

PENGUNAAN SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN BANJIR DI BANDARA

USE OF DRAINAGE SYSTEMS AND FLOOD CONTROL AT THE AIRPORT

Moch. Yosfika Agung Maulana

Politeknik Penerbangan Palembang
Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Palembang

Informasi Artikel

Dikirim, 24 Februari 2023
Direvisi, 29 Agustus 2023
Diterima, 29 Agustus 2023

Korespondensi Penulis:

Moch. Yosfika Agung Maulana
Program Studi D-VI Teknologi
Rekayasa Bandar Udara
Politeknik Penerbangan
Palembang
Email:
yosfika.tr01b@poltekbangplg.ac.id

ABSTRAK

Pengendalian banjir merupakan hal yang sangat penting di Bandar Udara karena menunjang kegiatan di Bandar Udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apa itu sistem pengendalian banjir atau sistem drainase yang baik serta mengetahui apa itu normalisasi saluran serta metode-metode yang dilakukan dalam melakukan normalisasi saluran. Metode penulisan pada penelitian yaitu menggunakan metode studi literatur dimana studi literatur adalah metode yang menggunakan kajian pustaka sebagai sumber utama penelitian ini serta metode ini juga menggunakan kegiatan membaca serta mencatat. Hasil penelitian ini ialah Pengendalian banjir pada bandara dapat dilakukan dengan cara, langkah, atau strategi seperti normalisasi saluran dengan cara selalu mengecek semua saluran air yang ada jangan sampai ada yang tersumbat atau tidak lancar, kemudian pemilihan dan penggunaan pipa yang baik dan berkualitas untuk saluran airnya, kemudian menyediakan kolam penampungan yang memadai. Beberapa strategi tersebut dapat dilakukan untuk mengendalikan atau menanggulangi genangan air hujan yang kemungkinan terdapat di bandara.

Kata Kunci : Drainase, Sistem Drainase, Normalisasi Saluran

ABSTRACT

Flood control is very important at the airport because it supports activities at the airport. This study aims to find out what a flood control system or a good drainage system is and to find out what channel normalization is and the methods used to normalize the channel. The writing method for research is using the literary study method where literature study is a method that uses literature review as the main source of this research and this method also uses reading and note-taking activities. The results of this study are that flood control at airports can be carried out in ways, steps, or strategies such as channel normalization by always checking all existing drains so that none are clogged or not smooth, then selecting and using good and quality pipes for the waterways, then provide adequate storage ponds. Some of these strategies can be carried out to control or overcome rainwater stagnation that may be found at the airport.

Keyword : Drainage, Drainage System, Channel Normalization

1. PENDAHULUAN

Saat ini, dalam kondisi tren perubahan iklim global dan, akibatnya perubahan aliran sungai sehingga masalah penanganan banjir menjadi akut, yang memerlukan pendekatan baru menggunakan pembangkit listrik tenaga air. Banjir besar dan berlangsung lama berbahaya bagi penduduk, kegiatan ekonomi dan alam karena mencakup wilayah yang luas, menyebabkan hilangnya nyawa dan kerusakan ekonomi dan lingkungan yang besar. Dengan demikian diperlukan penelitian untuk meningkatkan metode pemantauan lingkungan dan strategi pengelolaan banjir.

Bandara sebagian besar dibangun di daerah di mana medannya berada. Bandara harus mempunyai fasilitas yang lengkap tentunya disertai dengan keamanan dan kenyamanan masyarakat umum terutama penumpangnya. Keamanan menjadi hal yang penting untuk diperhatikan karena bandara sangat luas sehingga harus diperhatikan setiap detail bangunan dan fasilitas pendukung lainnya. Banyak hal yang diperhatikan beberapa diantaranya adalah untuk memastikan kekuatan perkerasan di area ketinggian, proporsi permukaan yang mengeras di permukaan dasar bandara sangat tinggi, air hujan tidak dapat menembus tanah secara efektif. Lapisan tanah bawah tanah harus dipadatkan dan dipadatkan, sehingga dampak limpasan hujan sangat jelas ketika menghadapi hujan deras. Selain itu, jika menggunakan drainase air hujan harus mengandalkan drainase cepat, dan hanya mengandalkan pipa dan pompa.

Siklus hidrologi alami dihancurkan dengan metode drainase ini, dan terbukti bahwa bahkan pipa drainase dengan diameter terbesar tidak dapat mengatasi limpasan yang berlebihan. Pada saat yang sama, polusi minyak penerbangan, logam berat, dan zat padat tersuspensi setelah pencucian hujan awal waktu singkat ke dalam deposisi pipa, air hilir di sekitar bandara terkontaminasi. Metode pengeringan tanpa-penyimpanan ini memboroskan sumber daya air hujan, dan banyak daerah mengalami genangan air yang parah selama musim hujan dan kekurangan air yang parah selama musim kemarau (Peng et al. 2020; Li 2018; Qu et al. 2020).

Penelitian tentang model banjir badai perkotaan sangat luas, dan model yang representatif adalah SWMM, STORM, Mike Urban, InfoWorks ICM, SUSTAIN dan sebagainya. Setiap model memiliki karakteristik, penerapan, dan keterbatasannya sendiri (Fadilah et al., 2021)). Sistem drainase baru dirancang menggunakan *Storm Water Management Model* (SWMM) untuk mengumpulkan dan menyalurkan limpasan air hujan yang dihasilkan oleh lapangan serta mengoptimalkan sistem drainase untuk melindungi integritas landasan pacu dan mengurangi biaya pemeliharaan (Amendolara et al. 2016 Vi, n.d.). Alternatif perlindungan yang berbeda dari Bandara Nasional Ronald Reagan Washington diperiksa untuk dibandingkan dalam kondisi badai. Tiga alternatif tersebut diantaranya : tanggul laut permanen, penahan banjir sementara, dan desain drainase yang lebih baik, yaitu peningkatan pompa aliran keluar kapasitas. Keluaran dari simulasi ini adalah waktu bandara tetap tergenang setelah kejadian gelombang badai diinisialisasi serta waktu yang dibutuhkan bandara, khususnya sistem drainase, untuk mengalirkan cukup banyak air untuk melanjutkan operasi pada tingkat normal (Kafi et al., 2017). Untuk mengatasi masalah tingginya debit sumur inspeksi jaringan pipa dan efisiensi drainase yang rendah, diusulkan pendekatan desain optimasi kontrol air hujan berdasarkan model jaringan saraf peta fitur yang mengatur sendiri (SOFM). Melalui penyesuaian optimasi parameter jaringan pipa Bandara Internasional Beijing Daxing, tingkat overow sumur inspeksi jaringan pipa telah berkurang 36–67,5%, efisiensi drainase meningkat 26,3–61,7% (Davydov et al., 2018).

Fasilitas pembangunan berdampak rendah umumnya memiliki fungsi infiltrasi, regulasi, penyimpanan, transmisi, intersepsi, pemurnian dan fungsi utama lainnya, yang bertujuan untuk mengurangi dampak merugikan dari urbanisasi dan perubahan iklim serta meningkatkan ketahanan (KANG et al. 2017; Arpita et al. 2021; Bonneau dkk. 2021; Gain et al., 2017). Dalam aplikasi rekayasa praktis, fasilitas LID yang sesuai dan kombinasinya harus dipilih sesuai dengan prinsip kondisi lokal dan efisiensi ekonomi yang tinggi, dengan mempertimbangkan kondisi hidrogeologi regional dan sumber daya air, dan analisis indeks ekonomi. Sebagian besar penelitian yang ada berfokus pada konstruksi model jaringan pipa, desain berbagai jenis fasilitas LID dan kombinasinya, lokasi tata letak, tata letak area, dan skenario lainnya.

Dari beberapa uraian diatas maka diperlukannya pengendalian banjir dengan cara penggunaan sistem drainase yang baik di Bandara agar terhindar dari bencana banjir dan tentunya dapat dikategorikan Bandara tersebut nyaman dan aman bagi penumpang dan pengunjung.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada jurnal ini ialah studi literatur, Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian (Zed, 2008:3). Studi kepustakaan merupakan kegiatan yang diwajibkan dalam penelitian, khususnya penelitian akademik yang tujuan utamanya adalah mengembangkan aspek teoritis maupun aspek manfaat praktis. Studi kepustakaan dilakukan oleh setiap peneliti dengan tujuan utama yaitu mencari dasar pijakan atau fondasi untuk memperoleh dan membangun landasan teori, kerangka berpikir, dan menentukandugaan

sementara atau disebut juga dengan hipotesis penelitian. Sehingga para peneliti dapat mengelompokkan, mengalokasikan, mengorganisasikan, dan menggunakan variasi pustaka dalam bidangnya.

Dengan melakukan studi kepustakaan, para peneliti mempunyai pendalaman yang lebih luas dan mendalam terhadap masalah yang hendak diteliti. penulis melakukan perbandingan antara dua bandara untuk membandingkan keefektifan kedua bandara tersebut, pada sumber-sumber yang digubakan oleh penulis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat penelitian yang membahas mengenai pengendalian banjir dengan sistem drainase di Bandara seperti pada Bandara China. Pada tahun 2018, Administrasi Penerbangan Sipil China mengeluarkan Rencana Aksi untuk membangun negara penerbangan sipil yang kuat di era baru, yang menyerukan pembangunan bandara yang aman, hijau, cerdas, dan *people-to-people* dengan kualitas tinggi. Pada tahun yang sama, Administrasi Penerbangan Sipil China mengeluarkan edaran konsultasi tentang pedoman perencanaan Bandara Hijau sebagai panduan perencanaan Bandara Hijau. Penelitian dan desain pembangunan bandara hijau telah menjadi tugas penting dan berat di era baru industri desain penerbangan sipil di China (Liu 2019).

Bandara spons adalah bandara yang memiliki fungsi infiltrasi, stagnasi, penyimpanan, pemurnian dan drainase saat hujan seperti spons, serta dapat "melepaskan" dan memanfaatkan air yang tersimpan saat bandara membutuhkannya (Peng et al. 2021). Pembangunan Bandara Sponge ini sesuai dengan latar belakang rencana pengembangan *Green Airport* tipe baru di China, yang memiliki fungsi pencegahan dan pengendalian bencana banjir, perbaikan lingkungan perairan dan ekologi perairan di sekitar bandara. Ini dapat membantu untuk memastikan operasi bandara yang aman dan efisien dan diperhatikan oleh Administrasi Penerbangan Sipil dan bandara.

Dalam pembangunan bandara Sponge, banyak bandara menggunakan metode seperti meningkatkan area hijau bandara, membangun fasilitas penyimpanan air volume besar dan Green Roof untuk mengontrol limpasan air hujan, dan menekankan pada perawatan dan penggunaan kembali sumber daya air hujan. Bandara Internasional O'Hare telah memasang 232.534 kaki² atap bervegetasi dan memasang 126.456 ft² lebih (per November 2010). Instalasi menunjukkan bahwa memasang atap bervegetasi di bandara praktis dan hemat biaya. Penghematan biaya operasional dan pemeliharaan diharapkan dari peningkatan umur atap, pengurangan penggunaan energi, dan manajemen kuantitas/kualitas air hujan. Manfaat tambahan yang dicapai termasuk pengurangan kebisingan dan pulau panas, perlindungan kualitas udara, dan peningkatan estetika (Peter 2011).

Untuk mengevaluasi efektivitas strategi pengendalian bandara spons yang berbeda, debit limpasan dari sistem drainase air hujan di bandara di bawah fasilitas LID dan tindakan lainnya disimulasikan. Dalam penelitian tersebut, tiga skenario dirancang. Hasil simulasi menganalisis variasi aliran masuk, kedalaman maksimum dan durasi aliran penuh reservoir, durasi aliran penuh dan penurunan aliran puncak dari node tipikal dan sebagainya. Kemudian contoh lain terdapat pada Bandara Schiphol Amsterdam menggabungkan energi matahari dengan atap hijau untuk menghemat energi, melindungi lingkungan dan memperindah lingkungan, sekaligus mengurangi genangan air di bandara dan menghemat sumber daya air hujan (Kuller et al. 2017). Selanjutnya Bandara Changi Singapura menggunakan atap hijau luar ruangan untuk penyimpanan dan pemurnian air hujan, lanskap air terjun dalam ruangan, dan Irigasi Vegetasi untuk menggunakan kembali air hujan.

Ketiga contoh diatas adalah beberapa Bandara di luar negeri yang memiliki strategi mengendalikan air hujan dan menggunakan drainase sesuai caranya masing-masing. Bandara di Indonesia juga harus mempunyai langkah strategis agar tidak terjadi penggenangan air hujan dengan mengendalikan air hujan yang jatuh di bandara juga menerapkan atau menggunakan sistem drainase untuk air hujan tersebut. Tugas ini diperumit oleh fakta bahwa untuk mengurangi banjir tanah dalam praktik pembangunan pembangkit listrik tenaga air dalam beberapa tahun terakhir, *preferensi* telah diberikan kepada pembangunan sistem hidro dengan kapasitas reservoir yang relatif kecil dan menciptakan fasilitas pengendalian banjir dengan pelimpah bawah dan permukaan yang tidak terkendali.

Pengendalian banjir pada bandara dapat dilakukan dengan cara, langkah, atau strategi seperti normalisasi saluran dengan cara selalu mengecek semua saluran air yang ada jangan sampai ada yang tersumbat atau tidak lancar, kemudian pemilihan dan penggunaan pipa yang baik dan berkualitas untuk saluran airnya, kemudian menyediakan kolam penampungan yang memadai. Beberapa strategi tersebut dapat dilakukan untuk mengendalikan atau menanggulangi genangan air hujan yang kemungkinan terdapat di bandara. Normalisasi saluran dapat dilakukan dengan cara memperlebar saluran, meningkatkan ketinggian saluran, dan meningkatkan kedalaman saluran yang ada sehingga dapat meningkatkan pula kapasitas air yang ditampung dalam saluran tersebut. Pompa memiliki fungsi untuk saluran mengeluarkan air baik dari drainase maupun kolam penampungan air yang ada sehingga tidak langsung mengalir ke tanah pada saat hujan turun. Kolam penampungan berguna untuk menampung air sementara sehingga genangan air yang kemungkinan ada akan berkurang. Air akan menempati kolam ini sebelum nantinya akan keluar melalui pompa.

Kemudian sistem drainase dapat diterapkan dalam bandara. *Storm Water Management Model (SWMM)* dapat menghitung limpasan curah hujan dinamis untuk kejadian tunggal dan kuantitas dan kualitas limpasan jangka panjang dari daerah perkotaan yang maju dan daerah yang belum berkembang atau pedesaan. Ini adalah alat simulasi sumber terbuka dan dapat mengefisienkan simulasi efek berbagai fasilitas LID. Itu dipilih untuk mensimulasikan debit limpasan dari sistem drainase air hujan dalam makalah ini (James et al. 2010). Untuk simulasi situs ini, tiga skenario dirancang

- a. Skenario 1 : Dalam skenario ini, debit limpasan dari sistem drainase air hujan dipelajari di daerah penelitian pada periode ulang. Tidak ada fasilitas LID dan tindakan lainnya, dan pemompaan tidak berfungsi.
- b. Skenario 2 : Dua stasiun pompa didirikan di Reservoir 2 dan Reservoir 3 untuk memompa air dari tampungan ke sungai luar, jika ada kemungkinan genangan tampungan. Melalui simulasi, dirancang debit dan jumlah stasiun pemompaan untuk setiap tampungan, dan diperoleh skema drainase yang optimal
- c. Skenario 3 : Dalam skenario ini, diterapkan fasilitas LID dan stasiun pompa. Fasilitas LID meliputi permeable trotoar, sengkedan vegetatif dan tong hujan. Pemilihan fasilitas didasarkan pada jenis dan karakteristik penggunaan lahan di wilayah studi.

Desain curah hujan merupakan dasar penting untuk desain sistem drainase air hujan bandara. Hal ini dapat mengakibatkan pembangunan sistem drainase yang masif dan beban ekonomi yang signifikan bagi bandara jika data curah hujan jauh melebihi kenyataan. Menurut Pasal sembilan puluh empat Standar Konstruksi Proyek Teknik Bandar Udara Sipil, standar desain pencegahan genangan air di area aireld sesuai dengan periode pengulangan hujan badai desain sekali dalam 5 tahun, dan area terminal, area kargo, dan area perawatan pesawat adalah tidak kurang dari sekali dalam 3 tahun, dan tidak kurang dari 1 tahun di bidang lain. Mempelajari pengoperasian sistem drainase air hujan bandar udara pada kondisi rancangan periode perulangan hujan badai sekali dalam 5 tahun.

Terdapat *study case* mengenai hal ini yaitu Bandara di China. Bandara Penelitian terletak di kota pesisir tenggara Cina, yang terletak antara 113°46'~ 114°37' bujur timur dan 22°27'~ 22°52' lintang utara. Daerah tersebut termasuk dalam iklim laut tropis. Curah hujan tahunan rata-rata adalah sekitar 1966 mm. Sebagian besar curah hujan terkonsentrasi di musim panas, halaman 4/19 menyumbang 80,85% dari curah hujan tahunan. Curah hujan di musim semi dan musim gugur menyumbang 6,8%, dan di musim dingin adalah yang paling sedikit, terhitung 2–4%. Musim panas di daerah ini berlangsung selama 6 bulan dan panas serta hujan disertai banyak hujan. Dipengaruhi oleh monsun, musim kemarau dan musim hujan jelas, April hingga September adalah musim hujan. Menurut statistik curah hujan dari biro meteorologi kota dalam 30 tahun terakhir, curah hujan rata-rata dari Juni hingga Agustus masing-masing adalah 346,5 mm, 319,7 mm, dan 354,4 mm. Curah hujan rata-rata tahunan maksimum historis adalah 2.747 mm (2001) dan minimum adalah 912 mm (1963). Curah hujan tahunan maksimum adalah 2.533 mm; curah hujan harian maksimum adalah 383 mm; curah hujan maksimum per jam adalah 101,7 mm; dan rata-rata penguapan tahunan sekitar 1.770 mm. Bandara ini mencakup area seluas 1.950 juta m², dimana luas terminal adalah 451.000 m², area kargo adalah 1,66 juta m², dan luasnya lebih dari 7,5 juta m². Tinggi referensi adalah 3,962 m. Bandara ini dikelilingi oleh saluran drainase, Sungai Fuyong dan Delta Sungai Mutiara.

Bandara studi dapat dibagi menjadi tiga daerah tangkapan air sesuai dengan arah konvergensi air hujan. Dalam proses simulasi, air hujan dari tiga daerah tangkapan air dialirkan ke tiga waduk. Daerah tangkapan air dan tata letak jaringan drainase ditunjukkan pada gambar berikut. Air hujan dari DAS A mengalir ke Reservoir 1, air hujan dari DAS B mengalir ke Reservoir 2, dan air hujan dari DAS C mengalir ke Reservoir 3. Kedalaman air yang direncanakan dari DAS Reservoir adalah 3,5 m, dan luas reservoir 1 adalah 295.000 m² dan volumenya adalah 456.500 m³. Waduk 2 memiliki luas permukaan 393.000 m² dan volume 588.400 m³; Waduk 3 memiliki luas 1,08 juta m² dan volume 2,485 juta m³ (Tang dkk. 2018; Hu dkk. 2008).

Kemudian kesimpulan dari *study case* ini adalah menggunakan solusi tiga model simulasi di bawah fasilitas LID dan tindakan lainnya (tanpa strategi kontrol apa pun; dengan pompa; dengan pompa dan fasilitas LID) dikembangkan menggunakan SWMM dengan periode ulang 5a. Untuk simulasi situs ini, tiga skenario dirancang untuk membandingkan efek dari strategi kontrol yang berbeda pada skenario yang berbeda.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa temuan kunci sebagai berikut:

- a. Tiga model yang dikembangkan digunakan untuk menghitung kedalaman air, durasi aliran penuh dari node tipikal dan total aliran masuk Reservoir 2 dan Reservoir 3 di bawah curah hujan satu jam dengan periode ulang. Hasil simulasi dari tiga model yang dikembangkan di bawah fasilitas LID dan ukuran lainnya dianalisis dan dibandingkan. Oleh karena itu, jumlah stasiun pompa yang tepat harus ditetapkan untuk reservoir, dan waktu pembukaan stasiun pompa harus disesuaikan untuk memenuhi persyaratan penyimpanan air hujan.
- b. Dapat dilihat dari hasil Skenario 1, kedalaman air Waduk 2 dan Waduk 3 lebih tinggi dan durasi muka air penuh lebih lama. Rencana dengan jumlah stasiun pompa dan waktu buka yang berbeda ditetapkan pada

- skenario 2. Melalui simulasi skema desain yang berbeda, akhirnya diperoleh jumlah dan skema bukaan pompa terbaik untuk setiap reservoir.
- c. Untuk membandingkan pengaruh strategi pengendalian yang berbeda pada skenario yang berbeda, fasilitas LID dan stasiun pompa diterapkan pada Skenario 3. Fasilitas LID meliputi permeabel trotoar, sengkedan vegetatif dan tong hujan. Dapat dilihat dari hasil Skenario 3, durasi full-ow node di area studi sangat dipersingkat. Penurunan durasi full-ow J1, J2 dan J3 masing-masing adalah 1,2, 0,8 dan 0,5 jam, dengan tingkat pengurangan masing-masing 40%, 53,3% dan 28,6%. Arus puncak curah hujan baik yang pertama maupun yang kedua berkurang dalam skenario ini, dan tingkat penurunannya masing-masing adalah 10,68% dan 12,78%. Namun, efek pengurangan puncak ketiga buruk dengan peningkatan lebih lanjut dari intensitas curah hujan.
 - d. Hasil skenario 1 menunjukkan bahwa Reservoir 1 dapat memenuhi persyaratan ketika tidak ada tindakan yang diambil di bawah periode pengembalian 5 tahun. Oleh karena itu, studi ini berfokus pada Reservoir 2 dan Reservoir 3. Pada skenario 3, sebagian besar sub-DAS di DAS B dilengkapi dengan perkerasan permeabel dan air hujan. Namun, efek pengurangan puncak ketiga buruk dengan peningkatan lebih lanjut dari intensitas curah hujan. Hal ini terutama disebabkan oleh fakta bahwa fasilitas LID di DAS C terutama untuk sengkedan vegetatif dan memiliki rasio tata letak yang rendah. Melalui perbandingan Reservoir 2 dan Reservoir 3 dapat dilihat bahwa laju reduksi total *inow* dan *peak flow* ember air hujan dan permeabel perkerasan lebih baik dibandingkan dengan sengkedan vegetative. Hasil penelitian ini dapat membantu perancang bandara untuk merancang fasilitas LID untuk bandara spons, dan memberikan referensi bagi manajemen pengendalian barang bandara.

Dari *study case* diatas dapat dicontoh di Indonesia dengan menerapkan 3 strategi atau 3 skenario untuk mengurangi atau mengendalikan banjir dengan sistem drainase.

4. KESIMPULAN

Pengendalian banjir pada bandara dapat dilakukan dengan cara, langkah, atau strategi seperti normalisasi saluran dengan cara selalu mengecek semua saluran air yang ada jangan sampai ada yang tersumbat atau tidak lancar, kemudian pemilihan dan penggunaan pipa yang baik dan berkualitas untuk saluran airnya, kemudian menyediakan kolam penampungan yang memadai. Beberapa strategi tersebut dapat dilakukan untuk mengendalikan atau menanggulangi genangan air hujan yang kemungkinan terdapat di bandara.

Normalisasi saluran dapat dilakukan dengan cara memperlebar saluran, meningkatkan ketinggian saluran, dan meningkatkan kedalaman saluran yang ada sehingga dapat meningkatkan pula kapasitas air yang ditampung dalam saluran tersebut. Pompa memiliki fungsi untuk saluran mengeluarkan air baik dari drainase maupun kolam penampungan air yang ada sehingga tidak langsung mengalir ke tanah pada saat hujan turun. Kolam penampungan berguna untuk menampung air sementara sehingga genangan air yang kemungkinan ada akan berkurang. Air akan menempati kolam ini sebelum nantinya akan keluar melalui pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davydov, R. Antonov, V. Molodtsov, D. & Cheremisin A. "Model simulasi pengelolaan banjir dengan fasilitas pengendali banjir, 2018.
- [2] Fadilah, S., Istiarto, & Legono, D. "Investigation and modelling of the flood control system in the Aerotropolis of Yogyakarta International Airport. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*", 2021. [Internet] Available from : <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1173/1/012015>"
- [3] Gain, A. K., Mondal, M. S., & Rahman, R. "From flood control to water management: A journey of Bangladesh towards integrated water resources management" [Internet] Available from : <https://doi.org/10.3390/w9010055>
- [4] Kafi, A. A., Heriyanto, Y., Darsono, S., Kurniani, D., Sipil, D. T., Teknik, F., Diponegoro, U., Drainase, S., & Detensi, K. "Perencanaan Sistem Drainase Pada Pengembangan Ahmad Yani Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(1), 39–49. Vi, B. A. B. (n.d.). Bab vi alternatif pelindung pantai 6.1. 126–135."
- [5] Vi, B. A. B. (n.d.). Bab vi alternatif pelindung pantai 6.1. 126–135.
- [6] Yu, L., Zhong, X., & Dong, T. (2021). "Simulation and Optimization of Airport Rainwater Drainage System at Different Control Measures."

