



E-ISSN: 2621-4164

Desember 2024

Indonesian Journal of

CESD

**Construction Engineering
and Sustainable Development**





EDITORIAL BOARD

CHIEF EDITOR

Lisa Oksri Nelfia

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti Indonesia

MEMBER OF EDITORS

Rafli

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Ryan Faza

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Ade Okvianti Irlan

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Yani Rahmawati

Architecture and Planning, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Nadzirah Hj. Zainordn

Department of Architecture & Built Environment, UCSI
University, Kuala Lumpur, Malaysia

Ezri Hayat

Department of Design and Built Environment, University of
Huddersfield, United Kingdom

Dr. Andri Setiawan

Department of Civil Engineering Researcher Focusing on
Building Resilient, Universitat Politècnica de València, Spanyol

PEER REVIEWERS

Dina P.A Hidayat

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Christiono Utomo

Department of Civil Engineering, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember, Indonesia

Wahyu Sejati

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Muhammad Akbar Caronge

Department of Civil Engineering, Universitas Hasanuddin,
Indonesia

Aksan Kawanda

Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti, Indonesia

Andi Azis

Civil Engineering Department, Prince Mohammad Bin Fahd
University, Al-Khobar, Saudi Arabia

Norshakila Bt Muhammad Rawai

Department of Architecture & Built Environment, UCSI
University, Kuala Lumpur, Malaysia

PUBLISHER

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti, Indonesia

ABOUT JOURNAL

Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD) formerly named ‘Jurnal Teknik Sipil’, has been published by the Department of Civil Engineering, Universitas Trisakti since 2011. CESD receives academic articles in the fields of civil engineering and sustainable development. This journal will be published regularly 2 times per year in June and December and has been registered with Google Scholar.

SCOPE OF JOURNAL

Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development focused on 6 subfields of civil engineering, consisting of structural engineering; highway and transportation; water resources engineering; geotechnical engineering; construction management, and environment and sustainable development.

PEER REVIEW POLICY

All submitted papers will be reviewed by professional peer reviewers. Reviewers are unaware of the identity of the authors, and authors are also unaware of the identity of reviewers (double-blind review method). The reviewing process will consider objectivity, method, scientific impact, conclusion, and references.

PLAGIARISM CHECK

Plagiarism screening will be conducted by the CESD editorial team with Turnitin software.

ONLINE PUBLISHING

Each volume of CESD will be published online at: <https://trijurnal.ljmlit.trisakti.ac.id/sipil/issue/archive>

PROCESSING CHARGES

Every article submitted to CESD will not have any Article Processing Charges. This includes submission, peer-reviewing, editing, publishing, maintaining, and archiving, and allows immediate access to the full-text versions of the articles.

TABLE OF CONTENTS

THEORY AND PRACTICE OF BIM TECHNOLOGY IN PROJECT OF PREFABRICATED BUILDING – A SYSTEMATIC REVIEW

Kun Jia, Deprizon Syamsunur, Salihah binti Surol, Putu Ika Wahyuni, Lisa Oksri Nelfia, Nur Ilya Farhana
Bt Md Noh, Jing Lin Ng, Putu Doddy Heka Ardana 1 - 22

PERBANDINGAN DURASI PEKERJAAN DRYBORING DAN WETBORING PADA BORE PILE DI PROYEK X

Florencio Ricardo, Ryobi Irfanto, Usman Wijaya 23 - 31

PEMANFAATAN SERBUK CANGKANG KERANG SIMPING SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR

Muhammad Rifqi Aziz, Raihan Abdill, Rio Rickianto, Naviera Yoladissa, Andhika Mahendra 32 - 41

MODEL POLA OPERASI WADUK BULANGO ULU

Elma Tiani Nani, Barry Yusuf Labdul, Rawiyah Husnan 42 - 54

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN MENGGUNAKAN EPA-SWMM DI DAS KRUKUT

Arief Firmansyah, Endah Kurniyaningrum, Liana Herlina, Imas Wihdah Misshuari, Rais Amin 55 - 62



Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Menggunakan EPA-SWMM di DAS Krukut

Arief Firmansyah^{1*}, Endah Kurniyaningrum², Liana Herlina³, Imas Wihdah Misshuari⁴, Rais Amin⁵

¹Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan, Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti

^{3,4}Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Trisakti

⁵Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang

*arief.firmansyah@pu.go.id

Received: November 29th | Revised: December 05th | Accepted: December 27th

Abstract

Flooding in Jakarta, a lowland area traversed by several rivers, has become a recurring challenge due to increased development, business activities, and land-use changes. This study aims to calculate the design flood discharge for various return periods and analyze the impact of land-use changes on flooding in the Krukut River Basin. The analysis utilized ArcGIS for land-use changes and EPA-SWMM for hydrological and hydraulic simulations. Results indicate that changes in land cover have led to an increase in flood discharge, for instance, in the 2-year return period from 106.01 m³/s (2006) to 108.25 m³/s (2017), and in the 100-year return period from 204.61 m³/s (2006) to 208.93 m³/s (2017). Mitigation efforts, such as the implementation of infiltration wells, were effective in reducing flood discharge, with EPA-SWMM simulations showing a reduction in the 100-year return period from 208.93 m³/s to 186.22 m³/s. This study recommends the implementation of infiltration wells and the enforcement of spatial planning regulations (RTRW) as conservation strategies to mitigate flood risks in the Krukut River Basin.

Keywords: Land-Use Change; EPA-SWMM Simulation; Flood Mitigation; Flood Discharge; Krukut River Basin.

Abstrak

Banjir di Jakarta, yang terletak di dataran rendah dan dilalui oleh beberapa sungai, menjadi tantangan berulang akibat peningkatan pembangunan, aktivitas bisnis, dan alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan menghitung debit banjir rancangan berdasarkan berbagai kala ulang serta menganalisis dampak perubahan tata guna lahan terhadap banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut. Analisis menggunakan ArcGIS untuk perubahan tata guna lahan dan EPA-SWMM untuk simulasi hidrologi dan hidraulika. Hasil menunjukkan perubahan tutupan lahan menyebabkan peningkatan debit banjir, misalnya pada kala ulang 2 tahun dari 106,01 m³/s (2006) menjadi 108,25 m³/s (2017), dan pada kala ulang 100 tahun dari 204,61 m³/s (2006) menjadi 208,93 m³/s (2017). Upaya mitigasi berupa penerapan sumur resapan efektif menurunkan debit banjir, dengan simulasi EPA-SWMM menunjukkan penurunan pada kala ulang 100 tahun dari 208,93 m³/s menjadi 186,22 m³/s. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sumur resapan dan penegakan RTRW sebagai strategi konservasi untuk mengurangi risiko banjir di DAS Krukut.

Kata kunci: Perubahan Tata Guna Lahan; Simulasi EPA-SWMM; Mitigasi Banjir; Debit Banjir; DAS Krukut.

Pendahuluan

Berada di wilayah dataran rendah dan dilalui oleh beberapa sungai menjadikan banjir di Jakarta seolah menjadi warisan turun menurun bagi warga yang mendiaminya. Peningkatan dalam sektor

pembangunan, aktifitas bisnis, permukiman, dan lainnya guna memenuhi kebutuhan masyarakat, serta beralihnya fungsi lahan yang ada, menjadi penyebab dari bencana banjir yang terjadi pada daerah ini. Dalam hal penggunaan lahan, sebenarnya telah diatur juga oleh Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang

Penataan Ruang, dimana tata ruang adalah wujud struktur ruang dan pola ruang. Struktur ruang adalah susunan pusat-pusat permukiman dan sistem jaringan prasarana dan sarana yang berfungsi sebagai pendukung kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang secara hierarkis memiliki hubungan fungsional, sedangkan pola ruang sendiri adalah distribusi peruntukan ruang dalam suatu wilayah yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budi daya. Sehingga apabila di lapangan yang terjadi tidak sesuai dengan penataan ruang, hal tersebut akan menjadi gangguan siklus hidrologi. Gangguan siklus hidrologi juga terjadi di daerah aliran sungai (DAS) Krukut, dimana Sungai Krukut tersebut adalah salah satu sistem drainase yang melintasi Kota Depok dan DKI Jakarta. Di beberapa lokasi pada daerah aliran sungai (DAS) Krukut juga masih sering terendam banjir, baik dari luapan Sungai tersebut maupun beberapa faktor lainnya. Pada Agustus 2016, kawasan Kemang yang dikenal sebagai kawasan elite di Jakarta Selatan juga terimbas luapan Sungai Krukut, sehingga sejumlah kafe dan toko yang berada pada wilayah tersebut terendam. Selain itu pada badan sungai yang ada juga mengecil akibat bangunan liar maupun batas rumah yang berada pada pinggir sungai, hal itu diperparah juga akibat peningkatan sedimentasi serta sampah yang ada di badan Sungai Krukut, sehingga memicu meningkatnya frekuensi banjir yang ada. Studi ini bertujuan untuk mengetahui besar debit banjir rancangan untuk masing-masing kala ulang, dan juga mengetahui perubahan tata guna lahan terhadap banjir di daerah aliran sungai Krukut. Pada penelitian ini untuk analisa perubahan tata guna lahan memakai bantuan program ArcGIS dan untuk analisa terhadap hidrologi serta hidroliknya menggunakan bantuan program EPA-SWMM agar nantinya mendapatkan upaya penanggulangan banjir yang tepat pada daerah penelitian.

2. LANDASAN TEORI

Tata guna lahan adalah wujud dalam ruang di alam tentang bagaimana penggunaan lahan tertata, baik secara alami maupun direncanakan. Dari sisi pengertian perencanaan sebagai suatu intervensi manusia, maka lahan secara alami dapat terus berkembang tanpa harus ada penataan melalui suatu intervensi. Sedangkan pada keadaan yang direncanakan, tata guna lahan akan terus berkembang sesuai dengan upaya perwujudan pola dan struktur ruang pada jangka waktu yang ditetapkan. Sasaran perencanaan tata guna lahan adalah mendapatkan penggunaan terbaik dari lahan, melalui pencapaian efisiensi (*efficiency*), kesetaraan (*equity*), dan penerimaan (*acceptibility*), dan keberlanjutan (*sustainability*).

Morfologi sungai erat kaitannya terhadap perubahan yang terjadi pada daerah aliran sungainya dalam hal ini adalah penggunaan lahan di daerah tersebut. Dan perubahan morfologi sungai yang ada berkaitan dengan hidrolika didalamnya yaitu elevasi

muka air atau tinggi air, kecepatan aliran dan tegangan geser aliran.

Analisa terhadap perubahan tata guna lahan dapat diketahui dengan memakai bantuan program ArcGIS, dimana ArcGIS 10.0 yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai 3 sub-sistem, yaitu *geodatabase*, *geoprocessing*, dan *geovisualization*. *Geodatabase* untuk *input* dan pengolahan data, *geoprocessing* untuk manipulasi dan analisis data, serta *geovisualization* untuk *output* data.

Analisa terhadap hidrologi serta hidroliknya dapat menggunakan bantuan program EPA-SWMM agar nantinya mendapatkan upaya penanggulangan banjir yang tepat pada daerah yang diteliti. SWMM (*Storm Water Management Model*) adalah program yang dikembangkan oleh U.S. *Environmental Protection Agency* (disingkat EPA atau USEPA) tahun 1971. EPA-SWMM menurut Rossman (2004) adalah model simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan (*rainfall-runoff*). Model ini digunakan untuk mensimulasikan kejadian tunggal atau yang berkelanjutan dalam waktu lama, baik berupa volume limpasan maupun kualitas air, terutama pada suatu daerah perkotaan. Aplikasi model EPA-SWMM ini dapat digunakan untuk beberapa hal antara lain perencanaan dimensi jaringan pembuang untuk pengendalian banjir seperti *retarding basin* (kolam-kolam retensi), pemetaan daerah genangan banjir dan jaringan pembuang alamiah, perencanaan strategi pengaturan untuk meminimalkan pengaliran dari evaluasi pengaruh *inflow* dan infiltrasi pada debit aliran dari sistem pembuangan, dan mengidentifikasi sumber sebaran angkutan polutan. Metode Nash adalah metode kalibrasi dengan membandingkan kuadrat selisih debit hasil simulasi dan debit hasil pengamatan dengan kuadrat selisih pada debit pengamatan dan rata-rata dari debit pengamatan. Metode Nash mempunyai syarat permodelan jika dinyatakan valid jika nilainya mendekati 1 (satu) (Moriassi, et al, 2007).

$$Nash = 1 - \frac{\sum i Q_{sim} - Q_{obs}^2}{\sum i Q_{sim} - Q_{obs}^2}$$

dimana;

- Qsim = debit hasil simulasi (m³/dt)
- Qobs = debit hasil Qp HS. Alami (m³/dt)
- Qobs = rata-rata debit pengamatan di lapangan (m³/dt)

Tabel 1. Tabel kriteria dalam kalibrasi Nash

No.	Performance Rating	Kriteria Nash
1	Very Good	0,75 < Nash ≤ 1,00
2	Good	0,65 < Nash ≤ 0,75
3	Satisfactory	0,50 < Nash ≤ 0,65
4	Unsatisfactory	Nash ≤ 0,50

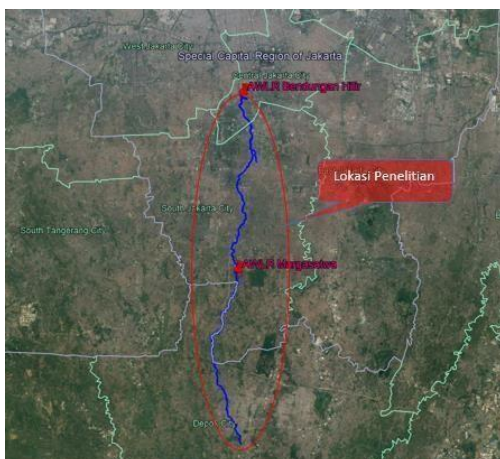
Upaya pengendalian banjir pada suatu wilayah bisa berbeda dengan wilayah lain. Dalam sistem pengendalian banjir yang ditangani adalah air yang berlebih yang terdapat dalam sungai. Kelebihan air

ini utamanya disebabkan kelebihan pasokan air. Oleh karena itu penanganan masalah banjir memerlukan penanganan menyeluruh dari hulu sampai muara sungai. Konservasi air ditujukan tidak hanya meningkatkan volume air tanah, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaannya, sekaligus memperbaiki kualitasnya sesuai dengan peruntukannya. Konservasi air mempunyai efek ganda diantaranya mengurangi biaya kerugian akibat banjir, mengurangi biaya pengolahan air, mengurangi jaringan pipa.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut adalah DAS yang mempunyai luas +/- 84,99 km² dan mempunyai panjang sungai +/- 31,3 km. DAS Krukut sendiri secara wilayah administrasi mencakup wilayah Bogor, Kota Depok, dan DKI Jakarta. Konsentrasi daerah pemukiman berada di bagian hulu, dan tersebar sampai bagian hilir, bagian hilir paling ujung lebih padat. Kawasan hijau lebih banyak tersebar di bagian hulu dan bagian tengah walaupun tersebar tidak merata.



Gambar 1. Lokasi Sungai Krukut.
(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane)

3.2 Data Penelitian

Data – data yang digunakan pada penelitian ini, terbagi menjadi data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung/ peninjauan lapangan di wilayah studi maupun diolah sendiri dari objek pengamatan. Data primer yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah:

- a. Dokumentasi
- b. Wawancara

- Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait. Data sekunder untuk penelitian ini adalah:

- a. Peta rupa bumi berupa data digital (*DXF Format*) dari Badan Informasi Geospasial (Bakosurtanal)

- b. Peta jenis tanah, wilayah administrasi, dan peta kemiringan lereng untuk wilayah pengamatan
- c. Peta penutup lahan (*Shapefile Format*) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk wilayah DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten tahun 2006, 2012, dan 2017.
- d. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut.
- e. Data curah hujan dari Sta. Kedoya, Sta. Kampus UI, Sta. Sawangan, Sta. Pancoran Mas, dan Sta. Halim tahun 2008-2017, serta data debit AWLR pada DAS Krukut yang terletak di Margasatwa dan Bendungan Hilir tahun 2008 – 2017.
- f. Data geometri/ penampang pada Sungai Krukut

3.3 Analisis Data

Analisis ini diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari hidrologi dan hidrolika di DAS Krukut. Analisis yang dilakukan diantara lain untuk hidrologi yaitu berupa perhitungan statistik dari data data curah hujan yang didapat seperti: uji konsistensi data terhadap data curah hujan yang ada (Sta. Kedoya, Sta. Kampus UI, Sta. Sawangan, Sta. Halim, dan Sta. Pancoran Mas), uji persistensi terhadap data curah hujan tersebut, uji stasioner yang meliputi adanya uji F dan uji T, analisa frekuensi hujan (distribusi Gumbel dan Log Pearson III), pemilihan jenis distribusi (uji Chi Square, dan Smirnov-Kolmogorov). Kemudian dilakukan juga terkait dengan analisa intensitas curah hujan, debit banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu. Dan hal tersebut nantinya dilakukan peng-inputan data-data tersebut untuk menghasilkan simulasi dalam program *EPA-SWMM*. Namun sebelum mengolah data pada program *EPA-SWMM*, dilakukan analisis terhadap tata guna lahan yang ada pada daerah aliran sungai pada masing-masing tahun pengamatan (tahun 2006, 2012, dan 2017) dan juga analisis terhadap debit observasi yang didapat dari data AWLR Margasatwa dan Bendungan Hilir.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi pada studi ini menggunakan data curah hujan selama 10 tahun terakhir. Data curah hujan didapat dari Stasiun hujan Sawangan, Stasiun hujan UI, Stasiun hujan Pancoran Mas, Stasiun hujan Halim dan Stasiun Hujan Kedoya.

Dari hasil uji konsistensi terhadap data curah hujan yang didapatkan dari kelima stasiun hujan yang ada, tidak terjadi penyimpangan terhadap data curah hujan tersebut. Sehingga data curah hujan dari kelima stasiun hujan dapat digunakan sebagai dasar perhitungan yang nantinya sebagai dasar perhitungan hujan rancangan yang ada.

Uji Persistensi terhadap data curah hujan yang dilakukan terhadap data curah hujan yang ada, juga menghasilkan hasil bahwa data hujan yang tersedia adalah persisten. Hasil uji stasioner (Uji F dan uji T)

yang dilakukan terhadap curah hujan pada tiap-tiap stasiun yang ada, juga mendapatkan hasil bahwa uji F dan uji T pada tiap-tiap stasiun dapat diterima. Hasil perhitungan terkait dengan pemilihan jenis distribusi curah hujan di dapatkan hasil pada Tabel 2 di bawah ini.

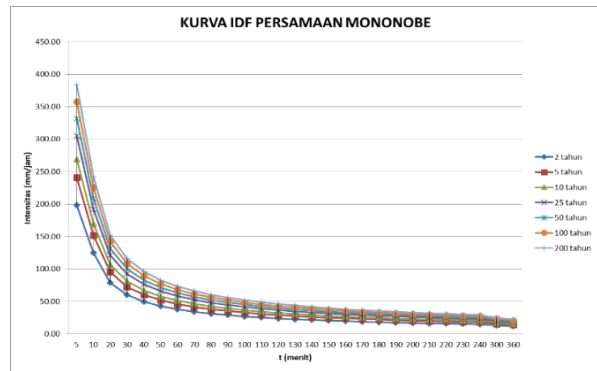
Tabel 2. Jenis Distribusi Curah Hujan

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Gumbel	$C_s \leq 1.1396$ $C_k \leq 5.4002$	$C_s = 0.0550978$ $C_k = 3.5955058$	Memenuhi
2	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 0$	$C_s = 0.0550978$ $C_k = 3.5955058$	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0.279393$	Memenuhi
4	Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^2 = 1.2497$	$C_s = 3.3197916$	Tidak Memenuhi

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pengujian juga dilakukan terhadap jenis distribusi yang memenuhi persyaratan, dan jenis pengujian yang dilakukan yaitu uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov. Berdasarkan hasil perhitungan Uji Chi-Square, untuk Gumbel dengan nilai $\alpha=5\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung (5,991 < 7,50) sehingga ditolak, namun untuk nilai $\alpha = 1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung (9,210 > 7,50) sehingga diterima. Untuk perhitungan terhadap Log Pearson III, hasil perhitungan Uji Chi-Square dengan nilai $\alpha=5\%$ diperoleh $R_{cr} < R^2$ hitung (5,991 < 7,50) sehingga ditolak, dan untuk nilai $\alpha=1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung (9,210 > 7,50) sehingga diterima. Hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov di atas didapatkan bahwa untuk Gumbel dengan nilai $\alpha=5\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung (0,294 < 0,38) sehingga ditolak, namun untuk nilai $\alpha = 1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung (0,352 > 0,35) sehingga diterima. Untuk perhitungan terhadap Log Pearson III, hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov dengan nilai $\alpha=5\%$ diperoleh $R_{cr} < R^2$ hitung (0,29 < 0,42) sehingga ditolak, dan untuk nilai $\alpha=1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung (0,35 < 0,42) sehingga ditolak. Sehingga dari hasil pengujian kedua metode tersebut, didapatkan bahwa untuk pemilihan jenis distribusi yang digunakan yaitu Metode Gumbel.

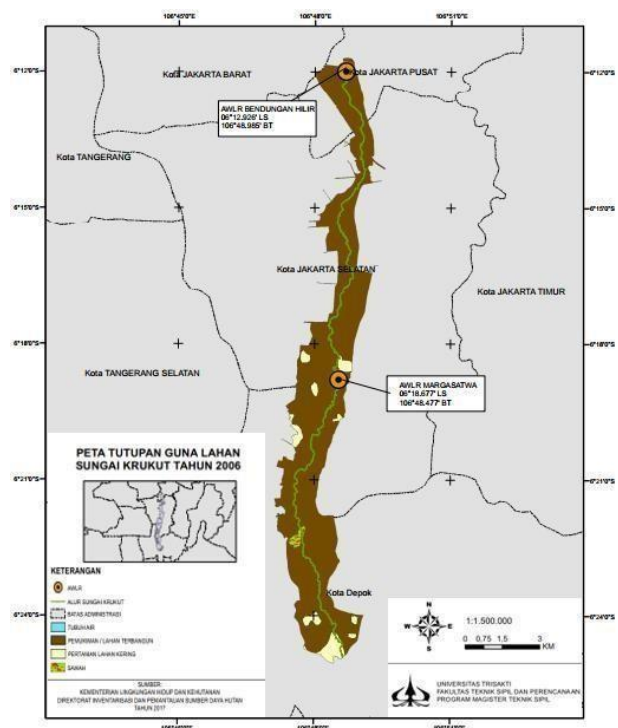
Analisa intensitas curah hujan juga dilakukan untuk mengetahui tinggi dan lamanya intensitas hujan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa, intensitas hujan tertinggi pada setiap periode kala ulang selalu terdapat pada lama hujan 5 menit hingga 360 menit. Maka dapat disimpulkan, makin singkat lama hujan berlangsung maka makin tinggi intensitas hujan yang terjadi. Debit banjir rancangan, pada penelitian ini dihitung dengan metode HSS Nakayasu. Dari hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu ini didapatkan data debit untuk masing-masing kala ulang. Untuk kala ulang 2 tahun = 106,58 m³/dt, kala ulang 5 tahun = 166,06 m³/dt, kala ulang 10 tahun = 187,87 m³/dt, kala ulang 25 tahun = 197,78 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 203,73 m³/dt, dan untuk kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 205,71 m³/dt.



Gambar 2. Kurva IDF Persamaan Mononobe
(Sumber: Hasil Perhitungan)

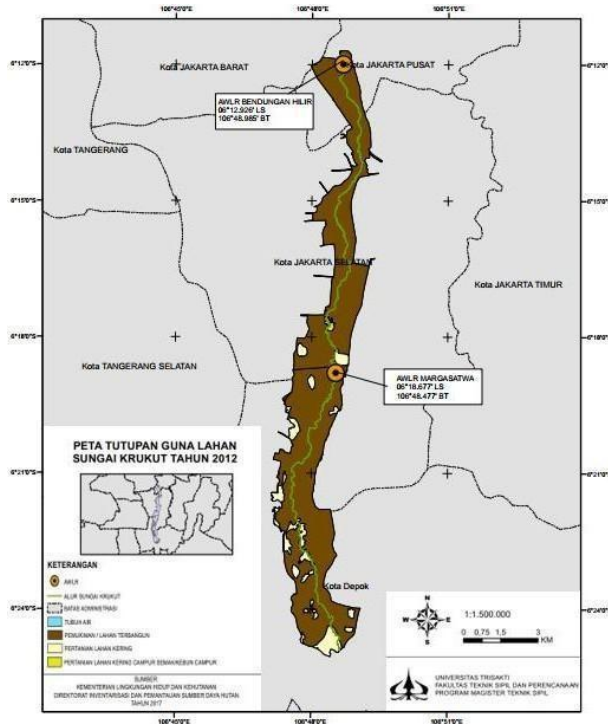
a. Analisa Tata Guna Lahan

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mendigitasi dari peta penggunaan lahan pada tahun 2006, 2012, dan 2017 yang didapatkan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, kemudian disesuaikan dengan *boundary* terhadap daerah aliran Sungai Krukut. Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2006 dapat dilihat pada Gambar 3, Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 4, dan Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.

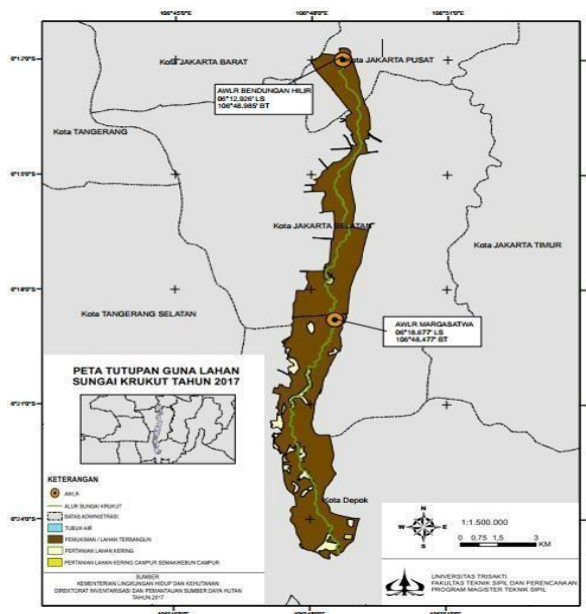


Gambar 3. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2006
(Sumber : Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)

Dengan bantuan program ArcGIS, didapatkan hasil luasan dari klasifikasi penggunaan lahan peta tahun 2006, 2012, dan 2017 yang tertera pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.



Gambar 4. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2012
(Sumber: Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)



Gambar 5. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2017
(Sumber: Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)

Tabel 3. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2006

No	Penggunaan Lahan Tahun 2006	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.1838	91.3512
2	Tubuh Air	0.0468	0.1251
3	Pertanian lahan kering	2.9495	7.8821
4	Sawah	0.2401	0.6416
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2012

No	Penggunaan Lahan Tahun 2012	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.8768	93.2031
2	Tubuh Air	0.0258	0.0698
3	Pertanian lahan kering	2.3194	6.1983
4	Pertanian lahan kering campur semak/ kebun campur	0.1982	0.5297
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2017

No	Penggunaan Lahan Tahun 2017	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	35.0846	93.7585
2	Tubuh Air	0.0258	0.0689
3	Pertanian lahan kering	2.1845	5.8378
4	Pertanian lahan kering campur semak/ kebun campur	0.1253	0.3348
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

b. Analisa Perubahan Tata Guna Lahan
Berdasarkan hasil dari perhitungan mengenai luasan tata guna lahan yang ada pada Sungai Krukut. Tabel 6 adalah tabel rekapitulasi perubahan untuk penggunaan lahan periode 2006, 2012, dan 2017. Sedangkan Gambar 6 di bawah ini adalah gambar grafik perubahan terhadap penggunaan lahan yang terjadi pada daerah aliran sungai Krukut tahun pengamatan 2006, 2012 dan 2017.

GRAFIK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN SUNGAI KRUKUT



Gambar 6. Grafik Perubahan Tutupan Lahan Sungai Krukut Tahun 2006,2007,2012
(Sumber: Hasil Perhitungan)

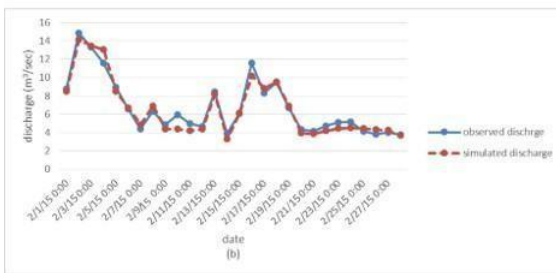
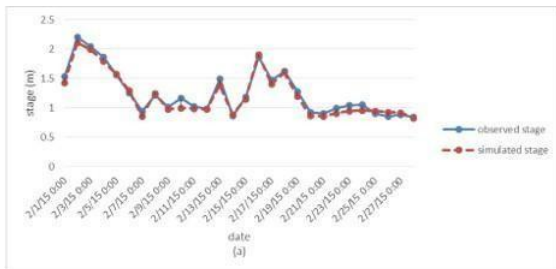
Tabel 6. Tabel Penggunaan Lahan 2006, 2012, dan 2017 Sungai Krukut

NO	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)			Prosentase perubahan dari 2006 ke 2012	Prosentase perubahan dari 2012 ke 2017
		2006	2012	2017	(%)	(%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.1838	34.8768	35.0846	2.03%	0.59%
2	Tubuh Air	0.0468	0.0258	0.0258	-44.87%	0.00%
3	Pertanian lahan kering	2.9495	2.3194	2.1845	-21.36%	-6.18%
4	Sawah	0.2401	0	0	-100.00%	-
5	Pertanian lahan kering campur semak/kebun campur	0	0.1982	0.1253	-	-58.18%
Total		37.4202	37.4202	37.4202		

(Sumber: Hasil Perhitungan)

c. Debit Observasi

Debit observasi pada penelitian ini didapatkan juga dari pencatatan debit harian/ pengamatan tinggi muka air dari Pos Margasatwa (bagian hulu) dan Pos Bendungan Hilir (bagian hilir), yang kemudian dikonversi menjadi debit sungai melalui *Rating Curve*. Dari hubungan tersebut dapat digunakan untuk menentukan atau mengubah menjadi nilai debit pada sungai Krukut tersebut yang nantinya dapat mengetahui grafik tinggi muka air/ hidrograf muka air yang umumnya disebut dengan AWLR. *Persamaan Rating Curve* yang dihasilkan untuk Pos AWLR Margasatwa (bagian Hulu) yaitu $Q=4.197(H-(0.09))^{1.518}$ dan $Q = 6.768(H-(0.25))^{2.25}$ pada Pos AWLR Bendungan Hilir (bagian hilir). Debit sungai yang dihasilkan merupakan hidrograf aliran, dan hidrograf aliran ini yang menjadi data untuk kalibrasi dengan data hasil simulasi/ EPA-SWMM.



Gambar 7. Hidrograf debit observasi
(Sumber: Hasil Perhitungan)

d. Kalibrasi Model

Untuk kalibrasi model, dari hasil perhitungan kalibrasi dengan Nash didapatkan bahwa untuk kalibrasi pada AWLR bagian hulu (AWLR Margasatwa) dan AWLR bagian hilir (AWLR Bendungan Hilir) mempunyai *performance rating* dengan nilai 0,89 untuk AWLR Margasatwa dan nilai

0,9 untuk AWLR Bendungan Hilir. Secara umum dapat disimpulkan dari nilai yang dihasilkan dari kalibrasi model tersebut dikatakan memenuhi persyaratan dalam kalibrasi Nash. Sehingga dalam hal ini model simulasi dengan EPA-SWMM ini dapat digunakan untuk simulasi model debit rencana selanjutnya. Tabel 7 dan Tabel 8 dibawah ini adalah hasil dari perhitungan kalibrasi pada AWLR Margasatwa dan juga AWLR Bendungan Hilir. Dalam hal ini, untuk semua nilai perhitungan yang ada untuk semua parameter statistic, harus dapat memenuhi persyaratan dari nilai batasan (NSE > 0,5, PBIAS ± 25%, dan RSR ≤ 0,7) (Moriasi, 2007).

Tabel 7. Kalibrasi/ Validasi pada AWLR Margasatwa

Date		Statistical Parameter				
From	To	NSE	R ²	PBIAS	RSR	RMSE
Calibration						
2/1/08 0:00	2/28/08 0:00	0.86	1.00	0.00	0.40	0.62
2/1/14 0:00	2/28/14 0:00	0.86	1.00	0.05	0.55	0.54
2/1/16 0:00	2/28/16 0:00	0.83	1.00	0.03	0.48	0.54
Validation						
2/1/17 0:00	2/28/17 0:00	0.89	1.00	0	0.51	0.98

(Sumber: Hasil Perhitungan)

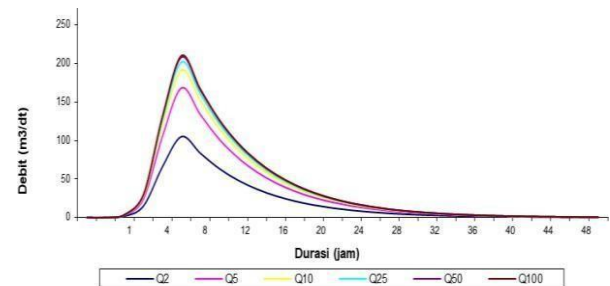
Tabel 8. Kalibrasi/ Validasi pada AWLR Bendungan Hilir

Date		Statistical Parameter				
From	To	NSE	R ²	PBIAS	RSR	RMSE
Calibration						
2/1/08 0:00	2/28/08 0:00	0.81	0.88	10.78	0.54	0.53
2/1/14 0:00	2/28/14 0:00	0.84	0.88	8.24	0.40	0.58
2/1/16 0:00	2/28/16 0:00	0.88	0.80	2.26	0.53	0.55
Validation						
2/1/17 0:00	2/28/17 0:00	0.9	0.90	3.24	0.43	0.89

(Sumber: Hasil Perhitungan)

e. Debit Simulasi

Berdasarkan hasil *running* pada program EPA-SWMM dengan memasukkan semua parameter data yang dibutuhkan, maka hasil debit puncak banjir yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Hidrograf debit puncak banjir simulasi
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Debit puncak banjir simulasi yang dihasilkan melalui *running* program EPA-SWMM yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 109.27 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 170.30 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 191.20 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 201.03 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 208.20 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 209.20 m³/dt.

Pada masing-masing tahun pengamatan, hasil simulasi pada periode tahun pengamatan (tahun 2006, 2007, dan 2017) pada daerah aliran sungai Krukut, dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2006 yang dihasilkan melalui *running* program EPA-SWMM yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 106.01 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 165.17 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 186.87 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 196.73 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 202.64 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 204.61 m³/dt.
- b. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2012 yang dihasilkan melalui *running* program EPA-SWMM yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 107.72 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 167.83 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 189.88 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 199.89 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 205.91 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 207.91 m³/dt.
- c. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2017 yang dihasilkan melalui *running* program EPA-SWMM yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 108.25 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 168.66 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 190.81 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 200.87 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 206.92 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 208.93 m³/dt.
- d. Dalam upaya penanggulangan banjir pada daerah aliran sungai Krukut, dalam hal ini skenario pertama dikonsepsikan bahwa 20% dari luasan pemukiman/ lahan terbangun pada tahun 2017 nantinya melakukan konservasi sumur resapan, sehingga koefisien limpasan (*run off*) nya berkurang. Besarnya debit simulasi setelah ada upaya penanggulangan banjir dengan menggunakan konservasi sumur resapan dalam *running* simulasi program EPA-SWMM, didapatkan debit banjir untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 96.48 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 150.33 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 170.07 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 179.04 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 184.43 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 186.22 m³/dt.
- e. Skenario lainnya terhadap upaya penanggulangan banjir lainnya yang bisa diterapkan yaitu terkait adanya penggunaan lahan sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang ada pada daerah aliran sungai Krukut tersebut. Besarnya debit simulasi pada dalam *running* simulasi program EPA-SWMM, didapatkan debit banjir untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 104.38 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 162.63 m³/dt, kala ulang 10

tahun yaitu sebesar 183.99 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 193.70 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 199.53 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 201.47 m³/dt.

Tabel 9. Tabel Debit Banjir Simulasi Tahun Pengamatan dan Upaya Skenario

Kala Ulang	Debit Banjir Simulasi (m ³ /dt)				
	2006	2012	2017	Skenario Sumur Resapan	Skenario Penerapan RTRW 2030
2	106.01	107.72	108.25	96.48	104.38
5	165.17	167.83	168.66	150.33	162.63
10	186.87	189.88	190.81	170.07	183.99
25	196.73	199.89	200.87	179.04	193.70
50	202.64	205.91	206.92	184.43	199.53
100	204.61	207.91	208.93	186.22	201.47

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 10. Tabel Perbandingan Perubahan Debit Banjir dan Upaya Skenario

Kala Ulang	Peningkatan/ Penurunan debit banjir (m ³ /dt)			
	2006 - 2012	2012 - 2017	2017 - Skenario Sumur Resapan	2017 - Skenario Penerapan RTRW 2030
2	1.71	0.53	-11.76	-3.87
5	2.66	0.82	-18.33	-6.02
10	3.01	0.93	-20.74	-6.81
25	3.17	0.98	-21.83	-7.17
50	3.26	1.01	-22.49	-7.39
100	3.29	1.02	-22.71	-7.46

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan juga survei lapangan pada pembahasan sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan penggunaan lahan dari tahun 2006-2017 di daerah aliran sungai Krukut. Pada periode tahun 2006 – 2017 untuk lahan pemukiman/ lahan terbangun mengalami peningkatan luasan sebanyak 0.9008 km², tubuh air (rawa dan sebagainya) mengalami penurunan luasan sebanyak 0,0210 km², pertanian lahan kering mengalami penurunan luasan sebanyak 0,7650 km², sawah mengalami penurunan 0,2401 km², dan juga untuk pertanian mengalami penurunan luasan sebanyak 0,0729 km².
2. Perubahan tutupan lahan pada daerah aliran sungai Krukut juga menyebabkan berubahnya debit banjir yang ada pada sungai Krukut. Untuk kala ulang 2 tahun sebesar 106,01 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 108,25 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Untuk kala ulang 5 tahun sebesar 165,17 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 168,66 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Pada kala ulang 10 tahun sebesar 186,87 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 190,81 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Untuk kala ulang 25 tahun debit banjir yang ada sebesar 196,73 m³/dt pada tahun 2006 dan pada tahun pengamatan 2017 menjadi 200,87 m³/dt. Kala ulang 50 tahun debit banjir pada sungai Krukut pada tahun 2006 yaitu

202,64 m³/dt dan mengalami peningkatan menjadi 206,92 m³/dt. Pada kala ulang 100 tahun pada tahun 2006 yaitu sebesar 204,61 m³/dt berubah menjadi 208,93 m³/dt pada tahun 2017.

3. Perubahan tata guna lahan yang ada serta skenario yang dilakukan guna menurunkan debit banjir pada daerah pengamatan, dengan menggunakan simulasi banjir EPA-SWMM terlihat bahwa untuk nilai terbesar dalam rangka upaya penurunan debit banjir yaitu dengan menerapkan skenario upaya konservasi yang dilakukan dengan sumur resapan, dalam running simulasi program EPA-SWMM didapatkan debit banjir setelah adanya skenario tersebut untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 96.48 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 150.33 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 170.07 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 179.04 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 184.43 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 186.22 m³/dt.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, berikut saran untuk penulisan berikutnya:

1. Diperlukan adanya upaya konservasi sumur resapan pada permukiman/ lahan terbangun guna mereduksi debit banjir yang ada pada daerah aliran sungai Krukut.
2. Adanya penindakan hukum terhadap ketidaksesuaian penggunaan lahan pada RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) dengan keadaan dilapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ariwibowo, Moh. Luthfi, Suripin, & Pranoto Samto Atmojo. (2017). *Aplikasi Penginderaan Jauh dan EPA-SWMM untuk Simulasi Debit Banjir Akibat Perubahan Lahan Sub DAS Banjaran*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Baja, Sumbangan. (2012). *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Andi Offset.

Environmental Protection Agency. (2009). *Storm Water Management Model Application Manual*. United States.

Firmansyah, Arief. (2017). *Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Kadri, Trihono, & Endah Kuryaningrum. (2016). *Modul Pembelajaran Aplikasi Komputer Bidang Keairan*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Kadri, Trihono. (2011). *Analisis Penanggulangan Banjir Kota Bekasi Dengan Pengelolaan DAS Bekasi Hulu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2019). *Development Of Flood Early Warning System Based On The*

Geoinformatics System In The Krukut River, Jakarta, Indonesia. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET).

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2019). *Sensitivity of Flow Depth Inundation Based on the Micro-Scale Topography in Krukut River, Jakarta, Indonesia*. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 10(1), pp. 697-706.

Kurniyaningrum, E., Kadri, T., Daniel, H.M.. *Condition Of Riparian Buffer Zone In Krukut River, Indonesia*. (2018). In Proceedings of The 2nd Complexity In Applied Science and Engineering International Conference. Phuket, Thailand, 12-14 October 2018.

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2018). *Floodplain Zoning Simulation in the Krukut River for Selection of Alternatives Flood Management*. In Proceedings of The 6th International Young Researcher Workshop on River Basin Environment and Management, Bali, Indonesia, 19-21 October 2018.

Kurniyaningrum, Endah. (2015). *Kajian Penetapan Sempadan Sungai (Studi Kasus Sungai Baloi Di Daerah. Kepulauan Batam)*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Peraturan Menteri Kehutanan, 2014, Nomor P. 61 /Menhut-II.

Qadri S., Wahyudin, Moch. Solichin, & Diang Sisinggih. (2016). *Studi Penanganan Banjir Sungai Bila Kabupaten Sidrap*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 7, Nomor 2, Desember 2016, hlm 277-288.

Sudinda, Teddy W. (2018). *Modul Pembelajaran Pengelolaan Hidrologi*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Syuhada, Robby Aulia, Yohanna Lilis Handayani, & Bambang Sujatmoko. (2016). *Analisa Debit Banjir Menggunakan EPA Stowrm Water Management Model (SWMM) di Sub DAS Kampar Kiri (Studi Kasus: Desa Lipat Kain, Kampar Kiri)*. Riau: Universitas Riau.

Tim Penyusun. (2014). *Pedoman Penulisan Tesis*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Untari, Adelia. *Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit di DAS Citepus, Kota Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Zarkani, M. Rizal, Bambang Sujatmoko, & Rinaldi. *Analisa Drainase Untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan EPA-SWMM (Studi Kasus: Perumahan Mutiara Witayu Kecamatan Rumbai Pekanbaru)*. Riau: Fakultas Teknik Universitas Riau

CESD-_ARIEF.docx

by Turitin Sipil 2

Submission date: 11-Dec-2024 11:36AM (UTC+0700)

Submission ID: 2548690875

File name: CESD-_ARIEF.docx (1.11M)

Word count: 4184

Character count: 25377

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN MENGUNAKAN EPA-SWMM DI DAS KRUKUT

*Arief Firmansyah¹, Endah Kurniyaningrum², Liana Herlina³, Imas Wihdah Misshuari⁴,
Rais Amin⁵

¹Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan, Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti

^{3,4}Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Trisakti

⁵Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang

*arief.firmansyah@pu.go.id

Abstract

Flooding in Jakarta, a lowland area traversed by several rivers, has become a recurring challenge due to increased development, business activities, and land-use changes. This study aims to calculate the design flood discharge for various return periods and analyze the impact of land-use changes on flooding in the Krukut River Basin. The analysis utilized ArcGIS for land-use changes and EPA-SWMM for hydrological and hydraulic simulations. Results indicate that changes in land cover have led to an increase in flood discharge, for instance, in the 2-year return period from 106.01 m³/s (2006) to 108.25 m³/s (2017), and in the 100-year return period from 204.61 m³/s (2006) to 208.93 m³/s (2017). Mitigation efforts, such as the implementation of infiltration wells, were effective in reducing flood discharge, with EPA-SWMM simulations showing a reduction in the 100-year return period from 208.93 m³/s to 186.22 m³/s. This study recommends the implementation of infiltration wells and the enforcement of spatial planning regulations (RTRW) as conservation strategies to mitigate flood risks in the Krukut River Basin.

Keywords: Land-Use Change; EPA-SWMM Simulation; Flood Mitigation; Flood Discharge; Krukut River Basin.

Abstrak

Banjir di Jakarta, yang terletak di dataran rendah dan dilalui oleh beberapa sungai, menjadi tantangan berulang akibat peningkatan pembangunan, aktivitas bisnis, dan alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan menghitung debit banjir rancangan berdasarkan berbagai kala ulang serta menganalisis dampak perubahan tata guna lahan terhadap banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut. Analisis menggunakan ArcGIS untuk perubahan tata guna lahan dan EPA-SWMM untuk simulasi hidrologi dan hidraulika. Hasil menunjukkan perubahan tutupan lahan menyebabkan peningkatan debit banjir, misalnya pada kala ulang 2 tahun dari 106,01 m³/s (2006) menjadi 108,25 m³/s (2017), dan pada kala ulang 100 tahun dari 204,61 m³/s (2006) menjadi 208,93 m³/s (2017). Upaya mitigasi berupa penerapan sumur resapan efektif menurunkan debit banjir, dengan simulasi EPA-SWMM menunjukkan penurunan pada kala ulang 100 tahun dari 208,93 m³/s menjadi 186,22 m³/s. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sumur resapan dan penegakan RTRW sebagai strategi konservasi untuk mengurangi risiko banjir di DAS Krukut.

Kata kunci: Perubahan Tata Guna Lahan; Simulasi EPA-SWMM; Mitigasi Banjir; Debit Banjir; DAS Krukut.

Pendahuluan

Berada di wilayah dataran rendah dan dilalui oleh beberapa sungai menjadikan banjir di Jakarta seolah menjadi warisan turun menurun bagi warga yang mendiaminya. Peningkatan dalam sektor

pembangunan, aktifitas bisnis, permukiman, dan lainnya guna memenuhi kebutuhan masyarakat, serta beralihnya fungsi lahan yang ada, menjadi penyebab dari bencana banjir yang terjadi pada daerah ini. Dalam hal penggunaan lahan, sebenarnya telah diatur juga oleh Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang

Penataan Ruang, dimana tata ruang adalah wujud struktur ruang dan pola ruang. Struktur ruang adalah susunan pusat-pusat permukiman dan sistem jaringan prasarana dan sarana yang berfungsi sebagai pendukung kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang secara hierarkis memiliki hubungan fungsional, sedangkan pola ruang sendiri adalah distribusi peruntukan ruang dalam suatu wilayah yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budi daya. Sehingga apabila di lapangan yang terjadi tidak sesuai dengan penataan ruang, hal tersebut akan menjadi gangguan siklus hidrologi.

Gangguan siklus hidrologi juga terjadi di daerah aliran sungai (DAS) Krukut, dimana Sungai Krukut tersebut adalah salah satu sistem drainase yang melintasi Kota Depok dan DKI Jakarta. Di beberapa lokasi pada daerah aliran sungai (DAS) Krukut juga masih sering terendam banjir, baik dari luapan Sungai tersebut maupun beberapa faktor lainnya. Pada Agustus 2016, kawasan Kemang yang dikenal sebagai kawasan elite di Jakarta Selatan juga terimbas luapan Sungai Krukut, sehingga sejumlah kafe dan toko yang berada pada wilayah tersebut terendam. Selain itu pada badan sungai yang ada juga mengecil akibat bangunan liar maupun batas rumah yang berada pada pinggir sungai, hal itu diperparah juga akibat peningkatan sedimentasi serta sampah yang ada di badan Sungai Krukut, sehingga memicu meningkatnya frekuensi banjir yang ada.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui besar debit banjir rancangan untuk masing-masing kala ulang, dan juga mengetahui perubahan tata guna lahan terhadap banjir di daerah aliran sungai Krukut. Pada penelitian ini untuk analisa perubahan tata guna lahan memakai bantuan program ArcGIS dan untuk analisa terhadap hidrologi serta hidroliknya menggunakan bantuan program EPA-SWMM agar nantinya mendapatkan upaya penanggulangan banjir yang tepat pada daerah penelitian.

2. LANDASAN TEORI

Tata guna lahan adalah wujud dalam ruang di alam tentang bagaimana penggunaan lahan tertata, baik secara alami maupun direncanakan. Dari sisi pengertian perencanaan sebagai suatu intervensi manusia, maka lahan secara alami dapat terus berkembang tanpa harus ada penataan melalui suatu intervensi. Sedangkan pada keadaan yang direncanakan, tata guna lahan akan terus berkembang sesuai dengan upaya perwujudan pola dan struktur ruang pada jangka waktu yang ditetapkan. Sasaran perencanaan tata guna lahan adalah mendapatkan penggunaan terbaik dari lahan, melalui pencapaian efisiensi (*efficiency*), kesetaraan (*equity*), dan penerimaan (*acceptability*), dan keberlanjutan (*sustainability*).

Morfologi sungai erat kaitannya terhadap perubahan yang terjadi pada daerah aliran sungainya dalam hal ini adalah penggunaan lahan di daerah tersebut. Dan perubahan morfologi sungai yang ada berkaitan dengan hidrolika didalamnya yaitu elevasi

muka air atau tinggi air, kecepatan aliran dan tegangan geser aliran.

Analisa terhadap perubahan tata guna lahan dapat diketahui dengan memakai bantuan program ArcGIS, dimana ArcGIS 10.0 yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai 3 sub-sistem, yaitu *geodatabase*, *geoprocessing*, dan *geovisualization*. *Geodatabase* untuk *input* dan pengolahan data, *geoprocessing* untuk manipulasi dan analisis data, serta *geovisualization* untuk *output* data.

Analisa terhadap hidrologi serta hidroliknya dapat menggunakan bantuan program EPA-SWMM agar nantinya mendapatkan upaya penanggulangan banjir yang tepat pada daerah yang diteliti. SWMM (*Storm Water Management Model*) adalah program yang dikembangkan oleh U.S. *Environmental Protection Agency* (disingkat EPA atau USEPA) tahun 1971. EPA-SWMM menurut Rossman (2004) adalah model simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan (*rainfall-runoff*). Model ini digunakan untuk mensimulasikan kejadian tunggal atau yang berkelanjutan dalam waktu lama, baik berupa volume limpasan maupun kualitas air, terutama pada suatu daerah perkotaan. Aplikasi model EPA-SWMM ini dapat digunakan untuk beberapa hal antara lain perencanaan dimensi jaringan pembuang untuk pengendalian banjir seperti *retarding basin* (kolam-kolam retensi), pemetaan daerah genangan banjir dan jaringan pembuang alamiah, perencanaan strategi pengaturan untuk meminimalkan pengaliran dari evaluasi pengaruh *inflow* dan infiltrasi pada debit aliran dari sistem pembuangan, dan mengidentifikasi sumber sebaran angkutan polutan. Metode Nash adalah metode kalibrasi dengan membandingkan kuadrat selisih debit hasil simulasi dan debit hasil pengamatan dengan kuadrat selisih pada debit pengamatan dan rata-rata dari debit pengamatan. Metode Nash mempunyai syarat permodelan jika dinyatakan valid jika nilainya mendekati 1 (satu) (Moriassi, et al, 2007).

$$Nash = 1 - \frac{\sum i Q_{sim} - Q_{obs}^2}{\sum i Q_{sim} - Q_{obs}^2}$$

dimana;

Q_{sim} = debit hasil simulasi (m³/dt)
 Q_{obs} = debit hasil Qp HS. Alami (m³/dt)
 Q_{obs} = rata-rata debit pengamatan di lapangan (m³/dt)

Tabel 1. Tabel kriteria dalam kalibrasi Nash

No.	Performance Rating	Kriteria Nash
1	Very Good	0,75 < Nash ≤ 1,00
2	Good	0,65 < Nash ≤ 0,75
3	Satisfactory	0,50 < Nash ≤ 0,65
4	Unsatisfactory	Nash ≤ 5,00

Upaya pengendalian banjir pada suatu wilayah bisa berbeda dengan wilayah lain. Dalam sistem pengendalian banjir yang ditangani adalah air yang berlebih yang terdapat dalam sungai. Kelebihan air

ini utamanya disebabkan kelebihan pasokan air. Oleh karena itu penanganan masalah banjir memerlukan penanganan menyeluruh dari hulu sampai muara sungai. Konservasi air ditujukan tidak hanya meningkatkan volume air tanah, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaannya, sekaligus memperbaiki kualitasnya sesuai dengan peruntukannya. Konservasi air mempunyai efek ganda diantaranya mengurangi biaya kerugian akibat banjir, mengurangi biaya pengolahan air, mengurangi jaringan pipa.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut adalah DAS yang mempunyai luas +/- 84,99 km² dan mempunyai panjang sungai +/- 31,3 km. DAS Krukut sendiri secara wilayah administrasi mencakup wilayah Bogor, Kota Depok, dan DKI Jakarta. Konsentrasi daerah pemukiman berada di bagian hulu, dan tersebar sampai bagian hilir, bagian hilir paling ujung lebih padat. Kawasan hijau lebih banyak tersebar di bagian hulu dan bagian tengah walaupun tersebar tidak merata.



Gambar 1. Lokasi Sungai Krukut.
(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane)

3.2 Data Penelitian

Data – data yang digunakan pada penelitian ini, terbagi menjadi data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung/ peninjauan lapangan di wilayah studi maupun diolah sendiri dari objek pengamatan. Data primer yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah:

- a. Dokumentasi
- b. Wawancara

- Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait. Data sekunder untuk penelitian ini adalah:

- a. Peta rupa bumi berupa data digital (*DXF Format*) dari Badan Informasi Geospasial (Bakosurtanal)

- b. Peta jenis tanah, wilayah administrasi, dan peta kemiringan lereng untuk wilayah pengamatan
- c. Peta penutup lahan (*Shapefile Format*) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk wilayah DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten tahun 2006, 2012, dan 2017.
- d. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Krukut.
- e. Data curah hujan dari Sta. Kedoya, Sta. Kampus UI, Sta. Sawangan, Sta. Pancoran Mas, dan Sta. Halim tahun 2008-2017, serta data debit AWLR pada DAS Krukut yang terletak di Margasatwa dan Bendungan Hilir tahun 2008 – 2017.
- f. Data geometri/ penampang pada Sungai Krukut

3.3 Analisis Data

Analisis ini diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari hidrologi dan hidrolika di DAS Krukut. Analisis yang dilakukan antara lain untuk hidrologi yaitu berupa perhitungan statistik dari data data curah hujan yang didapat seperti: uji konsistensi data terhadap data curah hujan yang ada (Sta. Kedoya, Sta. Kampus UI, Sta. Sawangan, Sta. Halim, dan Sta. Pancoran Mas), uji persistensi terhadap data curah hujan tersebut, uji stasioner yang meliputi adanya uji F dan uji T , analisa frekuensi hujan (distribusi Gumbel dan Log Pearson III), pemilihan jenis distribusi (uji Chi Square, dan Smirnov-Kolmogorov). Kemudian dilakukan juga terkait dengan analisa intensitas curah hujan, debit banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu. Dan hal tersebut nantinya dilakukan peng-inputan data-data tersebut untuk menghasilkan simulasi dalam program *EPA-SWMM*. Namun sebelum mengolah data pada program *EPA-SWMM*, dilakukan analisis terhadap tata guna lahan yang ada pada daerah aliran sungai pada masing-masing tahun pengamatan (tahun 2006, 2012, dan 2017) dan juga analisis terhadap debit observasi yang didapat dari data AWLR Margasatwa dan Bendungan Hilir.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi pada studi ini menggunakan data curah hujan selama 10 tahun terakhir. Data curah hujan didapat dari Stasiun hujan Sawangan, Stasiun hujan UI, Stasiun hujan Pancoran Mas, Stasiun hujan Halim dan Stasiun Hujan Kedoya.

Dari hasil uji konsistensi terhadap data curah hujan yang didapatkan dari kelima stasiun hujan yang ada, tidak terjadi penyimpangan terhadap data curah hujan tersebut. Sehingga data curah hujan dari kelima stasiun hujan dapat digunakan sebagai dasar perhitungan yang nantinya sebagai dasar perhitungan hujan rancangan yang ada.

Uji Persistensi terhadap data curah hujan yang dilakukan terhadap data curah hujan yang ada, juga menghasilkan hasil bahwa data hujan yang tersedia adalah persisten. Hasil uji stasioner (Uji F dan uji T)

yang dilakukan terhadap curah hujan pada tiap-tiap stasiun yang ada, juga mendapatkan hasil bahwa uji F dan uji T pada tiap-tiap stasiun dapat diterima. Hasil perhitungan terkait dengan pemilihan jenis distribusi curah hujan di dapatkan hasil pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jenis Distribusi Curah Hujan

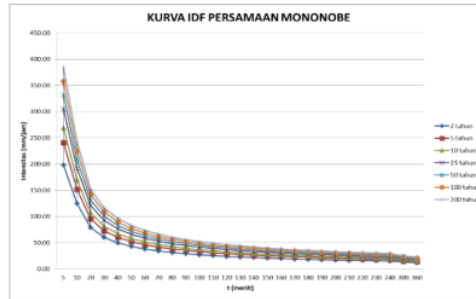
No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Gumbel	$Cs \leq 1.1396$ $Ck \leq 5.4002$	$Cs = 0.0550978$ $Ck = 3.5955058$	Memenuhi
2	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 0$	$Cs = 0.0550978$ $Ck = 3.5955058$	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = -0.279393$	Memenuhi
4	Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^4 = 1.2497$	$Cs = 3.3197916$	Tidak Memenuhi

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pengujian juga dilakukan terhadap jenis distribusi yang memenuhi persyaratan, dan jenis pengujian yang dilakukan yaitu uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov. Berdasarkan hasil perhitungan Uji Chi-Square, untuk Gumbel dengan nilai $\alpha=5\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung ($5,991 < 7,50$) sehingga ditolak, namun untuk nilai $\alpha = 1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung ($9,210 > 7,50$) sehingga diterima. Untuk perhitungan terhadap Log Pearson III, hasil perhitungan Uji Chi-Square dengan nilai $\alpha=5\%$ diperoleh $R_{cr} < R^2$ hitung ($5,991 < 7,50$) sehingga ditolak, dan untuk nilai $\alpha=1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung ($9,210 > 7,50$) sehingga diterima. Hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov di atas didapatkan bahwa untuk Gumbel dengan nilai $\alpha=5\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung ($0,294 < 0,38$) sehingga ditolak, namun untuk nilai $\alpha = 1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} > R^2$ hitung ($0,352 > 0,35$) sehingga diterima. Untuk perhitungan terhadap Log Pearson III, hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov dengan nilai $\alpha=5\%$ diperoleh $R_{cr} < R^2$ hitung ($0,29 < 0,42$) sehingga ditolak, dan untuk nilai $\alpha=1\%$ didapatkan hasil $R_{cr} < R^2$ hitung ($0,35 < 0,42$) sehingga ditolak. Sehingga dari hasil pengujian kedua metode tersebut, didapatkan bahwa untuk pemilihan jenis distribusi yang digunakan yaitu Metode Gumbel.

Analisa intensitas curah hujan juga dilakukan untuk mengetahui tinggi dan lamanya intensitas hujan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa, intensitas hujan tertinggi pada setiap periode kala ulang selalu terdapat pada lama hujan 5 menit hingga 360 menit. Maka dapat disimpulkan, makin singkat lama hujan berlangsung maka makin tinggi intensitas hujan yang terjadi.

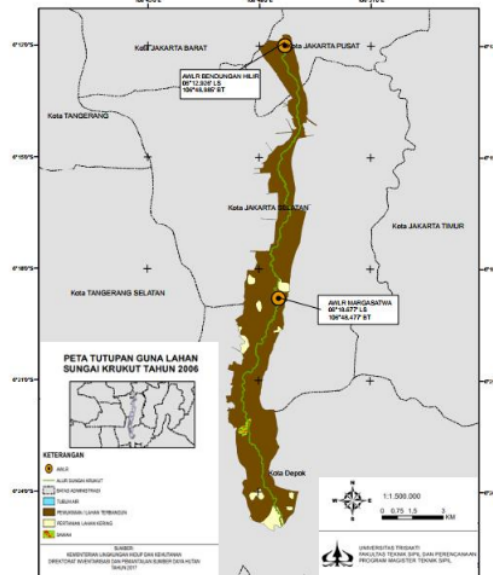
Debit banjir rancangan, pada penelitian ini dihitung dengan metode HSS Nakayasu. Dari hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu ini didapatkan data debit untuk masing-masing kala ulang. Untuk kala ulang 2 tahun = $106,58 \text{ m}^3/\text{dt}$, kala ulang 5 tahun = $166,06 \text{ m}^3/\text{dt}$, kala ulang 10 tahun = $187,87 \text{ m}^3/\text{dt}$, kala ulang 25 tahun = $197,78 \text{ m}^3/\text{dt}$, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar $203,73 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan untuk kala ulang 100 tahun yaitu sebesar $205,71 \text{ m}^3/\text{dt}$.



Gambar 2. Kurva IDF Persamaan Mononobe
(Sumber: Hasil Perhitungan)

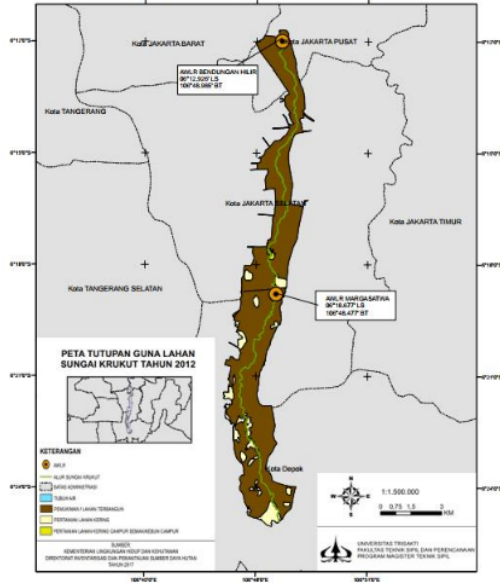
a. Analisa Tata Guna Lahan

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mendigitasi dari peta penggunaan lahan pada tahun 2006, 2012, dan 2017 yang didapatkan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, kemudian disesuaikan dengan boundary terhadap daerah aliran Sungai Krukut. Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2006 dapat dilihat pada Gambar 3, Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 4, dan Peta tutupan guna lahan sungai Krukut tahun 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.



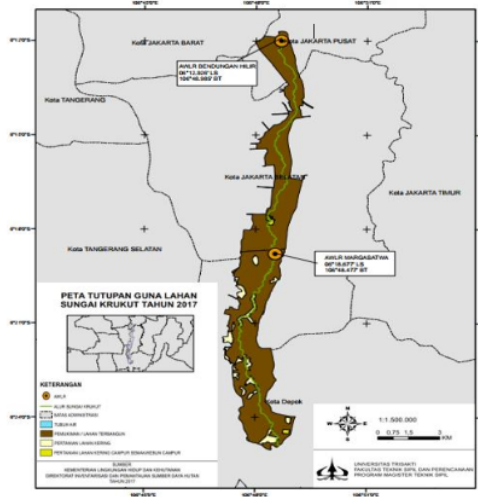
Gambar 3. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2006
(Sumber : Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)

Dengan bantuan program ArcGIS, didapatkan hasil luasan dari klasifikasi penggunaan lahan peta tahun 2006, 2012, dan 2017 yang tertera pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.



Gambar 4. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2012

(Sumber: Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)



Gambar 5. Peta Tutupan Guna Lahan Sungai Krukut Tahun 2017

(Sumber: Hasil Digitasi Image Peta Penggunaan Lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)

Tabel 3. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2006

No	Penggunaan Lahan Tahun 2006	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.1838	91.3512
2	Tubuh Air	0.0468	0.1251
3	Pertanian lahan kering	2.9495	7.8821
4	Sawah	0.2401	0.6416
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2012

No	Penggunaan Lahan Tahun 2012	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.8768	93.2031
2	Tubuh Air	0.0258	0.0698
3	Pertanian lahan kering	2.3194	6.1983
4	Pertanian lahan kering campur semak/ kebun campur	0.1982	0.5297
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5. Penggunaan Lahan Pada Tahun 2017

No	Penggunaan Lahan Tahun 2017	Luas (Km ²)	Prosentase (%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	35.0846	93.7585
2	Tubuh Air	0.0258	0.0689
3	Pertanian lahan kering	2.1845	5.8378
4	Pertanian lahan kering campur semak/ kebun campur	0.1253	0.3348
Total		37.4202	100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

b. Analisa Perubahan Tata Guna Lahan

Berdasarkan hasil dari perhitungan mengenai luasan tata guna lahan yang ada pada Sungai Krukut. Tabel 6 adalah tabel rekapitulasi perubahan untuk penggunaan lahan periode 2006, 2012, dan 2017. Sedangkan Gambar 6 di bawah ini adalah gambar grafik perubahan terhadap penggunaan lahan yang terjadi pada daerah aliran sungai Krukut tahun pengamatan 2006, 2012 dan 2017.

GRAFIK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN SUNGAI KRUKUT



Gambar 6. Grafik Perubahan Tutupan Lahan Sungai Krukut Tahun 2006,2007,2012

(Sumber: Hasil Perhitungan)

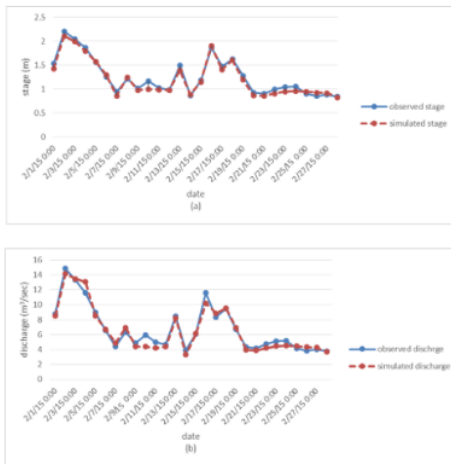
Tabel 6. Tabel Penggunaan Lahan 2006, 2012, dan 2017 Sungai Krukut

NO	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)			Prosentase perubahan dari 2006 ke 2012	Prosentase perubahan dari 2012 ke 2017
		2006	2012	2017	(%)	(%)
1	Permukiman/ Lahan terbangun	34.1838	34.8768	35.0846	2.03%	0.59%
2	Tubuh Air	0.0468	0.0258	0.0258	-44.87%	0.00%
3	Pertanian lahan kering	2.9495	2.3194	2.1845	-21.36%	-6.18%
4	Sawah	0.2401	0	0	-100.00%	-
5	Pertanian lahan kering campur semak/kebun campur	0	0.1982	0.1253	-	-58.18%
Total		37.4202	37.4202	37.4202		

(Sumber: Hasil Perhitungan)

c. Debit Observasi

Debit observasi pada penelitian ini didapatkan juga dari pencatatan debit harian/ pengamatan tinggi muka air dari Pos Margasatwa (bagian hulu) dan Pos Bendungan Hilir (bagian hilir), yang kemudian dikonversi menjadi debit sungai melalui *Rating Curve*. Dari hubungan tersebut dapat digunakan untuk menentukan atau mengubah menjadi nilai debit pada sungai Krukut tersebut yang nantinya dapat mengetahui grafik tinggi muka air/ hidrograf muka air yang umumnya disebut dengan AWLR. *Persamaan Rating Curve* yang dihasilkan untuk Pos AWLR Margasatwa (bagian Hulu) yaitu $Q=4.197(H-(0.09))^{1.518}$ dan $Q = 6.768(H-(0.25))^{2.25}$ pada Pos AWLR Bendungan Hilir (bagian hilir). Debit sungai yang dihasilkan merupakan hidrograf aliran, dan hidrograf aliran ini yang menjadi data untuk kalibrasi dengan data hasil simulasi/ EPA-SWMM.



Gambar 7. Hidrograf debit observasi (Sumber: Hasil Perhitungan)

d. Kalibrasi Model

Untuk kalibrasi model, dari hasil perhitungan kalibrasi dengan Nash didapatkan bahwa untuk kalibrasi pada AWLR bagian hulu (AWLR Margasatwa) dan AWLR bagian hilir (AWLR Bendungan Hilir) mempunyai *performance rating* dengan nilai 0,89 untuk AWLR Margasatwa dan nilai

0,9 untuk AWLR Bendungan Hilir. Secara umum dapat disimpulkan dari nilai yang dihasilkan dari kalibrasi model tersebut dikatakan memenuhi persyaratan dalam kalibrasi Nash. Sehingga dalam hal ini model simulasi dengan EPA-SWMM ini dapat digunakan untuk simulasi model debit rencana selanjutnya. Tabel 7 dan Tabel 8 dibawah ini adalah hasil dari perhitungan kalibrasi pada AWLR Margasatwa dan juga AWLR Bendungan Hilir. Dalam hal ini, untuk semua nilai perhitungan yang ada untuk semua parameter statistic, harus dapat memenuhi persyaratan dari nilai batasan ($NSE > 0,5$, $PBIAS \pm 25\%$, dan $RSR \leq 0,7$) (Moriassi, 2007).

Tabel 7. Kalibrasi/ Validasi pada AWLR Margasatwa

Date		Statistical Parameter				
From	To	NSE	R ²	PBIAS	RSR	RMSE
Calibration						
2/1/08 0:00	2/28/08 0:00	0.86	1.00	0.00	0.40	0.62
2/1/14 0:00	2/28/14 0:00	0.86	1.00	0.05	0.55	0.54
2/1/16 0:00	2/28/16 0:00	0.83	1.00	0.03	0.48	0.54
Validation						
2/1/17 0:00	2/28/17 0:00	0.89	1.00	0	0.51	0.98

(Sumber: Hasil Perhitungan)

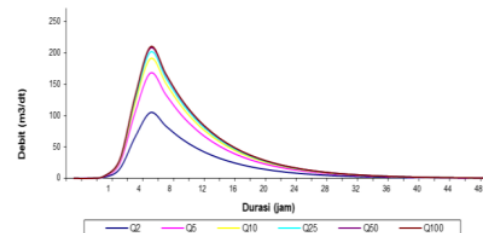
Tabel 8. Kalibrasi/ Validasi pada AWLR Bendungan Hilir

Date		Statistical Parameter				
From	To	NSE	R ²	PBIAS	RSR	RMSE
Calibration						
2/1/08 0:00	2/28/08 0:00	0.81	0.88	10.78	0.54	0.53
2/1/14 0:00	2/28/14 0:00	0.84	0.88	8.24	0.40	0.58
2/1/16 0:00	2/28/16 0:00	0.88	0.80	2.26	0.53	0.55
Validation						
2/1/17 0:00	2/28/17 0:00	0.9	0.90	3.24	0.43	0.89

(Sumber: Hasil Perhitungan)

e. Debit Simulasi

Berdasarkan hasil *running* pada program EPA-SWMM dengan memasukkan semua parameter data yang dibutuhkan, maka hasil debit puncak banjir yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Hidrograf debit puncak banjir simulasi (Sumber: Hasil Perhitungan)

Debit puncak banjir simulasi yang dihasilkan melalui *running* program *EPA-SWMM* yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 109.27 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 170.30 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 191.20 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 201.03 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 208.20 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 209.20 m³/dt.

Pada masing-masing tahun pengamatan, hasil simulasi pada periode tahun pengamatan (tahun 2006, 2007, dan 2017) pada daerah aliran sungai Krukut, dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2006 yang dihasilkan melalui *running* program *EPA-SWMM* yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 106.01 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 165.17 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 186.87 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 196.73 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 202.64 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 204.61 m³/dt.
- b. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2012 yang dihasilkan melalui *running* program *EPA-SWMM* yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 107.72 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 167.83 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 189.88 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 199.89 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 205.91 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 207.91 m³/dt.
- c. Debit simulasi pada tahun pengamatan 2017 yang dihasilkan melalui *running* program *EPA-SWMM* yaitu pada kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 108.25 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 168.66 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 190.81 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 200.87 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 206.92 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 208.93 m³/dt.
- d. Dalam upaya penanggulangan banjir pada daerah aliran sungai Krukut, dalam hal ini skenario pertama dikonsepsikan bahwa 20% dari luasan pemukiman/ lahan terbangun pada tahun 2017 nantinya melakukan konservasi sumur resapan, sehingga koefisien limpasan (*run off*) nya berkurang. Besarnya debit simulasi setelah ada upaya penanggulangan banjir dengan menggunakan konservasi sumur resapan dalam *running* simulasi program *EPA-SWMM*, didapatkan debit banjir untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 96.48 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 150.33 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 170.07 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 179.04 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 184.43 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 186.22 m³/dt.
- e. Skenario lainnya terhadap upaya penanggulangan banjir lainnya yang bisa diterapkan yaitu terkait adanya penggunaan lahan sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang ada pada daerah aliran sungai Krukut tersebut. Besarnya debit simulasi pada dalam *running* simulasi program *EPA-SWMM*, didapatkan debit banjir untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 104.38 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 162.63 m³/dt, kala ulang 10

tahun yaitu sebesar 183.99 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 193.70 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 199.53 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 201.47 m³/dt.

Tabel 9. Tabel Debit Banjir Simulasi Tahun Pengamatan dan Upaya Skenario

Kala Ulang	Debit Banjir Simulasi (m ³ /dt)				
	2006	2012	2017	Skenario Sumur Resapan	Skenario Penerapan RTRW 2030
2	106.01	107.72	108.25	96.48	104.38
5	165.17	167.83	168.66	150.33	162.63
10	186.87	189.88	190.81	170.07	183.99
25	196.73	199.89	200.87	179.04	193.70
50	202.64	205.91	206.92	184.43	199.53
100	204.61	207.91	208.93	186.22	201.47

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 10. Tabel Perbandingan Perubahan Debit Banjir dan Upaya Skenario

Kala Ulang	Peningkatan/ Penurunan debit banjir (m ³ /dt)			
	2006 - 2012	2012 - 2017	2017 - Skenario Sumur Resapan	2017 - Skenario Penerapan RTRW 2030
2	1.71	0.53	-11.76	-3.87
5	2.66	0.82	-18.33	-6.02
10	3.01	0.93	-20.74	-6.81
25	3.17	0.98	-21.83	-7.17
50	3.26	1.01	-22.49	-7.39
100	3.29	1.02	-22.71	-7.46

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan juga survei lapangan pada pembahasan sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan penggunaan lahan dari tahun 2006-2017 di daerah aliran sungai Krukut. Pada periode tahun 2006 – 2017 untuk lahan pemukiman/ lahan terbangun mengalami peningkatan luasan sebanyak 0.9008 km², tubuh air (rawa dan sebagainya) mengalami penurunan luasan sebanyak 0,0210 km², pertanian lahan kering mengalami penurunan luasan sebanyak 0,7650 km², sawah mengalami penurunan 0,2401 km², dan juga untuk pertanian mengalami penurunan luasan sebanyak 0,0729 km².
2. Perubahan tutupan lahan pada daerah aliran sungai Krukut juga menyebabkan berubahnya debit banjir yang ada pada sungai Krukut. Untuk kala ulang 2 tahun sebesar 106,01 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 108,25 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Untuk kala ulang 5 tahun sebesar 165,17 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 168,66 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Pada kala ulang 10 tahun sebesar 186,87 m³/dt pada tahun 2006 dan menjadi 190,81 m³/dt pada tahun pengamatan 2017. Untuk kala ulang 25 tahun debit banjir yang ada sebesar 196,73 m³/dt pada tahun 2006 dan pada tahun pengamatan 2017 menjadi 200,87 m³/dt. Kala ulang 50 tahun debit banjir pada sungai Krukut pada tahun 2006 yaitu

202,64 m³/dt dan mengalami peningkatan menjadi 206,92 m³/dt. Pada kala ulang 100 tahun pada tahun 2006 yaitu sebesar 204,61 m³/dt berubah menjadi 208,93 m³/dt pada tahun 2017.

- Perubahan tata guna lahan yang ada serta skenario yang dilakukan guna menurunkan debit banjir pada daerah pengamatan, dengan menggunakan simulasi banjir EPA-SWMM terlihat bahwa untuk nilai terbesar dalam rangka upaya penurunan debit banjir yaitu dengan menerapkan skenario upaya konservasi yang dilakukan dengan sumur resapan, dalam running simulasi program EPA-SWMM didapatkan debit banjir setelah adanya skenario tersebut untuk kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 96.48 m³/dt, kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 150.33 m³/dt, kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 170.07 m³/dt, kala ulang 25 tahun yaitu sebesar 179.04 m³/dt, kala ulang 50 tahun yaitu sebesar 184.43 m³/dt, dan kala ulang 100 tahun yaitu sebesar 186.22 m³/dt.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, berikut saran untuk penulisan berikutnya:

- Diperlukan adanya upaya konservasi sumur resapan pada permukiman/ lahan terbangun guna mereduksi debit banjir yang ada pada daerah aliran sungai Krukut.
- Adanya penindakan hukum terhadap ketidaksesuaian penggunaan lahan pada RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) dengan keadaan dilapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ariwibowo, Moh. Luthfi, Suripin, & Pranoto Samto Atmojo. (2017). *Aplikasi Penginderaan Jauh dan EPA-SWMM untuk Simulasi Debit Banjir Akibat Perubahan Lahan Sub DAS Banjaran*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Baja, Sumbangan. (2012). *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Andi Offset.

Environmental Protection Agency. (2009). *Storm Water Management Model Application Manual*. United States.

Firmansyah, Arief. (2017). *Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir di Wilayah Hilir Aliran Kali Angke*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Kadri, Trihono, & Endah Kuryaningrum. (2016). *Modul Pembelajaran Aplikasi Komputer Bidang Keairan*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Kadri, Trihono. (2011). *Analisis Penanggulangan Banjir Kota Bekasi Dengan Pengelolaan DAS Bekasi Hulu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2019). *Development Of Flood Early Warning System Based On The*

Geoinformatics System In The Krukut River, Jakarta, Indonesia. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET).

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2019). *Sensitivity of Flow Depth Inundation Based on the Micro-Scale Topography in Krukut River, Jakarta, Indonesia*. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 10(1), pp. 697-706.

Kurniyaningrum, E., Kadri, T., Daniel, H.M.. *Condition Of Riparian Buffer Zone In Krukut River, Indonesia*. (2018). In Proceedings of The 2nd Complexity In Applied Science and Engineering International Conference. Phuket, Thailand, 12-14 October 2018.

Kurniyaningrum, E., Limantara, L.M., Suhartanto, E., Sisinggih, D. (2018). *Floodplain Zoning Simulation in the Krukut River for Selection of Alternatives Flood Management*. In Proceedings of The 6th International Young Researcher Workshop on River Basin Environment and Management, Bali, Indonesia, 19-21 October 2018.

Kurniyaningrum, Endah. (2015). *Kajian Penetapan Sempadan Sungai (Studi Kasus Sungai Baloi Di Daerah. Kepulauan Batam)*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Peraturan Menteri Kehutanan , 2014, Nomor P. 61 /Menhut-II.

Qadri S., Wahyudin, Moch. Solichin, & Diang Sisinggih. (2016). *Studi Penanganan Banjir Sungai Bila Kabupaten Sidrap*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 7, Nomor 2, Desember 2016, hlm 277-288.

Sudinda, Teddy W. (2018). *Modul Pembelajaran Pengelolaan Hidrologi*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Syuhada, Robby Aulia, Yohanna Lilis Handayani, & Bambang Sujatmoko. (2016). *Analisa Debit Banjir Menggunakan EPA Stowrm Water Management Model (SWMM) di Sub DAS Kampar Kiri (Studi Kasus: Desa Lipat Kain, Kampar Kiri)*. Riau: Universitas Riau.

Tim Penyusun. (2014). *Pedoman Penulisan Tesis*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Untari, Adelia. *Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit di DAS Citepus, Kota Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Zarkani, M. Rizal, Bambang Sujatmoko, & Rinaldi. *Analisa Drainase Untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan EPA-SWMM (Studi Kasus: Perumahan Mutiara Witayu Kecamatan Rumbai Pekanbaru)*. Riau: Fakultas Teknik Universitas Riau

ORIGINALITY REPORT

32%
SIMILARITY INDEX

32%
INTERNET SOURCES

6%
PUBLICATIONS

14%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	jurnal.umj.ac.id Internet Source	5%
2	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	4%
3	text-id.123dok.com Internet Source	3%
4	adoc.pub Internet Source	2%
5	publikasiilmiah.ums.ac.id Internet Source	2%
6	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	2%
7	repository.unhas.ac.id Internet Source	2%
8	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	2%
9	ejournal.undip.ac.id Internet Source	1%

10	www.researchgate.net Internet Source	1 %
11	repository.its.ac.id Internet Source	1 %
12	jurnal.unej.ac.id Internet Source	1 %
13	id.123dok.com Internet Source	1 %
14	core.ac.uk Internet Source	1 %
15	media.neliti.com Internet Source	1 %
16	sipil.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	1 %
17	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
18	www2.mdpi.com Internet Source	<1 %
19	id.scribd.com Internet Source	<1 %
20	123dok.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 17 words

Exclude bibliography On

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/1000

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8