	423
2	2008	201,8	10,3	106
3	2009	132,0	-59,5	3540
4	2010	225,8	34,3	1179
5	2011	172,9	-18,6	345
6	2012	167,8	-23,7	561
7	2013	208,5	17,0	290
8	2014	169,5	-22,0	483
9	2015	170,6	-20,9	437
10	2016	253,9	62,5	3900
Jumlah		1914,8		11264
Rata-rata		191,5		1126

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

- Menghitung Rata – rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{1914,8}{10} = 191,5$$

- Menghitung Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{11264,1}{10-1}} = 35,37$$

Tabel 5.2 Data Periode Ulang Hujan (PUH)

PUH	Yt	Yn	Sn	K	R	SD	XT
2	0,3665	0,5236	1,0628	-0,148	191,5	35,4	186,3
5	1,4999	0,5236	1,0628	0,919	191,5	35,4	224,0
10	2,2502	0,5236	1,0628	1,625	191,5	35,4	249,0
25	3,1985	0,5236	1,0628	2,517	191,5	35,4	280,5
50	3,9019	0,5236	1,0628	3,179	191,5	35,4	303,9
Jumlah							1243,7
Rata-rata							248,7

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

- Menentukan Yn dan Sn (dilihat dari Tabel)

$$Y_n = 0.5202$$

$$S_n = 1.0493$$

- Menentukan Yt

$$Y_t = - \left[\text{Ln} \times \text{Ln} \frac{T}{T-1} \right]$$

$$Y_t = - \left[\text{Ln} \times \text{Ln} \frac{2}{2-1} \right]$$

$$Y_t = 0,3665$$

- Menghitung Xt

$$X_T = \bar{X} + \frac{SD}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$X_T = 191,5 + \frac{35,37}{1,0493} (0,3665 - 0,5202)$$

$$X_T = 186,31$$

b.) **Intensitas Hujan rencana**

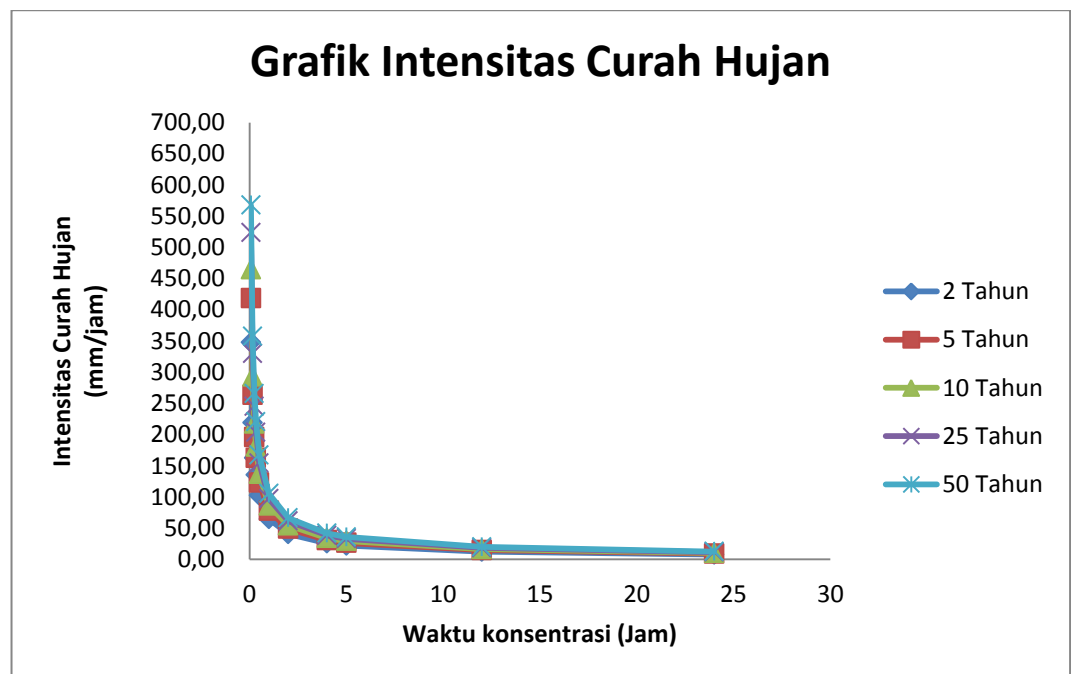
Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai rasio jumlah total hujan (kedalaman hujan) dan dinyatakan dalam satuan kedalaman per satuan waktu, biasanya sebagai mm per jam (mm /jam). Besarnya intensitas hujan yang disebabkan akibat durasi lama terjadinya curah

Hujan. Untuk mendapatkan intensitas hujan pada durasi tertentu dapat menggunakan metode Mononobe.

Tabel 5.3 Intensitas Curah hujan Dengan Menggunakan Metode Mononobe

Durasi (Jam)	Curah Hujan Harian Maksimum 24 Jam (R24) (mm/24 jam)				
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun
	186,25	223,98	248,96	280,52	303,94
Intensitas Hujan Rencana dengan rumus Mononobe (mm/jam)					
0,08	347,78	418,23	464,87	523,81	567,53
0,16	219,09	263,47	292,85	329,98	357,52
0,25	162,71	195,67	217,48	245,06	265,51
0,33	135,22	162,60	180,74	203,65	220,65
0,5	102,50	123,26	137,01	154,38	167,26
1	64,57	77,65	86,31	97,25	105,37
2	40,68	48,92	54,37	61,26	66,38
4	25,62	30,82	34,25	38,59	41,82
5	22,08	26,56	29,52	33,26	36,04
12	12,32	14,81	16,47	18,55	20,10
24	7,76	9,33	10,37	11,69	12,66

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 5.2 Intensitas Curah hujan Metode Mononobe

Sumber: Data Primer, 2018

- Menghitung I

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{223,98}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{2/3}$$

$$I = 48,92 \text{ mm/jam}$$

Dari Tabel 5.3 dan Gambar 5.1 diatas nilai intensitas hujan untuk berbagai durasi hujan menggunakan metode Mononobe. Semakin lama durasi hujan maka nilai intensitas hujan akan semakin kecil, ini mengindikasikan bahwa semakin pendek jangka waktu curah hujan makin besar intensitasnya karena hujan tidak selalu kontinu. Pada perencanaan ini menggunakan metode Mononobe PUH 5, dengan asumsi durasi hujan 2 jam didapatkan intensitas hujan sebesar 48,92 mm/jam.

Perbandingan data yang didapatkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Maharjono (2017) di Rusunawa Semanggi, Surakarta hasil rerata sebesar 160,14 mm/jam pada curah hujan bulanan dengan asumsi 10 bulan hujan terjadi, sehingga apabila dikonversi menjadi curah hujan perhari dengan asumsi terjadi 8 hari hujan dalam 1 bulan didapatkan curah hujan sebesar 20,04 mm/jam. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Daulay (2016) di Sampali Medan dengan hasil sebesar 56,508 mm/jam dengan menggunakan PUH 5 tahun dengan durasi selama 5 menit. Perbedaan perbandingan data disebabkan karena beberapa faktor seperti, arah mata angin, lama durasi hujan, perbedaan suhu, ketinggian lokasi, dan luas lokasi.

5.2 Debit Air Hujan

Debit air hujan (Q) dalam penelitian ini didapatkan berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data koefisien pengaliran (c), intensitas curah hujan (I), dan luas area tangkapan (A). Dalam penelitian ini, debit air hujan digunakan untuk mengetahui berapa besar potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan dan pada gedung di UPT Balai Yasa Yogyakarta sebagai perencanaan pemanfaatan air hujan.

5.2.1 Volume Air Hujan Di Kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta

UPT Balai Yasa Yogyakarta memiliki area tangkapan yang cukup berpotensi dalam menghasilkan volume air hujan. *Volume* air hujan yang dapat ditampung pada gedung-gedung UPT Balai Yasa Yogyakarta

- Menghitung Debit (Q)

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,00278 \times 0,95 \times 48,92 \text{ mm/jam} \times 0,646 \text{ Ha}$$

$$Q = 0,083 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Rata-rata hujan di Daerah Kota Yogyakarta minimal berlangsung selama 10 menit atau 600 detik dalam sehari (Daulay, 2016). Maka limpasan hujan yang mampu ditampung adalah:

- Menghitung Volume (V)

$$V = Q \times 600 \text{ detik}$$

$$V = 0,083 \text{ m}^3/\text{detik} \times 600 \text{ detik}$$

$$V = 50,04 \text{ m}^3$$

Perhitungan debit air hujan dengan menggunakan metode rasional. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat *volume* air hujan yang dapat ditampung dari gedung-gedung UPT Balai Yasa Yogyakarta yaitu sebesar 270198,11 liter atau 270,2 m³. Air hujan yang dapat ditampung akan didistribusikan ke pencucian dan kamar mandi karyawan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

Dalam Daulay (2016) dihasilkan debit dan volume yaitu sebesar 0,000383 m³/detik dan 4000 liter dengan intensitas sebesar 56,508 mm/jam, luas sebesar 0,003389 Ha dan Koefisien pengaliran sebesar 0,9. Hasil yang berbeda dipengaruhi akibat luas area, intensitas curah hujan dan koefisien pengaliran Volume air hujan yang dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini :

Tabel 5.4 Volume Air Hujan Pada gedung UPT Balai Yasa Yogyakarta

No	Nama Gedung	Kode	Luas Atap (A) m	Luas Atap (A) ha	Intensitas curah hujan (I) mm/jam	Koefisien atap (C)	Debit (Q) m/detik	Volume tampungan (V) m3	Volume (liter)
1	Bagian Rangka & Gudang Umum	RA	6460	0,6460	48,92	0,95	0,083	50,04	50037,40
2	Bagian Bubut Roda	BR	4100	0,4100	48,92	0,95	0,053	31,76	31757,49
3	Bagian Mesin Diesel	MD	4460	0,4460	48,92	0,95	0,058	34,55	34545,95
4	Bagian Auxiliary dan Tenaga Listrik	AU & TL	4460	0,4460	48,92	0,95	0,058	34,55	34545,95
5	Bagian Underfloor	UF	2220	0,2220	48,92	0,95	0,029	17,20	17195,52
6	Bagin <i>Final Test</i>	FT	1806	0,1806	48,92	0,95	0,023	13,99	13988,79
7	Bagian Pengecoran Logam	CL	1000	0,1000	48,92	0,95	0,013	7,75	7745,73
8	Bagian <i>Painting Shop</i>	PS	510	0,0510	48,92	0,95	0,007	3,95	3950,32
9	Bagian Pencucian Lokomotif Barat	TP	250	0,0250	48,92	0,95	0,003	1,94	1936,43
10	Bagian Pencucian Lokomotif Timur	TP	260	0,0260	48,92	0,95	0,003	2,01	2013,89
11	Bagian Parkir Lokomotif	PL	600	0,0600	48,92	0,95	0,008	4,65	4647,44
12	Gedung Olahraga	GO	840	0,0840	48,92	0,95	0,011	6,51	6506,41
13	Balai Pengobatan	BP	525	0,0525	48,92	0,95	0,007	4,07	4066,51
14	Masjid	M	495	0,0495	48,92	0,95	0,006	3,83	3834,14
15	Gedung Sumberdaya	GS	485	0,0485	48,92	0,95	0,006	3,76	3756,68
16	Kantor	K	812,5	0,0813	48,92	0,95	0,010	6,29	6293,40
17	Kantor Satpam	KS	130	0,0130	48,92	0,95	0,002	1,01	1006,94
18	Gudang Pabrik	GP	1530	0,1530	48,92	0,95	0,020	11,85	11850,96
19	Kamar Mandi	KM	84	0,0084	48,92	0,95	0,001	0,65	650,64
20	Gudang B3	GB	540	0,0540	48,92	0,95	0,007	4,18	4182,69
21	Koperasi	KO	1740	0,1740	48,92	0,95	0,022	13,48	13477,57
22	Parkir	P	1357	0,1357	48,92	0,95	0,018	10,51	10510,95
23	Gudang	G	75	0,0075	48,92	0,95	0,001	0,58	580,93
24	Tandon Air	TA	144	0,0144	48,92	0,95	0,002	1,12	1115,38
TOTAL			34883,5	3,4884			0,4503	270	270198,11

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

5.2.2 Volume air hujan per segmen

UPT Balai Yasa Yogyakarta memiliki luas total area tangkapan sebesar 3,488 Ha, untuk memudahkan sistem pemanenan air hujan dan menghemat biaya konstruksi maka sistem pemanenan air hujan dibagi menjadi 3 segmen. Yaitu segmen 1 yang melayani Gedung Kantor, Gedung Koperasi dan Gudang. Segmen 2 yang melayani *Final Test*, Pengecoran Logam, *Painting Shop*, Pencucian Lokomotif Barat, Bagian Rangka & Gudang Umum A, Bagian Bubut Roda A, Bagian Mesin Diesel A

Bagian *Auxiliary* dan Traksi Listrik A, serta Bagian *Underfloor* A. Segmen 3 melayani Bagian Rangka & Gudang Umum B, Bagian Bubut Roda B, Bagian Mesin Diesel B, Bagian *Auxiliary* dan Tenaga Listrik B, Bagian *Underfloor* B, Bagian Pencucian Lokomotif Timur I, dan Bagian Pencucian Lokomotif Timur II. Segmen 2 dan 3 terdapat bagian produksi dimana seluruh kegiatan utama perbaikan lokomotif terdapat pada bagian produksi, dikarenakan bagian produksi memiliki luasan yang mencapai 2,3 Ha maka bagian produksi dibagi menjadi 2 yang terdapat pada segmen 2 dan segmen 3. Berikut ini adalah pembagian segmentasi berdasarkan area pelayanan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

Tabel 5.5 Volume Air Hujan Pada gedung segmen 1 UPT Balai Yasa

No	Nama Gedung	Panjang (p) m	Lebar (l) m	kemiringan (cos (30))	Luas Atap (A) m ²	Luas Atap (A) ha	Intensitas curah hujan (I) mm/jam	Koefisien atap (C)	Debit (Q) m ³ /detik	Volume tampungan (V) m ³	Volume (liter)
1	Gedung Sumberdaya	25	19	0,86	552,33	0,0552	48,92	0,95	0,0071	4,28	4278
2	Kantor	32	25	0,86	930,23	0,0930	48,92	0,95	0,0120	7,21	7206
3	Gudang Pabrik	102	15	0,86	1779,07	0,1779	48,92	0,95	0,0230	13,78	13781
4	Kantor Operasi	174	10	0,86	2023,26	0,2023	48,92	0,95	0,0261	15,67	15673
Total									0,0682	40,9	40938,2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.6 Volume Air Hujan Pada gedung segmen 2 UPT Balai Yasa Yogyakarta

No	Nama Gedung	Panjang (p) m	Lebar (l) m	kemiringan (cos (30))	Luas Atap (A) m	Luas Atap (A) ha	Intensitas curah hujan (I) mm/jam	Koefisien atap (C)	Debit (Q) m/detik	Volume tampungan (V) m3	Volume (liter)
1	Bagin Final Test	50	36	0,86	2093,02	0,2093	48,92	0,95	0,0270	16,21	16213
2	Bagian Pengecoran Logam	40	25	0,86	1162,79	0,1163	48,92	0,95	0,0150	9,01	9007
3	Bagian Painting Shop	34	15	0,86	593,02	0,0593	48,92	0,95	0,0077	4,59	4594
4	Bagian Pencucian Lokomotif Barat	25	10	0,86	290,70	0,0291	48,92	0,95	0,0038	2,25	2252
5	Bagian Rangka & Gudang Umum A	96	20	0,86	2232,56	0,2233	48,92	0,95	0,0288	17,29	17294
6	Bagian Bubut Roda A	64	20	0,86	1488,37	0,1488	48,92	0,95	0,0192	11,53	11529
7	Bagian Mesin Diesel A	64	20	0,86	1488,37	0,1488	48,92	0,95	0,0192	11,53	11529
8	Bagian Auxiliary dan Tenaga Listrik A	64	20	0,86	1488,37	0,1488	48,92	0,95	0,0192	11,53	11529
9	Bagian Underfloor A	17	20	0,86	395,35	0,0395	48,92	0,95	0,0051	3,06	3062
Total									0,1450	87,0	87010,6

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.7 Volume Air Hujan Pada gedung segmen 3 UPT Balai Yasa Yogyakarta

No	Nama Gedung	Panjang (p) m	Lebar (l) m	kemiringan (cos (30))	Luas Atap (A) m	Luas Atap (A) ha	Intensitas curah hujan (I) mm/jam	Koefisien atap (C)	Debit (Q) m/detik	Volume tampungan (V) m3	Volume (liter)
1	Bagian Rangka & Gudang Umum B	212	20	0,86	4930,23	0,4930	48,92	0,95	0,0447	26,84	26842
2	Bagian Bubut Roda B	131	20	0,86	3046,51	0,3047	48,92	0,95	0,0393	23,60	23599
3	Bagian Mesin Diesel B	149	20	0,86	3465,12	0,3465	48,92	0,95	0,0447	26,84	26842
4	Bagian Auxiliary dan Tenaga Listrik B	149	20	0,86	3465,12	0,3465	48,92	0,95	0,0447	26,84	26842
5	Bagian Underfloor B	84	20	0,86	1953,49	0,1953	48,92	0,95	0,0252	15,13	15132
6	Bagian Pencucian Lokomotif Timur I	20	13	0,86	302,33	0,0260	48,92	0,95	0,0034	2,01	2014
7	Bagian Pencucian Lokomotif Timur II	20	13	0,86	302,33	0,0260	48,92	0,95	0,0034	2,01	2014
Total									0,2055	123,3	123284,8

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Volume air hujan yang dapat ditampung pada gedung UPT balai yasa yaitu sebesar 270,2 m3 dengan luas cathment area sebesar 3,488 Ha (Tabel 5.4)

namun volume air hujan yang dimanfaatkan sebesar 251,2 m³ dengan *catchment area* 3,373 Ha saja (Tabel 5.5 – 5.7), hal ini dikarenakan dengan jangkauan pelayanan dan profil muka tanah yang berbeda serta ketersediaan lahan untuk membangun *reservoir*, volume air hujan yang dimanfaatkan menyesuaikan dengan kebutuhan air pencucian.

5.3 Kebutuhan Air

Kegiatan utama di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta yaitu perbaikan dan pemeliharaan lokomotif kereta api, di dalam proses perbaikan dan pemeliharaan lokomotif terdapat proses pencucian komponen lokomotif kereta api. Perhitungan kebutuhan air proses pencucian dan kamar mandi karyawan kawasan UPT Balai Yasa diharapkan dapat memenuhi seluruh area pencucian lokomotif kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

5.3.1 Jenis Kebutuhan Pemakaian Air

Pemakaian air untuk area pencucian di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta memiliki 7 area pencucian dan 3 kamar mandi karyawan yang dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 5.8 Area Pencucian kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta

Unit Pencucian	Komponen
1	Lokomotif
2	<i>Bogie</i>
3	Roda
	<i>Gear Box</i>
	IC Silinder
4	Traksi Motor
	<i>Generator</i>
5	<i>Engine</i>
6	<i>Radiator</i>
7	<i>Long Hood</i>

Sumber: Data Primer, 2018

UPT Balai Yasa Yogyakarta memiliki 7 area pencucian yang terpisah dan dengan komponen yang berbeda – beda tiap area pencuciannya. Seperti area pencucian 1 yang berfungsi untuk mencuci lokomotif sebelum memasuki area perbaikan/sebelum dilakukan perbaikan, area pencucian 2 dengan fungsi untuk

mencuci bogie atau kerangka bawah lokomotif, area pencucian 3 berfungsi untuk mencuci komponen Roda, gear box dan IC *Cylinder* lokomotif, area pencucian 4 yaitu area pencucian komponen pembangkit lokomotif, area pencucian 5 berfungsi untuk pencucian mesin lokomotif, area 6 untuk mencuci *radiator* lokomotif dan area pencucian 7 untuk pencucian penutup kerangka (*Long Hood*) lokomotif.

Tabel 5.9. Area kamar mandi karyawan kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta

No	Unit Kamar mandi
1	Segmen 1 Bag Utara
2	Segmen 1 Bag Selatan
3	Segmen 2 Bag Selatan

Sumber: Data Primer, 2018

Kamar mandi karyawan UPT Balai Yasa tersebar di beberapa lokasi di kawasan balai yasa, 3 dari seluruh kamar mandi balai yasa direncanakan untuk dilayani sebagai distribusi air hujan. Kamar mandi yang menjadi *area* distribusi yaitu segmen 1 *area* utara dan selatan, serta segmen 2 *area* selatan.

5.3.2 Perhitungan Kebutuhan Air

a.) Area Pencucian

Untuk mengetahui kebutuhan air area pencucian di UPT Balai Yasa Yogyakarta, pada perencanaan ini menggunakan *water meter* untuk mengetahui pemakaian air dalam pencucian komponen lokomotif. Pemasangan *water meter* dilakukan pada setiap keran pencucian yang dihubungkan dengan mesin *steam*.



Gambar 5.3 *Water meter terpasang pada pipa dan mesin steam*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Perhitungan dilakukan dengan cara yaitu berapa banyak liter air yang dikeluarkan untuk mencuci 1 buah komponen tersebut dan dikalikan waktu yang dibutuhkan dalam mencuci 1 buah komponen tersebut. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Debit = Banyaknya air yang digunakan x Waktu yang dibutuhkan

$$Q \text{ (liter/menit)} = V \text{ (liter)} \times t \text{ (menit)}$$

Kebutuhan air yang digunakan di setiap area pencucian memiliki nilai penggunaan air yang berbeda beda, dengan total kebutuhan air dari seluruh area pencucian yaitu sebesar 336 liter/menit atau 0,0056 m³/det. Artinya dalam mencuci 1 buah lokomotif membutuhkan volume air sebesar 19270 liter per lokomotif.

Pengukuran dilakukan pada jam kerja pencucian UPT Balai Yasa Yogyakarta. Berikut ini adalah hasil pengukuran kebutuhan penggunaan air di area pencucian kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta :

Tabel 5.10 *Kebutuhan air Area Pencucian kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta*

Unit	Komponen	Volume Air Tiap Komponen (L)	Waktu Pencucian Tiap Komponen (menit)	Jumlah Komponen/Lokomotif	Volume Total (L)	Waktu Total (menit)	Debit Air yang Digunakan (L/menit)	Debit Air yang Digunakan (m ³ /det)	Debit Air yang Digunakan (m ³ /hari)
1	Lokomotif	3600	75	1	3600	75	48	0,0008	1,152
2	<i>Bogie</i>	1000	30	2	2000	60	33	0,00056	0,800
3	Roda	160	10	12	1920	120	16	0,00027	0,384
	<i>Gear Box</i>	180	12	12	2160	144	15	0,00025	0,36
	<i>IC Silinder</i>	840	23	1	840	23	37	0,00061	0,87
4	Traksi Motor	800	21	6	4800	126	38	0,00063	0,914
	<i>Generator</i>	900	25	1	900	25	36	0,00060	0,86
5	<i>Engine</i>	750	20	1	750	20	38	0,00063	0,9
6	<i>Radiator</i>	800	21	1	800	21	38	0,00063	0,914
7	<i>Long Hood</i>	1500	40	1	1500	40	38	0,00063	0,9
Total		10530	277	38	19270	654	336	0,0056	8,065

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Kebutuhan air untuk area pencucian di UPT Balai Yasa Yogyakarta bergantung pada jumlah lokomotif yang mengalami perbaikan, dan perbaikan lokomotif kereta tersebut juga tidak terjadwal atau dapat terjadi sewaktu-waktu. Dari data yang didapatkan dalam 1 tahun perbaikan lokomotif di UPT Balai Yasa Yogyakarta mencapai 170 lokomotif, dengan asumsi 10 bulan kerja dan 2 bulan libur. Dapat diartikan dalam 1 bulan terdapat 17 perbaikan lokomotif di UPT Balai Yasa Yogyakarta dan air yang dibutuhkan selama 1 bulan pencucian sebesar 327590 liter atau 328 m³.

b.) Area Kamar Mandi Karyawan

Distribusi potensi air hujan dialirkan juga ke area kamar mandi dengan menyambungkan jaringan pipa kamar mandi eksisting. Kebutuhan air pada area kamar mandi dapat diketahui dengan menggunakan data jumlah karyawan yang bekerja di kawasan Balai Yasa Yogyakarta. Berikut ini adalah Data jumlah karyawan yang bekerja di Kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

Tabel 5.11 Jumlah karyawan UPT Balai Yasa berdasarkan umur

No	Umur	Jumlah
1	18-24	59
2	25-30	135
3	31-36	25
4	37-42	59
5	43-48	100
6	49-54	62
7	55-56	16
Jumlah		456

Sumber : SDM UPT Balai Yasa Yogyakarta

Jumlah karyawan UPT Balai Yasa pada tahun 2017 yaitu sebesar 456 karyawan. Maka kebutuhan air area kamar mandi karyawan dapat diketahui.

- Penghitungan kebutuhan air bersih pada area kamar mandi karyawan UPT Balai Yasa Yogyakarta

- Jumlah Karyawan = 456 orang
 - Pemakaian air rata rata orang/hari = 100 l/hari (Industri/Pabrik)
 - Pemakaian air untuk 1 hari
- $$Q_h = 456 \text{ Orang} \times 100 \text{ L/hari}$$

$$Q_h = 45600 \text{ L/hr} = 45,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Faktor Kebocoran (15-20%)

$$Q_d = (100\% + 20\%) \times Q_h$$

$$Q_d = (100\% + 20\%) \times 45,6 \text{ c}$$

$$Q_d = 54,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Waktu Pemakaian Air selama 8 jam

$$Q_h = \frac{54,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam}}$$

$$Q_h = 6,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Debit Puncak/ debit jam maks $C_{(1)} = 2$

$$Q_h \text{ max} = C_{(1)} \times Q_h$$

$$Q_h \text{ max} = 2 \times 6,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_h \text{ max} = 13,68 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Debit Puncak/ debit menitmaks $C_{(2)} = 3$

$$Q_m \max = C_{(2)} \times \frac{Q_h}{60}$$

$$Q_m \max = 3 \times \frac{6,84 \text{ m}^3/\text{jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$Q_m \max = 0,342 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Kebutuhan air kamar mandi karyawan dihitung berdasarkan jumlah karyawan yang bekerja di UPT Balai Yasa Yogyakarta, hasil didapatkan yaitu debit yang dibutuhkan sebesar 6,84 m³/jam sedangkan Pada debit puncak sebesar 13,68 m³/jam dan pada menit maksimum sebesar 0,342 m³/menit.

Dalam perencanaan ini potensi air hujan yang ada direncanakan untuk mengurangi kebutituhan air sumur untuk kebutuhan area pencucian kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta. Hal ini dikarenakan curah hujan yang ada belum sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan air UPT Balai Yasa Yogyakarta. Akan tetapi diharapkan dapat mengurangi kebutuhan pemakaian air sumur.

c.) Masjid

Kebutuhan air area masjid dapat diketahui dengan data jumlah karyawan dan pemakaian air harian untuk umum pada area peribadatan yang tercantum dalam tabel pemakaian air rata rata per orang per hari yaitu sebesar 10 liter/orang/hari. Apabila diasumsikan perhtiungan kebutuhan air masjid dengan menggunakan jumlah karyawan di UPT Balai Yasa Yogyakarta maka perhitungannya sebagai berikut :

- Penghitungan kebutuhan air bersih pada area masjid UPT Balai Yasa Yogyakarta

- Jumlah Karyawan = 456 orang

- Pemakaian air rata rata orang/hari = 10 l/hari

- Pemakaian air untuk 1 hari

$$Q_h = 456 \text{ Orang} \times 10 \text{ L/hari}$$

$$Q_h = 4560 \text{ L/hr} = 4,56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan air masjid dihitung berdasarkan jumlah karyawan yang bekerja di UPT Balai Yasa Yogyakarta, hasil didapatkan yaitu debit yang dibutuhkan sebesar 4,56 m³/hari.

Tabel 5.12 Pemakaian air rata-rata per orang per hari.

No	Jenis Gedung	Pemakaian air rata rata sehari (liter)	Jangka Waktu Pemakaian air rata rata sehari (jam)	Perbandingan Luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1	Perumahan Mewah	250	8 s/d 10	42-45	Setiap Penghuni
2	Rumah Biasa	160-250	8 s/d 10	50-53	Setiap Penghuni
3	Apartemen	200-250	8 s/d 10	45-50	-
4	Asrama	120	8	-	-
5	Rumah Sakit	120-1000	8 s/d 10	45-48	-
6	Sekolah Dasar	40	5	58-60	Guru : 100 liter
7	SLTP	50	6	58-60	Guru : 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6	-	Guru/dosen: 100 liter
9	Rumah Toko	100-200	8	-	Penghuni : 160 liter
10	Gedung Kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Toserba	3	7	55-60	Pemakaian hanya untuk kakus
12	Pabrk/Industri	100	8	-	per orang
13	Stasiun/Terminal	3	15	-	setiap penumpang
14	Restoran	30	5	-	Penghuni : 160 liter
15	Restoran umum	15	7	-	Penghuni : 160 liter
16	Gedung pertunjukan	30	5	53-55	Per penonton
17	Gedung Bioskop	10	3	-	Per penonton
18	Toko Pengecer	40	6	-	-
19	Hotel/Penginapan	250-300	10	-	Setiap tamu
20	Gedung Peribadatan	10	2	-	Per jemaah
21	Perpustakaan	25	6	-	Setiap pembaca
22	Bar	30	6	-	Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30	-	-	Setiap tamu
24	Kelab Malam	120-350	-	-	Setiap tamu
25	Gedung perkumpulan	150-200	-	-	Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8	-	Setiap staf
28	Taman	0,8	-	-	Per m2

Sumber : (Noerbambang, 2005).

d.) Taman

Area pertamanan kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta terletak di area kantor dan gudang UPT Balai Yasa Yogyakarta dengan luas total

sebesar $612,5 \text{ m}^2$. Pemakaian air untuk area taman di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta menggunakan air kran yang bersumber dari air sumur tanah dalam. pemakaian air harian untuk umum pada area pertamanan yang tercantum dalam tabel pemakaian air rata rata per m^2 per hari yaitu sebesar $0,8 \text{ liter/m}^2/\text{hari}$. Apabila diasumsikan perhitungan kebutuhan air taman dengan menggunakan luas taman di UPT Balai Yasa Yogyakarta maka perhitungannya sebagai berikut :

- Penghitungan kebutuhan air bersih pada area taman UPT Balai Yasa Yogyakarta
 - Luas area taman = $612,5 \text{ m}^2$
 - Pemakaian air rata rata orang/hari = $0,8 \text{ l/m}^2/\text{hari}$
 - Pemakaian air untuk 1 hari
$$Q_h = 612,5 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ L/m}^2/\text{hari}$$

$$Q_h = 490 \text{ L/hr} = 0,49 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan air area taman yang dihitung berdasarkan luas area taman di UPT Balai Yasa Yogyakarta, didapatkan hasil yaitu debit yang dibutuhkan pada area taman sebesar $0,49 \text{ m}^3/\text{hari}$.

e.) *Laundry*

UPT Balai Yasa Yogyakarta memiliki kebutuhan air yang digunakan untuk mencuci pakaian oleh karyawan dikarenakan baju atau seragam yang digunakan saat bekerja menjadi kotor sehingga perlu dicuci. Kebutuhan air untuk kegiatan pencucian atau *laundry* dapat diasumsikan dengan pemakaian air untuk pencucian pakaian menurut *Arch Equipment Handbook* (USA) yaitu sebesar $17 \text{ liter/orang/hari}$. Apabila kebutuhan dihitung dengan menggunakan jumlah karyawan di UPT Balai Yasa Yogyakarta maka perhitungannya sebagai berikut :

- Penghitungan kebutuhan air bersih pada *laundry* UPT Balai Yasa Yogyakarta
 - Jumlah Karyawan = 456 orang

- Pemakaian air *laundry* menurut *Arch Equipment Handbook* (USA) = 17 l/orang/hari

- Pemakaian air untuk 1 hari

$$Q_h = 456 \text{ Orang} \times 17 \text{ L/orang/hari}$$

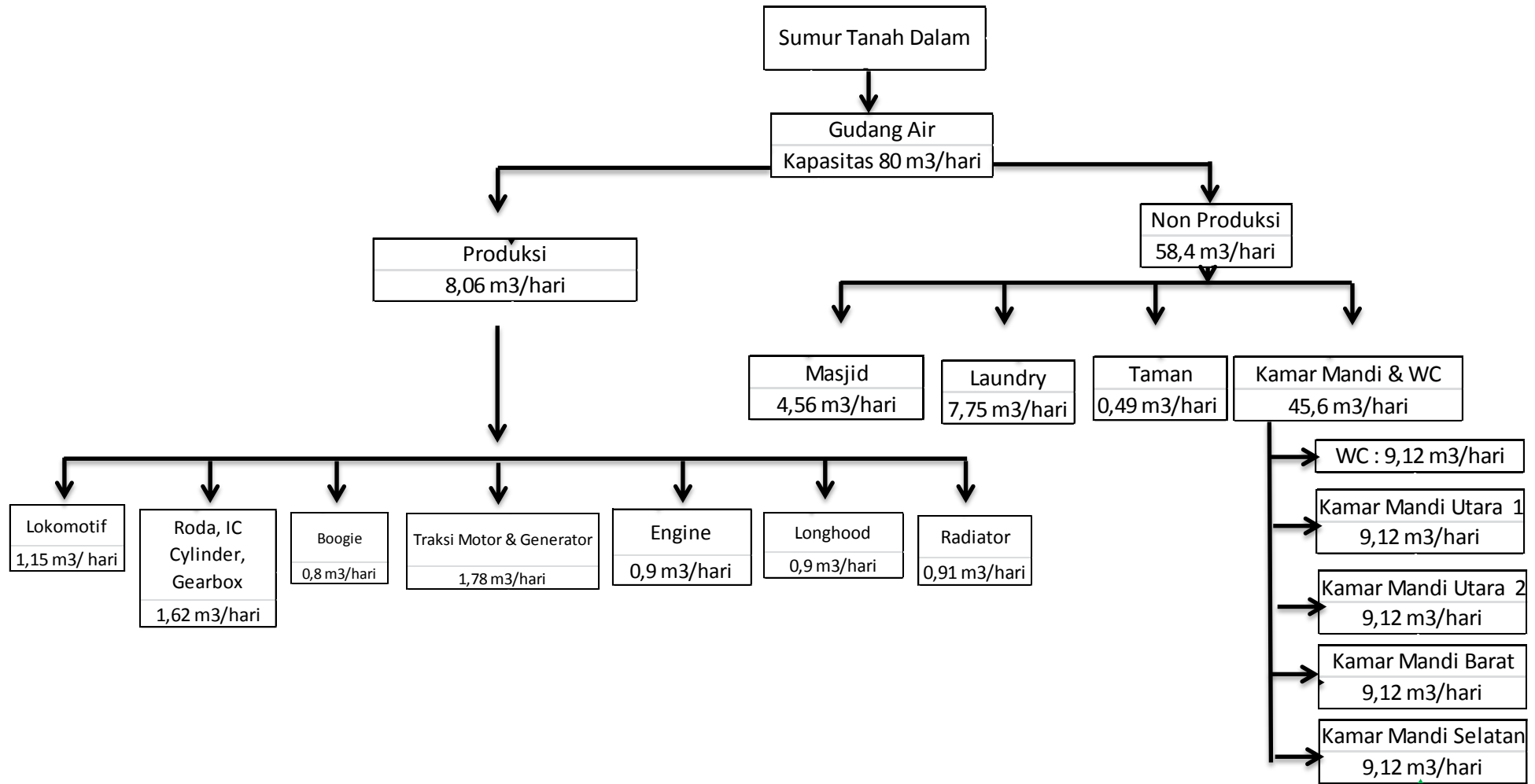
$$Q_h = 7752 \text{ L/hr} = 7,75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan air *laundry* dihitung berdasarkan jumlah karyawan di UPT Balai Yasa Yogyakarta, hasil didapatkan yaitu debit yang dibutuhkan sebesar $7,75 \text{ m}^3/\text{hari}$.

5.3.3 Neraca Air Eksisting

Neraca air atau Analisis keseimbangan air diperlukan untuk mengetahui jejak penggunaan air di suatu kawasan tertentu. Jejak air adalah ukuran penggunaan air oleh manusia dalam satuan volume air yang dikonsumsi dan / atau tercemar. jejak air dapat digunakan untuk mengukur jumlah air yang dibutuhkan untuk menghasilkan semua barang dan jasa yang dikonsumsi oleh individu atau komunitas (Water Footprint Network, 2017).

Penggunaan air di UPT Balai Yasa terdiri dari 2 kegiatan yaitu kegiatan produksi yang terdiri dari kegiatan pencucian sedangkan kegiatan non produksi yaitu penggunaan untuk kegiatan yang menunjang kebutuhan sehari hari seperti penggunaan air untuk masjid, kamar mandi, taman, *water closet*. Sumber pemakaian air berasal dari sumur tanah dalam yang didistribusikan melalui gudang air menyebar ke seluruh kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta.



Gambar 5.4 Neraca pemakaian air eksisting UPT Balai Yasa Yogyakarta

Sumber: Hasil Olah data, 2018

5.4 Perencanaan Jaringan Pipa

5.4.1 Jaringan Pipa Eksisting

Pipa air hujan eksisting menggunakan pipa Besi dan PVC dengan diameter pipa 4" (100 mm), pipa 6" (150 mm), dan pipa 8" (200 mm) dan sistem pengaliran air hujan pada pipa air hujan eksisting di alirkan langsung ke drainase, ukuran saluran drainase yang ada di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta bervariasi, dari ukuran 20 cm x 20 cm (Lebar x tinggi) hingga ukuran 70 cm x 100 cm. Untuk mengetahui lebih jelas sistem pengaliran pipa eksisting di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 5.5 Sistem Perpipaan Air Hujan Eksisting

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018



Gambar 5.6 Outlet Jaringan Perpipaan Air Hujan Eksisting

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Kondisi jaringan perpipaan air hujan eksisting masih layak digunakan sebagai penyalur air hujan, untuk sistem outlet jaringan air hujan dialirkan langsung melalui saluran drainase balai yasa menuju ke kali manunggal. Permasalahan pada sistem penyalur air hujan eksisting ini adalah masih tercampurnya air hujan dengan air pencucian lokomotif yang seharusnya menuju ke ipal, sehingga karena tidak dapat langsung dibuang ke sungai maka air yang tercampur ditampung menuju ipal, dan menyebabkan debit ipal menjadi berlebih.



Gambar 5.7 Air hujan tercampur dengan air pencucian

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Beberapa jaringan pipa eksisting masih dapat digunakan, namun ada jaringan eksisting yang sudah tidak dapat digunakan karena pipa rusak/patah, sehingga harus diganti, dalam perencanaan ini akan menggunakan jaringan pipa eksisting dan pipa hujan rencana sehingga dapat menekan biaya konstruksi karena pipa eksisting masih dapat digunakan.

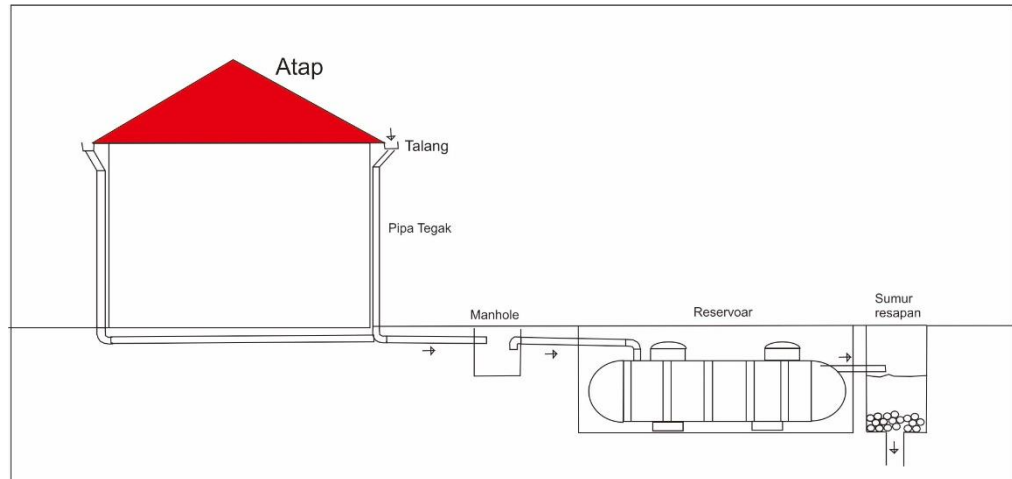


Gambar 5.8 Pipa Air hujan rusak

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

5.4.2 Perencanaan Pipa *Rainwater Harvesting*

Perencanaan sistem jaringan perpipaan pada penelitian ini menggunakan pipa eksisting untuk sistem penyaluran dari atap, kemudian digabungkan dengan pipa penyalur air hujan rencana yang selanjutnya dialirkan menuju *reservoir* melewati bak Kontrol untuk mengendapkan partikel partikel yang terbawa dalam air hujan.

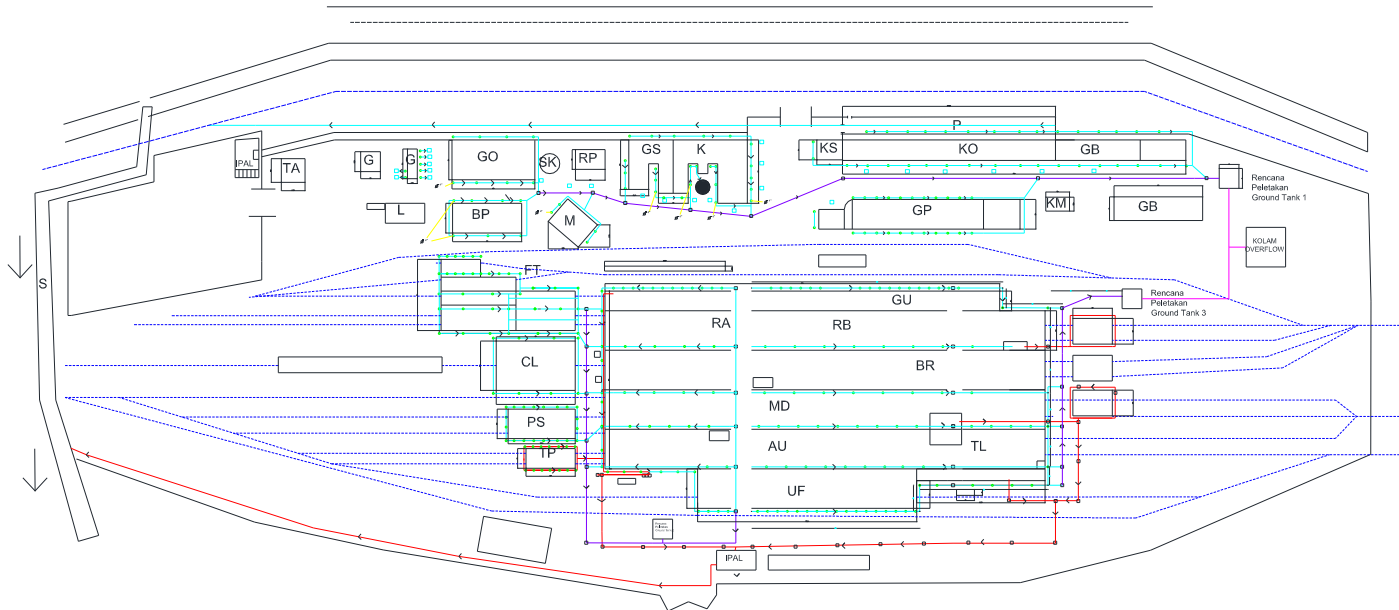


Gambar 5.9 Konsep Rainwater Harvesting System

Sumber: Hasil Olah data, 2018

Jaringan pipa dialirkan dari atap melalui pipa tegak menuju pipa datar melewati bak Kontrol yang berguna untuk mengendapkan partikel partikel yang terbawa air hujan, menuju *reservoir*. Pipa datar yang akan digunakan sebagai penyalur air hujan berbahan PVC atau *Polyvinyl Chloride*. Pipa PVC dipilih karena selain memiliki daya tahan yang cukup kuat, tidak mudah berkarat, dan mudah dalam pemasangannya.

Berikut ini adalah layout jaringan perencanaan pipa pemanenan air hujan di UPT Balai Yasa Yogyakarta :



Gambar 5.10 Layout Perencanaan pipa Rainwater Harvesting System di UPT Balai Yasa

Sumber: Hasil Olah Data, 2018

Perencanaan jaringan pipa yang direncanakan dengan menyambungkan pipa tegak eksisting dengan jaringan pipa datar rencana, karena pipa tegak eksisting masih dalam kondisi berfungsi secara normal. Pipa datar direncanakan ditanam dibawah tanah dan tersambung dengan pipa tegak eksisting pada setiap gedung yang dilayani. Perencanaan Jaringan sistem pemanenan air pada kawasan balai yasa dibagi 3 segmen, yaitu segmen 1, segmen 2 dan segmen 3, dengan tiap segmen memiliki *reservoir* yang ditanam dibawah tanah. Dimensi yang digunakan dalam perencanaan jaringan pipa sistem pemanenan air hujan memiliki dimensi yang berbeda, hal ini dikarenakan debit air hujan pada setiap gedung yang dilayani memiliki debit yang bervariasi.

Berikut ini adalah perhitungan dimensi jaringan pipa sistem pemanenan air hujan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta :

Tabel 5.13 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 1 Gedung Kantor dan Koperasi UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inci)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (m)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan (v) m/s terpakai
		Dari	Ke											
1	PIPA SEKUNDER													
Kantor	1	A1	A2	62	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	2	A2	A3	36	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	3	A4	A5	17	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	4	A5	A6	12	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	5	A6	A7	15	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	6	A8	A9	17	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	7	A9	A10	16	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	8	A11	A12	20	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	9	A12	A3	18	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	10	A9	PA1	7	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	11	A3	PA2	6	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	8	0,20	0,6179	0,7260
	PIPA SEKUNDER													
Koperasi	1	A13	A14	12	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356
	2	A14	A15	124	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356
	3	A16	A17	97	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356
	4	A17	A15	18	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356
	5	A15	A26	3	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356
	6	A26	PA5	7	0,20	0,003	0,0261	130	0,208	8,3	10	0,25	0,7443	0,8356

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.14 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 1 Gedung Gudang dan Saluran Pimer UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inchi)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (m)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan (v) m/s terpakai
		Dari	Ke											
1	PIPA SEKUNDER													
Gudang	1	A18	A19	68	0,18	0,003	0,0230	130	0,198	7,9	8	0,2	0,7217	0,72602
	2	A21	A20	68	0,18	0,003	0,0230	130	0,198	7,9	8	0,2	0,7217	0,72602
	3	A20	A19	19	0,18	0,003	0,0230	130	0,198	7,9	8	0,2	0,7217	0,72602
	4	A19	A25	3	0,18	0,003	0,0230	130	0,198	7,9	8	0,2	0,7217	0,72602
	5	A25	PA4	19	0,18	0,003	0,0230	130	0,198	7,9	8	0,2	0,7217	0,72602
	PIPA PRIMER													
Pipa Primer	1	PA1	PA2	31	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	12	0,3	0,6179	0,93732
	2	PA2	PA3	47	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	12	0,3	0,6179	0,93732
	3	PA3	PA4	90	0,09	0,003	0,012	130	0,155	6,2	12	0,3	0,6179	0,93732
	4	PA4	PA5	25	0,27	0,003	0,035	130	0,232	9,3	12	0,3	0,7982	0,93732
	5	PA5	PA6	70	0,47	0,003	0,061	130	0,287	11,5	12	0,3	0,9123	0,93732
	6	PA6	GT1	7	0,53	0,003	0,068	130	0,300	12,0	12	0,3	0,9368	0,93732

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.15 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 2 Gedung Final Test UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inci)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (M)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan Terpakai (v) m/s
		Dari	Ke											
2A	PIPA SEKUNDER													
Final Test	1	B1	B2	22	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	2	B1	B3	9	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	3	B3	B4	42	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	4	B4	B12	8	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	5	B3	B5	11	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	6	B5	B10	36	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	7	B5	B6	8	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	8	B10	B11	6	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	9	B11	B12	3	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	10	B12	B13	30	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	11	B6	B9	36	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	12	B10	B9	8	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	13	B9	B14	36	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	14	B13	B14	11	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	15	B6	B7	13	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	16	B7	B8	36	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	17	B8	B9	13	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	18	B8	B15	36	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	19	B15	B14	13	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356
	20	B14	PB1	5	0,21	0,003	0,027	130	0,2107	8,4	10	0,25	0,7504	0,8356

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5. 16 Dimensi pipa perencanaan RWH segmen 2 gedung cor logam, Painting Shop dan pencucian lokomotif barat UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inci)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (M)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan Terpakai (v) m/s
		Dari	Ke											
2A	PIPA SEKUNDER													
Cor Logam	1	B16	B17	43	0,116	0,003	0,015	130	0,1685	6,7	8	0,2	0,6518	0,72602
	2	B16	B18	28	0,116	0,003	0,015	130	0,1685	6,7	8	0,2	0,6518	0,72602
	3	B18	B19	43	0,116	0,003	0,015	130	0,1685	6,7	8	0,2	0,6518	0,72602
	4	B17	B19	28	0,116	0,003	0,015	130	0,1685	6,7	8	0,2	0,6518	0,72602
	5	B19	PB2	5	0,116	0,003	0,015	130	0,1685	6,7	8	0,2	0,6518	0,72602
	PIPA SEKUNDER													
Painting Shop	1	B20	B23	36	0,06	0,003	0,0077	130	0,1305	5,2	8	0,2	0,5547	0,72602
	2	B20	B21	17	0,06	0,003	0,0077	130	0,1305	5,2	8	0,2	0,5547	0,72602
	3	B21	B22	36	0,06	0,003	0,0077	130	0,1305	5,2	8	0,2	0,5547	0,72602
	4	B22	B23	17	0,06	0,003	0,0077	130	0,1305	5,2	8	0,2	0,5547	0,72602
	5	B22	PB3	5	0,06	0,003	0,0077	130	0,1305	5,2	8	0,2	0,5547	0,72602
	PIPA SEKUNDER													
Pencucian Lokomotif	1	B25	B26	27	0,03	0,003	0,0038	130	0,0995	4,0	8	0,2	0,4676	0,72602
	2	B25	B24	7	0,03	0,003	0,0038	130	0,0995	4,0	8	0,2	0,4676	0,72602
	3	B24	B41	27	0,03	0,003	0,0038	130	0,0995	4,0	8	0,2	0,4676	0,72602
	4	B26	B41	7	0,03	0,003	0,0038	130	0,0995	4,0	8	0,2	0,4676	0,72602
	5	B41	PB4	5	0,03	0,003	0,0038	130	0,0995	4,0	8	0,2	0,4676	0,72602

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.17 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 2 Gedung Produksi Dan Saluran Primer UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inci)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (M)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan Terpakai (v) m/s
		Dari	Ke											
2A	PIPA SEKUNDER													
Produksi Segmen 2	1	B27	B28	68	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	2	B28	B29	11	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	3	B29	B30	20	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	4	B30	B32	24	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	5	B32	B34	17	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	6	B34	B36	21	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	7	B36	B38	3	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	8	B38	B39	47	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	9	B39	B40	20	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	10	B40	PB6	21	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	11	B29	PB1	8	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	PIPA PRIMER													
Pipa Primer	1	PB1	PB2	43	0,21	0,003	0,0270	130	0,2107	8,4	12	0,3	0,7504	0,93732
	2	PB2	PB3	24	0,33	0,003	0,0420	130	0,2493	10,0	12	0,3	0,8341	0,93732
	3	PB3	PB4	14	0,38	0,003	0,0497	130	0,2657	10,6	12	0,3	0,8682	0,93732
	4	PB4	PB5	42	0,41	0,003	0,0534	130	0,2731	10,9	12	0,3	0,8835	0,93732
	5	PB5	PB8	39	0,41	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	6	PB6	PB7	19	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	7	PB7	PB8	38	0,71	0,003	0,0916	130	0,3352	13,4	12	0,3	1,0052	0,93732
	8	PB8	GT2	5	1,12	0,003	0,1450	130	0,3992	16,0	12	0,3	0,1291	0,93732

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5. 18 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 3 Gedung Pencucian A dan Pencucian B UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inchi)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (m)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan Terpakai (v) m/s
		Dari	Ke											
3	PIPA SEKUNDER													
Pencucian A	1	C17	C16	16	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	2	C17	C18	23	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	3	C16	C15	23	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	4	C18	C15	16	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	5	C15	PC5	12	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	PIPA SEKUNDER													
Pencucian B	1	C13	C12	16	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	2	C13	C14	23	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	3	C12	C11	23	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	4	C11	C14	16	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806
	5	C14	PC4	12	0,03	0,005	0,0034	130	0,086	3,4	6	0,15	0,5616	0,79806

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.19 Dimensi Pipa Perencanaan RWH Segmen 3 Gedung Produksi dan Saluran Primer UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	No	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Luas (A) m ²	Slope Pipa	Debit Total Air hujan (m ³ /s)	Koefisien Kecepatan Aliran (C)	Diameter Pipa (m)	Diameter Pipa (inchi)	Diameter Pipa terpakai (inci)	Diameter Pipa terpakai (m)	Cek Kecepatan (v) m/s	Cek Kecepatan Terpakai (v) m/s
		Dari	Ke											
3	PIPA SEKUNDER													
Produksi Segmen 3	1	C1	C2	128	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	2	C2	C3	10	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	3	C3	PC6	23	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	4	C8	C9	86	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	5	C9	C10	14	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	6	C10	PC1	65	1,69	0,003	0,2177	130	0,466	18,6	12	0,3	1,2369	0,937319
	PIPA PRIMER													
Pipa Primer	1	PC1	PC2	10	0,20	0,003	0,0252	130	0,20529	8,2	12	0,3	0,7381	0,937319
	2	PC2	PC3	21	0,54	0,003	0,0700	130	0,302578	12,1	12	0,3	0,9424	0,937319
	3	PC3	PC4	17	0,85	0,003	0,1147	130	0,365154	14,6	12	0,3	1,0609	0,937319
	4	PC4	PC5	24	0,87	0,003	0,1180	130	0,369181	14,8	12	0,3	1,0682	0,937319
	5	PC5	PC6	20	1,20	0,003	0,1607	130	0,415117	16,6	12	0,3	1,1501	0,937319
	6	PC6	PC7	23	1,70	0,003	0,2244	130	0,471302	18,9	12	0,3	1,2459	0,937319
	7	PC7	GT3	16	1,70	0,003	0,2244	131	0,469931	18,8	12	0,3	1,2532	0,944529

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Perhitungan dimensi jaringan pipa sistem pemanenan air hujan di kawasan Balai Yasa Yogyakarta dilakukan dengan menggunakan metode persamaan Hazen-Williams untuk mendapatkan dimensi jaringan pipa. Persamaan ini digunakan karena selain karena cukup banyak digunakan dalam perhitungan aliran dalam pipa juga Pada jaringan pipa yang kompleks pemakaian persamaan *Hazen-Williams* sangat mempermudah dibandingkan dengan persamaan lain, dan persamaan ini digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan dalam pipa dengan diameter diatas 100 mm (Nurcholis, 2008).

- Menghitung Diameter (D)

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times S^{0,54}} \right)^{1/2,63}$$

$$D = \left(\frac{0,0120 \text{ m}^3/\text{det}}{0,2785 \times 130 \times 0,003^{0,54}} \right)^{1/2,63}$$

$$D = 0,156 \text{ m}$$

$$D = 156 \text{ mm (6 Inchi)}$$

- Menghitung Kecepatan (V)

$$V = 0,85 \cdot C \cdot (D/4)^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$V = 0,85 \times 130 \times (0,156 \text{ m}/4)^{0,63} \times (0,003)^{0,54}$$

$$V = 0,62 \text{ m/s}$$

Sistem jaringan pipa air hujan pada sistem jaringan pipa segmen 1 didapatkan diameter pipa sebesar 0,2 m (8"), 0,25 m (10") pada jaringan sekunder dan 0,3 m (12") sistem jaringan pipa primer. Pada jaringan segmen 2 diameter jaringan pipa sekunder didapatkan sebesar 0,2 m (8"), 0,25 m (10") dan 0,3 m (12") sistem jaringan pipa primer. Pada jaringan segmen 2 diameter jaringan pipa sekunder didapatkan sebesar 0,15 m (6"), 0,2 m (8"), 0,25 m (10") dan 0,3 m (12") sistem jaringan pipa primer. Pada sistem jaringan pipa primer untuk segmen 2 dan segmen 3 didapatkan diameter pipa sebesar 16" dan 20", sedangkan untuk pipa PVC terbesar yang dijual dipasaran yaitu sebesar 12", maka untuk mengatasi hal tersebut pada jaringan pipa primer segmen 1, segmen 2 dan

segmen 3 direncanakan menggunakan 2 pipa primer yang dipasang paralel guna mengatasi diameter pipa diatas 12”.

Pada penelitian oleh Hamdani (2014) yang dilakukan di Kelurahan Sambaliung, Berau Debit rencana yang digunakan adalah debit puncak (Q_p) yaitu sebesar 19,234 liter/detik, dan pembagian debit untuk keseluruhan wilayah pelayanan dianggap sama/merata. Kecepatan aliran dalam pipa antara 0,6 – 1,2 m/detik. Dari hasil coba-coba (trial and error), maka diameter pipa yang paling ekonomis adalah pipa diameter 200 mm dengan koefisien kekasaran 130 (jenis pipa halus). Pengaruh besar kecilnya pipa yang dihasilkan bergantung pada besarnya debit rencana, slope atau kemiringan pipa dan koefisien kekasaran pipa, atau jenis pipa yang digunakan.

5.4.3 Perencanaan Pipa Distribusi *Rainwater Harvesting*

Jaringan distribusi merupakan suatu jaringan yang mengalirkan air hujan ke daerah layanan. *Reservoir* yang direncanakan pada jaringan sistem pemanenan air hujan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta sebanyak 3 buah, dengan setiap segmen memiliki 1 buah *reservoir* yang direncanakan dilokasi atau lahan yang tersedia. Distribusi air hujan dari *reservoir ground tank* dialirkan menuju *water tank* disetiap titik distribusi dengan menggunakan pompa, dan terdistribusi secara gravitasi dari *water tank* menuju kran.

Tabel 5.20 Dimensi Pipa Perencanaan Distribusi UPT Balai Yasa Yogyakarta

Segmen	Titik Perhitungan		Panjang Ruas (m)	Kebutuhan air (m ³ /s)			Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)	Luas Pipa (m ²)	Diameter Pipa terpakai (m)	Diameter Pipa terpakai (inci)
	Dari	Ke		Area Pencucian	Area Kamar Mandi	Total				
Segmen 1	GT 1	WTA1	87	0	0,0057	0,0057	3	0,0019	0,049	2
	GT 1	WTA2	129	0	0,0057	0,0057	3	0,0019	0,049	2
	GT 1	WTA3	145	0	0,0057	0,0057	3	0,0019	0,049	2
Segmen 2	GT2	WTB1	95	0,0009	0,0057	0,0066	3	0,0022	0,053	3
	GT2	WTB2	77	0	0,0057	0,0057	3	0,0019	0,049	2
Segmen 3	GT3	WTC1	27	0,0017	0	0,0017	3	0,00057	0,027	2
	GT3	WTC2	67	0,0045	0	0,0045	3	0,0015	0,044	2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Sistem jaringan pipa distribusi pada segmen 1 didapatkan diameter pipa sebesar 0,05 m (2”). Pada segmen 2 didapatkan diameter sebesar 0.05 m (2”) dan

0.075 m (2"). Pada segmen 3 menggunakan pipa dengan diameter 0.05 m (2"). Jenis pipa yang digunakan pada sistem distribusi yaitu dengan menggunakan pipa jenis galvanis, karena daya tahan yang tinggi dan cukup untuk mengalirkan pipa bertekanan.

5.5 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap adalah bangunan yang dibuat sebagai sarana pendukung sebuah bangunan utama atau instalasi utama dari sebuah perencanaan kegiatan. Dalam perencanaan ini bangunan pelengkap yang dimaksud adalah bangunan pelengkap untuk sistem jaringan pemanenan air hujan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta. Bangunan pelengkap yang direncanakan meliputi *reservoir*, *Water tank*, bak Kontrol dan pompa.

5.5.1 *Reservoir*

Reservoir yang direncanakan untuk sistem pemanenan air hujan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta berjumlah 3 *reservoir* dengan peletakan di masing-masing segmen. Kapasitas *reservoir* harus mampu menampung air hujan yang direncanakan. Penghitungan kapasitas *reservoir* dalam perencanaan ini yaitu menggunakan debit dan volume air hujan yang didapatkan.

Tabel 5.21 Debit Air Hujan Sistem Pemanenan Air Hujan Per Segmen

No	Nama Bangunan	Debit total (m ³ /detik)	Volume Total (m ³)
1	Segmen 1	0,0682	40,9
2	Segmen 2	0,145	87
3	Segmen 3	0,2055	123,3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Debit dan *volume* air hujan di setiap segmen berbeda diakibatkan karena luas area tangkapan. Pada segmen 1 didapatkan volume total sebesar 41 m³, Pada segmen 2 volume tangkapan air hujan sebesar 87 m³, dan segmen 3 sebesar 124 m³. Penghitungan *volume reservoir* yang direncanakan menggunakan *reservoir* berbentuk tabung dengan bahan dasar *fiberglass*. Direncanakan Diameter *reservoir* sebesar 3 m. Sehingga hasil dimensi dari *volume* yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 5.22 Dimensi *Reservoir* Sistem Pemanenan Air Hujan Per Segmen

No	Nama Bangunan	Debit total (m ³ /detik)	Volume Total (m ³)	Diameter (m)	Jari jari (m)	Panjang (m)	Jumlah Reservoir	Panjang tiap reservoir (m)
1	Segmen 1	0,0682	40,9	3	1,5	5,8	1	5,8
2	Segmen 2	0,145	87	3	1,5	12,3	2	6,2
3	Segmen 3	0,2055	123,3	3	1,5	17,5	2	8,7

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dimensi *reservoir* direncanakan memiliki diameter sebesar 3 m. *Volume* tampungan *reservoir* tiap segmen menggunakan satu buah *reservoir* pada segmen 1 serta dua buah *reservoir* pada segmen 2 dan segmen 3. Dimensi pada segmen 1 yaitu memiliki panjang 6 m, segmen 2 memiliki panjang 6,2 m di tiap *resevoirnya*, dan segmen 3 memiliki panjang 9 m pada tiap *reservoirnya*.

5.5.2 Water Tank

Water tank atau *reservoir* distribusi digunakan untuk mendistribusikan air hujan dari *ground tank reservoir* dengan menggunakan pompa menuju *water tank* dialirkan ke kran area pencucian dan kamar mandi secara gravitasi. *Water tank* menggunakan sistem *elevated* atau gravitasi. Spesifikasi dari *water tank* yang digunakan dengan menggunakan *water tank* yang ada dipasaran. Direncanakan jumlah *water tank* mampu memenuhi area layanan di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta.

Dimensi *water tank* dihitung berdasarkan *volume* air yang dibutuhkan pada setiap area pelayanan distribusi. Hasil penghitungan pada segmen 1 memerlukan 3 buah *water tank* berukuran 5,67 m³, segmen 2 didapatkan *water tank* berukuran 5,67 m³ dan 1,26 m³, kemudian pada segmen 3 didapatkan *water tank* berukuran 1,26 m³. dengan menyesuaikan ukuran *water tank* yang tersedia dipasaran maka digunakan *water tank* berukuran 3000 liter dan 6000 liter.

Tabel 5.23 Dimensi Water Tank Sistem Pemanenan Air Hujan

Segmen	Water Tank	Kebutuhan air (m ³)	Ukuran Water Tank Terpakai
--------	------------	---------------------------------	----------------------------

		Area Pencucian	Area Kamar Mandi	Total	(m ³)
Segmen 1	WTA1	0	5,67	5,67	6
	WTA2	0	5,67	5,67	6
	WTA3	0	5,67	5,67	6
Segmen 2	WTB1	1,26	0	1,26	3
	WTB2	0	5,67	5,67	6
Segmen 3	WTC1	1,26	0	1,26	3
	WTC2	1,26	0	1,26	3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

5.5.3 Pompa Distribusi

Ditinjau dari klasifikasi penggerak/mekanik pompa terdapat beberapa macam antara lain pompa *reciprocating*, pompa tangan, pompa sentrifugal, pompa lift. Pompa sentrifugal mempunyai keuntungan yaitu harga pemeliharaan dan ongkos relatif rendah, ringan sehingga pondasi kecil, tidak memakan banyak ruangan, langsung dapat digerakan dengan motor listrik, dapat dipakai untuk air kotor / air berlumpur, beraliran kontinyu. Namun kerugiannya adalah tinggi hisap cukup besar, efisiensi rendah pada kapasitas kecil. Pompa sentrifugal dipilih dengan mempertimbangkan keuntungan-keuntungan yang didapat sedangkan kerugian diprediksi tidak terjadi (kemungkinan kecil).

Perhitungan Pemompaan untuk Jaringan Transmisi

Direncanakan :

Debit (Q _{hm})	= 0,035 m ³ /s
C	= 140
Jumlah Pompa cadangan	= 2, yang beroperasi 1, satu sebagai
Kecepatan air dalam pipa (V)	= 2 m/s
Beda tinggi dari Pompa-Bak Pengumpul	= 6 m
Panjang pipa (L)	= 145m
Efisiensi	= 75 %

Diameter pipa inlet (hisap) atau outlet pada pompa

$$Q = V.A$$

$$Q = V \cdot (1/4 \pi D^2)$$

$$V = 2 \text{ m/s (direncanakan)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,035}{3,14 \times 2}} = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm}$$

Kehilangan Tekanan

$$H_{\text{mayor}} = \frac{Q^{1.85}}{0.2785 \times C \times D^{2.63}} \times L = \frac{0,035^{1.85}}{(0,2785 \times 140 \times 0,1^{2.63})^{1.85}} \times 145 \text{ m} = 24,5 \text{ m}$$

$$H_{\text{minor}} = k \times (v^2/2g) = 0,3 \times (2^2/2 \times 9,81) = 0,061 \text{ m}$$

$$H_f = H_{\text{mayor}} + H_{\text{minor}} = 24,5 + 0,061 = 24,561 \text{ m}$$

$$H_s = \text{beda tinggi dari pompa-bak pengumpul} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Head pompa} = H_f + H_s = 24,561 \text{ m} + 6 = 30,561 \text{ m}$$

Daya Pompa

$$\text{WHP} = \frac{Q \cdot H_p \cdot \gamma_A}{\eta} = \frac{0,035 \times 30,561 \times 1017,1}{75} = 14,5 \text{ kg.m/s}$$

Keterangan : P = daya pompa (kg m/s)

Q = debit (m³/dt)

η = efisiensi pompa, diasumsikan 75 %

γ = berat jenis air (pada suhu 27°C = 1017,1 kg/m³)

Karena 1 Hp = 75 kg. m/s maka daya pompa = 14,5 / 75 = 0,193 Hp. 1hp itu memiliki energi sebesar 745,7 watt. Maka daya pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Daya pompa} = 0,193 \times 745,7 = 144,2 \text{ watt}$$

$$\text{BHP} = \text{WHP}/\eta = 144,2 \text{ watt}/0,75 = 192,3 \text{ watt}$$

5.5.4 Bak Kontrol

Bak Kontrol merupakan salah satu bangunan penunjang pada jaringan pipa. Bak Kontrol berfungsi untuk menghilangkan tekanan lebih yang terdapat

pada aliran pipa, mengendapkan partikel – partikel tersuspensi yang terbawa air hujan dari atap, dan sebagai titik pertemuan *junction* pipa primer dan sekunder.

Tabel 5. 24 Dimensi Bak Kontrol Segmen 1 Sistem Pemanenan Air Hujan

Lokasi		Volume Bak Kontrol				
SEGMENT 1	Titik	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Kedalaman (m)	Total Volume (m ³)
	PA1	1	1	1	1,06	1,06
	PA2	1	1	1	1,06	1,06
	PA3	1	1	1	1,16	1,16
	PA4	1	1	1	1,24	1,24
	PA5	1	1	1	1,29	1,29
	PA6	1	1	1	1,34	1,34
	PA7	1	1	1	1,38	1,38
	PA8	1	1	1	1,46	1,46
	PA9	1	1	1	1,52	1,52
	PA10	1	1	1	1,66	1,66
Total						13,17

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.25 Dimensi Bak Kontrol Segmen 2 Sistem Pemanenan Air Hujan

Lokasi		Volume Bak Kontrol				
SEGMENT 2	Titik	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Kedalaman (m)	Total Volume (m ³)
	PA1	1	1	1	1,34	1,34
	PA2	1	1	1	1,38	1,38
	PA3	1	1	1	1,52	1,52
	PA4	1	1	1	1,56	1,56
	PA5	1	1	1	1,64	1,64
	PA6	1	1	1	1,38	1,38
	PA7	1	1	1	1,52	1,52
	PA8	1	1	1	1,68	1,68
Total						8,82

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.26 Dimensi Bak Kontrol Segmen 3 Sistem Pemanenan Air Hujan

Lokasi		Volume Bak Kontrol				
--------	--	--------------------	--	--	--	--

SEGMENT 3	Titik	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Kedalaman (m)	Total Volume (m ³)
	PA1	1	1	1	1,46	1,46
	PA2	1	1	1	1,46	1,46
	PA3	1	1	1	1,56	1,56
	PA4	1	1	1	1,64	1,64
	PA5	1	1	1	1,7	1,7
	PA6	1	1	1	1,76	1,76
	PA7	1	1	1	1,81	1,81
Total						11,39

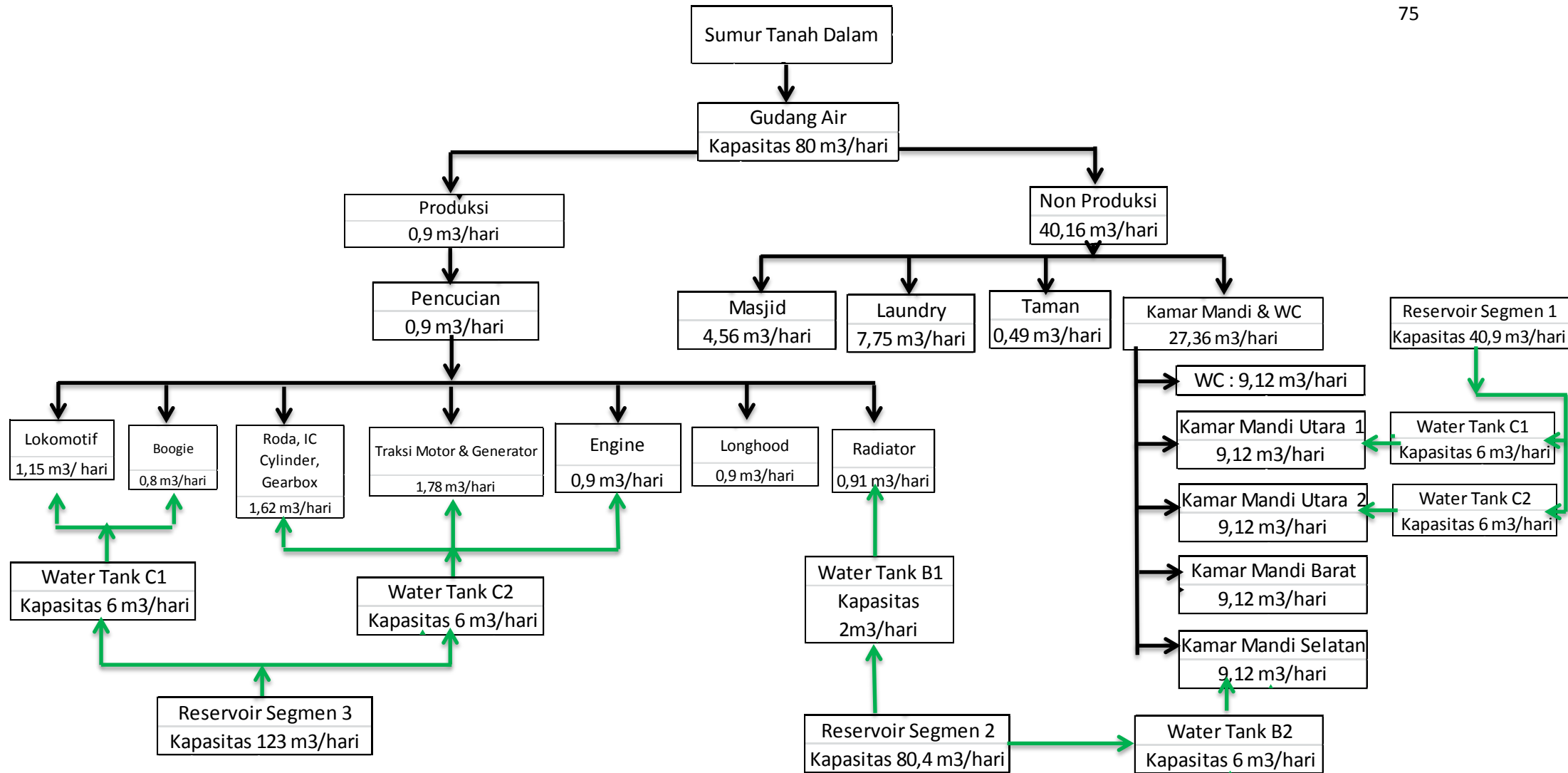
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

5.6 Efisiensi Sistem *Rainwater Harvesting*

Efisiensi sistem *Rainwater Harvesting* berfungsi untuk mengetahui efektifitas penerapan sistem *Rainwater Harvesting* dalam memenuhi kebutuhan air di UPT Balai Yasa Yogyakarta.

5.6.1 Neraca Air *Rainwater Harvesting*

Neraca pemakaian air di kawasan UPT Balai Yasa Yogyakarta mengalami penurunan penggunaan air sumur setelah adanya penerapan sistem *Rainwater Harvesting*. Hal ini karena penggantian pemakaian air hujan sebagai sumber air untuk kegiatan produksi dan non produksi. Pemakaian air hujan diterapkan pada kegiatan produksi lebih tepatnya kegiatan pencucian. Kegiatan pencucian yang menggunakan air hujan antara lain pencucian lokomotif, *boogie*, Roda, *IC Cylinder*, *Gearbox*, Traksi Motor, *Generator*, *Engine* dan *Radiator*. Sedangkan pada kegiatan non produksi yang menggunakan air hujan antara lain kamar mandi Utara 1, kamar mandi utara 2 dan Kamar mandi selatan. Tidak semua kegiatan produksi terhubung dengan penggunaan sistem *Rainwater Harvesting*, Karena jarak dan akses distribusi air hujan yang jauh dan sulit dijangkau seperti pencucian *Longhood*, *Water Closet*, Taman, dan Kamar Mandi Barat.



Gambar 5.11 Neraca pemakaian air RWH UPT Balai Yasa Yogyakarta

Sumber: Hasil Olah data, 2018

5.6.2 Efektifitas *Rainwater Harvesting*

Untuk mengetahui besar efektifitas sistem *Rainwater Harvesting* di kawasan dapat dengan menggunakan rumus pengurangan penggunaan air.

- Selisih Penggunaan air

Selisih Penggunaan air = Pemakaian air Eksisting – Pemakaian air setelah adanya RWH

Penggunaan Air UPT Balai Yasa Eksisting = 66,46 m³/hari

Penggunaan Air UPT Balai Yasa Setelah RWH = 41,06 m³/hari

Selisih Penggunaan air = 66,46 m³/hari – 41,06 m³/hari

Selisih Penggunaan air = 25,4 m³/hari

- Efektifitas Sistem *Rainwater Harvesting*

$$\text{Efektifitas Sistem RWH} = \frac{\text{Selisih Penggunaan air}}{\text{Penggunaan air Balai Yasa Eksisting}} \times 100\%$$

$$\text{Efektifitas Sistem RWH} = \frac{25,4 \text{ m}^3/\text{hari}}{66,46 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 100\%$$

Efektifitas Sistem RWH = 38,2 %

Penerapan sistem *Rainwater Harvesting* pada bangunan gedung UPT Balai Yasa Yogyakarta cukup efektif dalam mengurangi penggunaan air sumur. Dikarenakan dapat menutupi 48,2% kebutuhan air UPT Balai Yasa Yogyakarta secara keseluruhan. Penerapan sistem *Rainwater Harvesting* lebih efektif pada bagian produksi karena 88% efektif untuk menutupi kebutuhan air pencucian. Akan tetapi sistem *Rainwater Harvesting* hanya dapat digunakan pada saat terjadi hujan (musim hujan) di bulan (November – April) , dan tidak efektif apabila digunakan saat musim kemarau dikarenakan tidak terjadi hujan dibulan (Mei – Oktober). Sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan air UPT Balai Yasa Yogyakarta saat musim kemarau.

5.6.3 Keuntungan Sistem *Rainwater Harvesting*

Efisiensi dilihat dari segi biaya diperhitungkan melalui menghitung total keuntungan dan penghematan biaya setelah adanya sistem *Rainwater Harvesting* ini dengan penghematan yang terjadi. Secara ekonomi sistem *Rainwater Harvesting* yang direncanakan merupakan sebuah investasi sehingga perlu diketahui apakah investasi tersebut tepat dengan memperkirakan nilai investasi tersebut kembali. Untuk memperkirakan keuntungan setelah adanya sistem *Rainwater Harvesting* dapat diasumsikan kebutuhan pemakaian air eksisting UPT Balai Yasa Yogyakarta menggunakan air PDAM sebagai berikut :

- Biaya kebutuhan air PDAM UPT Balai Yasa Sebelum RWH
 Kebutuhan Air UPT Balai Yasa Yogyakarta = 66,46 m³/hari
 Biaya PDAM Kota Yogyakarta untuk Industri = Rp. 11.500,-
 Sehingga,
 Biaya Kebutuhan PDAM = 66,46 m³/hari x Rp. 11.500
 Biaya Kebutuhan PDAM = Rp. 764.290,- /hari
 Biaya Kebutuhan PDAM per bulan = Rp. 764.290,- x 30 hari
 Biaya Kebutuhan PDAM per bulan = Rp 22.928.700,-
- Biaya kebutuhan air PDAM UPT Balai Yasa Setelah RWH
 Kebutuhan Air UPT Balai Yasa Yogyakarta = 41,06 m³/hari
 Biaya PDAM Kota Yogyakarta untuk Industri = Rp. 11.500,-
 Sehingga,
 Biaya Kebutuhan PDAM = 41,06 m³/hari x Rp. 11.500
 Biaya Kebutuhan PDAM = Rp. 472.190,- /hari
 Biaya Kebutuhan PDAM per bulan = Rp. 472.190,- x 30 hari
 Biaya Kebutuhan PDAM per bulan = Rp 14.165.700,-
- Keuntungan setelah RWH
 Keuntungan = Biaya sebelum RWH – Biaya Setelah RWH
 Keuntungan = Rp 764.290 - Rp 472.190
 Keuntungan = Rp. 292.100,- /hari

Keuntungan yang didapatkan setelah adanya penerapan sistem *Rainwater Harvesting* di UPT Balai Yasa yaitu sebesar Rp. 292.100,- /hari didapatkan dari penghematan penggunaan air PDAM.