

SUMUR RESAPAN AIR HUJAN SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA DI KOTA PEKALONGAN

Asri cahaya hati^{1*}, Thomas triadi putranto², Mochamad arief budihardjo³

¹*Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro*

²*Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang*

³*Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang*

**asri.cahayahati@gmail.com*

ABSTRAK

Air tanah merupakan sumber daya penting bagi 54,76% penduduk serta pelaku usaha/kegiatan di Kota Pekalongan. Peningkatan jumlah penduduk dan laju perekonomian memberikan tekanan yang serius terhadap air tanah. Berkurangnya resapan air hujan meningkatkan kejadian banjir tahunan di Kota Pekalongan. Studi ini dilaksanakan dengan tujuan : (1) Menghitung kebutuhan sumur resapan air hujan Kota Pekalongan secara keseluruhan, dan (2) Menentukan kebutuhan sumur resapan air hujan pada wilayah rawan bencana banjir. Studi dilaksanakan menggunakan metodologi penelitian deskriptif kuantitatif berbasis sistem informasi geografis. Kebutuhan sumur resapan untuk menampung limpasan dan genangan air hujan pada wilayah rawan banjir Kota Pekalongan yaitu 57.718 unit. Sumur resapan air hujan dalam upaya penanganan banjir dapat dibangun pada kelurahan Medono, Podosugih, Bendan Kergon, dan Buaran Kradenan.

Kata kunci : resapan air hujan, konservasi, banjir

ABSTRACT

Groundwater is an important resource for 54.76% of the population as well as business actors in Pekalongan City. The increasing population and economic rate are putting serious pressure on groundwater. Reduced rainwater infiltration increases the incidence of annual flooding in Pekalongan City. This study was carried out with the aim of (1) Calculating the overall need for rainwater infiltration wells in Pekalongan City, and (2) Determining the needs of rainwater absorption wells in flood-prone areas. The study was conducted using a quantitative descriptive research methodology based on geographic information systems. The need for infiltration wells to accommodate runoff and rainwater puddles in the flood-prone areas of Pekalongan City is 57,718 units. Rainwater infiltration wells to deal with floods can be built in the villages of Medono, Podosugih, Bendan Kergon, and Buaran Kradenan.

Keywords : rainwater infiltration, conservation, flooding

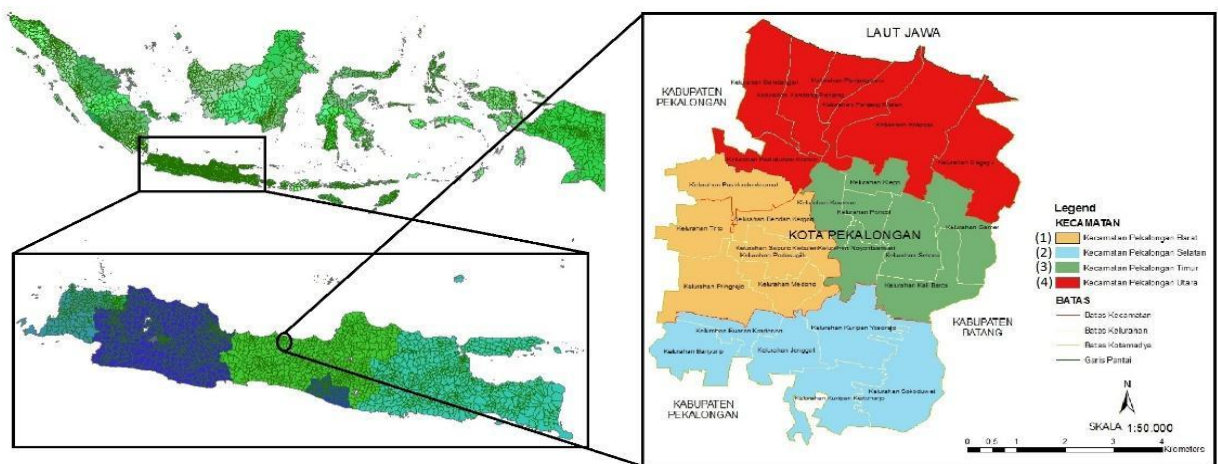
PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber daya penting bagi 54,76% penduduk serta pelaku usaha/kegiatan di Kota Pekalongan. Laju pertumbuhan penduduk dan ekonomi meningkat linear dengan kebutuhan air. Jumlah penduduk pada tahun 2019 meningkat sekitar 25% dari jumlah penduduk pada tahun 1993 dengan rasio penduduk mencapai 6.729 jiwa / km². Data terkini menunjukkan bahwa terdapat pemanfaatan sumber daya air untuk kegiatan ekonomi

4.580 perusahaan, 33 usaha akomodasi, dan 318 rumah makan (Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan, 2019). Perusahaan Daerah Air Minum hanya melayani sekitar 40% penduduk dan menggunakan sumber baku air sungai dan 32 sumur dalam (Ginjar, dkk, 2015).

Studi dengan penerapan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis menunjukkan bahwa 84% wilayah tangkapan air Kota Pekalongan termasuk dalam kategori "mulai kritis" dan 16% wilayah tangkapan air sudah "agak kritis" (Adibah, dkk, 2013). Selain itu, dinamika perubahan penggunaan lahan kurang kondusif bagi konservasi airtanah. Luas lahan terbangun meningkat 23,29% yang diakumulasi setiap tahun. Saat ini luas lahan terbangun mencapai 54,08% dari total luas wilayah Kota Pekalongan (Bashit, dkk, 2019). Berbagai tekanan tersebut memicu terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir (Pratama, 2019).

Studi ini dilaksanakan dengan tujuan : (1) Menghitung kebutuhan sumur resapan air hujan Kota Pekalongan secara keseluruhan, dan (2) Menentukan kebutuhan sumur resapan air hujan pada wilayah rawan bencana banjir. Studi ini merupakan salah satu upaya untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan dan menerapkan ketahanan masyarakat untuk menghadapi tantangan perubahan iklim.



Gambar 1. Wilayah studi Kota Pekalongan, Jawa Tengah.

METODE PENELITIAN

Studi dilaksanakan menggunakan metodologi penelitian deskriptif kuantitatif berbasis sistem informasi geografis. Sistem informasi geografis (SIG) efektif untuk studi eksplorasi dan pemetaan air tanah. SIG dianggap sebagai alat vital untuk studi air tanah, terutama untuk sistem yang rumit. SIG menawarkan fleksibilitas tinggi dalam integrasi data spasial dengan berbagai analisis matematika, statistik, dan teknik pengambilan keputusan (Thomas, 2015; Achu, dkk, 2020). Aplikasi SIG yang digunakan yaitu arcGIS 10.4.

Data primer yang digunakan merupakan data titik minatan kedalaman air tanah yang diukur pada wilayah studi Kota Pekalongan mencakup 4 (empat) Kecamatan yaitu Pekalongan Utara, Pekalongan Barat, Pekalongan Timur, Pekalongan Selatan. Data sekunder dibutuhkan untuk memahami karakteristik wilayah studi antara lain data topografi, geologi, hidrogeologi, litologi, jenis tanah, permeabilitas tanah, curah hujan, area rawan bencana, dan tata guna lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan sumur resapan membutuhkan adanya bidang tadah sebagai pengumpul air hujan. Luasan bidang tadah dalam hal ini berupa luas bangunan atau gedung. Perhitungan yang dilakukan pada studi ini diasumsikan bahwa luas bidang tadah menggunakan data tata guna lahan yang menunjukkan pemukiman, gedung baik sekolah, industri, dan lainnya secara umum. Kota Pekalongan, utamanya kecamatan Pekalongan Barat, termasuk dalam wilayah dataran yang padat penghuni. Hal ini berpengaruh besar terhadap peresapan air ke dalam tanah karena adanya bangunan beton yang menutupinya. Limpasan air hujan menjadi lebih besar dibandingkan dengan meresapnya air hujan ke dalam tanah.

Luas bidang tadah didapatkan melalui perhitungan geospasial dari shapefile, sehingga luasan yang terambil masih bersifat general. Luas bidang tadah merupakan lahan terbangun dengan muka air tanah $>1,5$ m dan diintegrasikan dengan data area rawan banjir. Hasil analisis spasial menunjukkan luasan bidang tadah (A) lahan terbangun dengan muka air tanah $>1,5$ m yaitu 5.846.238,13 m².

Studi ini menggunakan data curah hujan dalam 10 tahun terakhir, yakni dari tahun 2010 hingga tahun 2019. Rata-rata jumlah curah hujan tersebut sebesar 2.180,40 mm/tahun, yang mana termasuk dalam curah hujan menengah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan probabilitas normal dengan menggunakan rumus $XT = X + K * s$, dimana

XT : hujan rencana dengan periode ulang T tahun

X : nilai rata-rata dari data hujan (mm)

K : faktor frekuensi, dengan nilai tergantung pada T (Tabel 4)

S : standar deviasi dari data hujan (mm)

Tabel 1. Luas bidang tadah lahan terbangun dengan MAT > 1,5m

No	Kecamatan	Luas Bangunan (m ²)	A (m ²)
1	Pekalongan Utara	0,00	0,00
2	Pekalongan Barat	1.025.334,59	1.025.334,59
3	Pekalongan Timur	1.286.347,45	1.410.471,35
		99.819,22	
		24.304,68	
4	Pekalongan Selatan	3.096.706,03	3.410.432,19
		271.280,21	
		42.445,95	
5	Kota Pekalongan	5.846.238,13	5.846.238,13

Tabel 2. Luas bidang tadah asumsi poin g (bangunan dengan mat >1.5 m yang terdampak banjir)

No	Wilayah	A (m ²)
1	Pekalongan Utara	0,00
2	Pekalongan Barat	832.720,49
3	Pekalongan Timur	0,00
4	Pekalongan Selatan	350.695,72
5	Kota Pekalongan	1.183.416,21

Tabel 3. Jumlah Curah Hujan Kota Pekalongan

Tahun	Jumlah (Mm)										Rata-rata
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Januari	286	548	14	711	1351	346	281	453	452	749	
Februari	121	483	19	165	700	509	457	283	454	313	
Maret	290	228	222	175	125	319	126	227	194	251	
April	183	166	320	172	73	224	262	150	168	163	
Mei	177	62	208	158	253	111	66	54	51	97	
Juni	337	22	366	144	152	32	49	36	97	16	
Juli	177	238	-	129	152	8	133	35	0	82	
Agustus	227	2	-	144	80	121	138	6	11	0	
September	126	260	8	37	6	0	286	30	1	0	
Oktober	204	96	36	15	23	1	188	84	44	69	
November	54	87	145	124	34	56	152	110	150	36	
Desember	214	189	216	234	512	412	339	179	88	55	
Jumlah	2.396,00	2.381,00	1.554,00	2.208,00	3.461,00	2.139,00	2.477,00	1.647,00	1.710,00	1.831,00	2.180,40
Rata-Rata	199,67	198,42	155,40	184,00	288,42	178,25	206,42	137,25	142,50	152,58	184,49

Tabel 4. Nilai Variabel Reduksi Gauss

PUH	Peluang	KT
1,0014	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52
1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,005	1,64
50	0,02	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

Perhitungan tersebut secara lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5 Selanjutnya dilakukan perhitungan logaritma hujan tahunan atau banjir periode ulang. Perencanaan sumur resapan air menggunakan periode ulang 5 tahun (Republik Indonesia, 2017), sehingga perhitungan selanjutnya menggunakan hujan rancangan harian (R24) yakni 221,44 mm/hari. Tabel 6 menunjukkan hujan rencana periode ulang 2, 5, 20, 50, dan 100 tahun.

Tabel 5. Perhitungan Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan X_i (Mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
2010	199,6666667	15,38	236,44
2011	198,42	14,13	199,56
2012	155,40	-28,89	834,63
2013	184,00	-0,29	0,08
2014	288,42	104,13	10.842,36
2015	178,25	-6,04	36,48
2016	206,42	22,13	489,59
2017	137,25	-47,04	2.212,76
2018	142,50	-41,79	1.746,40
2019	152,58	-31,71	1.005,31

Jumlah	1.843	17.604
Rata-rata	184,29	
Stan Dev	44,23	

Tabel 6. Perhitungan Hujan Rencana Melalui Periode Ulang

ta	X	Log X	K	S	XT
2	184,29	2,265502	0	44,23	184,29
5	184,29	2,265502	0,84	44,23	221,44
20	184,29	2,265502	1,64	44,23	256,821
50	184,29	2,265502	2,05	44,23	274,9538
100	184,29	2,265502	2,33	44,23	287,3371

Setelah curah hujan rencana (R₂₄) didapatkan, perhitungan menggunakan metode monobe seperti dalam persamaan (1). Sesuai dengan SNI 8456:2017, lama hujan yang digunakan selama 2 jam, sehingga contoh perhitungan adalah sebagai berikut.

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

$$I = \frac{221,44}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 48,36 \text{ mm/jam} = 0,05 \text{ m/jam}$$

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan jumlah sumur resapan dengan menghitung debit andil banjir. Rumus yang digunakan yakni menggunakan persamaan $Q = C.I.A$, dimana C bernilai 0,95 dan A merupakan luas bidang tadah dalam m². Setelah diketahui nilai Q (Tabel 7), selanjutnya menghitung H (Tabel 8) menggunakan persamaan (2), tergantung pada keadaan tanah dan jenis konstruksi sumur

$$H = \frac{Q}{\omega \pi r K}$$

$K = 1,8 \times 10^{-2}$ cm/detik (Saputra, 2017 dalam Gunawan, 2018) untuk jenis tanah porus
= 0,648 m/jam

$K = 0,02$ m/jam untuk jenis tanah lanau (Republik Indonesia, 2017b)

Penentuan koefisien permeabilitas (K) berdasarkan pada litologi Kota Pekalongan yang merujuk pada Gambar 2.

$\omega = 2$, untuk sumur kosong berdinding kedap air

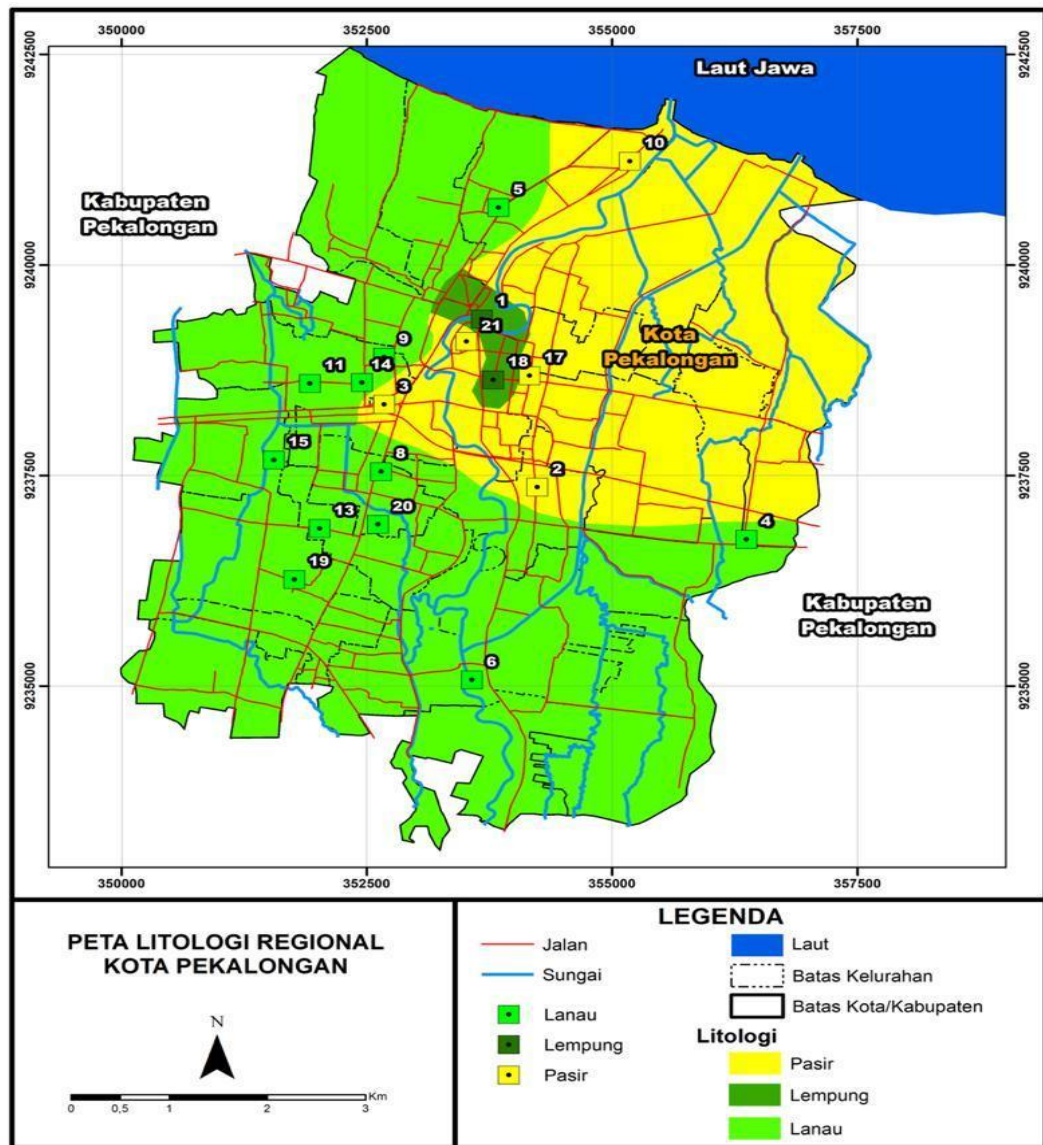
$\omega = 5$, untuk sumur kosong berdinding porus

Tabel 7. Perhitungan debit andil (Q)

Variabel	Satuan	Tujuan 1	Tujuan 2
R24	mm/hari	221,44	221,44
t	jam	2	2
R	m	1	1
A	m ²	5.846.238,13	1.183.416,21
C	Ketetapan	0,95	0,95
Q	m ³ /jam	268.595,77	54.370,11

Tabel 8. Perhitungan jumlah sumur (H) Kota Pekalongan

No.	I m/jam	Q m ³ /jam	H porus/lanau
1	Lahan terbangun Kota Pekalongan dengan MAT >1,5m 0,05	268.595,77	855.400,53
	Kebutuhan Sumur Resapan Air Hujan		285.134
2	Lahan terbangun Kota Pekalongan dengan MAT >1,5m dan merupakan area rawan banjir 0,05	54.370,11	173.153,20
	Kebutuhan Sumur Resapan Air Hujan		57.718



Gambar 2. Litologi Kota Pekalongan

KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi sumur resapan air hujan sebagai upaya mitigasi bencana di kota pekalongan sebagai berikut:

1. Kebutuhan sumur resapan untuk menampung limpasan dan genangan air hujan pada wilayah rawan banjir Kota Pekalongan yaitu 57.718 unit.
2. Sumur resapan air hujan dalam upaya penanganan banjir dapat dibangun pada kelurahan Medono, Podosugih, Bendan Kergon, dan Buaran Kradenan.
3. Kecamatan Pekalongan Utara dan Pekalongan Timur yang merupakan area rawan banjir namun memiliki kedalaman muka air tanah kurang dari 1,5 meter maka tidak dapat dilakukan instalasi sumur resapan air hujan. Alternatif resapan air hujan pada area dengan kedalaman muka air tanah kurang dari 1,5 meter dapat dilakukan dengan menggunakan

parit resapan air hujan dan biopori, serta pemanfaatan air hujan melalui kolam penampungan air hujan atau kolam retensi.

4. Kebutuhan sumur resapan air hujan pada lahan terbangun dengan kedalaman muka air tanah >1,5m diluar area rawan banjir sebanyak 227.416 unit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penyusunan studi ini,

DAFTAR PUSTAKA

- Achu, A. L., Thomas, J. and Reghunath, R. (2020) 'Multi-criteria decision analysis for delineation of groundwater potential zones in a tropical river basin using remote sensing, GIS and analytical hierarchy process (AHP)', *Groundwater for Sustainable Development*. Elsevier B.V., 10(February). doi: 10.1016/j.gsd.2020.100365.
- Adibah, N., Kahar, S. and Sasmito, B. (2013) 'Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Daerah Resapan Air (Studi Kasus: Kota Pekalongan)', *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2), pp. 141–153.
- Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan (2019) *Kota Pekalongan Dalam Angka 2019*. 33750.1902. Pekalongan: BPS Kota Pekalongan.
- Bashit, N. *et al.* (2019) 'Kajian Perkembangan Lahan Terbangun Kota Pekalongan Menggunakan Metode Urban Index (U_i)', 02(02), pp. 12–18.
- Ginjar, A., Rezagama, A. and Handayani, D. S. (2015) 'Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kota Pekalongan', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(3), pp. 1–8.
- Pratama, M. B. (2019) 'Tidal Flood in Pekalongan: Utilizing and Operating Open Resources for Modelling', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER*. IOP Publishing Ltd, pp. 1–10. doi: 10.1088/1757-899X/676/1/012029.
- Republik Indonesia (2017) 'SNI 8456:2017 Sumur dan parit resapan air hujan'.
- Thomas, A. (2015) 'Modelling of Spatially Distributed Surface Runoff and Infiltration in the Olifants River Catchment/Water Management Area Using GIS', *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 4(1), pp. 828–862. doi: 10.23953/cloud.ijarsg.81.