



SISTEM PENANGANAN MITIGASI BENCANA BANJIR

Soebyakto

Dosen Universitas Pancasakti Tegal 2025
Sarjana Geofisika Institut Teknologi Bandung 1986 dan
Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta 2011
Email Korespondensi: soebyakto@gmail.com
Hp. +6285328991833

ABSTRAK

Sistem mitigasi bencana banjir adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Banjir terjadi ketika air meluap dari batas normal aliran sungai, anak sungai, atau badan air lainnya, atau terkumpul di daerah yang biasanya kering. Ada dua jenis banjir utama. Banjir genangan terjadi secara perlahan dan berkembang selama beberapa jam atau beberapa hari. Banjir bandang terjadi secara tiba-tiba, sering kali tanpa peringatan, dan biasanya disebabkan oleh hujan lebat. Meskipun banjir tahunan merupakan fenomena alam di banyak bagian dunia, praktik permukiman dan penggunaan lahan manusia telah meningkatkan frekuensi dan ukuran banjir. Banjir juga diperkirakan akan menjadi lebih sering dan parah karena perubahan iklim. Banjir dapat berbahaya dan menyebabkan kerusakan besar pada manusia, lingkungan, dan material bagi masyarakat. Banjir biasanya terjadi ketika hujan yang turun dalam jangka waktu yang lama selama beberapa hari, ketika hujan lebat turun dalam waktu yang singkat, yang menyebabkan sungai atau aliran air meluap ke daerah sekitarnya. Banjir juga dapat terjadi akibat kegagalan struktur pengendali air, seperti tanggul atau bendungan. Penyebab banjir yang paling umum adalah air akibat hujan yang terkumpul lebih cepat daripada kemampuan tanah untuk menyerapnya atau sungai untuk membawanya pergi. Dalam penanganan banjir ini kita menggunakan konsep fisika yaitu fluida statis dan dinamis. Bentuk model volume dan luas daerah banjir digunakan konsep matematika.

Kata Kunci: Air Meluap, Banjir Genangan, Banjir Bandang, Volume Air Berlebih, Air Tergenang, Mitigasi.

ABSTRACT

Flood disaster mitigation system is a series of efforts to reduce disaster risk, both through physical development and awareness and increased capacity to face disaster threats. Floods occur when water overflows the normal limits of rivers, tributaries, or other water bodies, or collects in areas that are usually dry. There are two main types of floods. Inundation floods occur slowly and develop over hours or days. Flash floods occur suddenly, often without warning, and are usually caused by heavy rain. Although annual flooding is a

natural phenomenon in many parts of the world, human settlement and land use practices have increased the frequency and size of floods. Floods are also expected to become more frequent and severe due to climate change. Floods can be dangerous and cause major damage to humans, the environment, and material for communities. Floods usually occur when rain falls for a long period of time over several days, when heavy rain falls in a short time, causing rivers or streams to overflow into the surrounding area. Floods can also occur due to the failure of water control structures, such as embankments or dams. The most common cause of flooding is rainwater that collects faster than the soil can absorb it or the river can carry it away. In handling this flood, we use the concept of physics, namely static and dynamic fluids. The form of the volume and area model of the flooded area uses mathematical concepts.

Keywords: *Overflowing Water, Inundation Flood, Flash Flood, Excess Water Volume, Stagnant Water, Mitigation.*

PENDAHULUAN

Banjir adalah setiap aliran dengan muka air laut yang relative tinggi yang melampaui tebing sungai sehingga aliran air tersebut menyebar ke dataran sungai dan menimbulkan masalah pada manusia (Douglas et al. 2008). Banjir adalah salah satu bencana alam yang menjadikan kondisi daratan tergenang oleh aliran air dalam volume yang berlebihan. Secara umum, banjir disebabkan oleh curah hujan di atas normal yang membentuk sistem aliran air yang terdiri dari sungai alami dan anak sungai serta sistem drainase dan saluran tidak mampu menerima penumpukan air hujan (Beura D 2015).

Konsep fisika yang ditunjukkan pada banjir adalah fluida statis, fluida dinamis, debit air, gravitasi, tumbukan, viskositas, momentum, gesekan, dan energi kinetik. Konsep fisika tersebut meliputi tekanan hidrostatik, kapilaritas, dan Hukum Archimedes. Setelah mempertimbangkan permasalahan tersebut, penelitian ini akhirnya membuat konsep fisika pada banjir (Mulyati et al. 2019).

Model matematika satu dimensi telah digunakan untuk menghitung muka air dan debit di sungai-sungai yang merupakan sistem drainase di dalam dan di pinggirannya. Model banjir dan drainase untuk wilayah studi telah diterapkan untuk merancang solusi terhadap masalah banjir dan drainase yang ada (Hossain et al. 2016).

Dalam pembelajaran fisika, untuk mengetahui penerapan konsep fisika dalam berbagai mitigasi bencana banjir, tidak tersedia secara khusus dalam mata kuliah. Selain itu, materi pembelajaran ini tidak didukung oleh kurikulum. Padahal literasi ini mutlak diperlukan. Karena pemahaman mitigasi bencana banjir merupakan suatu keharusan untuk memenuhi kebutuhan saat ini. Oleh karena itu, penelitian dan kajian ini diarahkan untuk mengetahui bagaimana profil literasi dikaji agar memiliki kemampuan, menerapkan, menyiapkan dan menyikapi materi pengayaan fisika sebagai materi pendukung. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa masih perlu ditingkatkan kesadaran kajian ilmu pengetahuan terhadap literasi sains yang bersumber dari fenomena alam dan lingkungan (Rochman et al. 2018).

Pemodelan hidrologi melibatkan penyeimbangan aliran masuk, aliran keluar, dan volume penyimpanan melalui penggunaan persamaan kontinuitas. Hubungan penyimpanan-debit juga diperlukan antara laju aliran keluar dan penyimpanan. Ini menyiratkan bahwa permukaan air datar melalui aliran air, biasanya waduk atau danau. Hubungan yang lebih kompleks harus dicari untuk waduk yang panjang dan sempit atau saluran terbuka di mana penyimpanan merupakan fungsi dari aliran masuk dan aliran keluar. Teknik grafis dan matematika untuk memecahkan persamaan kontinuitas ini (De Wrachien, Mambretti, and Sole 2010).

Pemahaman terhadap fenomena dan proses terjadinya banjir membantu keselamatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep fisika dan matematika pada saat terjadi bencana banjir sehingga diperoleh materi mitigasi bencana banjir yang terbaik. UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, menjelaskan bahwa mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Triyunanto 2024).

STUDY AREA

Daerah penelitian terletak di wilayah Jakarta. Kota Jakarta secara keseluruhan dianggap sebagai provinsi istimewa dan dipimpin oleh seorang gubernur. Ini dibagi menjadi lima wilayah kota, yang dipimpin oleh seorang walikota. Lima kotamadya tersebut adalah: Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Timur, Jakarta Selatan, Jakarta Barat (Cities 2024). Jakarta, dengan luas kota: 661,52 km², terletak di antara 6° 8' Lintang Selatan dan 106° 48' Bujur Timur. Provinsi DKI Jakarta mempunyai luas daratan 661,52 km² dan lautan seluas 6.977,5 km² serta tercatat ±110 pulau yang tersebar di Kepulauan Seribu (DKI 2024). Provinsi DKI Jakarta terbagi dalam lima wilayah Kota Administratif dan satu Kabupaten Administratif, yaitu: Kota Administratif Jakarta Pusat dengan luas wilayah 47,90 km², Jakarta Utara dengan luas wilayah 142,20 km², Jakarta Barat dengan luas wilayah 126,15 km², Jakarta Selatan dengan luas wilayah 145,73 km², Jakarta Timur dengan luas wilayah 187,73 km², dan Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu dengan luas wilayah 11,81 km². Di sebelah utara membentang pesisir pantai sepanjang 35 km, muara 13 sungai dan dua kanal. Di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan Kota Depok, Kabupaten Bogor, Kota Bandung, dan Kabupaten Bandung, di sebelah barat berbatasan dengan Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang, serta di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa (Devex 2024).

LITERATURE REVIEW

Bencana hidrologi seperti kekeringan, tanah longsor, angin puting beliung, gelombang pasang, dan banjir merupakan jenis bencana yang dominan dan terus meningkat di berbagai belahan dunia. Di Indonesia, banjir merupakan bencana yang sering terjadi di sebagian besar wilayah di tanah air. Berbagai kerugian baik berupa kerugian harta benda maupun penderitaan psikologis dialami oleh masyarakat yang terdampak (Lazrus et al. 2016). Tidak hanya itu, korban jiwa pun kerap dialami oleh sebagian masyarakat. Terjadinya banjir merupakan interaksi antara manusia dengan alam yang timbul akibat adanya proses manusia berusaha memanfaatkan alam untuk hal-hal yang bermanfaat dan menghindari hal-hal yang merugikan (Williams, McEwen, and Quinn 2017).



Gambar 1. Banjir di Jakarta Tahun 2013 (Julianti 2021)



Gambar 2. Banjir di Jakarta Tahun 2020 (Permata 2020)



Gambar 3. Banjir di Jakarta Selatan Tahun 2023 (Wahyu 2023)

Untuk mengatasi banjir Jakarta Pemprov DKI Jakarta bersinergi dengan pemerintah pusat. Upayanya, mulai dari hulu, tengah hingga hilir. Untuk mengendalikan banjir di hulu, Pemprov DKI Jakarta bersama Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah merampungkan pembangunan Bendungan Ciawi dan Bendungan Sukamahi. Kedua bendungan yang telah diresmikan Presiden Joko Widodo pada 23 Desember 2022 lalu itu dapat mengurangi debit air Kali Ciliwung yang sebelumnya sekitar 56,52 m³/s menjadi 41,05 m³/s. Di tengah, upaya pengurangan banjir juga dilakukan dengan membangun Sodetan Ciliwung sebagai upaya untuk mengurangi debit air Kali Ciliwung dengan mengalirkan air ke Kanal Banjir Timur (KBT).Sedang untuk mengurangi banjir di hilir, Pemprov DKI Jakarta bersinergi dengan pemerintah pusat juga telah merampungkan pembangunan Stasiun Pompa Air Ancol Sentiong. Stasiun pompa air yang berada di Jalan RE Martadinata, Tanjung Priok Jakarta Utara itu merupakan bagian dari rencana induk pengendalian banjir Jakarta. Selain membangun pompa, untuk mengurangi banjir di utara Jakarta, pemerintah pusat juga membangun tanggul dan normalisasi sungai sepanjang 350 meter. Pemprov DKI Jakarta juga memiliki tiga strategi jitu untuk mengatasi banjir. Mulai dari pra banjir, saat banjir, dan pasca banjir. Penanganan pra banjir, Pemprov DKI Jakarta melakukan pengurusan, pengerukan waduk, dan service pompa dan pompa mobile. Dipersiapkan juga infrastruktur pengendalian banjir yang meliputi normalisasi sungai dan menjalankan sistem polder, run-off, sumur resapan dan ruang terbuka hijau (Ismawati 2013).

METODOLOGI PENELITIAN

Evaluasi bahaya dan risiko banjir di wilayah Jakarta dilakukan dengan menggunakan metodologi tiga langkah. Pendekatan ini meliputi tahap awal investigasi, yang melibatkan tinjauan menyeluruh terhadap literatur yang relevan, melakukan survei geografis, dan mengumpulkan data curah hujan. Selanjutnya, dilakukan tahap analisis data yang meliputi analisis topografi, analisis volume air, dan penilaian risiko bencana banjir. Metode penanganan mitigasi bencana banjir; pembangunan infrastruktur pengendali banjir sudah dilakukan, seperti normalisasi sungai Ciliwung, kolam retensi (penampungan) di Cilincing Jakarta Utara, dan pompa Ancol Sentiong. Berbagai langkah diketahui telah berhasil menurunkan kejadian banjir di Tanah Air. Sistem mitigasi banjir di Tokyo, Jepang ini terdiri

dari labirin (sistem rongga atau saluran yang berhubungan) terowongan yang membentang hingga 6,5 kilometer. menghubungkan 5 silo (struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan curah) besar berukuran 65 meter ke tangki yang mampu menampung hampir 67.000 meter kubik air. Jika terjadi banjir, maka empat turbin berkekuatan 14.000 tenaga kuda mendorong air keluar melalui Sungai Edo dan masuk ke Teluk Tokyo (Putra 2024).

Berdasarkan studi area, studi literature, cara penanganan banjir di Tokyo, Jepang, maka metode penanganan mitigasi bencana banjir di wilayah Jakarta menggunakan metode konsepsi fisika dan matematika yaitu menentukan terlebih dahulu debit air hujan yang terjadi di wilayah banjir dan menentukan volume air hujan yang menyebabkan banjir tersebut. Dalam hal ini konsep fisika memberikan pengetahuan tentang fluida statis dan dinamis. Konsep matematika salah satunya memberikan pengetahuan tentang bentuk-bentuk benda seperti volume dan luas serta optimasi fungsi dengan diferensiasi order pertama. Dengan demikian, hasil perhitungan ini akan diperoleh debit air hujan, jumlah hari hujan dan volume air hujan optimal. Jika diketahui luas wilayah daerah hujan yang menyebabkan banjir diketahui, maka jumlah kolam retensi, sumur resapan, dan volume drainase yang disarankan dapat dihitung.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bencana yang sering melanda Indonesia adalah bencana hidrometeorologi. Bencana hidrometeorologi merupakan jenis bencana yang paling dominan. Banjir merupakan peristiwa yang terjadi akibat terkumpulnya air yang jatuh dan tidak dapat ditampung oleh tanah. Kejadian alam seperti banjir bukanlah hal yang baru di wilayah perkotaan. Daerah khusus Jakarta merupakan salah satu provinsi besar di Indonesia yang tidak terlepas dari permasalahan banjir. Dimusim penghujan, curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi serta pengaruh pasang naik air laut pada air Sungai Ciliwung menjadi salah satu penyebab utama banjir di daerah khusus Jakarta. Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) yang dikutip oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) (2015) menyatakan bahwa ada sekitar 93 titik genangan atau banjir di Jakarta dengan ketinggian bervariasi sekitar 10 - 80 centimeter yang tersebar di beberapa lokasi.(Hidayah 2023).

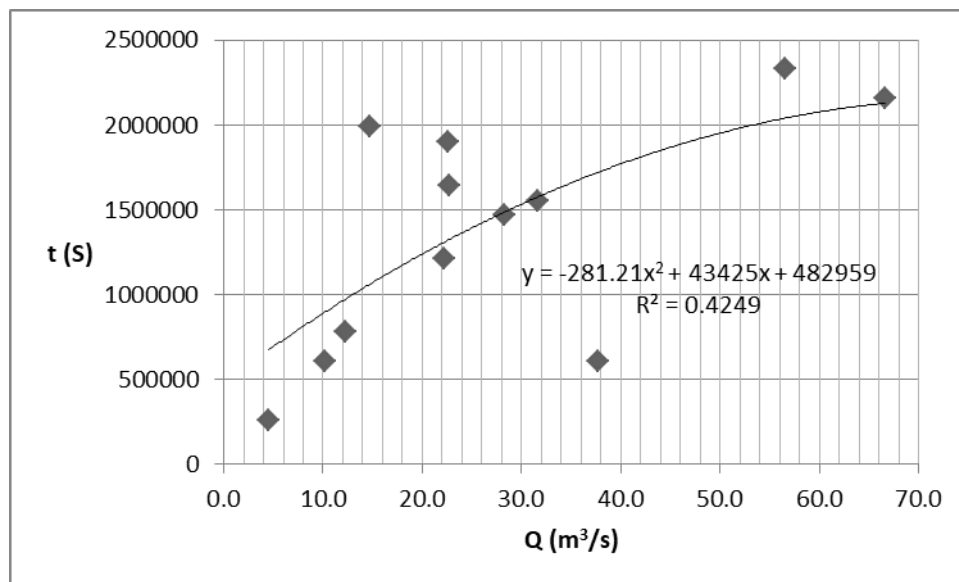
Tabel 1. Data Curah Hujan Jakarta

No.	Bulan/Tahun	Jakarta				
		Pusat	Utara	Timur	Barat	Selatan
		2021	2020	2020	2023	2019
1	Januari	332.8	504	703.4	170.9	382.2
2	Pebruari	604.4	763.7	766.8	561.3	270.1
3	Maret	244.1	220.6	228.5	236	327.3
4	April	213.9	110.6	220.8	167.5	194.6
5	Mei	203.6	52.5	142.8	106.2	47.8
6	Juni	79.1	63.3	6.2	127.2	23.1
7	Juli	35.8	99.9	51.0	5.3	0
8	Agustus	79.7	77.9	33.0	1.8	0
9	September	113.4	131.9	121.6	0	0

10	Oktober	182.1	101.7	261.8	0	1
11	Nopember	134.1	111.2	198.2	156.2	50.1
12	Desember	171.6	244.2	155.1	48.3	263.8

Tabel 2. Debit Air Hujan Wilayah Jakarta Timur Tahun 2020
(Luas Wilayah = 187730000 m²)

No.	Bulan	Ch (mm)	hh (hari)	Q (m ³ /s)	t (s)	V (m ³)
1	Januari	303.9	22	30.0	1900800	57051147
2	Februari	400	21	41.4	1814400	75092000
3	Maret	423	23	40.0	1987200	79409790
4	April	204.8	14	31.8	1209600	38447104
5	Mei	62.5	6	22.6	518400	11733125
6	Juni	47.4	3	34.3	259200	8898402
7	Juli	0	0	0.0	0	0
8	Agustus	2.7	2	2.9	172800	506871
9	September	0	0	0.0	0	0
10	Oktober	1.2	1	2.6	86400	225276
11	November	126.6	14	19.6	1209600	23766618
12	Desember	299.8	17	38.3	1468800	56281454



Gambar 4. Debit air hujan di wilayah Jakarta Timur tahun 2020

$$y = -281.21x^2 + 43425x + 482959$$

$$\frac{dy}{dx} = -562.42x + 43425 = 0$$

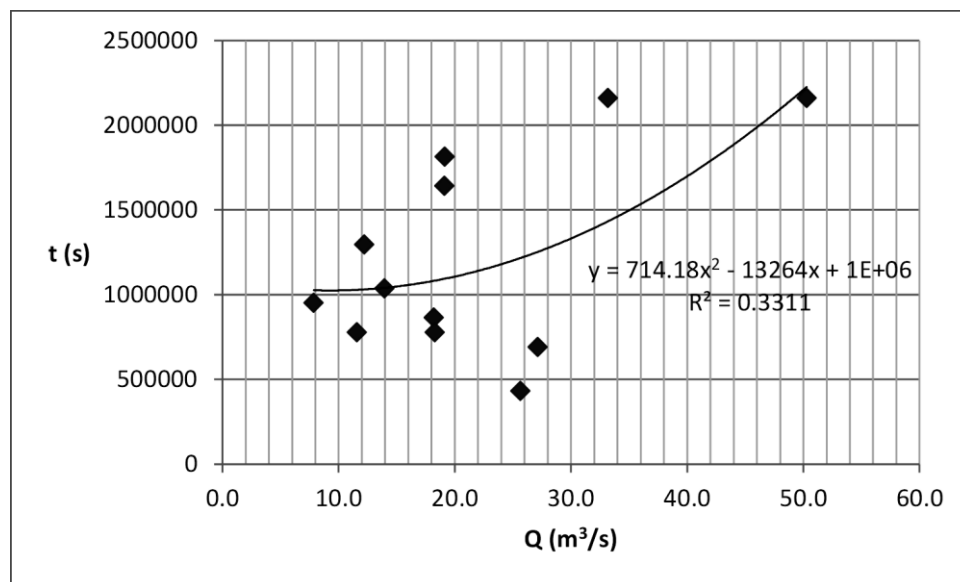
$$Q = x = \frac{43425}{562.42} = 77.2 \text{ m}^3 / s$$

$$t = y = -281.21(77.2)^2 + 43425(77.2) + 482959 = -1675966.6064 + 3352410 + 482959$$

$$t = y = 2159402.4s = 25 \text{ hari}$$

Tabel 3. Debit Air Hujan Wilayah Jakarta Utara Tahun 2020
(Luas Wilayah = 142200000 m²)

No.	Bulan	Ch (mm)	hh (hari)	Q (m ³ /s)	t (s)	V (m ³)
1	Januari	504	25	33.2	2160000	71668800
2	Februari	763.7	25	50.3	2160000	108598140
3	Maret	220.6	19	19.1	1641600	31369320
4	April	110.6	10	18.2	864000	15727320
5	Mei	52.5	11	7.9	950400	7465500
6	Juni	63.3	9	11.6	777600	9001260
7	Juli	99.9	9	18.3	777600	14205780
8	Agustus	77.9	5	25.6	432000	11077380
9	September	131.9	8	27.1	691200	18756180
10	Oktober	101.7	12	13.9	1036800	14461740
11	November	111.2	15	12.2	1296000	15812640
12	Desember	244.2	21	19.1	1814400	34725240



Gambar 5. Debit air hujan di wilayah Jakarta Utara tahun 2020

$$y = 714.18x^2 - 13264x + 1E+06$$

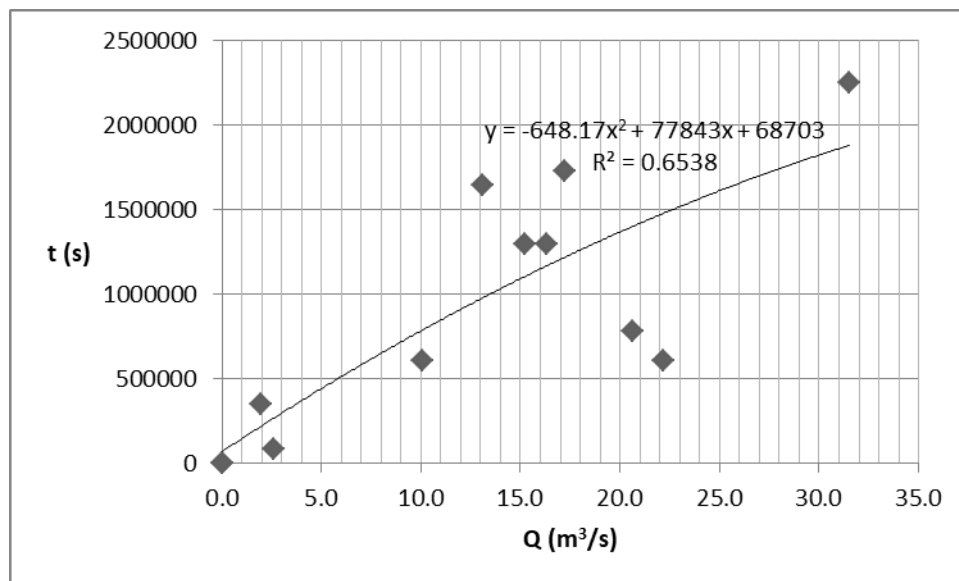
$$\frac{dy}{dx} = 1428.36x - 13264 = 0$$

$$Q = x = \frac{13264}{1428.36} = 9.3 \text{ m}^3 / s$$

$$t = y = 714.18(9.3)^2 - 13264(9.3) + 10^6 = 938414.2282s = 10.9hari$$

Tabel 4. Debit Air Hujan Wilayah Jakarta Barat Tahun 2023
(Luas Wilayah = 126150000 m²)

No.	Bulan	Ch (mm)	hh (hari)	Q (m ³ /s)	t (s)	V (m ³)
1	Januari	170.9	19	13.1	1641600	21559035
2	Februari	561.3	26	31.5	2246400	70807995
3	Maret	236	20	17.2	1728000	29771400
4	April	167.5	15	16.3	1296000	21130125
5	Mei	106.2	7	22.2	604800	13397130
6	Juni	127.2	9	20.6	777600	16046280
7	Juli	5.3	4	1.9	345600	668595
8	Agustus	1.8	1	2.6	86400	227070
9	September	0	0	0.0	0	0
10	Oktober	0	0	0.0	0	0
11	November	156.2	15	15.2	1296000	19704630
12	Desember	48.3	7	10.1	604800	6093045



Gambar 6. Debit air hujan di wilayah Jakarta Barat tahun 2023

$$y = -648.17x^2 + 77843x + 68703$$

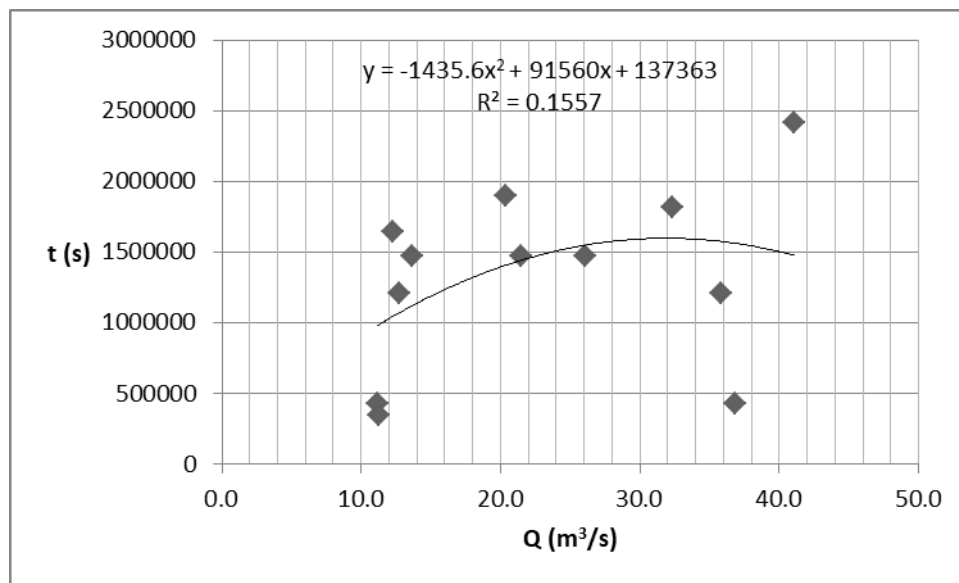
$$\frac{dy}{dx} = -1296.34x + 77843 = 0$$

$$Q = x = \frac{77843}{1296.34} = 60.0 \text{ m}^3 / s$$

$$t = y = -648.17(60.0)^2 + 77843(60.0) + 68703 = 2405871s = 27.8hari$$

Tabel 5. Debit Air Hujan Wilayah Jakarta Selatan Tahun 2014
(Luas Wilayah = 145730000 m²)

No.	Bulan	Ch (mm)	hh (hari)	Q (m ³ /s)	t (s)	V (m ³)
1	Januari	681.3	28	41.0	2419200	99285849
2	Februari	402.7	21	32.3	1814400	58685471
3	Maret	138.3	19	12.3	1641600	20154459
4	April	137.8	17	13.7	1468800	20081594
5	Mei	263.2	17	26.1	1468800	38356136
6	Juni	297.2	14	35.8	1209600	43310956
7	Juli	216.2	17	21.5	1468800	31506826
8	Agustus	109.3	5	36.9	432000	15928289
9	September	33.1	5	11.2	432000	4823663
10	Oktober	26.8	4	11.3	345600	3905564
11	November	265.3	22	20.3	1900800	38662169
12	Desember	105.5	14	12.7	1209600	15374515
	Tahunan	2676.7	183			



Gambar 7. Debit air hujan di wilayah Jakarta Selatan tahun 2014

$$y = -1435.6x^2 + 91560x + 137363$$

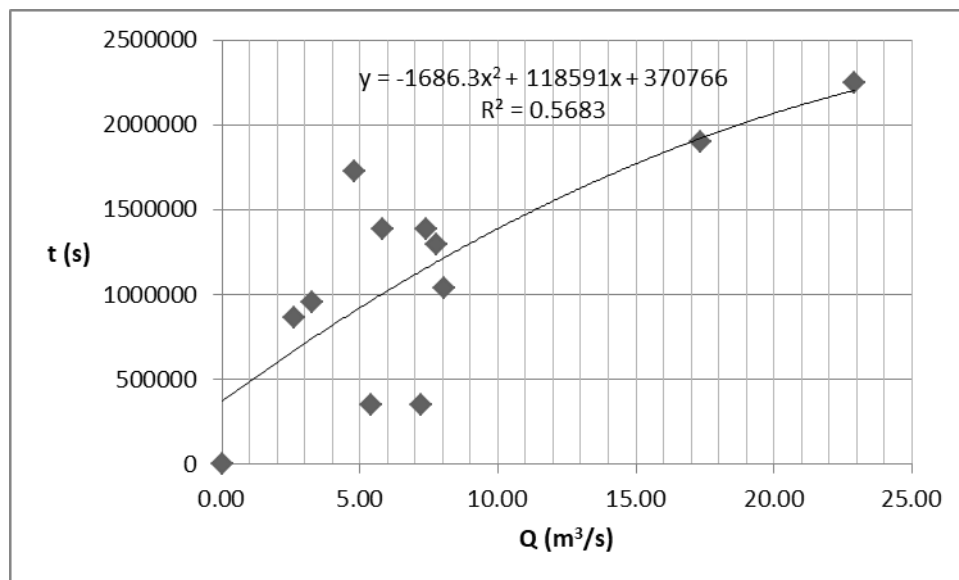
$$\frac{dy}{dx} = -2871.2x + 91560 = 0$$

$$Q = x = \frac{91560}{2871.2} = 31.9 \text{ m}^3 / s$$

$$t = y = -1460880.916 + 2920764 + 137363 = 1597246.1s = 18.5 \text{ hari}$$

Tabel 6. Debit Air Hujan Wilayah Jakarta Pusat Tahun 2014
(Luas Wilayah = 47900000 m²)

No.	Bulan	Ch (mm)	hh(hari)	Q (m ³ /s)	t (s)	V (m ³)
1	Januari	1075	26	22.92	2246400	51492500
2	Pebruari	689	22	17.36	1900800	33003100
3	Maret	174	20	4.82	1728000	8334600
4	April	168	16	5.82	1382400	8047200
5	Mei	47	10	2.61	864000	2251300
6	Juni	174	12	8.04	1036800	8334600
7	Juli	214	16	7.42	1382400	10250600
8	Agustus	39	4	5.41	345600	1868100
9	September	0	0	0.00	0	0
10	Oktober	52	4	7.21	345600	2490800
11	Nopember	65	11	3.28	950400	3113500
12	Desember	211	15	7.80	1296000	10106900



Gambar 8. Debit air hujan di wilayah Jakarta Pusat tahun 2014

$$y = -1686.3x^2 + 118591x + 370766$$

$$\frac{dy}{dx} = -3372x + 118591 = 0$$

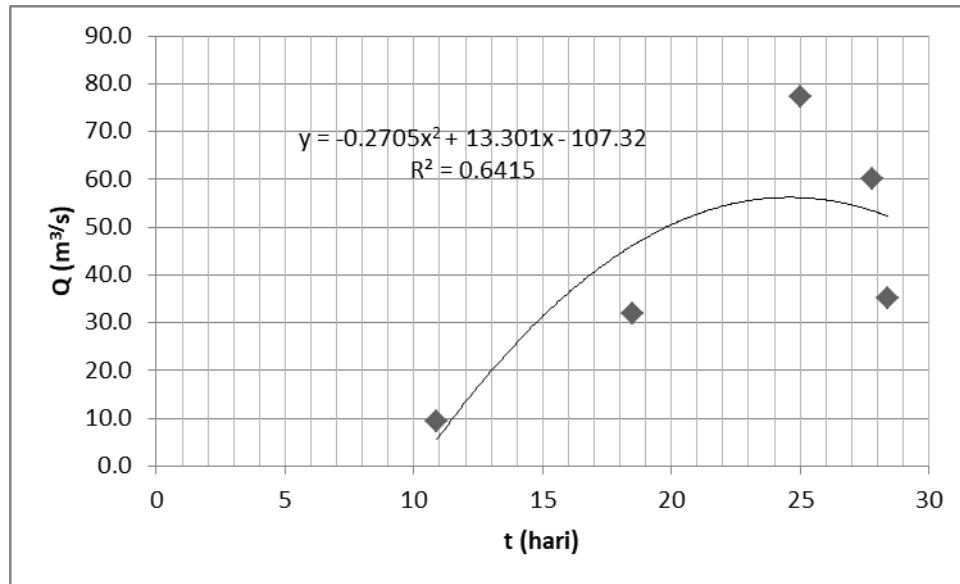
$$Q = x = \frac{118591}{3372} = 35.2 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$t = y = -2089393.152 + 4174403.2 + 370766 = 2455776.048 \text{ s} = 28.4 \text{ hari}$$

Tabel 7. Debit dan Volume Air Hujan Wilayah Jakarta

No	Wilayah	Luas (km ²)	Luas (m ²)	Q (m ³ /s)	t (hari)	V (m ³)
1	Jakarta Pusat	47.9	47900000	35.2	28.4	86372352
2	Jakarta Utara	142.2	142200000	9.3	10.9	8758368
3	Jakarta Timur	187.73	187730000	77.2	25.0	166752000

4	Jakarta Selatan	145.73	145730000	31.9	18.5	50988960
5	Jakarta Barat	126.15	126150000	60.0	27.8	144115200
Luas Wilayah Jakarta			649710000	Total Volume Air		456986880



Gambar 9. Debit air hujan terhadap jumlah hari hujan

$$y = -0.2705x^2 + 13.301x - 107.32$$

$$\frac{dy}{dx} = -0.541x + 13.301 = 0$$

$$t = x = \frac{13.301}{0.541} = 24.6 \text{ hari}$$

$$Q = y = -163.69578 + 327.2046 - 107.32 = 56.2 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$1 \text{ hari hujan wilayah Jakarta} = 4855680 \text{ m}^3.$$

Jika satu hari hujan dibagi seluruh wilayah Jakarta, maka diperoleh ketinggian air:

$$h = \frac{186529624.72}{649710000} = 0.007 \text{ m} = 0.7 \text{ cm}$$

Dari data perhitungan tersebut solusi yang ditawarkan membuat sumur resapan untuk yang jauh dari pantai Jakarta dan sumur reservoir untuk Jakarta Utara yang dekat dari pantai laut. Jika diameter sumur D dan tinggi sumur H, maka diperoleh persamaan

$$V = 2\pi \frac{D^2}{4} H = 0.5\pi H D^2$$

Jika kita menetapkan kedalaman sumur H = 3 m dan diameter sumur D = 2 m, maka didapat volume satu sumur adalah

$$V = 18.84 \text{ m}^3.$$

Jumlah sumur resapan dan reservoir yang harus disediakan

$$N = \frac{4855680}{18,84} = 257733 \text{ sumur}$$

KESIMPULAN

Sistem pengelolaan air hujan yang dapat mendistribusikan air hujan dengan baik, maka tidak akan terjadinya banjir di wilayah Jakarta. Jika distribusi air hujan untuk berupa sumur resapan dan sumur reservoir, maka jumlah sumur yang harus disediakan sebanyak 257733 (dua ratus lima puluh tujuh ribu tujuh ratus tiga puluh tiga) dimana setiap sumur kedalaman $H = 3 \text{ m}$ dan diameter $D = 2 \text{ m}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sangat berterima kasih kepada penyaji data curah hujan, Direktur Divisi Pengelolaan Banjir, Badan Pusat Statistik, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika yang telah memberi peluang menggunakan data dan dukungan yang diperlukan dalam pengkajian sistem penanganan mitigasi bencana banjir.

REFERENSI

- Beura D. 2015. "257992-Floods-in-Mahanadi-River-Odisha-India-It-F127015D." *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)* 2(2):51–55.
- Cities, Stubs. 2024. "Special Area of the Capital City of Jakarta." *Fandom*. Retrieved (https://indonesia.fandom.com/wiki/DKI_Jakarta).
- Devex. 2024. "Provincial Government-of-DKI-Jakarta." *Https://Www.Devex.Com/*. Retrieved (<https://www.devex.com/organizations/provincial-government-of-dki-jakarta-223544>).
- DKI, Humas. 2024. "Pemerintah Provinsi DKI Jakarta." *Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia*. Retrieved (<https://jakarta.bpk.go.id/pemerintah-provinsi-dki-jakarta/>).
- Douglas, Ian, Kurshid Alam, Maryanne Maghenda, Yasmin McDonnell, Louise Mclean, and Jack Campbell. 2008. "Unjust Waters: Climate Change, Flooding and the Urban Poor in Africa." *Environment and Urbanization* 20(1):187–205. doi: 10.1177/0956247808089156.
- Hidayah, Entin-. 2023. "Penilaian Risiko Banjir Dengan Pendekatan Rasio Frekuensi Dan AHP Di Sub-DAS Jompo, Jember Jawa Timur." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 21(1):47. doi: 10.12962/j2579-891x.v21i1.14670.
- Hossain, Md Shahadat, Shubhra Pk, Md Abdulla Hel Kafi, Liton Chandra, Tashrifa Sultana Mazumder, and Nishan Kumar Biswas. 2016. "Application of Mathematical Model To Improve Flood Control, Drainage and Irrigation Facilities of Shariatpur District, Bangladesh." in *5th International Conference on Water & Flood Management (ICWFM-2015)*. Dhaka, Bangladesh.
- Ismawati, Nanik. 2013. *Jakarta 2023*. Vol. VIII. Jakarta.
- Julianti, Dwi. 2021. "Curah Hujan – Pengertian, Klasifikasi, Dan Alat Pengukurnya." *Zenius.Net*. Retrieved April 21, 2022 (<https://www.zenius.net/blog/pengertian-curah-hujan>).
- Lazrus, Heather, Rebecca E. Morss, Julie L. Demuth, Jeffrey K. Lazo, and Ann Bostrom.

2016. ““Know What to Do If You Encounter a Flash Flood’: Mental Models Analysis for Improving Flash Flood Risk Communication and Public Decision Making.” *Risk Analysis* 36(2):411–27. doi: 10.1111/risa.12480.
- Muliyati, Dewi, Sparisoma Viridi, Ella Fitriani, Siswoyo, and Diah Ambarwulan. 2019. “Explain the Physics Concepts with Flood Phenomena Using Augmented Reality Technology.” *AIP Conference Proceedings* 2169. doi: 10.1063/1.5132644.
- Permata, Pipit. 2020. “Akibat Hujan Deras, Sejumlah Wilayah DKI Jakarta Terendam Banjir.” *Indopolitika.Com*.
- Putra, Dwi Aditya. 2024. “Banjir Tiada Henti Dan Bagaimana Negara Lain Menghadirkan Solusi.” *Tirto.Id*. Retrieved March 25, 2024 (<https://tirto.id/mitigasi-banjir-perlunya-adopsi-teknologi-baru-gXce>).
- Rochman, C., R. N. Yulianti, D. Nasrudin, and A. Malik. 2018. “Physics Concept on Flood Mitigation in West Java.” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 434.
- Triyunanto, Callan Rahmadyvi. 2024. “What Is Mitigation? Here Is the Definition and Examples.” *Detikcom*.
- Wahyu. 2023. “Malam Tahun Baru 2024, Sebagian Warga Jakarta Kebanjiran.” *Herald.Id*.
- Williams, Sara, Lindsey J. McEwen, and Nevil Quinn. 2017. “As the Climate Changes: Intergenerational Action-Based Learning in Relation to Flood Education.” *Journal of Environmental Education* 48(3):154–71. doi: 10.1080/00958964.2016.1256261.
- De Wrachien, D., S. Mambretti, and A. Sole. 2010. “Mathematical Models in Flood Management: Overview and Challenges.” *WIT Transactions on Ecology and the Environment* 133:61–72. doi: 10.2495/FRIAR100061.