

PERENCANAAN PANEN AIR HUJAN SEBAGAI SUMBER AIR ALTERNATIF PADA KAMPUS UNIVERSITAS DIPONEGORO

Faisal Nurrohman, Satria Waskita Eka Paksi, Sri Sangkawati ^{*)}, Sugiyanto ^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Perencanaan panen air hujan direncanakan sebagai sumber air alternatif pada kawasan UNDIP sehingga diharapkan adanya pengurangan penggunaan air tanah sebagai sumber utama pemenuhan kebutuhan air pada wilayah UNDIP Tembalang. Penggunaan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air pada wilayah Kampus UNDIP untuk tahun 2014/2015 sebesar 2,23 lt/dt melebihi debit optimum pengambilan air sumur yang diijinkan yaitu sebesar 0,2-1 lt/dt. Berdasarkan hal tersebut dibuat perencanaan bangunan air hujan dengan volume 245 m³ dengan dimensi 7m x 7m x 5m dan dimensi sumur resapan dengan diameter 1,5 m dan kedalaman 3 m. Perencanaan bangunan panen air hujan pada kawasan UNDIP Tembalang memakan biaya sebesar Rp 275.465.000 dengan proses pekerjaan selama 29 hari.

kata kunci : *panen air hujan, cistern, sumur resapan*

ABSTRACT

The design of rainwater harvesting is planned for alternative water source in UNDIP area and hopefully it can reduce the use of groundwater as the main source water to fill the demand of water in UNDIP area. The use of groundwater to fill the water demand in UNDIP campus for years 2014/2015 of 2,23 lt/dt it more than the optimum discharge are allowable to take the water wells is equal to 0,2-1 lt/dt. Based on that the planning of the rainwater harvesting building is made of with a volume of 245 m³ with a dimensions of 7m x 7m x 5m and dimensions of infiltration wells with a diameter of 1,5 and depth of 3m. Planning of the rain water harvesting in the UNDIP area the cost of Rp 275.465.000 with the process of work for 29 days.

keywords: *rainwater harversting, cistern, infiltration well*

PENDAHULUAN

Pembangunan Kampus Universitas Diponegoro di Tembalang membawa dampak yang besar terhadap perubahan tata guna lahan. Pada awalnya, kawasan sekitar Kampus Universitas Diponegoro di Tembalang sebagian besar merupakan daerah resapan air. Namun, seiring dengan perkembangan kampus Universitas Diponegoro dan semakin meningkatnya kebutuhan akomodasi untuk mahasiswa, menjadikan kawasan sekitar kampus mengalami perubahan tata guna lahan menjadi kawasan terbangun berupa permukiman.

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

Luas lahan terbuka Kampus Universitas Diponegoro Tembalang sebelum adanya pembangunan yaitu sebesar 1.352.054 m². Dalam masterplan pembangunan Kampus Universitas Diponegoro Tembalang dijelaskan bahwa luas total pembangunan gedung kampus beserta bangunan penunjang seperti lapangan basket, lahan parkir dan jalan aspal sebesar 877.742 m² dan sisanya sebesar 202.000 m² direncanakan untuk lahan terbuka. Pada tahun 2013 pembangunan gedung kampus yang telah dibangun seluas 668.347 m². Sehingga dapat diketahui persentase perubahan lahan menjadi lahan terbangun sebesar 43% dari lahan terbuka keseluruhan. Hal tersebut menunjukkan berkurangnya lahan hijau pada wilayah dibangunnya Kampus Universitas Diponegoro Tembalang.

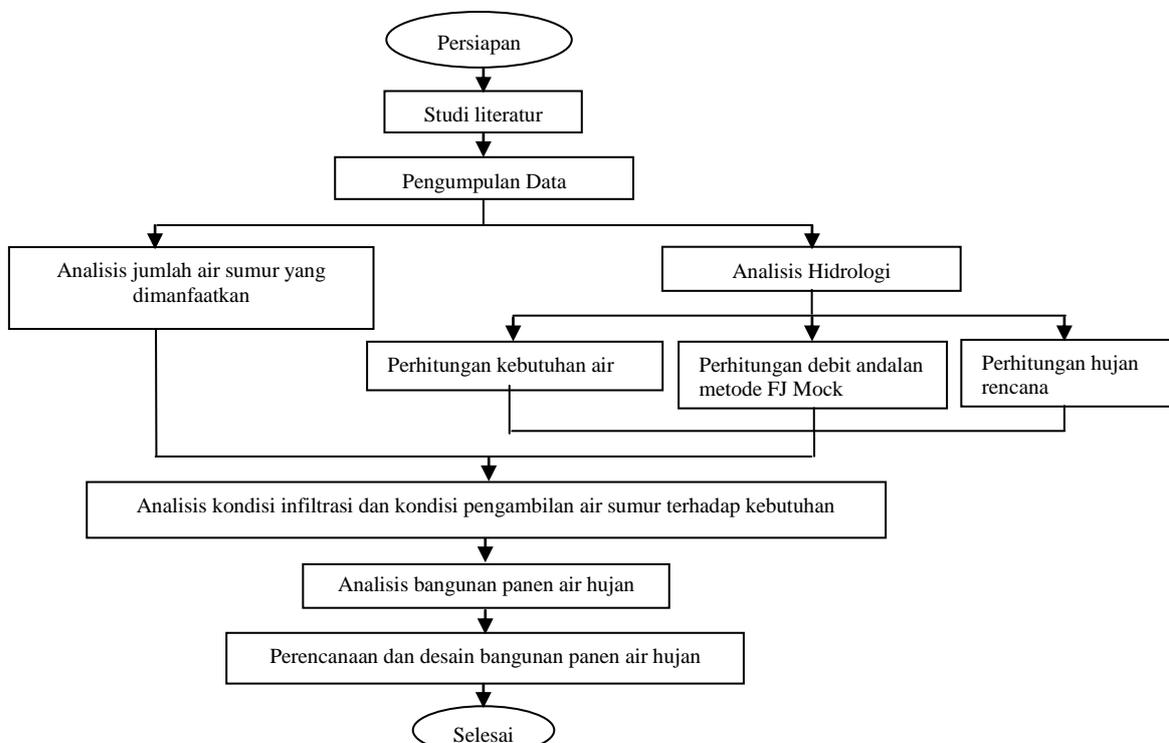
Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya lahan resapan air yang berakibat pada meningkatnya volume aliran limpasan air permukaan sehingga volume air yang mengalami infiltrasi dan menjadi air tanah berkurang. Keadaan tersebut dapat mengurangi jumlah air tanah yang merupakan sumber air tawar sebagai sumber air bersih. Selain itu, penambahan jumlah populasi yang didukung dengan tindakan konsumtif yang berlebihan serta kurang kepedulian terhadap lingkungan juga menyebabkan berkurangnya air bersih.

Dengan latar belakang tersebut, perlu dilakukan pengkajian tentang sistem panen air hujan dan perencanaan panen air hujan di kampus Universitas diponegoro sebagai sumber air alternatif dan sebagai kegiatan konservasi.

Tujuan studi ini adalah untuk menganalisis potensi dan merencanakan penggunaan air hujan sebagai sumber air alternatif untuk mengurangi penggunaan air tanah dalam usaha kegiatan konservasi di wilayah kampus Universitas Diponegoro.

METODE PERENCANAAN

Langkah – langkah perencanaan panen air hujan disajikan dalam bagan alir pada Gambar 1



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan panen Air Hujan

Data hujan yang digunakan dalam studi ini adalah data hujan harian selama 10 tahun pada Sta Gunung Pati, Sta Ungaran, dan Sta Pucang Gading.

Perhitungan Pengambilan Air Sumur

Air sumur yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pada kampus Universitas Diponegoro dihitung dengan rumus berikut :

$$V_d = Q_p \times t \times 1 \text{ tahun} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

V_d = volume besarnya air yang sudah diambil dalam setahun (m^3)

Q_p = kapasitas pompa (m^3/jam)

t = lama waktu pengisian (jam)

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi diawali dengan perhitungan kebutuhan air pada kampus Universitas Diponegoro yang terdiri dari kebutuhan air untuk kampus, kebutuhan fasilitas kampus dan kebutuhan air untuk taman. Perhitungan kebutuhan air sesuai dengan standar perencanaan Ditjen Cipta Karya 1996.

Curah hujan areal dihitung dengan menggunakan metode Polygon Thiessen. Besarnya aliran permukaan dan infiltrasi dihitung menggunakan analisis *water balance* dengan metode FJ Mock berdasarkan curah hujan bulanan, jumlah hari hujan dan karakteristik daerah pengaliran. Dalam perencanaan panen air hujan dibutuhkan curah hujan rencana yang dihitung menggunakan curah hujan andalan 80%. Data hujan diurutkan dari terkecil hingga terbesar. Kemudian dilanjutkan dengan rumus berikut :

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

n = jumlah data curah hujan

Peta *lay out* kampus Universitas Diponegoro digunakan untuk mengetahui jenis atap gedung untuk mengetahui koefisien limpasan (k) dan luas daerah tangkapan yang berupa atap. Nilai koefisien (k), curah hujan (R) dan luas daerah tangkapan yang sudah diketahui dapat digunakan untuk menghitung volume air hujan tertampung. Rumus perhitungan volume air hujan tertampung adalah sebagai berikut:

$$V = R \times A \times k \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

V = volume air tertampung (m^3)

R = curah hujan (m)

A = luas daerah tangkapan (m^2)

K = koefisien limpasan air

Dari jumlah volume air hujan yang dapat ditampung kemudian dilakukan perhitungan volume *cistern*/tampungan yang akan digunakan. Perhitungan volume *cistern* menggunakan metode simulasi panen air hujan dan metode *double mass curve* sehingga

mendapatkan volume tampungan efektif. Ketika tampungan telah terisi penuh terdapat limpasan air sisa yang kemudian dapat diresapkan melalui sumur resapan. Untuk itu direncanakan sumur resapan sesuai SNI 03-2453-2002 dengan rumus berikut :

$$\text{Volume sumur (V}_s) = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Volume resap sumur (V}_{rsp}) = \frac{te}{24} \times A_{tot} \times K \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Kapasitas satu sumur} = V_s + V_{rsp} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- D = diameter sumur (m)
- H = kedalaman sumur (m)
- Te = waktu hujan (jam)
- A = luas penampang sumur (m²)
- K = koefisien permeabelitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada kampus Universitas Diponegoro terdiri dari kebutuhan air untuk kampus, kebutuhan air fasilitas kampus dan kebutuhan air taman. Kebutuhan air untuk kampus dihitung berdasarkan jumlah populasi kampus. Kebutuhan air fasilitas kampus dihitung berdasarkan jumlah air yang digunakan pada fasilitas seperti masjid, mushola, kantin dan laboratorium. Kebutuhan air taman dihitung berdasarkan luas area taman. Dari analisis kebutuhan air pada kampus Universitas Diponegoro dengan prediksi 10 tahun didapatkan hasil seperti disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kebutuhan harian rata – rata, maksimal harian dan jam puncak total

No	Tahun	Rata – Rata (ltr/dtk)	Maks.Harian (ltr/detik)	Jam Puncak (ltr/detik)
1	2014	5,920	6,808	9,955
2	2019	6,216	7,148	10,472
3	2024	6,331	7,280	10,673

Volume Pengambilan Air Sumur

Kebutuhan air di Universitas Diponegoro dipenuhi kebutuhannya dari pemanfaatan air tanah dengan pembuatan sumur bor. Sumur bor yang dimanfaatkan memiliki kedalaman yang berkisar antara 65 – 110 meter. Air dari sumur diambil dengan menggunakan pompa yang memiliki spesifikasi yang berbeda yang disesuaikan dengan besarnya jumlah air yang dibutuhkan. Pompa digunakan dengan durasi pemakaian kurang lebih berkisar antara 1,5 jam hingga 2 jam. Spesifikasi pompa dan besarnya debit pemompaan yang diambil dalam setahun di Kampus Undip Tembalang dapat dilihat pada Tabel 2.

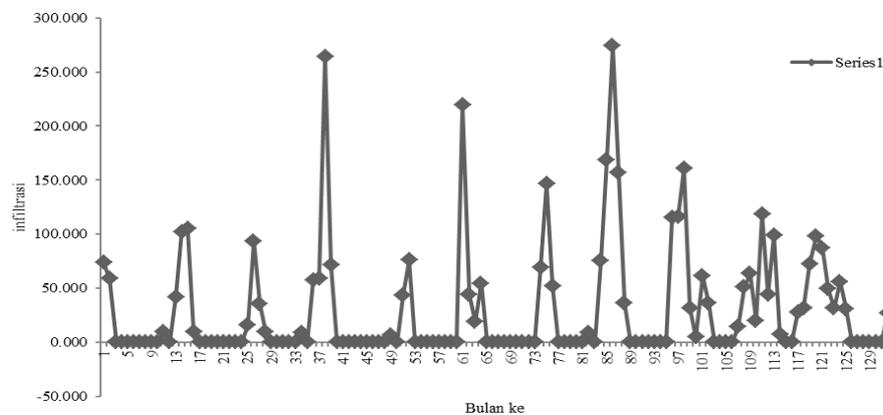
Tabel 2. Volume Pengambilan Air Sumur

No	Lokasi	Spesifikasi Pompa	Waktu penggunaan	Debit pemompaan	Volume Pengambilan dalam setahun (m ³)
1	Teknik sipil	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
2	Rektorat	grundfos SP 3 phase	2 jam	8m ³ /jam	5760
4	MIPA	grundfos type CH2-50	1,5 jam	2500 l/jam	1350
5	FKM	grundfos SA-SPM2	1,5 jam	150 lt/menit	4860
6	Elektro	grundfos MR 250 A-Jet	1,5 jam	45 l/menit	1458
7	Gd bersama	Aqua jet SP 505	1,5 jam	100l/menit	3240
8	Soedarto	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
9	Arsitek,pwk	shimizu jet pump jet 100	2 jam	50 lt/min	2160
10	Industri	shimizu PS 128815	1,5 jam	18 lt/min	583,2
11	Hukum	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
12	FIB	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
13	FISIP	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
14	Peternakan	shimizu jet pump jet 100	2 jam	50 lt/min	2160
15	Mesin	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
16	Kelautan	Aqua jet SP 505	1,5 jam	100l/menit	3240
17	Kedokteran	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
18	D3 teknik	grundfos SP 3 phase	2 jam	8m ³ /jam	5760
19	FEB	grundfos 3 phase	1,5 jam	150 lt/menit	4860
total					69451

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa besarnya jumlah pengambilan air sumur dalam setahun adalah sebesar 69541 m³ atau sebesar 2,23 lt/dt.

Perencanaan Bangunan Panen Air Hujan

Setelah melakukan analisis run off dan infiltrasi menggunakan metode FJ mock didapatkan nilai infiltrasi bulanan dalam 2001 hingga 2011 yang kemudian dibuat grafik infiltrasi seperti disajikan oleh grafik berikut :

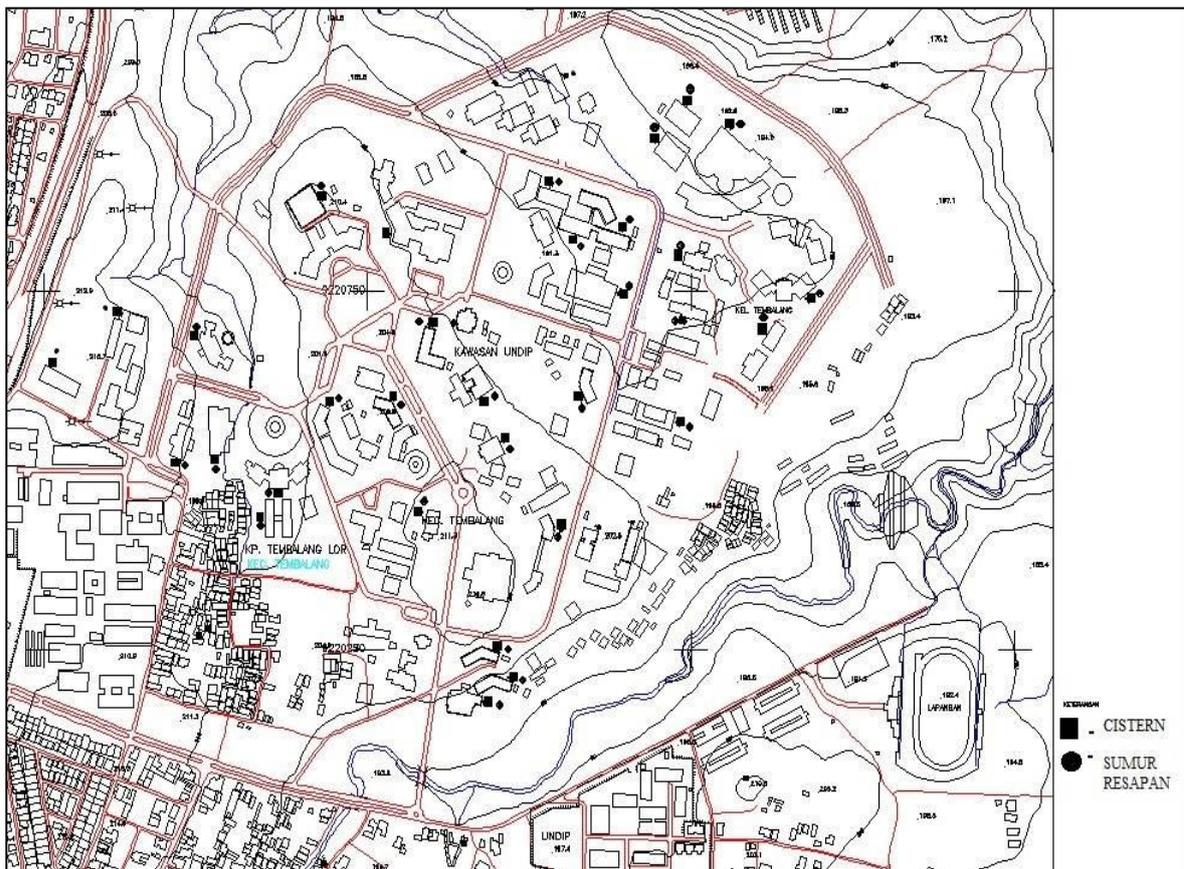


Gambar 2. Grafik Infiltrasi bulanan tahun 2001 - 2011

Dalam grafik dapat dilihat bahwa nilai infiltrasi cenderung menurun. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai air terinfiltrasi pada bulan Januari tahun 2006 sebesar 219,568 mm. Selanjutnya untuk bulan Januari tahun berikutnya nilai infiltrasi cenderung turun sampai pada bulan Januari tahun 2011 sebesar 87,223 mm. Pada bulan Maret tahun 2008 nilai infiltrasi sebesar 157,202 mm dan pada tahun berikutnya untuk bulan yang sama nilai infiltrasi cenderung turun yaitu sebesar 31,205 mm untuk bulan Maret tahun 2011. Dapat disimpulkan bahwa nilai infiltrasi mengalami penurunan.

Kemudian dari perhitungan jumlah air sumur yang dimanfaatkan dapat diketahui bahwa besarnya jumlah pengambilan air sumur dalam setahun adalah sebesar 69.541 m³ atau sebesar 2,23 lt/dtk. Jumlah tersebut lebih besar dari debit optimum pengambilan sumur pada wilayah tembalang yaitu 1,0 lt/dtk. Dari kedua hal tersebut maka direncanakan panen air hujan sebagai sumber air alternatif untuk mengembalikan pengambilan air sumur sesuai debit optimum.

Perencanaan bangunan panen air hujan pada Kampus Universitas Diponegoro dibagi kedalam 18 zona. Letak bangunan panen air hujan direncanakan pada tiap zona dan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Plotting* bangunan panen air hujan kampus UNDIP

Selanjutnya perencanaan panen air hujan dimulai dengan perhitungan volume air hujan yang dapat ditampung. Volume air hujan yang dapat ditampung pada kampus Universitas Diponegoro disajikan pada Tabel 3.

Sistem panen air hujan direncanakan pada zona 14 yaitu gedung kampus elektro sebagai salah satu perencanaan bangunan panen air hujan. Sesuai ketersediaan air zona 14 dilakukan perhitungan menggunakan simulasi tampungan dengan ketersediaan air dan kebutuhan untuk mendapatkan volume tampungan. Hasil simulasi panen air hujan didapatkan besar volume tampungan yang digunakan adalah sebesar 240 m³. Tampungan tersebut dapat memenuhi kebutuhan air selama 8 bulan atau 75% bulan dalam setahun. Untuk struktur tampungan digunakan beton bertulang dan direncanakan didalam tanah.

Tabel 3. Volume air hujan yang dapat ditampung pada kampus Universitas Diponegoro

Zona	Gedung	luas gedung (m ²)	Besar curah hujan perbulan yang bisa ditampung (m ³)											
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	T.sipil	4209	600	679	638	480	206	97	1	0	0	117	401	429
	Gd. Pertamina	610	75	85	80	60	26	12	0	0	0	15	50	54
2	Arsitek, Industri, PWK	5098	727	822	772	581	249	118	1	0	0	142	486	519
3	Fisip	1520	217	245	230	173	74	35	0	0	0	42	145	155
4	Hukum	6876	849	961	903	679	291	138	1	0	0	166	568	607
5	ilmu budaya	1500	185	210	197	148	64	30	0	0	0	36	124	132
6	widya puraya	5355	763	863	811	610	262	124	1	0	0	149	510	546
7	Rektorat	5100	727	822	773	581	249	118	1	0	0	142	486	520
8	Feb	5790	825	933	877	660	283	134	1	0	0	161	552	590
9	mipa, fkm	10365	1477	1671	1570	1181	507	240	2	0	0	288	987	1056
10	Kedokteran	8718	1077	1218	1145	861	369	175	1	0	0	210	720	770
11	Psikologi	4644	662	749	703	529	227	107	1	0	0	129	442	473
12	kelautan, perikanan	4483	639	723	679	511	219	104	1	0	0	125	427	457
13	Mesin	2065	294	333	313	235	101	48	0	0	0	57	197	210
14	Elektro	1769	252	285	268	202	87	41	0	0	0	49	169	180
15	kimia, soedarto	5740	818	925	870	654	281	133	1	0	0	159	547	585
16	peternakan, pertanian	5515	786	889	835	629	270	127	1	0	0	153	525	562
17	d3 teknik	9335	1331	1505	1889	1064	457	216	1	0	0	259	889	951
18	dekanat teknik, gd.bersama	3687	526	594	559	420	180	85	1	0	0	102	351	376
			12832	14511	14111	10261	4402	2080	13	0	0	2501	8576	9173

Perencanaan sumur resapan didesain sesuai volume limpasan maksimum harian yang didapat dari Simulasi panen air hujan. Besarnya volume maksimum limpasan harian yaitu sebesar 40,05 m³. Dengan waktu pengaliran rencana 24 jam dan laju permeabilitas sebesar 3,2184 cm/jam atau 0,77 m per hari dan waktu hujan efektif 2 jam, maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Volume sumur (V}_s) &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H = \frac{1}{4} \times \pi \times (1,5)^2 \times 3 \\ &= 5,29 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume resap sumur (V}_{rsp}) &= \frac{t_g}{24} \times A_{tot} \times K = \frac{2}{24} \times (15,91) \times (0,77) \\ &= 1,02 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas satu sumur resapan adalah $V_s + V_{rsp} = 6,32 \text{ m}^3$. Untuk menghitung kebutuhan sumur resapan maka kapasitas sumur resapan tersebut digunakan sebagai pembagi volume limpasan maksimum pada simulasi.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sumur yang diperlukan} &= \frac{\text{Volume maksimal}}{\text{Kapasitas satu sumur}} = \frac{40,03}{6,32} \\ &= 6,33 \approx 7 \text{ buah} \end{aligned}$$

Tiap zona memiliki jenis bangunan panen air hujan yang berbeda. Jenis sistem bangunan panen hujan tiap zona berbeda diakibatkan oleh jumlah volume air yang dapat ditampung yang berbeda dan volume limpasan harian yang berbeda pula. Jenis bangunan panen air hujan tiap zona di sajikan Tabel 4.

Tabel 4. Jenis Bangunan panen air hujan Tiap Zona Perencanaan pada Kampus Universitas Diponegoro

Zona	Wilayah Gedung	Jenis	Dimensi
1	Teknik Sipil, Gd pertamina	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
2	Arsitek, industry, PWK	Tipe 2	2 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
3	Fisip	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
4	Fakultas Hukum	Tipe 2	3 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
5	Fakultas ilmu budaya	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
6	Gedung widya puraya	Tipe 2	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
7	Gedung rektorat	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
8	Fakultas Ekonomi dan bisnis	Tipe 2	2 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
9	MIPA	Tipe 2	4 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
10	Kedokteran	Tipe 2	5 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
11	Psikologi	Tipe 1	2 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
12	Kelautan dan Perikanan	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
13	Teknik Mesin	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
14	Teknik Elektro	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
15	Teknik kimia, gd Sudarto	Tipe 1	1 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
16	Peternakan, pertanian	Tipe 2	5 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
17	D3 teknik	Tipe 2	2 Cistern 240 m3, Sumur Resapan
18	Gedung bersama, Dekanat Teknik	Tipe 1	2 Cistern 240 m3, Sumur Resapan

Bangunan panen air hujan juga dilengkapi dengan perencanaan taman resapan dan jalan resapan untuk meresapkan air lebih efektif. Dari perhitungan taman resapan dan jalan resapan diketahui bahwa jalan resapan mampu meresapkan air sebesar $960.279,7 \text{ m}^3$ dalam setahun dan untuk taman resapan meresapkan air sebesar $425.663,7 \text{ m}^3$.

Dari hasil air yang dapat diresapkan oleh sumur resapan, taman resapan dan jalan resapan dibandingkan dengan potensi curah hujan wilayah Universitas Diponegoro, maka didapatkan bahwa pembangunan bangunan tersebut dapat meresapkan air hujan sebesar 51% dari total potensi hujan tersebut. Penggunaan panen air hujan juga mengembalikan pengambilan air sumur menjadi normal pada kondisi debit pengambilan optimum. Hasil perhitungan rencana anggaran dan biaya, perencanaan bangunan panen air hujan pada kawasan UNDIP Tembalang memakan biaya sebesar Rp 275.465.000 dengan proses pekerjaan selama 29 hari.

KESIMPULAN

Dari analisis data dan perencanaan sistem pada studi perencanaan panen air hujan kampus Universitas Diponegoro di Tembalang terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu :

1. Hasil perhitungan kebutuhan air pada wilayah Kampus UNDIP pada tahun 2014 adalah sebesar 5,920 lt/dt untuk kebutuhan air rata-rata, 6,808 lt/dt untuk kebutuhan maksimal harian, dan 9,955 lt/dt untuk kebutuhan pada jam puncak.
2. Besarnya volume pemakaian air tanah pada wilayah Kampus UNDIP pada tahun 2014 adalah sebesar 29541 m³ atau sebesar 2,23 lt/dt.
3. Sistem panen air hujan yang digunakan pada wilayah Kampus UNDIP adalah Bangunan *Cistern* dan Sumur Resapan serta dilengkapi jalan dan taman resapan.
4. Bangunan *Cistern* direncanakan dibuat dari beton mutu f'c 15 dengan volume sebesar 240 m³, penggunaan talang digunakan ukuran talang 15 x 20 cm, pada sisi atap digunakan *splash guard* dari *metal sheet* dengan lebar 30 cm dipasang setiap 3 m, dan digunakan pipa dengan diameter 100 mm. Perencanaan sumur resapan direncanakan dengan kedalaman 3 m dan diameter 1,5 m.
5. Untuk bangunan resapan, total air yang dapat diresapkan sebesar 1.429.569,4 m³, jika dibandingkan dengan total potensi air hujan wilayah kampus UNDIP, presentase air yang dapat diresapkan oleh bangunan resapan adalah 51% dari total potensi air hujan wilayah kampus UNDIP.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji Aflakhi, Venni Budi Cahyani, Dwi Kurniani, Hary Budienny, 2014. *Perencanaan Eko-drainase kawasan perumahan tembalang pesona asri semarang*, Jurnal Karya Teknik Sipil Vol.3.
- Asdak, Chay, 2002. *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 1996. *SNI 03-0691-1996, Paving Block Atau Bata Beton*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*, Jakarta.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2008. *Katalog Infrastruktur Bidang Cipta Karya yang Potensial*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, 2007. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air minum Sederhana*, Jakarta.
- Govt.of India consultancy servise organization, 2002. *Rainwater Harversting and Conservation Manual*, New Delhi.
- Kementrian Pekerjaan umum Dirjen Cipta Karya, 2013. *Katalog Infrastruktur Bidang Cipta Karya yang Potensial*, Jakarta.
- Mori, kiyotaka dkk, 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Jakarta.
- Sri Sangkawati, Sugiyanto, Hary Budienny, 2013. *Perkiraan kefisien karakteristik daerah aliran sungai krengseng untuk membangun kurva durasi debit*, Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil Vol.19 no 1.
- Tim Dosen Pengampu, 2005. *Diktat Pengembangan Sumber daya Air*, Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Waterfall, Patricia H, 2006. *Rainwater Harversting for Landscape Use*, University of Arizona.

Worm, Janette, Tim Van hattum, 2006. *Rainwater harversting for domestic Use*, Netherlands.

Wynkoop, Samuel E., Jr, 2010. *Low Impact Development National Manual*, Maryland.