

## ANALISIS EFEKTIVITAS SISTEM POLDER JOHAR BARU TERHADAP PENGURANGAN GENANGAN BANJIR DI DAERAH LAYANANNYA

Nisrina Yumna Adwitiya<sup>1</sup>, Aldiastama Kamanda<sup>1\*</sup>, dan Evi Anggraheni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Indonesia

\*aldiaastama.kamanda@gmail.com

Pemasukan: 25 Mei 2025 Perbaikan: 28 Juni 2025 Diterima: 30 Juni 2025

### Intisari

DKI Jakarta merupakan Provinsi dengan pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang cepat. Hal ini akan menyebabkan meningkatnya fasilitas pendukung pertumbuhan penduduk tersebut. Dalam memenuhi kebutuhan tempat tinggalnya, terdapat beberapa titik di DKI Jakarta yang menjadi kawasan padat penduduk sehingga mengurangi daerah terbuka hijau atau resapan air. Akibatnya, bencana banjir terjadi hampir setiap tahun di Jakarta pada musim hujan. Selain itu, kondisi topografi Jakarta yang berupa cekungan menyebabkan pada beberapa daerah tidak dapat mengalirkan air secara gravitasi sehingga membutuhkan bantuan pompa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibuatlah sistem polder dalam sistem tata air Jakarta. Sistem polder merupakan salah sistem drainase tertutup yang biasa digunakan untuk mengatasi masalah drainase yang tidak dapat mengalir secara gravitasi. Sistem ini dianggap efektif dalam menyelesaikan masalah banjir terutama di Jakarta yang sebagian besar wilayahnya tidak dapat mengalirkan air secara gravitasi. Lokasi penelitian adalah area sistem polder Johar Baru bagian Timur yang merupakan salah satu daerah rawan banjir di sistem Sungai Ciliwung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis efektivitas sistem polder Johar Baru dalam mengurangi genangan banjir. Penelitian ini dilakukan melalui simulasi hidrologi dan hidraulika dengan bantuan *software* HEC-HMS dan HEC-RAS 2D pada dua kondisi yaitu kondisi eksisting dan kondisi rencana penambahan sistem pompa. Simulasi pada HEC-HMS menghasilkan perbandingan debit serta waktu yang diperlukan untuk air keluar dari Polder Johar Baru. Sedangkan simulasi pada HEC-RAS 2D menghasilkan luasan area yang tergenang banjir dan kedalaman dari genangan banjir dengan tiga skenario berbeda yaitu kondisi sebelum dan sesudah terpasang pompa berdasarkan *Masterplan* DSDA DKI Jakarta serta rekomendasi penempatan dan kapasitas pompa oleh penulis. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa Polder Johar Baru efektif mengurangi genangan banjir sebesar 23% untuk kala ulang 10 tahunan dan 13% untuk kala ulang 25 tahunan.

Kata Kunci: Sistem Polder, Polder Johar Baru, Genangan, Efektivitas, Banjir

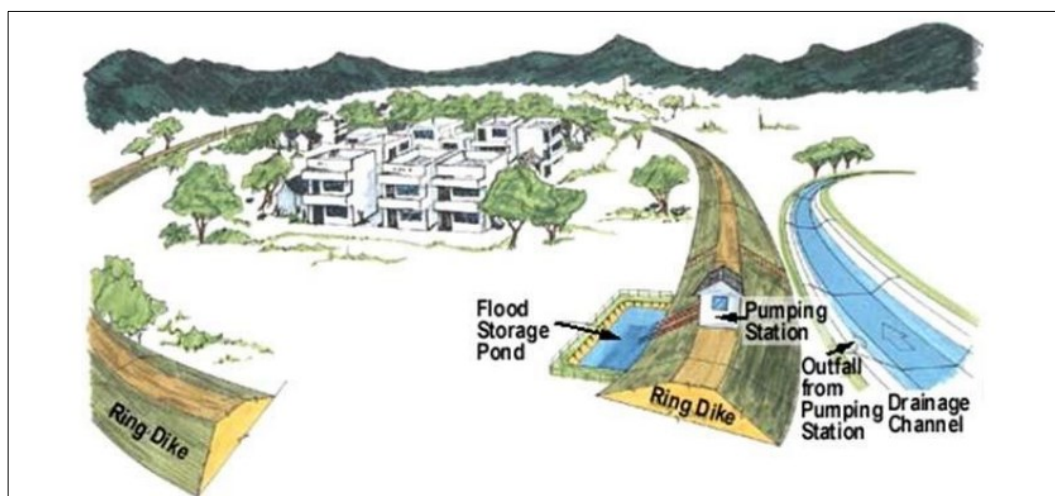
## Latar Belakang

Jakarta berkembang menjadi pusat aktivitas Indonesia setelah ibukota pemerintahan berpindah dari Yogyakarta pada tahun 1949. Pada akhir tahun 60-an, jumlah penduduk Jakarta mencapai 4 juta jiwa, setengahnya bermigrasi sejak 1949 (Sunjayadi, 2012). Hingga tahun 2023, populasi DKI Jakarta diproyeksikan mencapai 10.679.951 jiwa menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) yang diolah oleh Talenta Data Indonesia (TDI). Pertumbuhan penduduk yang tinggi melahirkan kebutuhan lahan yang besar dan perubahan guna lahan, yang menyebabkan perubahan pada proses-proses ekologi, baik skala lokal maupun global (Zhang & Wang, 2008). Perubahan tata guna lahan telah memodifikasi proses hidrologi dengan mempengaruhi kecepatan limpasan air ketika hujan (Chen, et al., 2013). Modifikasi terjadi karena adanya perubahan guna lahan yang disebabkan oleh semakin banyaknya penduduk di perkotaan (Alviar, et al., 2016). Pertumbuhan penduduk yang cepat dan aktivitas pembangunan meningkatkan permintaan lahan, menyebabkan alih fungsi lahan pertanian ke non-pertanian dan berkurangnya ruang terbuka hijau (RTH). Perubahan penggunaan lahan dapat mempengaruhi daerah tangkapan air dan limpasan air permukaan (Wirakusumah & Murdohardono, 2014). Penelitian sebelumnya sudah menunjukkan bahwa perubahan pada tutupan lahan meningkatkan debit puncak secara signifikan. (Indrabudi, et al., 1998; Anggraheni, et al., 2019).

Jakarta mengalami banjir setiap musim hujan karena secara geologis merupakan cekungan banjir, dengan 13 sungai yang airnya tidak bisa mengalir secara gravitasi ke Teluk Jakarta. Untuk mengatasi masalah ini, sistem polder dibuat, pertama kali direncanakan oleh NEDECO Belanda pada tahun 1973. Sistem polder dinilai efektif dalam mengatasi banjir dengan mengendalikan elevasi air, debit, dan volume air. Rencana Tata Ruang 2030 Jakarta mencakup pengembangan sistem polder secara bertahap, dengan 66 rencana sistem polder yang akan dibangun.

Dalam upaya penanganan banjir di DKI Jakarta, pemerintah Indonesia menyusun *Masterplan* terkait program-program penanganan banjir. Rencana induk yang pertama adalah *masterplan* yang dibuat H.van Breen pada tahun 1911 mengenai Kanal Banjir Barat (KBB) dan Bendung Katulampa. Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/ PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan Sistem Polder adalah sistem penanganan drainase perkotaan dengan cara mengisolasi daerah yang dilayani dari pengaruh limpasan air hujan / air laut serta limpasan dari prasarana lain (jalan, jalan kereta api), yang terdiri atas kolam penampung, sistem drainase serta pompa.

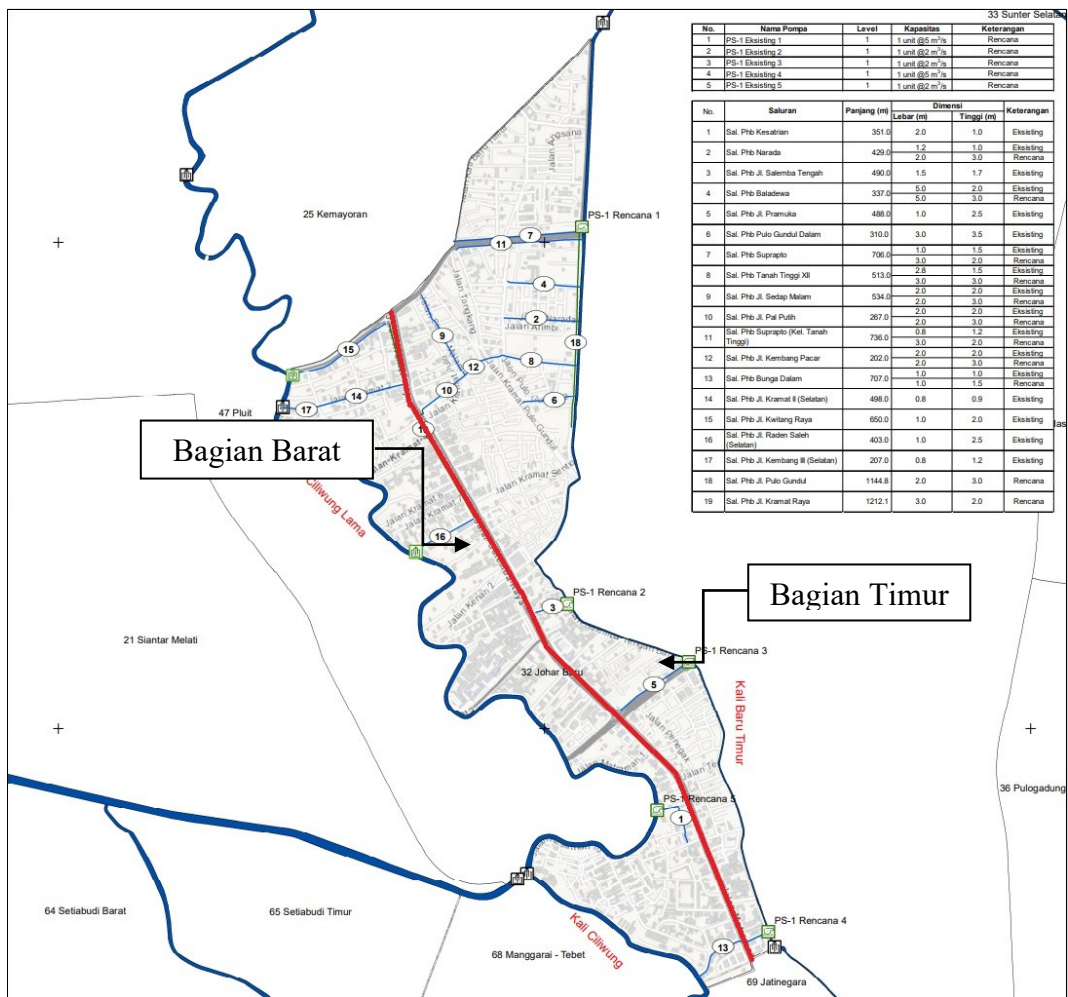
Sistem ini dipakai untuk daerah-daerah rendah dan daerah yang berupa cekungan, ketika air tidak dapat mengalir secara gravitasi. Agar air dari aliran Sungai tidak melimpas ke daerah cekungan tersebut, maka diperlukan tanggul untuk menahan air masuk ke daerah cekungan tersebut. Air yang tertangkap dalam daerah cekungan itu sendiri ditampung di dalam suatu kolam retensi sementara, dan selanjutnya dipompa ke badan air penerimanya. Gambar 1 berikut merupakan sketsa tipikal komponen dari sistem polder.



Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020  
Gambar 1. Sketsa Tipikal Sistem Polder

Pemerintah DKI Jakarta telah melakukan beberapa tindakan seperti pelebaran saluran drainase dan merencanakan pembangunan sistem polder untuk mengurangi risiko banjir (Gao, et al., 2025). Analisis diperlukan untuk menentukan lokasi dan spesifikasi komponen sistem polder di Johar Baru sebagai pertimbangan pembangunan. Meninjau latar belakang yang ada, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan analisis pembangunan Sistem Polder Johar Baru melalui perbandingan kondisi genangan banjir wilayah Johar Baru sebelum terbangun sistem polder dan saat sudah terbangun sistem polder HEC-HMS dan HEC-RAS 2D.

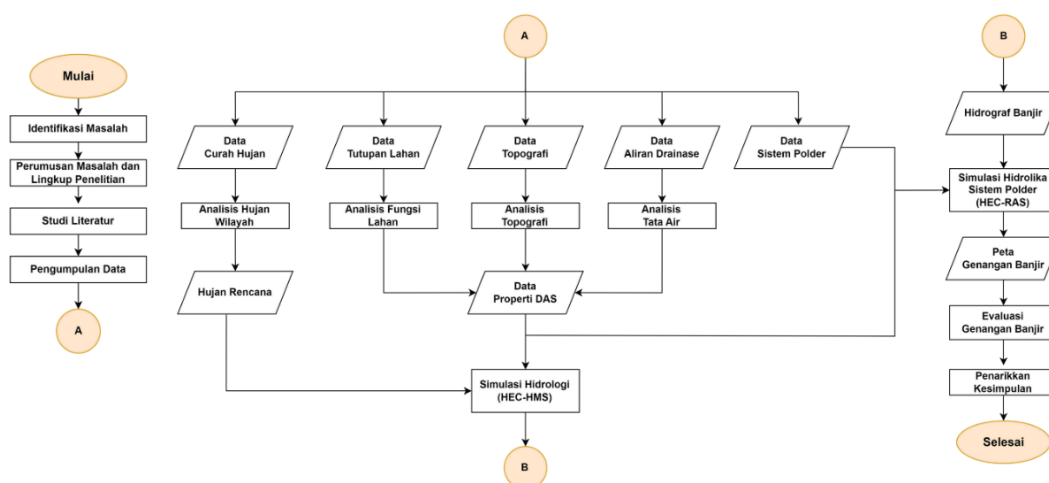
Penelitian ini berfokus di Kecamatan Johar Baru, yang merupakan kecamatan terpadat di DKI Jakarta dengan kepadatan penduduk 58.763 orang/km<sup>2</sup> pada semester I tahun 2022. Hal ini menunjukkan bahwa alih fungsi lahan dapat terjadi dalam memenuhi kebutuhan hidup warga Johar Baru, dan perubahan lahan ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir di wilayah DKI Jakarta (Budi Harsoyo, 2013). Polder Johar Baru rentan terhadap banjir setiap tahunnya karena diapit oleh Sungai Ciliwung dengan Kali Baru Timur dan Kali Ciliwung Lama dengan Kali Baru Timur, dengan sungai yang sering mengalami kenaikan muka air saat hujan deras serta pada bagian tengahnya terdapat Jalan Raya Salemba Raya.



Sumber: Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta  
 Gambar 2. Area Polder Johar Baru

**Metodologi Studi**

Metodologi pada penelitian ini mengikuti diagram alir pada Gambar 3. Dimulai dengan melakukan indentifikasi masalah dari Poldet Johar Baru, membuat rumusan serta batasan dari penelitian, melakukan studi literatur dan pengumpulan data. Data yang diperoleh akan dilakukan analisis, yang terdiri atas analisis data hujan, tutupan lahan, topografi, aliran drainase, dan sistem polder. Data yang sudah dianalisis akan menjadi data hujan rencana dan data properti dari Polder Johar Baru. Tahapan terakhir adalah melakukan simulai hidrologi pada HEC-HMS dan hidraulika pada HEC-RAS 2D sehingga diperoleh peta genangan banjir yang akan menjadi bahan evaluasi dan perbandingan.



Gambar 3. Diagram Alir

Penelitian ini dimulai dengan menentukan Polder Johar Baru Bagian Timur serta analisis hujan wilayah dengan metode *Thiessen* dengan bantuan visualisasi dan analisis menggunakan *software* ArcGIS.

Perhitungan hujan wilayah dengan metode *Thiessen* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1+A_2R_2+\dots+A_nR_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i R_i}{A_i} \tag{1}$$

Keterangan:

- $\bar{R}$  : Hujan rerata kawasan
- $R_1, R_2, \dots, R_n$  : Hujan di stasiun 1,2,..., n
- n : Jumlah stasiun

Dalam melakukan analisis hujan rencana, data dari stasiun hujan terpilih akan dilakukan pengujian. Pengujian akan dilakukan dengan 3 tahap. Pengujian *outlier* untuk mengeliminasi data yang menyimpang dari kelompok data. Pengujian distribusi frekuensi dengan beberapa metode seperti distribusi normal, *Log Normal*, *Log Pearson Type III*, dan distribusi *Gumbell*. Pengujian terakhir merupakan pengujian konsistensi menggunakan metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*.

Tahapan selanjutnya merupakan analisis banjir rencana menggunakan metode *Soil Conservation Service – Curve Number* (SCS-CN). Metode ini didasarkan pada hubungan curah hujan yang jatuh dengan kapasitas infiltrasi tanah (Fan, et al., 2013) (Anggraheni, et al., 2016). *Soil Retention Capacity* (S) merupakan salah satu parameter dalam analisis hidrologi metode SCS-CN, nilai *Soil Retention Capacity* berkaitan dengan penggunaan lahan di suatu daerah aliran Sungai (DAS) atau wilayah tangkapan air (Chow, 1988). Persamaan (2) digunakan untuk menentukan nilai S dengan nilai *Curve Number* (CN) menyesuaikan dengan penggunaan lahan di Polder Johar Baru.

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \tag{2}$$

Keterangan:

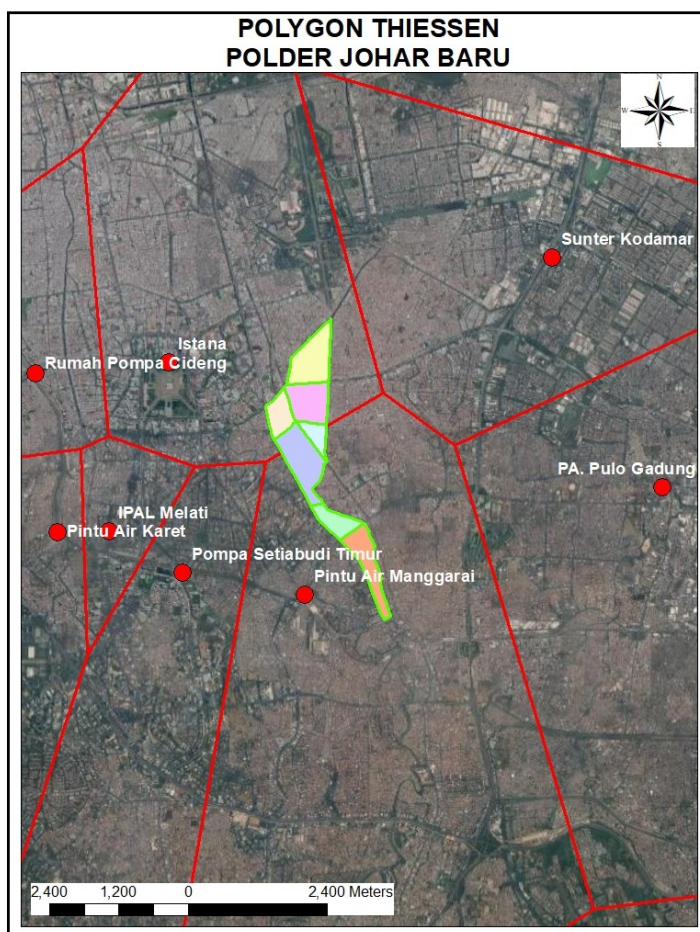
S : Soil Retention Capacity

CN : Curve Number / Koefisien Tutupan Lahan

Terakhir melakukan simulasi pemodelan pada sistem Polder Johar Baru, menggunakan HEC-HMS dan HEC-RAS 2D. Model hidrologi diperlukan untuk melakukan simulasi karena kompleksitas pada proses hidrologi (Kamanda, et al., 2024). Pemodelan dilakukan untuk membandingkan kondisi genangan banjir sebelum dan sesudah terbangun nya sistem Polder Johar Baru. Model hidrologi diperlukan untuk merepresentasikan proses hidrologi yang terjadi di DAS.

**Hasil Studi dan Pembahasan**

Setelah dilakukan analisis hujan wilayah menggunakan *software* ArcGIS, didapatkan pembagian daerah stasiun hujan dengan *Thiessen* sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil *Thiessen* Stasiun di Sekitar Johar Baru

Berdasarkan hasil analisis *Thiessen* diatas diketahui bahwa stasiun hujan yang mempengaruhi Polder Johar Baru adalah Stasiun Hujan Pintu Air Manggarai dan Stasiun Hujan Istana dengan luasan dan persen pengaruh terlihat pada Tabel 1. Pewarnaan pada Polder Johar Baru memiliki maksud pembagian sub-DTA atau daerah tangkapa air.

Tabel 1. Luas area yang terpengaruh Stasiun Hujan

No	Stasiun	Luas DAS Terpengaruh (m <sup>2</sup> )	Luas Total (m <sup>2</sup> )	Presentase Luas
1	Manggarai	1237145,034	2700892,555	46%
2	Istana	1463747,521	2700892,555	54%

Data curah hujan tahunan maksimum dari kedua stasiun yang digunakan adalah data hujan dari tahun 2014 – 2023. Data hujan dari kedua stasiun akan digunakan untuk analisis hujan rencana. Berdasarkan metode distribusi yang sudah dilakukan uji konsistensi dengan pengujian *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*, metode *Log Pearson Type III* menjadi metode yang terpilih karena mampu mengakomodir sebaran data hujan, sehingga diperoleh hasil yang lebih konsisten dan akurat dengan pneyimpangan data sebesar 18%. Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan hasil perhitungan hujan rencana dengan metode *Log Pearson Type III*.

Tabel 2. Hujan Rencana Tahunan Stasiun Pintu Air Manggarai

Return Period	p	w	z	Kt	Log Xt	Xt (mm)
1000	0,001	3,717	3,091	3,351	2,381	240,523
200	0,005	3,255	2,576	2,746	2,323	210,433
100	0,01	3,035	2,327	2,459	2,296	197,495
50	0,02	2,797	2,054	2,15	2,266	184,449
25	0,04	2,537	1,751	1,812	2,233	171,163
10	0,1	2,146	1,282	1,299	2,184	152,84
5	0,2	1,794	0,841	0,831	2,139	137,819
2	0,5	1,177	0	-0,03	2,057	113,924

Tabel 3. Hujan Rencana Tahunan Stasiun Istana

Return Period	p	w	z	Kt	Log Xt	Xt (mm)
1000	0,001	3,717	3,091	1,009	2,206	160,6
200	0,005	3,255	2,576	1,006	2,205	160,509
100	0,01	3,035	2,327	1,005	2,205	160,438
50	0,02	2,797	2,054	0,997	2,204	160,127
25	0,04	2,537	1,751	0,976	2,202	159,288
10	0,1	2,146	1,282	0,903	2,194	156,449
5	0,2	1,794	0,841	0,774	2,18	151,5
2	0,5	1,177	0	0,293	2,128	134,41

Berikut merupakan desain curah hujan yang sudah disesuaikan dengan persen pengaruhnya.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana yang sudah dikali dengan Luas Area terpengaruh

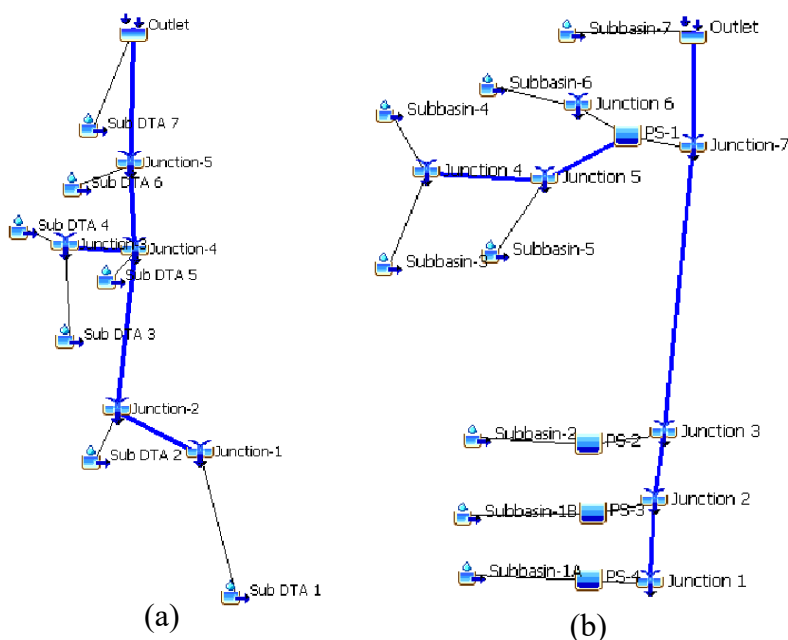
Periode Ulang	Hujan Rencana (mm)
1000	197,20
200	183,37
100	177,41
50	171,26
25	164,72
10	154,79
5	145,23
2	125,02

Pemodelan pada HEC-HMS dibuat menjadi dua skenario untuk membandingkan hasil simulasi hidrologi.

Tabel 5. Skenario Permodelan pada HEC-HMS

Skenario	Parameter
1	Kondisi eksisting, tanpa pompa
2	Kondisi eksisting, dengan pompa sesuai rencana DSDA DKI

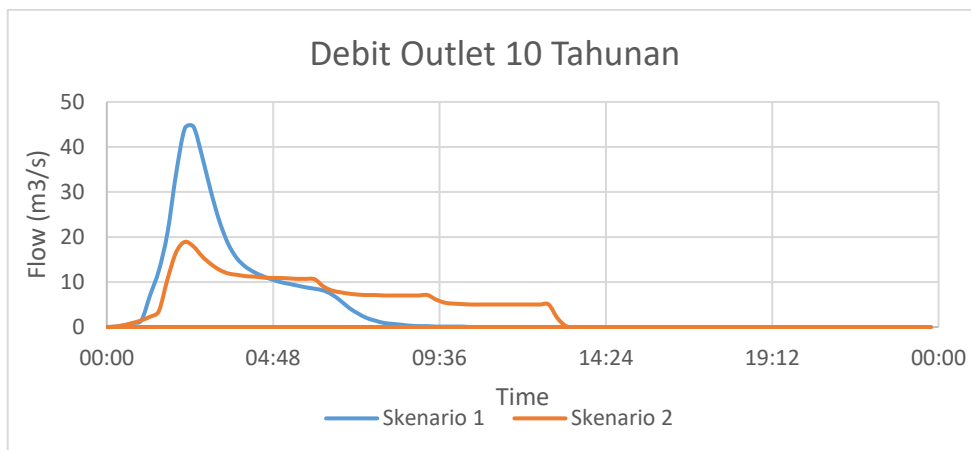
Pada skematik Skenario 2 dapat dilihat adanya penambahan 4 *pump station* (PS) sesuai dengan *master plan* Polder Johar Baru yang dibuat oleh DSDA DKI Jakarta. Pada skematik ini terdapat penambahan reach untuk menghubungkan pompa dengan daerah layanannya dan *downstreamnya* sebagai berikut:



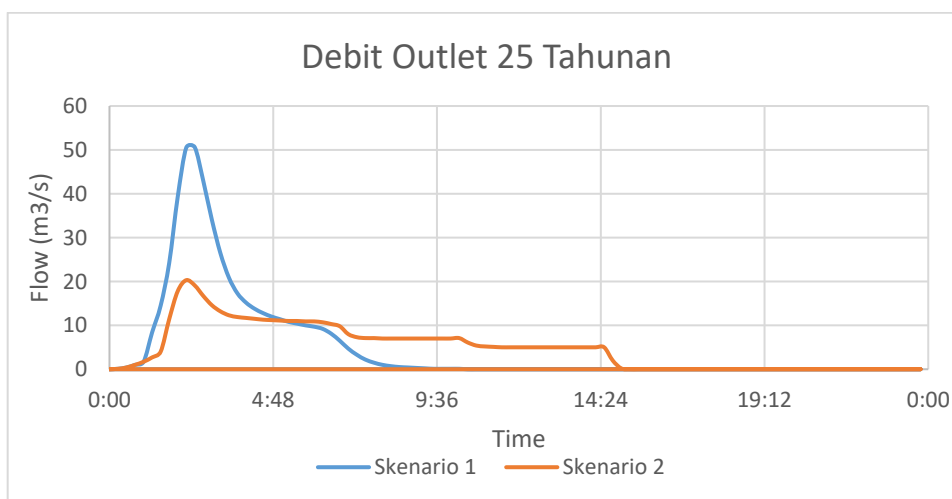
Gambar 5. Skematik Sistem Polder Johar Baru Bagian Timur  
(a) Skenario 1, (b) Skenario 2

Berdasarkan hasil simulasi hidrologi Skenario 1 diperoleh data *peak discharge* pada setiap komponennya. Durasi yang digunakan pada simulasi ini selama 24 jam dengan durasi hujan selama 6 jam sesuai dengan standar HEC-HMS dan diperoleh *peak discharge* pada *outlet* sebesar 44,5 m<sup>3</sup>/s untuk periode ulang 10 tahunan dan

50,6 m<sup>3</sup>/s untuk periode ulang 25 tahunan. Sedangkan hasil simulasi hidrologi Skenario 2, *peak discharge* pada *outlet* adalah 18,9 m<sup>3</sup>/s untuk periode ulang 10 tahunan dan 20,3 m<sup>3</sup>/s untuk periode ulang 25 tahunan. Dibandingkan dengan Skenario 1, terdapat penurunan sebesar 57,53% untuk periode ulang 10 tahunan dan 59,88% untuk periode ulang 25 tahunan.



Gambar 6. Hidrograf pada *Outlet* dengan Periode Ulang 10 Tahunan



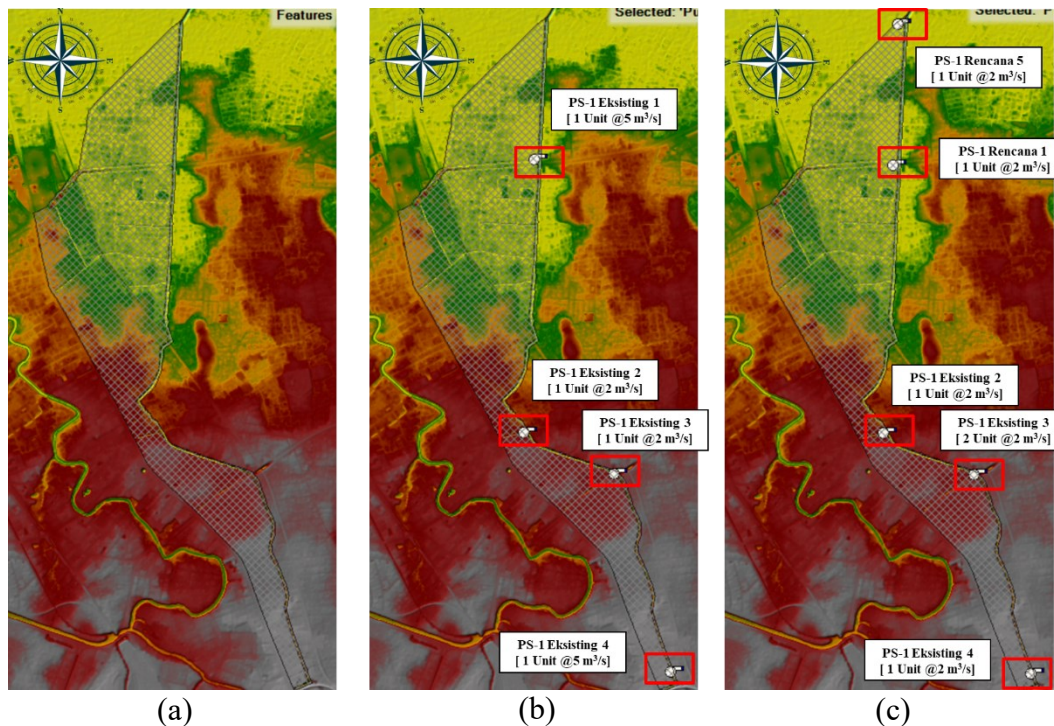
Gambar 7. Hidrograf pada *Outlet* dengan Periode Ulang 25 Tahunan

Berdasarkan hasil pembacaan grafik, debit puncak pada skenario 1 (garis biru) lebih tinggi dibandingkan dengan Skenario 2 (garis merah). Ini menyebabkan durasi penurunan aliran lebih lama pada Skenario 1, menandakan risiko banjir yang lebih besar tanpa penggunaan pompa. Pada Skenario 2, debit menurun lebih cepat dan stabil, menunjukkan bahwa penggunaan pompa secara signifikan mengurangi puncak aliran dan mempercepat penurunan aliran, sehingga mengurangi risiko dan durasi banjir (Malingier, et al., 2023).

Pada Pemodelan HEC-RAS 2D dibuat menjadi tiga skenario untuk membandingkan hasil simulasi banjir.

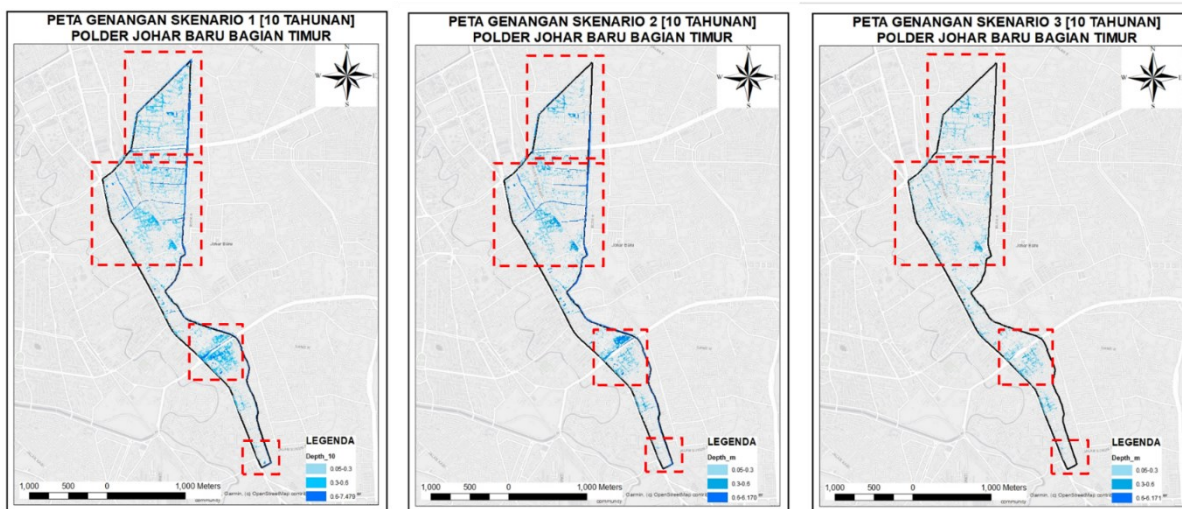
Tabel 6. Skenario Permodelan pada HEC-RAS 2D

Skenario	Keterangan
1	Kondisi eksisting, tanpa pompa
2	Kondisi eksisting, ada pompa sesuai rencana DSDA DKI
3	Kondisi Eksisting, ada pompa rekomendasi

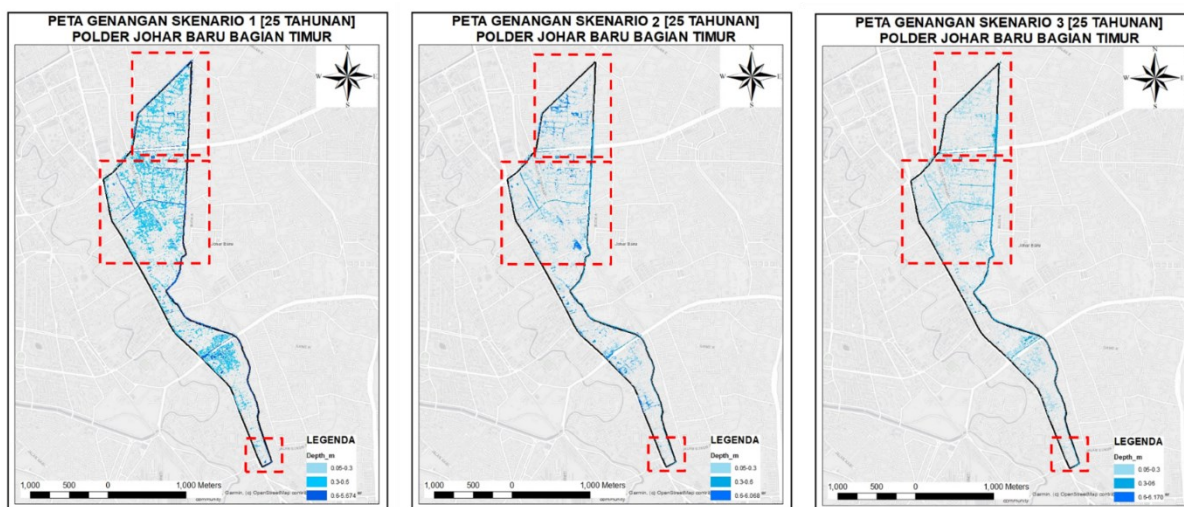


Gambar 8. Perbandingan Penempatan, Jumlah dan Kapasitas Pompa pada (a) Skenario 1, (b) Skenario 2, (c) Skenario 3

Kemudian diperoleh pemetaan genangan banjir pada ketiga skenario sebagai berikut.



Gambar 9. Hasil Pemetaan Genangan Skenario 1,2, dan 3 (10 Tahunan)



Gambar 10. Hasil Pemetaan Genangan Skenario 1,2, dan 3 (25 Tahunan)

Tabel 7. Luas Genangan Banjir Skenario 1,2, dan 3

Keterangan		Luas per Kategori Kedalaman Genangan (m <sup>2</sup> )			Total (m <sup>2</sup> )	Presentase Penurunan dari Skenario 1
		0,05-0,3	0,3-0,6	>0,6		
Skenario 1	10 Tahunan	43,90	13,02	11,93	68,86	
	25 Tahunan	13,05	44,43	11,99	69,47	
Skenario 2	10 Tahunan	33,32	8,82	10,39	52,53	23,71%
	25 Tahunan	36,84	12,89	10,20	59,93	13,73%
Skenario 3	10 Tahunan	31,08	6,44	7,64	45,16	34,41%
	25 Tahunan	33,67	9,06	7,04	49,78	28,34%

Berdasarkan hasil pemetaan genangan, terdapat penurunan total luas genangan dari Skenario 1 ke Skenario 3. Penurunan luas genangan pada Skenario 3 dibandingkan Skenario 1 adalah 34.41% untuk periode ulang 10 tahunan dan 28.34% untuk periode ulang 25 tahunan. Selain itu, kedalaman genangan juga berkurang pada ketiga kategori kedalaman genangan. Pada periode ulang 10 tahunan, luas genangan pada semua kategori kedalaman menurun, sementara pada periode ulang 25 tahunan, kedalaman 0,3-0,6 m menurun secara signifikan, sehingga luas genangan pada kedalaman 0,05-0,3 m meningkat. Pengurangan waktu lamanya genangan juga mengalami penurunan, pada periode ulang 10 tahunan dari waktu yang dibutuhkan selama 7 jam menjadi 4,5 jam dan pada periode 25 tahunan waktu lamanya genangan berkurang dari 9 jam menjadi 6 jam. Hal ini menunjukkan bahwa penempatan pompa di Polder Johar Baru Bagian Timur efektif dalam mengurangi luas dan kedalaman banjir (Ungvári dan Kis, 2022).

Penggunaan pompa dengan kapasitas lebih kecil, sebesar 2 m<sup>3</sup>/s, sudah dapat mengurangi luas genangan banjir secara efisien. Kapasitas tersebut sesuai dengan ketersediaan lahan dan kapasitas badan air untuk menampung air yang dipompa

keluar dari area polder Johar Baru Bagian Timur, sehingga dapat mengurangi potensi luapan pada drainase primer Kali Baru Timur dan Kali Sentiong. Namun, pada skenario 3 masih ditemukan genangan di sekitar kali dan saluran, terutama di Kali Baru Timur yang menuju Kali Sentiong. Ini menandakan bahwa kapasitas badan air sudah tidak mampu menampung air dari daerah layanannya, sehingga perlu perencanaan peningkatan kapasitas drainase di area polder Johar Baru Bagian Timur.

Pembangunan polder system merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi risiko terjadinya banjir di lokasi studi akan tetapi bukan satu-satunya metode. Perlu dilakukan integrasi antara konsep pengendalian banjir struktural dan non struktural agar pengendalian banjir efektif dan efisien (Yildirim, et al., 2023).

## **Kesimpulan dan Saran**

### **Kesimpulan**

Hasil simulasi HEC-HMS menunjukkan penurunan debit sebesar 57,53% untuk periode ulang 10 tahun dan 59,88% untuk periode ulang 25 tahun pada Skenario 2 dibandingkan Skenario 1, menunjukkan bahwa penambahan pompa sesuai *masterplan* DSDA DKI Jakarta efektif mengurangi debit puncak serta mengurangi jumlah dan durasi genangan air secara signifikan.

Hasil simulasi HEC-RAS 2D menunjukkan bahwa Skenario 2 mengurangi luas genangan sebesar 23,7% untuk periode ulang 10 tahun dan 13,73% untuk periode ulang 25 tahun. Sedangkan Skenario 3, dengan penambahan pompa dan penurunan kapasitas pompa menjadi 2 m<sup>3</sup>/s, mengurangi luas genangan sebesar 34,41% untuk periode ulang 10 tahun dan 28,34% untuk periode ulang 25 tahun dibandingkan skenario 1. Pada periode ulang 10 tahunan lama nya penurunan genangan berkurang dari 7 jam menjadi 4,5 jam dan pada periode ulang 25 tahunan penurunan genangan yang awalnya 9 jam turun menjadi 6 jam. Namun, masih terdapat genangan di sekitar saluran drainase sehingga perlu peningkatan kapasitas drainase di area Polder Johar Baru. Manajemen pengendalian banjir yang terintegrasi diperlukan untuk dapat mengurangi risiko banjir di suatu wilayah, polder sistem merupakan salah satu metode yang efektif untuk mengurangi risiko banjir di Jakarta (Nillesen & Kok, 2015).

### **Saran**

Pada saat melakukan pemetaan tata guna lahan, perhatikan kondisi eksisting untuk memvalidasi data yang diperoleh. Melakukan kajian lebih lanjut terhadap data terrain pada HEC-RAS 2D untuk menghasilkan hasil genangan yang lebih akurat di area yang diteliti. Mempelajari lebih lanjut mengenai komponen dan spesifikasi pompa yang akan digunakan sehingga proses penginputan data pemodelan lebih spesifik.

## Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, dan BBWS Ciliwung – Cisadane.

## Daftar Referensi

- Alviar J, Andaya K, Punay C, & Mars P. (2016). Analysis of the effect of rapid urbanization on flooding in Cagayan De Oro City using landsat image analysis and flood modeling. *Paper Presented at the FIG Working Week*.
- Anggraheni E, Sutjiningsih D, Mardjono A and Iskandar T. 2016. Dry Dams Performance on Consecutive Rainfall During Rainy Season at Upper Ciliwung Watershed. *The 15<sup>th</sup> International Conference on Qual. Res.2017*
- Anggraheni E, Sutjiningsih D, Widyoko J and Hidayah B. 2019. Potential impact of sub-urban development on the surface runoff estimations (a case study at Upper Ciliwung watershed) *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **301** 012002 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/301/1/012002>
- Budi Harsoyo. (2013). Mengulas Penyebab Banjir di Wilayah DKI Jakarta dari Sudut Pandang Geologi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, *14*, 37–40. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v14i1.2680>
- Chen, X., Tian, C., Meng, X., Xu, Q., Cui, G., Zhang, Q., and Xiang, L. 2015. Analyzing the effect of urbanization on flood characteristics at catchment levels, *Proc. IAHS*, 370, 33–38, <https://doi.org/10.5194/piahs-370-33-2015>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, Inc.
- Fan, F., Deng, Y., Hu, X., & Weng, Q. 2013. Estimating Composite Curve Number Using an Improved SCS-CN Method with Remotely Sensed Variables in Guangzhou, China. *Remote Sensing*, *5*(3), 1425-1438. <https://doi.org/10.3390/rs5031425>
- Gao, L., Gao, Y., Liu, Y., and Wu, M. 2025. Assessment of Flood Risk Under Polder-Type Flood Control Measure Using Improved Projection Pursuit Model. *Ecological Indicators* Vol(170) 2025 113038 ISSN 1470-160X. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.113038>
- Indonesia, Direktorat Jenderal Pengairan and Netherlands, & Directie Internationale Technische Hulp. (1973). *Masterplan for Drainage and Flood Control of Jakarta*. Directorate General.
- Indrabudi H, De Gier A and Fresco L 1998 Deforestation and its driving forces: a case study of Riam Kanan watershed, Indonesia *Land Degrad. Dev.* **9** 311–22. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(199807/08\)9:4<311::AID-LDR294>3.3.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(199807/08)9:4<311::AID-LDR294>3.3.CO;2-O)
- Kamanda A, Anggraheni E and Kuntcoro D A. 2024 Analysis of Land Cover Changes Impact on Design Flood Estimation Case Study: Upper Cimanuk Watershed in Garut City. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **1343** 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1343/1/012015>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). *Perencanaan Sistem Polder dan Kolam Retensi* (Vol. 4). Febi Pradana.

- Malinger, A., Wawrzyniak, M., Rybacki, M., Szałkiewicz, E., & Dysarz, T. 2022. Reducing flood hazard by effective polder operation: A case study of the Golina polder. *Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications*, 10(2), 1–22. <https://doi.org/10.26491/mhwm/156516>
- Nillesen, A.L., Kok, M. 2015. An integrated approach to flood risk management and spatial quality for a Netherlands' river polder area. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 20, 949–966. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9675-7>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 /PRT/M/2014, Pub. L. No. 12 /PRT/M/2014 (2014).
- Sunjayadi, A. (2012). Susan Blackburn, Jakarta; Sejarah 400 Tahun. Translated By Gatot Triwira. Depok: Masup Jakarta, 2011, 416 Pp. ISBN 978-602-96256-3-9. Price: IDR 95,000 (Soft Cover). *Wacana, Journal of the Humanities of Indonesia*, 14(1), 177–179. <https://doi.org/10.17510/wjhi.v14i1.57>
- Ungvári, G., and Kis, A. 2022. Reducing flood risk by effective use of flood-peak polders: A case study of the Tisza River. *Journal of Flood Risk Management*, 15(3), e12823. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12823>
- Wirakusumah D and Murdohardono D. 2014. Kajian banjir Jakarta ditinjau dari ilmu geologi *J. ESDM* 6 63–76
- Yildirim E, Alabbad Y, and Demir I. 2023. Non-structural Flood Mitigation Optimization at Community Scale: Middle Cedar Case Study. *Journal of Environmental Management* Vol(346) 119025 ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119025>
- Zhang, H., M. W., & Wang, X. 2008. Rapid urbanization and implications for flood risk management in hinterland of the Pearl River Delta. *China: The Foshan Study*.