

Kajian penanggulangan banjir dengan perbaikan penampang situ pondok jagung

Lutfia Vallentina^{a*}, Rizka Arbaningrum^b, Frederik Josep Putuhenac

^{a*}Department of Civil Engineering, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia

^{bc}Center for Urban Studies, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia

Corresponding Author:

Email:

Lutfia.vallentina@student.upj.ac.id

Keywords:

Flooding, Mitigation, Modeling, Normalization, Situ Pondok Jagung, Simulation

Received :

Revised :

Accepted :

Abstract: Flood mitigation of Situ Pondok Jagung caused by its inadequate capacity to handle water, resulting in overflow and localized inundation, this study employed an analytical and simulation modeling approach using SWMM 5.1 software. The modeling process required input data such as Rain Gage, Subattachment, Conduit, Junction, Storage Unit, and Outfall. The analysis and modeling revealed a capacity shortfall, evident from the floodwater levels observed in Situ Pondok Jagung. The analysis and modeling results indicate an excess capacity of the storage capacity, as evidenced by the flood water elevation in Situ Pondok Jagung. Thus, the hydraulic analysis in SWMM 5.1 considers two design conditions: the existing condition with a height of 1.5m, showing a total water discharge of 103,75 m³/s, and a storage volume of 119.250 m³. For the planned condition using trial and error experiment, dredging was performed to a depth of 20cm, and an additional 50cm in height was added to the levee. As a result, the height of Situ Pondok Jagung became 2,2m, with zero overflow, and a storage volume of 174.900 m³. This represents a reduction of 40% and indicates that this planning effort could be considered as an alternative solution.

Copyright © 2024 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Banjir di wilayah perkotaan ini sulit untuk dihindarkan, tetapi dapat dikendalikan. Salah satu penyebab banjir adalah kelebihan kapasitas pada saluran pembuangan air di wilayah penampungan atau drainase. Menurut penelitian dari Robert J. Kodoatie tahun 2021, perkembangan kota yang terus berlangsung karena arus urbanisasi mengakibatkan perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali dan penurunan daya dukung lingkungan. Hal ini menyebabkan peningkatan frekuensi bencana, terutama banjir sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk yang berkontribusi pada peningkatan lahan yang dibangun serta pengurangan luas ruang terbuka hijau.

Romantyo tahun 2000 menjelaskan bahwa wilayah perkotaan mencakup lahan basah seperti situ, danau, dan rawa, yang memiliki sistem perairan yang tergenang dan berair tawar. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK) tahun 2007, situ merupakan genangan air di permukaan tanah yang terbentuk secara alami atau buatan dan berfungsi untuk mengurangi volume air permukaan (*Run Off*) yang tidak tertampung, sehingga mencegah terjadinya banjir atau genangan. Kota Tangerang Selatan memiliki beberapa situ yang salah satunya berfungsi sebagai kolam penampung air hujan, seperti Situ Pondok Jagung yang terletak di Jalan Rawa Kutuk, Kelurahan Pondok Jagung Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten.

Dilansir dari Tangerangnews.com, pada tanggal 14 September 2022, terjadi luapan air dari Situ Pondok Jagung yang menyebabkan genangan setinggi 30 sentimeter di Jalan Rawa Kutuk, Kelurahan Pondok Jagung Timur, dimana lokasi jalan tersebut tepat disamping Situ. Sehingga Situ Pondok Jagung tidak dapat menampung debit air yang masuk ke dalam storage, menyebabkan debit banjir melampaui ke Jalan Rawa Kutuk. Dari permasalahan tersebut Perlu adanya kajian dalam mengevaluasi perbaikan penampang agar *storage* mampu mengatasi limpasan.

Dalam mengkaji evaluasi perbaikan penampang agar mampu mengatasi limpasan di perlukan untuk mengetahui total debit air yang mengalir ke kondisi eksisting Situ Pondok Jagung, selanjutnya

mengetahui debit banjir eksisting dan debit banjir rencana melalui analisis hidraulika pada SWMM 5.1 yang kemudian menghitung untuk mengetahui reduksi banjir pada Situ Pondok Jagung setelah perbaikan penampang.

2. DATA DAN METODE

2.1. Kolam Tampungan

Situ merupakan kolam tampungan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KEMENLHK) tahun 2007, situ merupakan genangan air dalam suatu cekungan di permukaan tanah yang terbentuk secara alami atau buatan yang berfungsi untuk mengurangi volume air permukaan (run off) yang tak tertampung yang menjadi penyebab banjir atau genangan. Pada PP No.77 tahun 2001 berisi mengenai situ, disebut juga tempat atau wadah penampungan air irigasi pada waktu terjadinya surplus air di sungai atau pada saat hujan. Puspita tahun 2005 juga menjelaskan bahwa istilah situ biasanya digunakan masyarakat Jawa Barat untuk sebutan danau kecil. Situ digunakan untuk beberapa alternatif, yaitu : Suplau air ke hilir, irigasi, kontor banjir, kanal-kanal, dan rekreasi. Akan tetapi situ terdapat resiko yang tidak terhindari yaitu banjir disebabkan karena kapasitas tampungan air pada situ penuh atau full sehingga terjadinya limpasan.

2.2. Analisis Hidrologi

Pada analisis hidrologi terdapat beberapa tahapan yaitu menentukan DAS (Daerah Aliran Sungai), Menentukan lokasi stasiun hujan, melakukan perhitungan curah hujan rata-rata, analisis frekuensi dengan perhitungan disperse statistik normal dan logaritma, lalu melakukan uji grafis, Smirnov-kolmogrov, chikwadrat, selanjutnya pemilihan jenis sebaran, menghitung intensitas hujan serta kurva IDF, dan tahap akhir heterograf. Curah hujan rata-rata diperlukan mengetahui luas DAS disajikan pada Tabel 1 untuk ketentuan DAS yang digunakan .

Tabel 1. Kriteria DAS

Das Besar	(>5000 km ²)	Metode Isohyet.
Das Sedang	(500 s/d 5000 km ²)	Metode Thiessen.
Das Kecil	(<500 km ²)	Metode rata-rata aljabar.

Analisa Frekuensi dilakukan dengan mengitung dispersi statistik curah hujan normal dan logritma, logaritma digunakan jika nilai data terlalu besar sehingga untuk menyederhakan data agar dapat memenuhi syarat pada jenis sebaran. Intensitas curah hujan menggunakan rumus dari Mononobe, pada hasil ini meruapkan banuaknya jumlah hujan yang turun dengan menyakayakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan dalam tiap satuan waktu. Besarnya nilai intensitas hujan bergantung dari lamanya curah hujan serta frekuensi terjadinya hujan. Dapat dikatakan pula semakin singkat durasi hujan berlangsung maka intensitas hujan cenderung makin tinggi. Selain itu rumus mononobe juga untuk mengetahui kala ulang pada periode tertentu dalam melakukan perencanaan berdasarkan *hazard classification* pada buku loebis 1984. Adapun ketentuan kala ulang (*hazard classification*) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan kala ulang (*hazard classification*)

Jenis Bangunan Air	Kala Ulang Banjir T (tahun)
Bendungan Urugan Tanah/Batu (<i>Eart/rockfill dam</i>)	1000
Bendungan Beton/Batu Kali (<i>Concerete dam/masonry</i>)	500 - 1000
Bendungan (<i>Weir</i>)	50 - 100
Saluran Pengelak Banjir (<i>Flood Diversion Canal</i>)	20 - 50
Tanggul Sungai	10 - 20
Drainase Saluran di Sawah/Pemukiman	5 - 10

Heterograf hujan rencana, setelah perhitungan intensitas hujan makan diketahui kurva IDF. Kurva IDF ini merupakan bahan untuk melakukan perhitungan heterograf. Pada hetrograf ini ditentukan dengan mengakali inyensitas hujan dengan durasi hujannya dari kedalaamn prespitasi. Perbedaan selisih diantara nilai kedalaman curah hujan yang verturut-urut merupakan pertambahan kenaikan curah

hujan dalam interval selang waktu (Δt). dari penambahan waktu tersebut diurutkan dengan dibagi menjadi deret waktu, dengan intensitas curah hujan maksimumnya berada di tengah atau diurutkan dibagi hujan (T_c). Waktu konsentrasi (t_c) merupakan waktu yang diperlukan air hujan yang terjatuh untuk mengalir dari titik paling terjauh hingga kepada tempat yang diteliti.

2.3. Pemodelan Melalui SWMM 5.1

Pemodelan ini disebutkan oleh Rossman tahun 2010, Langkah paling kritis dalam simulasi adalah pemodelan jaringan drainase pada aplikasi EPA SWMM. Dalam system jaringan lapangan dimodelkan ke dalam aplikasi dengan menandai beberapa subcatchment area. Kemudian hasil analisis hidrologi yaitu heterograf kedalam rain gage untuk daerah tangkapan hujan, kemudian memodelkan subcatchment untuk memodelkan conduit, junction. Pada data ini diperlukan data konkrit untuk mengetahui kedalaman, dan luas, serta elevasi untuk mengetahui elevasi air. Setelah itu dilakukan run analysis untuk mendapatkan hasil pemodelan simulasi yang telah dilakukan.

2.4. Analisis Reduksi Banjir Situ Pondok Jagung

Analisis reduksi banjir bergunga untuk mengetahui seberapa besar Situ Pondok Jagung dalam mengurangi terjadinya limpasan air yang disebabkan oleh kelebihan kapasitas pada kolam tampunannya. Sehingga pada analisis ini penulis membuat alternatif dalam perencanaan perbaikan penampang pada Situ Pondok Jagung. Dapat dikatakan pada analisis ini mencari perbandingan dalam reduksi, dengan menggunakan dua pemodelan yakni pemodelan kondisi eksisting dan kondisi perencanaan perbaikan penampang pada Situ Pondok Jagung. Adapun untuk menghitung nilai reduksi banjir disajikan pada Persamaan 1.

$$\text{Reduksi banjir} = \frac{\text{Selisih banjir}}{Q_{\text{peak inflow Eksisting}} + Q_{\text{peak Inflow Rencana}}} \times 100 \quad \text{Pers. 1)}$$

2.5. Metode Penelitian

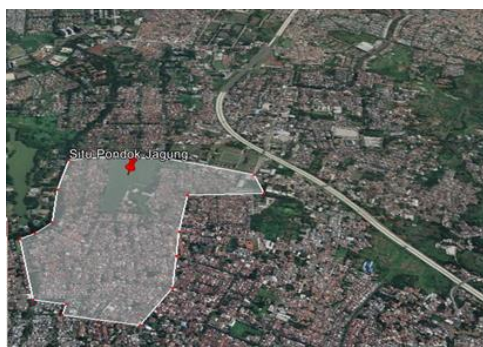
Metode yang digunakan terdapat beberapa tahapan yang didasari oleh landasan pola pemikiran, sebagai berikut :

- 1) Menentukan objek yaitu lokasi penelitian dengan mengkaji permasalahan yang terjadi untuk bahan atau isi penelitian ini, meliputi kondisi tata guna lahan, dan dimensi penampang eksisting kondisi nyatanya
- 2) Melakukan studi literatur untuk menentukan literasi yang digunakan dalam memvalidasi permasalahan dan pemecahan masalah
- 3) Pengumpulan data sekunder, data ini merupakan data curah hujan dari BBWS wilayah Sungai Ciliwing Cisadane, dan Sta. Klimatologi Tangerang Selatan, Peta topografi dan daerah limpasan
- 4) Menyusun serta kesimpulan dari pembahasan dan hasil pada penelitian ini

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Daerah Tangkapan Air

Pada kawasan Situ Pondok jagung diketahui keseluruhan luasan area dengan menggunakan *Google Earth*. Luas Situ Pondok Jagung sebesar 79.500 m², dengan luasan area tangkapan air sebesar 865.000 m². Adapun daerah tangkapan air wilayah Situ Pondok Jagung ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Daerah Tangkapan Air Wilayah Situ Pondok Jagung

3.2. Analisis Hidrologi

Penentuan Curah Hujan Rata-rata pada penelitian ini menggunakan interval data sepuluh tahun terakhir, dengan menggunakan empat lokasi stasiun hujan. Stasiun Hujan tersebut yaitu: Sta. Klimatologi Bogor, Sta. Hujan FT Universitas Indonesia, Sta. Meteorologi Soekarno Hatta, dan Sta. Klimatologi Tangerang Selatan. Dimulai dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2022. Pada penelitian ini menggunakan perhitungan curah hujan rata-rata aljabar dikarenakan luasan Situ Pondok Jagung sebesar 79.500 m². Sehingga untuk perhitungan rata-rata hujan maksimum disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah hujan maksimum harian

No	Tahun	Curah hujan maksimum tahunan (mm)				Rerata Regional
		St.K.Bogor	St.H.FT Universitas Indonesia	St. K. Tangerang Selatan	St. M. Soekarno Hatta	
1	2013	97,4	101,7	96	397,4	173,12
2	2014	169,1	151,5	119,5	104,1	136,05
3	2015	155,8	97,2	117	127,7	124,42
4	2016	108,6	141,5	97	147,6	123,67
5	2017	117,6	105,7	80,2	125,5	107,25
6	2018	134,5	95,2	86,3	85,4	100,35
7	2019	141	122,6	77,4	57	99,5
8	2020	122,9	155,2	208,9	147,9	158,72
9	2021	95,9	132,6	118,9	79,4	106,7
10	2022	155,2	119,4	123,8	150,6	137,25

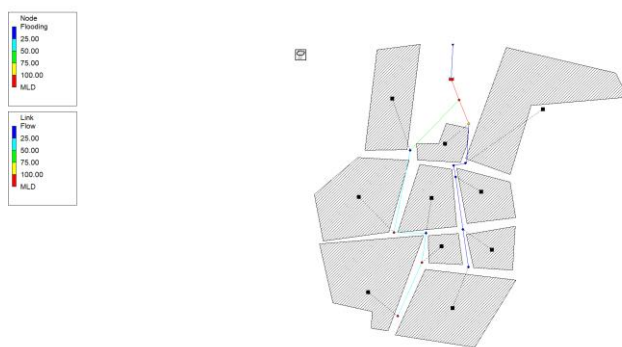
Heterograf menentukan besarnya intensitas curah hujan yang diperlukan. Dalam perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan cara menentukan kala ulang periode tahun berdasarkan bangunan air terhadap kriteria kala ulang (*Hazard Classification*). Sehingga didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil heterograf hujan rancangan

Tc	Δt (jam)	It (mm)	Δp (mm)	Heterograf (mm)
0,167	00:00-00:10	225,724	225,724	33.680
0,333	00:10-00:20	142,197	83,527	83.527
0,500	00:20-00:30	108,517	33,680	225.724
0,667	00:30-00:40	89,579	18,938	18.938
0833	00:40-00:50	77,197	12,382	12.382
1,000	00:50-01:00	68,361	8,835	8.835

3.3. Simulasi Pemodelan SWMM

Pada simulasi pemodelan ini menggunakan aplikasi SWMM 5.1 dimana dengan membuat peta wilayah melalui *Google Earth*. Dari tahapan awal kemudian di masukan atau plotting kedalam SWMM 5.1 selanjutnya membuat subcatchment area, junction, conduit, dan outfall dan tidak lupa untuk rain gage untuk memasukan data hujan rencana. Selanjutnya terdapat beberapa komponen kemiringan suatu wilayah subcatchment (*%slope*), 0,013 nilai konstanta manning daerah *pervious* dan 0,1 *impervious*, 0,05 kedalaman *depression storage* pada daerah *pervious* dan *impervious*, dan 25% daerah *impervious* yang tidak memiliki *depression storage*. Pada *Junction* parameter yang dimasukan adalah invert elevation, yaitu elevasi dari saluran drainase eksisting. Nilai invert.el dimasukan dari elevasi tertinggi hingga terendah pada *junction*. Parameter *conduit* yang dimasukan dalam simulasi adalah bentuk saluran (*shape*) dan panjang saluran (*length*). Sehingga dapat dilihat pada Gambar 2 untuk sub DTA dan *Subcatchment* area wilayah sungai Pondok Jagung.



Gambar 2. Pemodelan Simulasi SWMM

Pada kedalaman *storage* 1,5 m. Dapat disimpulkan bahwa terjadinya *full capacity*, sehingga terjadinya limpasan air. Selain *water elevation* di dapatkan hasil analisis hidraulika yang disajikan pada Tabel 5. Total *Inflow* kondisi eksisting.

Tabel 5. Total *inflow* eksisting

Hours	Depth	Q (MLD)	Q (m ³ /s)
0:15:00	1	359,77	4,173
0:30:00	1	393,13	4,560
0:45:00	1	418,15	4,851
1:00:00	1	418,15	4,851
1:15:00	1	408,2	4,735
1:30:00	1	388,11	4,502
1:45:00	1	378,37	4,389
2:00:00	1	372,89	4,326
2:15:00	1	369,46	4,286
2:30:00	1	367,17	4,259
2:45:00	1	365,56	4,240
3:00:00	1	364,38	4,227
3:15:00	1	363,49	4,216
3:30:00	1	362,81	4,209
3:45:00	1	362,28	4,202
4:00:00	1	361,85	4,197
4:15:00	1	361,51	4,194
4:30:00	1	361,23	4,190
4:45:00	1	360,99	4,187
5:00:00	1	360,8	4,185
5:15:00	1	360,63	4,183
5:30:00	1	360,49	4,182
5:45:00	1	360,37	4,180
6:00:00	1	360,27	4,179
Total			103,705

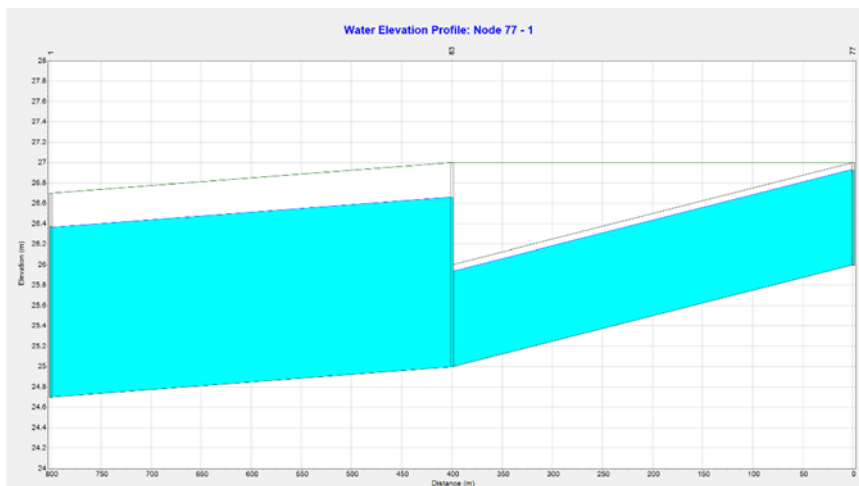
Debit banjir puncak sebesar 4,151 m³/s. Selain itu perlu diketahui juga untuk Volume Eksisting *storage* dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Volume Storage Eksisting} = 79.500 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 119.250 \text{ m}^3 \quad \text{Pers.2)}$$

Perhitungan volume di dapatkan dari luasan Situ Pondok Jagung sebesar 79.500 m², dengan ketinggian 1,5m dari gambar penampang melintang.

3.4. Rencana Perbaikan Penampang Situ Pondok Jagung

Pada rencana ini dilakukan metode trial-error, dimana pelaksanaannya mencari alternatif yang efektif untuk mereduksi banjir yang terjadi di kemudian hari dan diharapkan bahwa tidak terjadinya banjir sehingga dalam pelaksanaan ini dilakukan dengan skema renacan normalisasi atau pengerukan 20cm dan tinggi turap setinggi 50cm. sehingga tinggi situ menjadi 2,2 m. Hasil elvasi muka air untuk mengetahui kapasitas dari *storage* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rencana Water Elevation

3.5. Hasil Reduksi

Debit banjir rencana *storage* tersebut adalah 1,799 m³/s, Pada skema rencana ini ketinggian situ menjadi 2,2m. Pada bagian ini dilakukan dengan perbandingan kondisi eksisting dengan skema rencana perbaikan penampang situ dengan normalisasi pengerukan 20cm dan penambahan turap setinggi 50cm, untuk mengetahui total reduksi yang dihasilkan. Adapun hasil reduksi banjir disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Reduksi banjir

	Kondisi Eksisting (m ³ /s)	Rencana (m ³ /s)	Selisih (m ³ /s)	Reduksi (%)
Debit Banjir	4,151	1,799	2,352	40%

Berdasarkan Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa dalam skema rencana perbaikan penampang Situ Pondok Jagung didapatkan hasil reduksi debit banjir sebesar 40%, dinilai dapat mengurangi banjir. Dengan dilakukannya rencana normalisasi pengerukan sedalam 20cm dan penambahan turap setinggi 50cm.

4. KESIMPULAN

Hasil dari analisis hidrolika SWMM 5.1 di dapatkan total debit air yang masuk pada kondisi eksisting Situ Pondok Jagung sebesar 103,75 m³/detik, Besarnya debit banjir air kondisi eksisting pada Situ Pondok Jagung sebesar 4,151m³/detik. Serta tinggi Situ besar 1,5 m sehingga volume eksisting *storage* sebesar 119.250 m³. Rencana perbaikan penampang pada situ pondok jagung, dengan skema rencana normalisasi pengerukan 20 cm dan penambahan turap setinggi 50 cm. Sehingga tinggi Situ Pondok Jagung mejadi 2,2 m. Dilakukan perhitungan untuk mengetahui besarnya reduksi banjir Situ Pondok jagung sebesar 40%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada BBWS Ciliwung-Cisadane yang telah memberikan informasi mengenai data hujan dan kepada Dinas Sumber Daya Air Kota Tangerang Selatan yang telah memberikan informasi mengenai penampang Situ Pondok Jagung.

REFERENSI

- Akbar, Muhammad Y., (2021). Analisis Sumur Resapan Dalam Mengurangi Dampak Banjir di Perumahan Bukit Pamulang Indah. Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan.
- Arbaningrum, R. (2019) "Desain Polder yang Ekonomis di Wilayah Semarang Timur". WIDYAKALA JOURNAL 6 (1), 9-17
- Arbaningrum, R., Putri, J. G., Sapto, P & Kurniani, D. (2015) "Perencanaan Tanggul Banjir Sungai Lusi Hilir". Jurnal Karya Teknik Sipil 4(1), 186–196.
- Arbaningrum R, Al Dianty, M., Putuhena, F J, Priyambodo R & Ontorwirjo B. (2021). "Increasing Effectiveness of The Urban Artificial Reservoir Trough Cross Section Improvement". IOP Conf. Ser.:Earth Environ. Sci.945 012046
- Apriyanti, Okta. (2022). Analisis Reduksi Debit Banjir Kali Grogol Terhadap Pembangunan Waduk Lebak Bulus. Tangerang Selatan: Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Pembangunan Jaya.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). Analisis Hidrologi, Hidraulik, dan Kriteria Desain Bangunan di Sungai: SNI 1724-2015. Jakarta:Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana: SNI 2415-2016. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Fajar, I., & Sudinda, T. W. (2019, September). Analisis bendungan kering (*dry dam*) Ciawi sebagai upaya pengendalian banjir DKI Jakarta. In Prosiding Seminar Intelektual Muda (Vol. 1, No. 2).
- Ginting, M. (2018). Penerapan Sistem Kolam Retensi (Retarding Basin) pada Daerah Aliran Sungai Deli untuk Pengendalian Banjir Kota Medan.
- Gironás, J., Roesner, L. A., Rossman, L. A., & Davis, J. (2010). A new applications manual for the Storm Water Management Model(SWMM). *Environmental Modelling & Software*, 25(6), 813-814.
- Ignes, Jessica. (2021). Analisa Debit Maksimum Pada Long Storage Sungai Serua di Lingkungan Universitas Pembangunan Jaya. Skripsi. Tangerang Selatan:Fakultas Teknologi dan Desain. Universitas Pembangunan Jaya.
- Indarto., (2016). Hidrologi Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai, Penerbit Bumi Aksara, Bandung: Indonesia.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa dan manajemen banjir kota*. Penerbit Andi.
- Limantara, L. M. (2018). *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi, Yogyakarta: Indonesia.
- Loebis, Joerson (1984). *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departement Pekerjaan Umum, Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Nugroho, S. A. (2017). Reduksi banjir menggunakan kolam retensi di sungai bakalan kabupaten Jepara.
- Priyambodo Rifki. (2020). Peningkatan Efektivitas Kolam Tampung Situ Ciledug Pamulang Melalui Perbaikan Penampang. Skripsi. Tangerang Selatan:Fakultas Teknologi dan Desain. Universitas Pembangunan Jaya.
- Qudsiyah, Anggun Haziratul (2022) *Evaluasi Kelayakan Sistem Polder Dan Kolam Retensi Andir Dalam Mereduksi Banjir Di Kabupaten Bandung*.
- Rossman, Lewis A. (2010). *Strom Water Management Model, User's Manual Version 5.0*. Water Supply and Water Resources Division Nasional Risk Management Research Laboratory, Ohio: USA.
- Sukmara, R. B. (2015). Analisa Penanggulangan Banjir Sungai Karang Mumus Samarinda. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Suripin., (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta: Indonesia.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta: Indonesia.