

POTENSI PENAMPUNGAN AIR HUJAN DI DKI JAKARTA

RAINWATER HARVESTING POTENTIAL IN JAKARTA

Elly Kusumawati Budirahardjo¹, Whendy Tandi¹

¹) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Krida Wacana
Jl. Tanjung Duren Raya no.4, Jakarta

*Corresponden email: elly.kusumawati@ukrida.ac.id

Diterima: 15 Juli 2019; Direvisi: 19 November 2019; Disetujui: 2 Oktober 2020

ABSTRACT

Rainwater harvesting (RWH) is one solution that can be implemented in urban areas to increase the availability of raw water and reduce flood losses. In Indonesia, the study of the potential for RWH in the regional scale is still limited so it has not provided sufficient information for practical application. The objectives of this study is to obtain design curve for designing RWH reservoir according to catchment area, required water demand and expected reliability. The study is located in Jakarta Region for 4 sub region area, those are East Jakarta, Central Jakarta, West Jakarta and North Jakarta. A Simulation Analysis Method is applied to calculate reservoir for 4 variations of roof area, water requirements and level of reliability. The design curve shows that increase in water demand and expected level of reliability, will be followed by increment of reservoir volume. RWH will be utilized as alternative source in Jakarta therefore 70% of reliability level is recommended. Building with a catchment area larger than 140 m² is recommended to choose 2 m³ reservoir while smaller building choose 1 m³ reservoir. 2 m³ reservoir can serve maximum 240 L / house / day while 1 m³ serve maximum of 120 L / house / day.

Keyword: Reservoir, rainwater, harvesting, reliability, Jakarta

ABSTRAK

Penampungan air hujan (PAH) merupakan salah satu solusi yang dapat diimplementasikan di perkotaan untuk menambah ketersediaan air baku dan mengurangi genangan banjir. Di Indonesia kajian potensi PAH pada wilayah berskala regional masih terbatas sehingga belum memberikan informasi yang cukup bagi penerapan praktis. Penelitian ini bermaksud untuk mendapatkan kurva tampungan PAH sehingga dapat menjadi acuan praktis bagi pengguna dalam memilih volume tampungan sesuai dengan luas bidang tangkap, besarnya kebutuhan air dan reliabilitas yang dikehendaki. Lokasi kajian berada di Provinsi DKI Jakarta dengan 4 wilayah administrasi yaitu Jakarta Timur, Jakarta Pusat, Jakarta Barat dan Jakarta Utara. Kajian ini menggunakan metoda Analisis Simulasi untuk menghitung volume tampungan dengan 4 variasi luasan atap, kebutuhan air dan tingkat reliabilitas. Hasil analisis kurva tampungan menunjukkan semakin besar kebutuhan air dan tingkat reliabilitas yang dikehendaki, semakin besar pula volume tampungan yang dibutuhkan. Di wilayah Jakarta dimana PAH dimanfaatkan sebagai sumber air baku alternatif, dapat dipilih tampungan dengan tingkat reliabilitas 70%. Rumah dengan luas bidang tangkap lebih dari 140 m² disarankan menggunakan tampungan 2 m³ sedangkan rumah yang lebih kecil dapat menggunakan tampungan 1 m³. Tampungan 2 m³ dapat melayani kebutuhan air maksimal 240 L/rumah/hari sedangkan tampungan 1 m³ dapat melayani maksimal 120 L/rumah/hari.

Kata kunci: Tampungan, air hujan, pemanenan, reliabilitas, Jakarta

PENDAHULUAN

Metoda penampungan air hujan (PAH) merupakan cara mendapatkan air dengan menampung air hujan ke dalam bak atau tangki penampungan. Metode sederhana ini sudah dilakukan oleh masyarakat sejak zaman dahulu, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah beriklim kering. Pada masa modern, PAH masih terus diterapkan untuk memenuhi kebutuhan air contohnya di beberapa negara maju seperti Australia. Pemanenan air hujan dibangun di rumah sakit, pusat-pusat perbelanjaan, perguruan tinggi, fasilitas olahraga dan kantor dengan luas bidang tangkap 1000 – 10.000 m². Di Singapura, pemanenan air hujan diterapkan di bandara (*Changi Airport*), dengan cara mengumpulkan dan memanfaatkan air hujan dari atap yang menyumbang 28%-33% dari total air yang digunakan. Untuk negara Jepang khususnya wilayah Tokyo, fasilitas pemanfaatan air hujan sederhana telah diterapkan dalam rumah tangga dimana pemanfaatan air hujan yang dikumpulkan dari atap rumah-rumah untuk penyiraman kebun, pemadam kebakaran, dan air minum dalam keadaan darurat. Bahkan sampai saat ini sekitar 750 bangunan swasta dan publik di wilayah Tokyo telah memperkenalkan koleksi dan sistem pemanfaatan air hujan. (Said dan Widayat, 2014). Sistem PAH terdiri dari beberapa komponen yaitu bidang penangkap air (atap bangunan), saluran pengumpul, filter atau saringan dan bak tampungan.

Di Indonesia pemanfaatan PAH di wilayah perkotaan masih sangat terbatas. Padahal Indonesia termasuk dalam urutan kelima negara di dunia yang kaya akan air hujan sehingga memiliki potensi besar untuk memanfaatkan PAH (Syra, 2011). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan potensi PAH yang cukup besar di berbagai wilayah di Indonesia. Evaluasi PAH di Desa Giriharjo, Gunungkidul menyebutkan rata-rata potensi hujan 5,5 mm/hari PAH dapat memenuhi kebutuhan air domestik sebesar 55,1 L/hari (Putra & Hadi, 2015). Analisis PAH di Kota Surakarta menyebutkan bangunan dengan luas atap 150 m² mampu menampung air hujan sebanyak 12 m³ dan dapat melayani 30% kebutuhan air untuk 4 orang penghuni rumah (Julindra et al., 2017). Kajian lain di Rusunawa Penjaringan Sari di Kota Surabaya menyebutkan atap per gedung dengan luasan sekitar 700 m² mampu menampung 20 m³ air hujan sehingga dapat menghemat biaya pemakaian air PDAM 17%-19% (Nadia & Mardiyanto, 2016).

Implementasi PAH harus didukung oleh pemerintah di antaranya dengan upaya memberikan informasi terkait potensi PAH di seluruh wilayah Indonesia. Penelitian mengenai potensi PAH di berbagai wilayah di Indonesia cukup

banyak, namun lingkup wilayah kajiannya masih bersifat lokal, terbatas pada gedung, kompleks permukiman atau kota. Kajian berskala regional yang mencakup potensi PAH untuk suatu Provinsi atau negara belum ada. Kajian regional juga dapat menjadi panduan praktis bagi masyarakat atau pemerintah setempat dalam mendesain volume tampungan PAH. Contohnya di Taiwan bagian Utara, sebuah nomogram yang menunjukkan hubungan antara volume tampungan dengan parameter curah hujan, luas atap dan kebutuhan air telah dikembangkan untuk mendesain PAH pada kondisi keterbatasan data hujan (Liaw and Chiang, 2014). Di Amerika potensi PAH di seluruh negara bagian telah dikaji dan hasilnya menyebutkan bahwa wilayah *Pacific Northwest*, tengah dan timur Amerika memiliki potensi PAH yang besar. Wilayah dengan kepadatan penduduk rendah memiliki reliabilitas PAH yang lebih tinggi dibanding yang tingkat kepadatannya tinggi (Ennenbach, et al., 2017).

Kajian potensi PAH memberikan informasi terkait volume tampungan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dengan tingkat keandalan tertentu (reliabilitas). Reliabilitas merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keandalan tampungan dalam melayani kebutuhan air secara kontinu (Mahon & Mein, 1978). Potensi PAH pada umumnya disajikan dalam bentuk kurva tampungan. Penelitian ini bermaksud untuk mendapatkan kurva tampungan PAH sehingga dapat menjadi acuan praktis bagi pengguna dalam memilih volume tampungan sesuai dengan luas bidang tangkap, besarnya kebutuhan air dan reliabilitas yang dikehendaki. Dengan adanya kajian yang berskala regional ini, diharapkan dapat mendorong masyarakat perkotaan untuk mengimplementasikan PAH.

Provinsi DKI Jakarta adalah lokasi yang dipilih pada kajian ini. Jakarta merupakan kota metropolitan dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan laju pembangunan yang berkembang dengan pesat. Perkembangan Kota Jakarta yang pesat membawa kepada dua implikasi yaitu peningkatan kebutuhan air bersih dan alih fungsi lahan hijau menjadi bangunan. Meningkatnya kebutuhan air bersih di Jakarta tidak diimbangi dengan suplai air baku yang merata sehingga mendorong terjadinya krisis air bersih. Kajian terkait permasalahan sumber daya air di Jakarta menyebutkan bahwa tahun 2010 terjadi defisit air sebesar 11.028 L/det dan terus membengkak menjadi 39,008 L/det pada tahun 2025 (Harsoyo, 2010). Permasalahan air baku makin kompleks, ketika sungai-sungai di Jakarta tidak dapat dijadikan sumber air baku karena tercemar oleh limbah domestik dan limbah industri. Keterbatasan

suplai air bersih perpipaan mendorong penduduk untuk mengeksploitasi air tanah yang berdampak buruk terhadap lingkungan antara lain penurunan level tanah. Di sisi lain, Jakarta kerap dilanda banjir akibat alih fungsi lahan yang menyebabkan peningkatan debit limpasan.

Permasalahan air seperti yang telah dijelaskan di atas menjadi dasar pertimbangan untuk memilih Provinsi DKI Jakarta sebagai lokasi kajian pada penelitian ini. Beberapa peneliti yang telah melakukan kajian literatur juga merekomendasikan pemanfaatan PAH sebagai alternatif solusi permasalahan air di wilayah Jakarta. Dengan memanfaatkan PAH biaya air perpipaan dan kegiatan eksploitasi air tanah dapat dikurangi sehingga berdampak positif terhadap keberlanjutan lingkungan (Ruqoyah & Novitasari, 2018).

Provinsi DKI Jakarta dengan luas 661,52 km² terbagi menjadi 5 wilayah administrasi yaitu Jakarta Barat, Jakarta Utara, Jakarta Timur, Jakarta Selatan dan Jakarta Pusat. Jumlah penduduk yang terdaftar pada tahun 2014 adalah 10,08 juta jiwa dengan tingkat kepadatannya mencapai lebih dari 5 ribu jiwa per km² (BPS, 2014). Berdasarkan data dari BPS DKI Jakarta tahun 2014, 80% tutupan lahan di Jakarta adalah permukiman dengan luas area permukiman paling tinggi berada di wilayah Jakarta Pusat. Curah hujan tahunan di Jakarta berkisar 1.600-1.935 mm dengan bulan-bulan basah terjadi pada bulan November sampai dengan bulan April. Dengan potensi hujan yang tinggi dan luas lahan terbangun besar, wilayah Jakarta memiliki potensi besar untuk menampung air hujan.

Kurva tampungan merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara volume tampungan, kebutuhan air dan reliabilitasnya. Tahap untuk membuat kurva tampungan sebagai berikut :

1. menghitung ketersediaan air dari data hujan dan luas bidang tangkap;
2. menghitung kebutuhan air;
3. menghitung volume tampungan untuk variasi reliabilitas 70%, 80%, 90%. Volume tampungan dihitung dengan metoda Analisis Simulasi;
4. membuat kurva tampungan dengan persamaan regresi non-linier.

METODOLOGI

Ketersediaan Air

Ketersediaan air pada PAH berasal dari limpasan air hujan yang ditangkap oleh atap rumah dan dialirkan ke bak penampungan. Volume limpasan dihitung dengan Persamaan (1) yang merupakan fungsi dari curah hujan, luas atap dan jenis penutup atap.

$$V = I \times A \times K \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

V = volume air yang ditampung (m³)

I = curah hujan (mm)

A = luas bidang penangkap (m²)

K = koefisien jenis atap

Luas bidang penangkap sama dengan luas atap bangunan yang efisiensinya ditentukan oleh jenis material atap. Koefisien atap dan jenis materialnya disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Koefisien jenis atap

Jenis Atap	Koefisien Jenis Atap
Logam galvanis	0,7-0,9
Genting tanah liat	0,8-0,9
Beton	0,6-0,8

(Sumber: Global Water Partnership Caribbean)

Pada penelitian ini jenis material atap yang digunakan adalah genting dengan koefisien 0,8. Luas atap dihitung berdasarkan nilai koefisien dasar bangunan (KDB) sebesar 80% yang artinya luas atap bangunan adalah 80% dari luas petak tanah. Dalam penelitian ini digunakan 4 jenis luas petak standar perumahan, yaitu ukuran 90 m², 120 m², 180 m², dan 200 m² maka variasi luas atap yang digunakan dalam analisis adalah 72 m², 96 m², 144 m² dan 160 m².

Curah hujan pada Persamaan (1) merupakan data hujan harian yang diperoleh dari stasiun hujan di wilayah Jakarta.

Kebutuhan Air

Kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air per orang per hari dikalikan jumlah orang. Merujuk pada UU no. 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, kebutuhan pokok air minimal sehari-hari sebesar 60 L/orang/hari. Pada penelitian ini dilakukan simulasi tampungan dengan beberapa variasi kebutuhan air yaitu 60, 45, 30 dan 20 L/orang/hari. Sedangkan jumlah penghuni rumah diasumsikan sebanyak 4 orang per rumah.

Metoda Analisis Simulasi

Pada prinsipnya metoda yang digunakan untuk menganalisis tampungan PAH sama dengan metoda analisis tampungan waduk. Ada beberapa jenis metoda analisis tampungan antara lain metoda kurva masa, *sequent peak method*, analisis simulasi (Mahon et al., 1978). Metoda analisis simulasi merupakan metoda yang sering digunakan (Liaw and Chiang, 2014) karena selain dapat digunakan untuk menentukan volume tampungan, metoda ini juga dapat mengukur tingkat reliabilitas

tampungan. Tampungan PAH didesain dengan metoda neraca air dengan memperhitungkan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan (*supply-demand*) air pada periode waktu tertentu. Persamaan yang digunakan untuk menentukan volume tampungan PAH adalah :

$$V_t = \sum_{i=0}^{i=t} \text{Max}(0, V_{t-1} + C_t - D_t - O_t) \dots\dots(2)$$

dimana :

V_t = volume tampungan pada waktu t

V_{t-1} = volume tampungan pada waktu $t-1$

C_t = ketersediaan air pada waktu t

D_t = kebutuhan air pada waktu t

O_t = *overflow* pada waktu t .

Reliabilitas

Pada kajian tampungan, dikenal 2 jenis reliabilitas, yaitu reliabilitas volume dan reliabilitas waktu. Reliabilitas volume adalah fraksi antara volume air yang tersedia dengan volume kebutuhan, sedangkan reliabilitas waktu adalah fraksi antara waktu yang dapat terlayani oleh tampungan dengan total waktu yang digunakan dalam analisis. Dalam kajian ini yang akan dianalisis adalah reliabilitas waktu. Reliabilitas waktu dihitung dengan Persamaan (3) berikut :

$$R = \frac{n_{\text{terpenuhi}}}{n_{\text{total}}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

R = reliabilitas tampungan

$n_{\text{terpenuhi}}$ = jumlah hari yang terlayani PAH

n_{total} = total hari dalam simulasi

Persamaan Regresi Polinomial

Hubungan volume tampungan dengan luas atap, kebutuhan air, hujan andalan dan reliabilitas diperoleh dengan metode regresi non-linier. Regresi merupakan metoda yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Ada dua beberapa jenis regresi, yaitu linier, linier berganda, polinomial dan non linier. Persamaan polinomial adalah kurva persamaan yang tidak mengikuti garis lurus (Walpole et al., 2012). Secara umum, fungsi polinomial dinyatakan dengan persamaan :

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots\dots b_r x^r \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

y = variable terikat

x = variable bebas

b_r = koefisien regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari website BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). Jenis data hujan adalah hujan harian dalam satuan mm/hari dari tahun 2009-2019. Data hujan berasal dari 4 stasiun yang tersebar di wilayah Jakarta, yaitu Stasiun Kemayoran, Tanjung Priok, Halim Perdanakusumah dan Bandara Soekarno Hatta. Masing-masing stasiun mewakili 4 sub wilayah yaitu Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Timur dan Jakarta Barat. Untuk wilayah Jakarta Selatan tidak termasuk dalam penelitian ini karena tidak diperoleh data hujan. Sebaran lokasi stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 1.

Intensitas hujan tahunan di wilayah Jakarta rata-rata sebesar 1945 mm/tahun, dengan rata-rata di masing-masing sub wilayah adalah 1914 mm/tahun untuk Jakarta Utara, 1957 mm/tahun untuk Jakarta Timur, 2045 mm/tahun Jakarta Pusat, dan 1696 mm/tahun di Jakarta Barat. Sebaran data hujan tahunan menunjukkan nilai koefisien *skewness* mendekati nol (0) dengan nilai rerata dan median yang berdekatan, hal ini mengindikasikan data mengikuti Distribusi Normal. Tabel 2 menunjukkan parameter statistik di lokasi kajian.

Tabel 2 Statistik Hujan Tahunan di Wilayah Jakarta

Parameter	Nilai
Rerata	1945
Median	2001
Std. Deviasi	572
Koef. Varians	0,29
Koef. <i>Skewness</i>	0,05

Sebaran data hujan bulanan menunjukkan bahwa musim basah terjadi pada bulan November - April dengan puncak hujan di bulan Januari dan Februari (Gambar 2). Rata-rata curah hujan di musim basah 242 mm/bulan. Musim kering terjadi dari bulan Maret - Oktober dengan puncak kering di bulan Agustus. Rata-rata curah hujan di musim kering 83 mm/bulan. Curah hujan di wilayah Jakarta tergolong cukup tinggi sehingga potensi air hujan yang dapat ditampung cukup banyak. Intensitas hujan dan jumlah hari hujan di setiap wilayah Jakarta memiliki distribusi yang hampir sama, sebagaimana disajikan pada Gambar 3- Gambar 6 dan Tabel 3- Tabel 6. Jakarta Timur memiliki intensitas hujan yang sedikit lebih rendah dibanding daerah lainnya.



Gambar 1 Sebaran stasiun hujan di wilayah Jakarta



Gambar 2 Hujan bulanan rata-rata di masing-masing stasiun

Tabel 3 Data Hujan Bulanan di Wilayah Jakarta Timur (Sta Halim Perdana Kusumah)

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2009	34	209	68	62	17	39	0	20	38	0	40	52	579
2010	12	32	35	169	125	24	0	95	0	26	118	79	714
2011	403	270	151	109	275	142	84	137	347	519	280	177	2895
2012	130	614	97	73	227	48	12	0	10	73	263	110	1657
2013	561	250	254	156	62	93	1	0	0	99	269	364	2107
2014	678	283	235	260	271	119	166	0	3	25	75	48	2161
2015	855	456	348	232	182	158	203	95	24	0	340	344	3237
2016	304	400	423	205	63	47	0	3	0	1	127	300	1872
2017	234	516	0	226	212	246	153	171	340	324	359	136	2915
2018	214	465	336	325	75	52	6	22	3	257	217	265	2237
2019	190	380	186	327	100	45	2	0	0	133	353	155	1870
Rerata	329	352	194	195	146	92	57	49	70	132	222	184	2022



Gambar 3 Distribusi hujan dan jumlah hari hujan di Jakarta Timur

Tabel 4 Data Hujan Bulanan di Wilayah Jakarta Pusat (Sta Kemayoran)

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2009	548	232	141	93	223	74	10	7	88	63	304	189	1973
2010	377	223	243	27	88	134	250	151	256	381	143	124	2395
2011	146	231	148	107	199	71	18	2	53	80	45	177	1274
2012	259	111	178	196	79	67	21	0	20	20	315	224	1488
2013	622	147	184	204	101	257	257	61	50	110	197	339	2528
2014	916	744	180	166	52	167	214	38	0	51	65	236	2828
2015	473	940	207	83	17	10	0	5	0	0	80	273	2087
2016	164	517	350	204	156	202	259	227	237	137	200	58	2712
2017	214	521	139	157	135	139	120	1	166	112	195	254	2152
2018	215	431	202	159	17	13	15	33	65	160	141	52	1502
2019	382	270	327	195	48	23	0	0	0	1	50	264	1560
Rerata	392	397	209	144	101	105	106	48	85	101	158	199	2045



Gambar 4 Distribusi hujan dan jumlah hari hujan di Jakarta Pusat

Tabel 5 Data Hujan Bulanan di Wilayah Jakarta Barat (Sta Soekarno Hatta)

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2009	587	282	209	106	98	69	41	12	33	80	129	71	1717
2010	442	140	176	73	31	281	239	145	127	344	164	96	2256
2011	201	0	119	111	41	60	126	0	10	31	44	143	884
2012	190	68	203	201	72	68	1	0	7	67	72	192	1143
2013	720	202	134	146	150	0	0	67	41	18	144	673	2293
2014	719	674	262	213	61	95	112	51	41	17	86	206	2537

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2015	363	476	155	57	43	106	0	11	0	15	59	174	1460
2016	165	517	163	48	125	168	146	123	88	286	71	102	2001
2017	203	428	136	140	157	171	86	16	132	98	92	181	1840
2018	178	375	77	220	42	12	0	9	12	58	177	98	1258
2019	284	69	365	66	67	31	1	1	27	31	21	193	1156
Rerata	368	294	182	126	81	96	68	40	47	95	96	194	1686



Gambar 5 Distribusi hujan dan jumlah hari hujan di Jakarta Barat

Tabel 6 Data Hujan Bulanan di Wilayah Jakarta Utara (Sta Tanjung Priok)

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Total
2009	391	458	296	53	77	141	18	57	60	45	59	51	1708
2010	250	317	263	73	60	46	48	0	0	76	49	194	1377
2011	133	642	129	145	127	42	10	61	34	19	90	706	2138
2012	203	707	122	217	108	57	0	23	21	56	201	145	1861
2013	473	368	90	51	164	38	16	7	25	24	215	164	1633
2014	572	353	176	21	134	173	86	67	195	220	138	155	2289
2015	258	184	105	34	157	78	86	14	3	58	114	132	1222
2016	220	195	181	110	122	45	25	0	26	0	252	280	1455
2017	626	212	173	132	276	112	188	117	12	83	84	218	2234
2018	912	963	273	46	222	100	166	117	69	6	83	86	3043
2019	418	775	213	97	44	45	3	0	16	0	160	241	2011
Rerata	360	460	201	106	112	84	53	48	51	62	129	198	1864



Gambar 6 Distribusi hujan dan jumlah hari hujan di Jakarta Utara

Volume Tampungan dan Reliabilitas

Volume tampungan dihitung dengan metoda analisis simulasi menggunakan Persamaan (2). Pada awal waktu simulasi diasumsikan tampungan terisi penuh, selanjutnya volume tampungan berfluktuasi sesuai ketersediaan dan pemakaian air. Volume tampungan ditentukan secara trial and error hingga diperoleh tingkat reliabilitas yang dikehendaki yaitu 70%, 80%, 90% dan 100%. Hasil analisis tampungan dan uji reliabilitas disajikan pada tabel 7 - tabel 10 dan gambar 7 - gambar 10.

Persamaan kurva tampungan diperoleh menggunakan analisis regresi. Fungsi yang sesuai untuk kurva tampungan adalah persamaan polinomial pangkat dua dengan nilai R^2 mendekati 1. Persamaan kurva tampungan disajikan pada Tabel 11.

Hasil analisis kurva tampungan dapat digunakan untuk menentukan volume tampungan yang dibutuhkan pada berbagai luasan bidang tangkap. Misal untuk wilayah Jakarta Utara pada rumah dengan luas bidang tangkap 72 m², volume tampungan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air 80 L/rumah/hari dengan reliabilitas 70% adalah 0,56 m³, sedangkan pada rumah dengan luas bidang tangkap 160 m², volume tampungan yang dibutuhkan adalah 0,45 m³. Semakin besar luas bidang tangkapnya, semakin kecil volume tampungan yang dibutuhkan. Pada grafik terlihat bahwa kurva luas bidang tangkap 166 m² dan 144 m² lebih landai dibanding luas bidang tangkap lainnya.

Kurva tampungan juga dapat digunakan untuk memilih volume tampungan sesuai dengan tingkat reliabilitas yang dikehendaki. Misalnya untuk wilayah Jakarta Barat, pada rumah dengan luas bidang tangkap 144 m², volume tampungan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air 120 L/rumah/hari dengan reliabilitas 70% adalah 0,72 m³, namun jika reliabilitas yang dipilih lebih tinggi yaitu 90% maka volume tampungan yang dibutuhkan bertambah besar menjadi 3,97 m³. Semakin tinggi reliabilitas yang dikehendaki, semakin besar volume tampungan yang dibutuhkan. Pemilihan tingkat reliabilitas disesuaikan dengan jenis pemanfaatan tampungan. Untuk pemanfaatan tampungan sebagai air baku utama, disarankan menggunakan reliabilitas 90% sedangkan reliabilitas 80% dan 70% dipilih untuk pemanfaatan air baku alternatif selain sumber utama dari air perpipaan. Pemilihan reliabilitas 100% perlu dikaji lebih lanjut untuk menganalisis nilai biaya manfaatnya, mengingat tampungan yang

didesain dengan reliabilitas tersebut volumenya cukup besar.

Selain kedua manfaat seperti yang dijelaskan di atas, kurva tampungan dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air yang dapat dipenuhi oleh suatu volume tampungan. Misal untuk wilayah Jakarta Pusat, volume tampungan sebesar 1 m³ dengan reliabilitas 80% dapat melayani kebutuhan air sebesar 41 L/rumah/hari pada luas bidang tangkap 160 m² atau 107 L/rumah/hari pada luas bidang tangkap 96 m². Namun jika reliabilitas yang dipilih semakin tinggi, misal 100% maka tampungan 1 m³ hanya dapat melayani kebutuhan air sebesar 6,5 L/rumah/hari pada luas bidang tangkap 160 m² maupun 96 m². Semakin besar luas bidang tangkap, semakin besar kebutuhan air yang dapat dilayani dari satu volume tampungan yang sama.

Untuk mencari volume tampungan di luar kebutuhan air yang ada pada Tabel 7 - Tabel 10, dapat diperoleh dengan membaca grafik kurva tampungan atau dihitung dengan fungsi persamaan dari Tabel 11. Variabel y pada fungsi persamaan merupakan volume tampungan yang dicari, variabel x merupakan kebutuhan air yang direncanakan. Misalnya untuk wilayah Jakarta Timur dengan luas bidang tangkap 160 m², volume tampungan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air 50 L/rumah/hari dengan reliabilitas 70% adalah 0,63 m³. Nilai tersebut diperoleh dari fungsi persamaan $y = 9E-05x^2 + 0.0068x + 0.0621$ dengan variabel x yaitu kebutuhan air sebesar 50 L/rumah/hari.

Wilayah Jakarta sebagian besar sudah mendapatkan layanan air baku perpipaan sehingga PAH dapat dimanfaatkan sebagai air baku alternatif. Terkait dengan pemanfaatan tersebut, dapat dipilih tingkat reliabilitas tampungan sebesar 70% dengan volume tampungan 2 m³ untuk rumah dengan luas bidang tangkap lebih besar dari 140 m² dan volume tampungan 1 m³ untuk rumah yang berukuran lebih kecil. Ketersediaan lahan dan biaya konstruksi merupakan faktor yang turut dipertimbangkan dalam menentukan volume tampungan. Tampungan 2 m³ dapat memenuhi kebutuhan air maksimal 240 L/rumah/hari, sedangkan tampungan 1 m³ dapat memenuhi kebutuhan air maksimal 120 L/rumah/hari. Dengan memanfaatkan PAH, penduduk Jakarta turut berperan dalam meningkatkan upaya konservasi air, sekaligus mendapatkan beberapa keuntungan seperti penghematan biaya langganan air serta pengurangan limpasan hujan.

Tabel 7 Tabel Volume Tampungan untuk Wilayah Jakarta Timur

Luas Atap (m ²)	Kebutuhan Air (L/rumah/hari)	Reliabilitas			
		70%	80%	90%	100%
160	240	2.37	7.14	16.98	47.44
	180	1.61	4.08	10.76	26.45
	120	0.96	2.23	5.90	16.87
	80	0.56	1.36	3.43	11.05
144	240	2.49	7.97	18.16	53.16
	180	1.61	4.42	11.36	29.89
	120	0.96	2.35	6.12	16.95
	80	0.56	1.36	3.47	11.10
96	240	3.98	12.36	25.10	85.63
	180	2.08	6.79	15.06	47.64
	120	1.07	2.97	7.60	19.93
	80	0.64	1.57	4.06	11.23
72	240	6.01	16.89	30.15	103.56
	180	2.98	9.29	18.90	64.03
	120	1.27	4.02	9.13	26.58
	80	0.72	1.80	4.75	11.57

Tabel 8 Tabel Volume Tampungan untuk Wilayah Jakarta Pusat

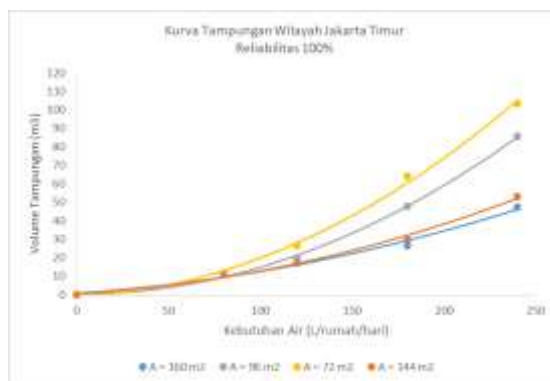
Luas Atap (m ²)	Kebutuhan Air (L/rumah/hari)	Reliabilitas			
		70%	80%	90%	100%
160	240	1.59	3.79	13.10	44.65
	180	1.05	2.22	8.19	32.48
	120	0.60	1.19	4.27	20.90
	80	0.33	0.71	2.35	13.35
144	240	1.67	4.18	14.07	45.06
	180	1.07	2.39	8.77	32.71
	120	0.60	1.29	4.66	21.13
	80	0.33	0.72	2.42	13.41
96	240	2.22	6.94	18.41	46.68
	180	1.35	3.71	11.47	34.20
	120	0.72	1.60	5.85	21.81
	80	0.40	0.86	3.10	14.09
72	240	3.15	9.89	22.38	49.77
	180	1.68	5.22	13.85	35.01
	120	0.84	2.12	7.05	22.60
	80	0.46	0.97	3.63	14.44

Tabel 9 Tabel Volume Tampungan untuk Wilayah Jakarta Barat

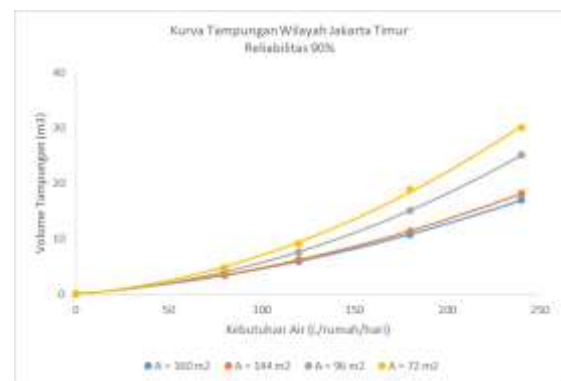
Luas Atap (m ²)	Kebutuhan Air (L/rumah/hari)	Reliabilitas			
		70%	80%	90%	100%
160	240	2.03	4.03	12.51	33.36
	180	1.25	2.39	7.19	23.16
	120	0.70	1.25	3.67	13.57
	80	0.41	0.72	2.02	7.84
144	240	2.15	4.46	13.44	34.56
	180	1.32	2.57	7.80	23.76
	120	0.72	1.31	3.97	14.04
	80	0.41	0.72	2.12	8.20
96	240	3.56	9.74	21.02	40.74
	180	1.81	4.00	11.31	26.82
	120	0.88	1.70	5.30	15.84
	80	0.48	0.87	2.64	9.36
72	240	6.81	15.99	29.57	67.84
	180	2.66	7.33	15.84	30.46
	120	1.07	2.24	6.77	17.28
	80	0.55	1.03	3.22	10.26

Tabel 10 Tabel Volume Tampungan untuk Wilayah Jakarta Utara

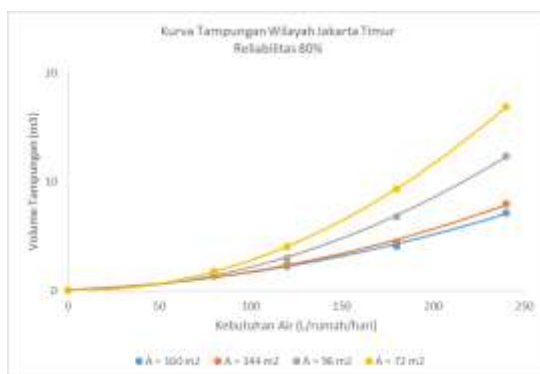
Luas Atap (m ²)	Kebutuhan Air (L/rumah/hari)	Reliabilitas			
		70%	80%	90%	100%
160	240	2.04	4.47	13.81	41.42
	180	1.26	2.70	8.87	30.83
	120	0.73	1.43	4.23	20.39
	80	0.45	0.83	2.17	13.50
144	240	2.18	4.93	14.79	41.57
	180	1.43	2.89	9.31	30.88
	120	0.77	1.48	4.64	20.50
	80	0.47	0.85	2.28	13.48
96	240	3.28	8.12	19.54	45.28
	180	1.80	4.37	11.98	31.43
	120	0.95	1.92	6.22	20.59
	80	0.51	0.99	3.09	13.64
72	240	5.22	12.77	25.02	51.03
	180	2.45	6.10	14.63	33.96
	120	1.09	2.48	7.35	20.79
	80	0.56	1.19	3.78	13.72



Gambar 7(a) Kurva Tampungan untuk wilayah Jakarta Timur Reliabilitas 100%



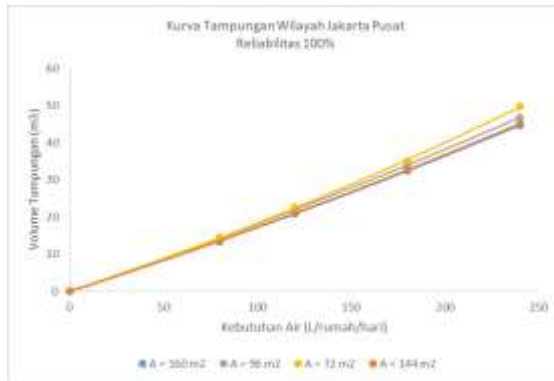
Gambar 7(b) Kurva Tampungan untuk wilayah Jakarta Timur Reliabilitas 90%



Gambar 7(c) Kurva Tampungan untuk wilayah Jakarta Timur Reliabilitas 80%



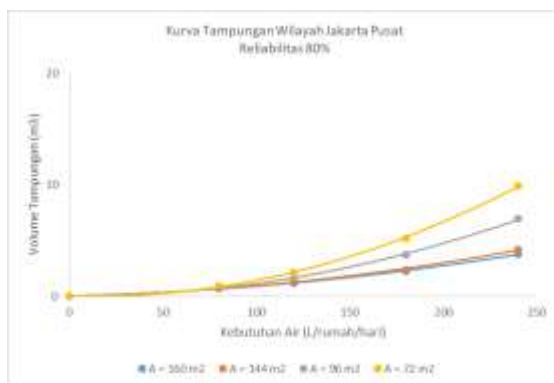
Gambar 7(d) Kurva Tampungan untuk wilayah Jakarta Timur Reliabilitas 70%



Gambar 8(a) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Pusat Reliabilitas 100%



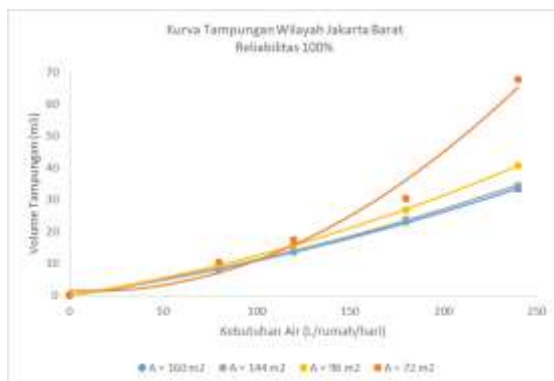
Gambar 8(b) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Pusat Reliabilitas 90%



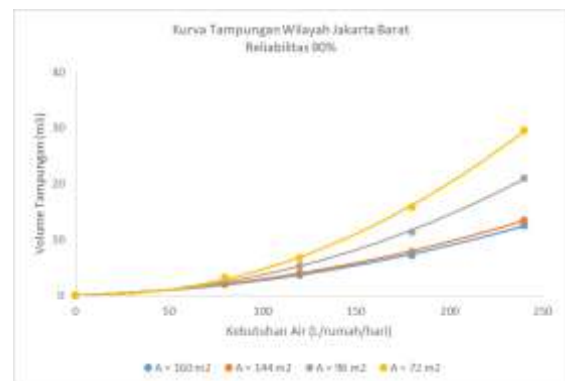
Gambar 8(c) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Pusat Reliabilitas 80%



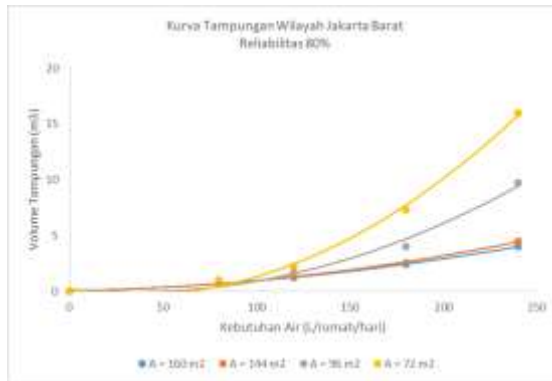
Gambar 8(d) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Pusat Reliabilitas 70%



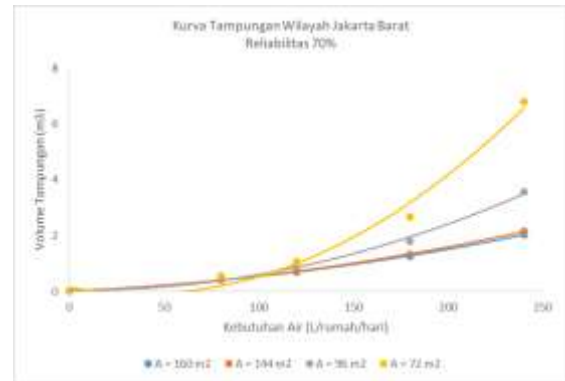
Gambar 9(a) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Barat Reliabilitas 100%



Gambar 9(b) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Barat Reliabilitas 90%



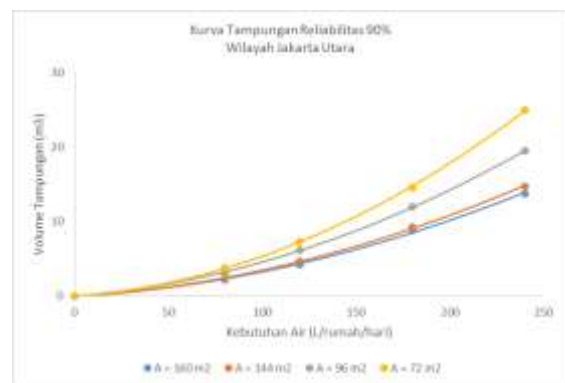
Gambar 9(c) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Barat Reliabilitas 80%



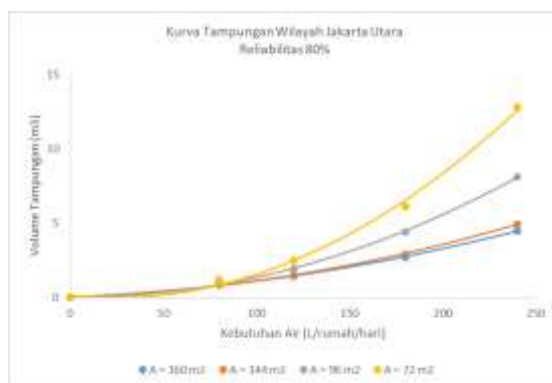
Gambar 9(d) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Barat Reliabilitas 70%



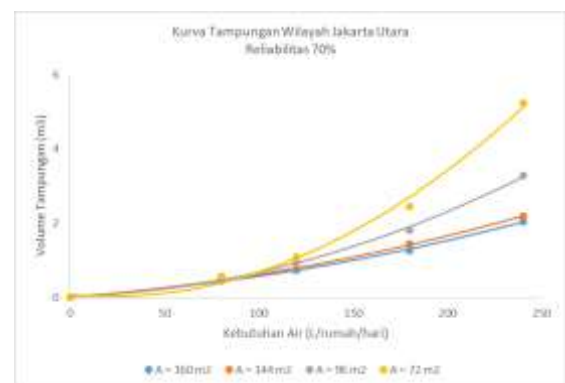
Gambar 10(a) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Utara Reliabilitas 100%



Gambar 10(b) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Utara Reliabilitas 90%



Gambar 10(c) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Utara Reliabilitas 80%



Gambar 10(d) Kurva Tampung untuk wilayah Jakarta Utara Reliabilitas 70%

Tabel 11 Fungsi persamaan kurva tampungan

Luas Atap	Jakarta Timur	Jakarta Pusat
Reliabilitas 100%		
72 m ²	$y = 0.0017x^2 + 0.038x - 0.7669$	$y = 0.0002x^2 + 0.1654x + 0.0582$
96 m ²	$y = 0.0015x^2 - 0.0064x + 0.4139$	$y = 0.0001x^2 + 0.1703x - 0.0613$
144 m ²	$y = 0.0007x^2 + 0.0553x + 0.6686$	$y = 0.0001x^2 + 0.1624x - 0.0545$
160 m ²	$y = 0.0005x^2 + 0.0679x + 0.7281$	$y = 0.0001x^2 + 0.1613x - 0.0509$
Reliabilitas 90%		
72 m ²	$y = 0.0004x^2 + 0.0306x - 0.099$	$y = 0.0003x^2 + 0.0244x - 0.0461$
96 m ²	$y = 0.0003x^2 + 0.0222x + 0.0218$	$y = 0.0002x^2 + 0.0216x - 0.0322$
144 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0264x + 0.0122$	$y = 0.0002x^2 + 0.0183x - 0.0251$
160 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0278x + 0.017$	$y = 0.0002x^2 + 0.017x - 0.0082$
Reliabilitas 80%		
72 m ²	$y = 0.0003x^2 - 0.0032x + 0.0237$	$y = 0.0002x^2 - 0.0054x + 0.0397$
96 m ²	$y = 0.0003x^2 + 0.0222x + 0.0218$	$y = 0.0001x^2 - 0.0017x + 0.046$
144 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0264x + 0.0122$	$y = 0.0002x^2 + 0.0183x - 0.0251$
160 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0278x + 0.017$	$y = 0.0002x^2 + 0.017x - 0.0082$
Reliabilitas 70%		
72 m ²	$y = 0.0001x^2 - 0.0039x + 0.0713$	$y = 5E-05x^2 + 0.0004x + 0.0275$
96 m ²	$y = 0.0002x^2 - 0.0008x + 0.0574$	$y = 3E-05x^2 + 0.0027x + 0.0039$
144 m ²	$y = 0.0001x^2 + 0.0049x + 0.0683$	$y = 2E-05x^2 + 0.0029x - 0.0021$
160 m ²	$y = 9E-05x^2 + 0.0068x + 0.0621$	$y = 5E-05x^2 + 0.004x + 0.0229$
	Jakarta Barat	Jakarta utara
Reliabilitas 100%		
72 m ²	$y = 0.0012x^2 - 0.0267x + 1.4174$	$y = 0.0003x^2 + 0.1341x + 0.2453$
96 m ²	$y = 0.0003x^2 + 0.0914x + 0.0125$	$y = 0.0001x^2 + 0.1508x + 0.1872$
144 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0893x - 0.1059$	$y = 2E-05x^2 + 0.1674x - 0.0086$
160 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0872x - 0.1442$	$y = 2E-05x^2 + 0.1672x - 0.0041$
Reliabilitas 90%		
72 m ²	$y = 0.0005x^2 - 0.0097x + 0.1198$	$y = 0.0004x^2 + 0.0169x + 0.0383$
96 m ²	$y = 0.0004x^2 - 0.001x + 0.1136$	$y = 0.0003x^2 + 0.0208x - 0.0419$
144 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0093x + 0.0415$	$y = 0.0002x^2 + 0.0163x - 0.0698$
160 m ²	$y = 0.0002x^2 + 0.0084x + 0.0569$	$y = 0.0002x^2 + 0.0156x - 0.0751$
Reliabilitas 80%		
72 m ²	$y = 0.0004x^2 - 0.0272x + 0.1766$	$y = 0.0003x^2 - 0.0129x + 0.1355$
96 m ²	$y = 0.0002x^2 - 0.0152x + 0.1911$	$y = 0.0001x^2 - 0.0016x + 0.0444$
144 m ²	$y = 6E-05x^2 + 0.003x + 0.0194$	$y = 7E-05x^2 + 0.0041x + 0.0234$
160 m ²	$y = 5E-05x^2 + 0.004x + 0.0158$	$y = 6E-05x^2 + 0.0052x + 0.0162$
Reliabilitas 70%		
72 m ²	$y = 0.0002x^2 - 0.0126x + 0.1474$	$y = 0.0001x^2 - 0.0046x + 0.07$
96 m ²	$y = 6E-05x^2 - 0.0007x + 0.0392$	$y = 5E-05x^2 + 0.0015x + 0.0233$
144 m ²	$y = 2E-05x^2 + 0.0029x + 0.0047$	$y = 2E-05x^2 + 0.004x + 0.0002$
160 m ²	$y = 2E-05x^2 + 0.003x + 0.0072$	$y = 2E-05x^2 + 0.0035x + 0.011$

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Provinsi DKI Jakarta memiliki potensi hujan yang besar sehingga dapat dimanfaatkan untuk PAH. Intensitas hujan dan jumlah hari hujan di seluruh wilayah Jakarta memiliki distribusi data yang hampir sama, dengan nilai rerata 1945 mm/tahun dan 129 hari hujan/tahun. Perlu ditingkatkan upaya-upaya untuk mendorong pemanfaatan PAH, di antaranya dengan memberikan panduan praktis untuk mendesain PAH. Kurva tampungan merupakan panduan yang dapat digunakan untuk menentukan volume tampungan sesuai kebutuhan air dan reliabilitas yang dikehendaki. Semakin besar kebutuhan air dan tingkat reliabilitas yang dikehendaki, semakin besar pula volume tampungan yang dibutuhkan. Untuk meminimalisir resiko kegagalan tampungan, pemilihan reliabilitas disesuaikan dengan jenis pemanfaatan air baku. Di wilayah Jakarta dimana PAH dimanfaatkan sebagai sumber air baku alternatif, dapat dipilih tampungan dengan tingkat reliabilitas 70%. Ketersediaan lahan dan biaya konstruksi merupakan faktor lain yang ikut dipertimbangkan dalam desain tampungan. Untuk rumah dengan luas bidang tangkap lebih besar dari 140 m² disarankan menggunakan tampungan 2 m³ sedangkan rumah yang lebih kecil dapat menggunakan tampungan 1 m³. Tampungan 2 m³ dapat melayani kebutuhan air maksimal 240 L/rumah/hari sedangkan tampungan 1 m³ dapat melayani maksimal 120 L/rumah/hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2014). *Statistik Indonesia 2014*. Indonesia : BPS
- Ennenbach, M.W., Larrauri, P.C., & Lall, U. (2017). County-Scale Rainwater Harvesting Feasibility in the United States : Climate, Collection Area, Density and Reuse Considerations. *Journal of The American Water Resources Association*, 54, 255-274. <http://doi.org/10.1111/1752-1688.12607>.
- Global Water Partnership Caribbean. (n.d.). *Technical Fact Sheets 1A and 1B: Calculating the amount of water you can capture off your roof*. <http://www.caribbeanrainwaterharvestingtoolbox.com>
- Harsoyo, B. (2010). Teknik Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) Sebagai Alternatif Upaya Penyelamatan Sumber Daya Air Di Wilayah DKI Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 11, 29-39. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v11i2.2183>
- Julindra, R., Qomariyah, S., & Sudarto. (2017). Analisis Pemanfaatan Air Hujan dengan Metoda Penampungan Air Hujan untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga di Kota Surakarta. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 5(3), 1061-1069. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v5i3.36737>
- Liaw, C.H. & Chiang, Y.C.(2014). Dimensionless Analysis for Designing Domestic Rainwater Harvesting System at The Regional Level in Northern Taiwan. *Journal Water*, 6(12), 3913-3933. <https://doi.org/10.3390/w6123913>
- Mahon, T.A., & Mein, R.G. (1978). *Reservoir Capacity and Yield*, Netherland : Elsevier
- Nadia, F., & Mardiyanto, M.A. (2016). Perencanaan Sistem Penampung Air Hujan Sebagai Salah Satu Alternatif Sumber Air Bersih di Rusunawa Penjaringan Sari Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), D241-D246. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.19035>
- Putra, A.E & Hadi, M.P. (2015), Evaluasi PAH untuk Pemenuhan Air Domestik di Desa Giriharjo Kecamatan Panggang Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(1), 158-166.
- Ruqoyah, Wiyarti, F., Novitasari, R., (2018). Metoda Rainwater Harvesting sebagai Upaya Pemenuhan Air Bersih di Wilayah Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Sedunia*. Palembang : Universitas Sriwijaya
- Said, N.I., & Widayat, W. (2014). *Pengisian Air Tanah Buatan, Pemanenan Air Hujan dan Teknologi Pengolahan Air Hujan*. Jakarta : BPPT Press.
- Syra. (2011). Pemanenan Air Hujan : Memanfaatkan Air Hujan untuk Keseharian. <https://www.bppt.go.id> (diakses 13 Oktober 2019)
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L. & Ye, K., (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists* (9th ed.), USA : Prentice Hall