

PENGENDALIAN ALIRAN AIR DI BADAN SUNGAI UNTUK PENGURANGAN BENCANA BANJIR (STUDI KASUS SUNGAI CILIWUNG)

DWI ARIYANI



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pengendalian Aliran Air di Badan Sungai untuk Pengurangan Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai Ciliwung)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Dwi Ariyani
P0602201013

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

RINGKASAN

DWI ARIYANI. Pengendalian Aliran Air di Badan Sungai untuk Pengurangan Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai Ciliwung). Dibimbing oleh YANUAR JARWADI PURWANTO, EUIS SUNARTI, PERDINAN.

Bencana banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling merusak dan sering terjadi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia, Indonesia mengalami 1.296 kejadian bencana, dengan banjir menjadi kejadian bencana paling banyak, mencapai 495 kejadian. Salah satu wilayah yang sering terkena dampak banjir adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, yang mengalir sepanjang 129 km dari Gunung Gede-Pangrango hingga Pluit, Jakarta Utara. Faktor-faktor pengaruh penyebab banjir meliputi faktor iklim dan non iklim. Selain itu perubahan iklim juga meningkatkan curah hujan ekstrim, yang dapat memicu bencana banjir. Di Jakarta, Sungai Ciliwung memiliki dampak signifikan pada kejadian banjir karena kerusakan badan sungai akibat alih fungsi lahan dan penyempitan serta pendangkalan di beberapa bagian sungai. Banjir parah terjadi pada tahun 2002, 2007, 2015, dan 2020, dengan kerugian finansial yang meningkat setiap tahun. Penyebab utama meliputi aktivitas manusia yang mengubah tata guna lahan dan pengurangan tutupan lahan yang menyebabkan penurunan daya dukung lahan serta sistem drainase yang tidak memadai. Penanganan banjir di Sungai Ciliwung melibatkan berbagai *stakeholder*, termasuk Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta, BBWS Ciliwung Cisadane, dan pihak-pihak terkait lainnya.

Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi bahaya banjir, dengan metode *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification* (MIC-MAC). Kemudian faktor-faktor tersebut menjadi masukan analisis pemetaan bahaya banjir untuk melihat wilayah terdampak banjir, analisis ini berdasarkan bobot masing-masing faktor menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dengan kombinasi pemetaan spasial sehingga didapatkan peta bahaya banjir di daerah aliran Sungai Ciliwung, kemudian untuk mengetahui besarnya debit banjir yang masuk ke sungai berdasarkan analisis hidrologi, dan analisis hidrolika dilakukan dengan memanfaatkan model HEC-RAS untuk mengetahui lokasi modifikasi koefisien kekasaran *Manning* dalam pengendalian aliran air di badan sungai sehingga diketahui dampaknya terhadap debit aliran banjir. Setelah diketahui lokasi banjir maka dilakukan analisis *Matrix of Alliances and Conflicts Tactics, Objectives and Recommendations* (MACTOR) diterapkan untuk mengevaluasi peran masing-masing *stakeholder* dan melihat hubungan masing-masing *stakeholder* dalam mewujudkan pengendalian banjir di badan sungai. Tujuan utama penelitian ini adalah mitigasi banjir di Sungai Ciliwung melalui modifikasi nilai *Manning*, yang memerlukan kolaborasi aktif dari semua *stakeholder* terkait untuk efektivitas implementasinya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan dan jarak dari sungai merupakan faktor kunci yang mempengaruhi bahaya banjir, untuk analisis peta bahaya banjir berdasarkan 6 variabel pengaruh penyebab banjir yaitu curah hujan, jarak dari sungai, jenis tanah, topografi, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan, dari hasil analisis bobot pengaruh pada tiap parameter curah hujan mempunyai bobot paling besar yaitu 0.270, tutupan lahan (0.190), kemiringan lereng (0.164), jarak dari sungai (0.155), topografi (0.124) dan jenis tanah (0.096), bobot tersebut membentuk peta bahaya banjir berdasarkan hasil skoring masing-masing

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

parameter, dengan validasi peta dilakukan pada kejadian banjir di tahun 2015 dan 2020, dan diketahui kejadian banjir di tahun tersebut berada pada zona bahaya tinggi sampai dengan sangat tinggi.

Dalam hal ini untuk pengurangan bencana banjir yang bisa diintervensi adalah jarak dari sungai, intervensi dilakukan dengan modifikasi angka kekasaran *manning* dengan menggunakan vegetasi, berdasarkan analisis hidrologi diketahui besarnya debit banjir di Sungai Ciliwung adalah $564 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan kala ulang 25 tahun. Kemudian dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui daerah yang melimpas, berdasarkan geometri saluran sebanyak 1129 *cross section* sampai ke pintu air Manggarai, diketahui daerah yang melimpas berada di beberapa kecamatan, di Kabupaten Bogor, Kota Depok, Jakarta Selatan dan Jakarta Timur, yaitu Kecamatan Bojonggede, Sukmajaya, Jagakarsa, Pasar Minggu, Jatinegara di Kelurahan Kampung Melayu, dan Kramat Jati di kelurahan Cawang. Modifikasi *Manning* dilakukan di badan sungai bagian tengah, yang dimaksudkan untuk memperlambat kecepatan air menuju ke hilir, sehingga dapat mereduksi debit banjir di sungai, vegetasi yang digunakan adalah jenis tanaman berakar tunggang karena dapat memperkuat struktur tanah seperti beringin, pohon buah-buahan, pandan berduri dan kaliandra, serta tanaman berakar serabut seperti bambu karena sistem perakaran tanaman bambu sangat rapat dan dapat menyebar kesegala arah. Dari hasil modifikasi ini dapat mengurangi debit banjir sebesar 36% sampai 51 %.

Untuk mewujudkan modifikasi angka kekasaran Manning dalam pengurangan banjir diperlukan peran serta *stakeholder*, dalam hal ini terdapat 13 *stakeholder* yang berhubungan dengan pengendalian banjir di badan sungai, dari analisis MACTOR menunjukkan bahwa Ditjen SDA, BBWS Ciliwung-Cisadane, dan PDASRH adalah *stakeholder* kunci yang mempengaruhi kebijakan pada pengelolaan banjir di badan sungai, dengan BBWS Cilincis memiliki skor mobilisasi tertinggi, menunjukkan kemampuannya yang besar dalam menggerakkan sumber daya. Dari hasil analisis SWOT mengusulkan empat strategi pengelolaan: (1) Peningkatan infrastruktur sungai oleh pemerintah, (2) Kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, (3) Peningkatan kesadaran masyarakat melalui penyuluhan dan pelatihan, serta (4) Pembatasan bangunan di bantaran dan sempadan sungai. Dari hasil analisis MACTOR diketahui pola pengelolaan badan sungai untuk pengurangan banjir, untuk strategi peningkatan kesadaran masyarakat dan pembangunan infrastruktur termasuk infrastruktur di badan sungai dengan vegetasi dilakukan oleh BBWS Cilincis, PDASRH, Ditjen SDA, Bapenas, KPS, dan masyarakat sempadan. Sedangkan untuk pembatasan bangunan di sempadan dilakukan oleh Dinas SDA, PUPR Kota Depok, Kota Bogor, dan Kabupaten Bogor. Dengan melakukan sinergi para pihak, Intervensi dari parameter pengendali banjir dapat direalisasikan. BBWS dan Ditjen SDA sebagai aktor kunci dalam pengelolaan banjir di badan sungai, yang membuat kebijakan terkait anggaran dan melaksanakan pembangunan infrastruktur, sehingga dibutuhkan kolaborasi dengan semua pihak dan masyarakat secara aktif.

Kata kunci: Hidrograf, MACTOR, *Manning*, MIC-MAC, *Stakeholder*, Sungai Ciliwung, Vegetasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

DWI ARIYANI. Flow Control in River Systems for Flood Disaster Reduction (Case Study of the Ciliwung River). Supervised by YANUAR JARWADI PURWANTO, EUIS SUNARTI, PERDINAN.

Flood disasters are among the most destructive and frequently occurring natural disasters worldwide, including in Indonesia. Indonesia has experienced 1,296 disaster events, with floods being the most common, totaling 495 incidents. One of the areas frequently affected by flooding is the Ciliwung River Basin, which flows 129 km from Mount Gede-Pangrango to Pluit in North Jakarta. Factors contributing to flooding include both climatic and non-climatic elements. Additionally, climate change exacerbates extreme rainfall, which can trigger flood disasters. In Jakarta, the Ciliwung River significantly impacts flood occurrences due to riverbank damage caused by land use changes and the narrowing and siltation of certain river sections. Severe floods occurred in 2002, 2007, 2015, and 2020, with rising financial losses each year. The main causes include human activities that alter land use and reduce land cover, leading to decreased land capacity and inadequate drainage systems. Flood management in the Ciliwung River involves various stakeholders, including the DKI Jakarta Provincial Water Resources Agency, BBWS Ciliwung-Cisadane, and other relevant parties.

This study identifies the contributing factors influencing flood hazard using the Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MIC-MAC) method. These factors are then used to analyze flood hazard mapping to determine the flood hazard areas. This analysis is based on the weight of each factor using the Analytical Hierarchy Process (AHP) to obtain parameter weights, combined with spatial mapping to produce a flood hazard map for the Ciliwung River Basin. To assess the flood discharge entering the river, hydrological analysis is conducted, and hydraulic analysis is performed using the HEC-RAS model to determine the impact of modifying Manning's roughness coefficient on water flow in the riverbed. Once flood locations are identified, the Matrix of Alliances and Conflicts Tactics, Objectives, and Recommendations (MACTOR) is applied to evaluate the roles of each stakeholder and their relationships in achieving flood control in the river. The primary objective of this study is flood mitigation in the Ciliwung River through the modification of Manning's values, which requires active collaboration from all relevant stakeholders to ensure effective implementation.

The analysis results show that rainfall and distance from the river are key factors influencing flood hazard. For the flood hazard map analysis based on six influencing variables; rainfall, distance from the river, soil type, topography, slope gradient, and land use. The weight analysis of each parameter reveals that rainfall has the highest weight at 0.270, followed by land cover (0.190), slope gradient (0.164), distance from the river (0.155), topography (0.124), and soil type (0.096). These weights form the basis for the flood hazard map according to the scoring of each parameter. Validation of the map was performed using flood events from 2015 and 2020, revealing that the floods during those years occurred within high to very high hazard zones.

In this case, for flood disaster reduction that can be intervened, the focus is on the distance from the river. The intervention involves modifying Manning's

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

roughness coefficient using vegetation. Based on hydrological analysis, the flood discharge in the Ciliwung River is 564 m³ per second with a 25-year return period. Hydraulic analysis was then conducted to identify overflow areas. According to channel geometry, the overflow areas are in several districts, including Bojonggede, Sukmajaya, Jagakarsa, Pasar Minggu, Jatinegara in Kampung Melayu, and Kramat Jati in Cawang, located in Bogor Regency, Depok City, South Jakarta, and East Jakarta. Manning's modification is implemented in the middle section of the river to slow down the water flow downstream, thereby reducing flood discharge in the river. The vegetation used includes deep-rooted plants such as banyan trees, fruit trees, thorny pandanus, and kaliandra, as well as fibrous-rooted plants like bamboo, due to its dense and widespread root system. This modification can reduce flood discharge by 36% to 51%.

To implement modifications to Manning's roughness coefficient for flood reduction, stakeholder involvement is crucial. In this case, there are 13 stakeholders involved in flood control within the river basin. MACTOR analysis reveals that the Directorate General of Water Resources (Ditjen SDA), the Ciliwung-Cisadane River Basin Center (BBWS Ciliwung-Cisadane), and the Regional Water Resource Management Agency (PDASRH) are key stakeholders influencing flood management policies, with BBWS Ciliwung-Cisadane having the highest mobilization score, indicating its significant capacity to mobilize resources. SWOT analysis suggests four management strategies: (1) Improving river infrastructure by the government, (2) Collaborating between government, communities, and the private sector, (3) Raising public awareness through outreach and training, and (4) Restricting construction on riverbanks and buffer zones. The strategies for enhancing public awareness and developing infrastructure, including vegetation in the river basin, will be implemented by BBWS Ciliwung-Cisadane, PDASRH, Ditjen SDA, Bappenas, KPS, and local communities. Meanwhile, construction restrictions in buffer zones will be managed by the Water Resources Agency (Dinas SDA), and the Public Works and Housing Offices (PUPR) of Depok City, Bogor City, and Bogor Regency. By fostering synergy among these parties, the flood control interventions can be effectively realized. BBWS Ciliwung-Cisadane and Ditjen SDA, as key actors in flood management, are responsible for policy-making related to budgeting and infrastructure development, thus requiring active collaboration with all stakeholders and the community.

Keywords: Hydrograph, MACTOR, Manning, MIC-MAC, Stakeholder, Ciliwung River, Vegetation.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

PENGENDALIAN ALIRAN AIR DI BADAN SUNGAI UNTUK PENGURANGAN BENCANA BANJIR (STUDI KASUS SUNGAI CILIWUNG)

DWI ARIYANI

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT
- 2 Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP, M. Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT
- 2 Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP, M. Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul : Pengendalian Aliran Air di Badan Sungai Untuk
Disertasi Pengurangan Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai
Ciliwung)
Nama : Dwi Ariyani
NIM : P0602201013

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS, IPU



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Euis Sunarti, M. Si



Pembimbing 3:
Perdinan S.Si., M. Nat. Res. Econ., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA.
NIP. 196212011987031002



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop., I.P.U.
NIP. 197003291996081001



Tanggal Ujian Tertutup:
29 Juli 2024

Tanggal Lulus:

Tanggal Sidang Promosi Terbuka
27 Agustus 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2022 sampai bulan Mei 2024 ini ialah modifikasi nilai *manning* untuk pengurangan bencana banjir, dengan judul “Pengendalian Aliran Air di Badan sungai Untuk Pengurangan Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai Ciliwung)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penelitian. Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS, IPU., selaku ketua komisi pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan, serta memberikan saran dan masukan dalam penelitian.
2. Prof. Dr. Ir. Euis Sunarti, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penelitian.
3. Perdinan S.Si., M. Nat. Res. Econ., Ph.D. selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penelitian.
4. Bapak/Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan pengajaran yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
5. Ucapan terimakasih kepada penguji luar komisi pembimbing dalam ujian prelim lisan Prof. Dr. Ir Cecep Kusmana, MS dan Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc. serta Penguji luar komisi pembimbing pada sidang tertutup dan terbuka Prof. Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT dan Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP, M.Si.
6. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pimpinan sidang tertutup Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M. Sc.
7. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB University yang telah memberikan kesempatan akses ilmu, sarana dan prasarana pendukungnya.
8. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung-Cisadane, Dinas SDA DKI Jakarta, Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Rehabilitasi Hutan (PDASRH) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, dan Komunitas Masyarakat Peduli Ciliwung (MatPeCi) yang telah membantu dalam proses pengumpulan data penelitian.
9. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu, dan Suami tercinta serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya hingga dapat menyelesaikan studi doktor.
10. Bapak Ibu rekan-rekan PSL Reguler angkatan 2020 sebagai teman seperjuangan dalam menuntut ilmu di IPB University yang telah memberikan dukungan dalam proses menyelesaikan jenjang doktoral.
11. Bapak Ibu rekan-rekan di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila atas semangat, doa dan dukungannya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

Dwi Ariyani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Ruang Lingkup	6
1.7 Kerangka Pemikiran	6
1.8 Kebaruan (<i>novelty</i>)	8
II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Banjir	10
2.2 Daya Dukung Daerah Aliran sungai	10
2.3 Curah Hujan Ekstrim	12
2.4 Faktor-Faktor Pengaruh Penyebab Banjir	16
2.5 analisis <i>Variable</i> dengan menggunakan MIC-MAC	16
2.6 Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>	17
2.7 Debit Banjir Rencana dengan Metode Hidograf Satuan Sintetis	18
2.7.1 Uji Konsistensi Data	18
2.7.2 Curah Hujan Wilayah	19
2.7.3 Curah Hujan Rencana/kejadian	20
2.7.4 Hidograf Banjir Metode Nakayasu	21
2.7.5 Hidograf Banjir Metode Gama	22
2.7.6 Hidograf Banjir Metode Snyder	23
2.8 Modeling HEC-RAS	23
2.9 Pengaruh Peran serta <i>Stakeholder</i> terhadap Tujuan	24
2.10 Pengelolaan Badan Air sungai	25
III METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	26
3.2 <i>Variable</i> Penelitian	26
3.3 Matrik Hubungan <i>variable</i> terhadap tujuan	28
3.4 Diagram Alur Penelitian	31
IV FAKTOR KONTRIBUSI YANG MEMPENGARUHI BANJIR	33
4.1 Pendahuluan	33
4.2 Data	34
4.2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	34
4.2.2 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Banjir	34
4.3 Metode analisis Data	37
4.4 Hasil dan Pembahasan	39
4.4.1 Isian Matric Direct <i>Influence</i> (MDI)	40

4.4.2	Pemetaan Variabel	41
4.4.3	Hubungan Pengaruh Langsung Antar Variabel	42
4.4.4	Hubungan Pengaruh Tidak Langsung Antar Variabel	42
4.4.5	Peringkat <i>Variable</i> Berdasarkan Pengaruh Dan Ketergantungan	43
4.5	Kesimpulan	44
V	PENYEBARAN TINGKAT BAHAYA BANJIR DI DAS CILIWUNG	46
5.1	Pendahuluan	46
5.2	Karakteristik DAS Ciliwung	47
5.2.1	Karakteristik Morfologi DAS Ciliwung	47
5.2.2	Karakteristik Morfometri DAS Ciliwung	48
5.3	Data	54
5.3.1	Data Curah Hujan	54
5.3.2	Data Tutupan Lahan	56
5.4	Metode analisis Penyebaran Tingkat Bahaya Banjir	57
5.4.1	Skoring Parameter Kerawanan Banjir	58
5.4.2	Pembobotan Masing-Masing Variabel Dengan Menggunakan AHP	60
5.4.3	Penentuan <i>Flood Hazard Map</i>	61
5.5	Hasil dan Pembahasan	62
5.5.1	Hasil Pembobotan dengan Menggunakan AHP	62
5.5.2	Hasil analisis pemetaan Curah hujan	62
5.5.3	Hasil analisis Topografi dan Kemiringan Lereng	63
5.5.4	Hasil analisis Jenis Tanah	64
5.5.5	Hasil analisis Jarak Dari sungai	65
5.5.6	Hasil analisis Penggunaan Lahan (<i>Land Use</i>)	66
5.5.7	Hasil analisis Peta Bahaya Banjir	67
5.6	Kesimpulan	69
VI	SKENARIO PENGENDALIAN AIR DI BADAN SUNGAI	70
6.1	Pendahuluan	70
6.2	Data	71
6.2.1	Data Hidrologi	71
6.2.2	Data Geometri	71
6.2.3	Skema Alur Sungai	72
6.3	Metode pengendalian air di Badan sungai	73
6.4	Hasil dan Pembahasan	75
6.4.1	Hasil Analisis Curah Hujan Rencana	75
6.4.2	Hasil Analisis Debit Banjir	77
6.4.3	Hasil Analisis Permodelan Tinggi Muka Air dengan Hecrass	87
6.4.4	Validasi Modelling HEC-RAS	93
6.4.5	Hasil Analisis Modifikasi Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>	94
6.5	Kesimpulan	111
VII	PENGELOLAAN BADAN AIR DI SUNGAI CILIWUNG	112
7.1	Pendahuluan	112
7.2	Data dan Metode Analisis Pengelolaan Badan Air di Sungai Ciliwung	112
7.3	Institusi yang Terlibat dalam Pengelolaan Badan Air Sungai Ciliwung	113
7.4	Strategi dalam Pengendalian banjir di Badan sungai	118
7.5	Analisis posisi, peran dan sikap para aktor dalam pengelolaan banjir di badan Sungai Ciliwung	122

7.6	Kesimpulan	138
VIII	PEMBAHASAN UMUM	139
8.1	Identifikasi <i>Variable</i> Kunci Yang Menyebabkan Banjir	139
8.2	Tingkat Penyebaran Bahaya Banjir di Sungai Ciliwung	141
8.3	Skenario Modifikasi Angka Kekasaran <i>Manning</i> Untuk Pengurangan Debit Banjir Di Badan sungai	142
8.4	Hubungan Antar <i>Stakeholder</i> Dalam Pengelolaan Badan Air Sungai Ciliwung	144
IX	KESIMPULAN DAN SARAN	150
9.1	Simpulan	150
9.2	Saran	151
	DAFTAR PUSTAKA	152
	RIWAYAT HIDUP	160
	LAMPIRAN	161

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

DAFTAR TABEL

1	Sejarah kejadian bencana banjir di DAS Ciliwung	13
2	Nilai $Q/n^{0,5}$ dan $R/n^{0,5}$	19
3	Matrix MDI	24
4	Matrix 2MAO	25
5	<i>Variable</i> penelitian	27
6	Matriks hubungan tujuan, jenis data, teknik analisis, sumber, dan keluaran	29
7	Variabel/Indikator Pengaruh Penyebab Banjir	35
8	Faktor yang mempengaruhi banjir	38
9	Skala MICMAC dari pendapat para narasumber ahli	40
10	<i>Matrix of direct influence</i> (MDI)	40
11	Klasifikasi berdasarkan luas DAS	49
12	Bentuk Kebulatan (<i>Circularity ratio/Rc</i>)	49
13	Hasil Perhitungan Orde jaringan sungai	50
14	Kriteria Indeks Kepadatan Drainase	53
15	Deskripsi Data CHIRPS.	55
16	Deskripsi Data dari BMKG	55
17	Deskripsi data tutupan lahan	56
18	Skala penilaian AHP	60
19	Hasil Bobot Parameter dengan Menggunakan AHP	62
20	Data yang digunakan untuk analisis Banjir	73
21	Luas Pengaruh masing-masing stasiun dengan poligon thiessen	76
22	Hasil perhitungan curah hujan wilayah	76
23	Rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan rencana	77
24	Pemilihan Jenis Distribusi	77
25	Luas penggunaan lahan di DAS Ciliwung	78
26	Ketentuan koefisien aliran permukaan dari kodoatie dan syarif tahun 2008	78
27	Perhitungan koefisien limpasan di DAS Ciliwung	78
28	Distribusi curah hujan selama 6 Jam	79
29	Karakteristik sungai untuk perhitungan banjir metode nakayasu	79
30	Debit banjir dengan metode nakayasu	81
31	Debit banjir dengan metode gama	83
32	Debit banjir dengan metode snyder	85
33	Rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir	86
34	Titik Yang Mengami Banjir	88
35	Validasi tinggi muka air di Sungai Ciliwung pada Pintu Air Manggarai dari tahun 2015 s/d 2021	94
36	Hasil simulasi angka kekasaran <i>Manning</i>	95
37	Jenis Vegetasi yang dapat digunakan untuk memperbesar n <i>Manning</i>	97
38	Jenis tanaman pada modifikasi 1	102
39	Jenis tanaman pada modifikasi 2	102
40	Nilai ni.di pada modifikasi 1	103
41	Nilai n <i>Manning</i> pada modifikasi 1	103
42	Perubahan kecepatan dan debit dengan modifikasi 1	105
43	Nilai ni.di pada modifikasi 2	107

44	Nilai n <i>Manning</i> pada modifikasi 2	107
45	Perubahan kecepatan dan debit dengan modifikasi 2	109
46	Tugas pokok dan fungsi masing-masing <i>stakeholder</i>	114
47	SWOT dan <i>strategy</i> dalam pengelolaan badan sungai	121
48	Daftar pemangku kepentingan dalam pengelolaan badan sungai	122
49	Strategi pengelolaan badan Sungai Ciliwung	123
50	Matrix pengaruh langsung dan tidak langsung antara para <i>aktor/stakeholder</i>	124
51	Gap Analisis posisi <i>stakeholder</i> dalam pengelolaan banjir	127

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

DAFTAR GAMBAR

1 Kerangka pemikiran	7
2 Kondisi permukiman di DAS Ciliwung bagian hulu ke tengah (Kota Bogor)	12
3 Variabel dalam MICMAC	17
4 Lokasi studi	26
5 Diagram alir metodologi penelitian	32
6 Diagram alir penentuan faktor yang paling mempengaruhi banjir	37
7 Peta variabel faktor pengaruh langsung penyebab banjir	41
8 Pengaruh langsung antar <i>variable</i> 100%	42
9 Pengaruh tidak langsung antar <i>variable</i> 100%	43
10 Pengaruh tidak langsung antar <i>variable</i> 25%	43
11 Peringkat <i>variable</i> berdasarkan <i>influence</i>	44
12 Peta kondisi Sungai Ciliwung berdasarkan bentuk morfologi sungainya	48
13 Orde jaringan sungai	51
14 Bentuk pola aliran	52
15 Peta Sub DAS Ciliwung	54
16 Stasiun Hujan DAS Ciliwung	56
17 Diagram alir input A untuk pembobotan parameter bahaya banjir	57
18 Diagram alir analisis bahaya banjir	58
19 Matrik pembobotan parameter bahaya banjir	62
20 Curah hujan tahunan di DAS Ciliwung	63
21 Topografi dan Kemiringan Lereng	64
22 Jenis Tanah	65
23 Jarak dari sungai	66
24 Perubahan tutupan lahan di DAS Ciliwung	67
25 Peta bahaya banjir di DAS Ciliwung	68
26 Validasi peta kerawanan banjir terhadap daerah terdampak banjir di tahun 2015 dan 2020	69
27 <i>Cross section</i> Sungai Ciliwung	72
28 <i>Long section</i> Sungai Ciliwung	72
29 Diagram alir analisis banjir untuk modifikasi angka kekasaran <i>Manning</i> (n)	74
30 <i>Time series</i> curah hujan bulanan maksimum di DAS Ciliwung	75
31 Lengkung grafik hidograf nakayasu	81
32 Debit banjir hidograf satuan sintetis nakayasu berbagai kala ulang	82
33 Grafik hidograf satuan sintetis gama berbagai kala ulang	84
34 Grafik hidograf satuan sintetis snyder berbagai kala ulang	86
35 Potongan melintang sisi hilir permodelan (titik 0)	87
36 Potongan melintang sisi hulu permodelan (titik 1129)	87
37 Titik banjir berdasarkan simulasi HEC-RAS dengan debit banjir kala ulang 25 tahun	90
38 Peta titik hasil survey kondisi DAS Ciliwung bagian tengah	91
39 Peta titik hasil survey kondisi DAS Ciliwung bagian hilir	92
40 Hasil modelling tinggi muka air di Pintu Air Manggarai	93
41 Perbandingan angka kekasaran <i>Manning</i> dengan kecepatan	96
42 Perbandingan angka kekasaran <i>Manning</i> dengan debit aliran	96

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

43 Matrik pengaruh langsung dan ketergantungan antar aktor/ <i>stakeholder</i>	125
44 Histogram <i>Matrix Dirrect Indirect Influence</i> (MDII)	129
45 Derajat Mobilisasi <i>stakeholder</i> dengan tujuan strategi pengelolaan badan sungai	130
46 Mobilisasi pemangku kepentingan pada objective/strategi 3MAO	131
47 Peta hubungan aktor dengan tujuan	132
48 Peta kondisi <i>convergence</i> antara para aktor	133
49 Grafik <i>convergence</i> antara para <i>stakeholder</i>	134
50 <i>Matrix Convergence</i> antara para aktor	134
51 Peta kondisi <i>divergence</i> antara para aktor	136
52 Grafik <i>divergence</i> antara para aktor	136
53 <i>Matrix divergence</i> antara para aktor	137
54 Pola pengendalian air di badan sungai	138
55 Strategi dalam pengendalian aliran air di badan sungai	145

DAFTAR LAMPIRAN

1 <i>Cross section</i> lokasi yang melimpas	161
---	-----