

**ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI
UNTUK DAERAH RENTAN BANJIR DI KAWASAN SUB DAS CISANGKUY**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh:

Elsa Daliah

NIM 1909218

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

**ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI
UNTUK DAERAH RENTAN BANJIR DI HULU SUNGAI CITARUM**

Oleh :

Elsa Daliah

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Elsa Daliah 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi oleh Undang – Undang
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari Penulis

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI UNTUK DAERAH RENTAN
BANJIR DI HULU SUNGAI CITARUM

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing 1 :

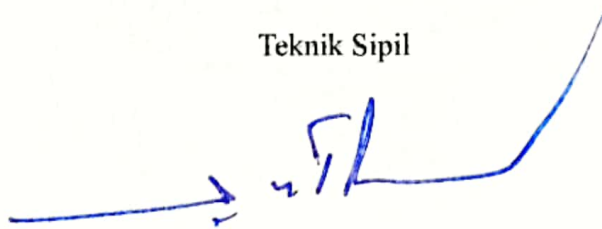


Drs. Odih Supratman., ST., MT
NIP. 196308091991011002

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



Dr. T. Ir. Juang Akbardin, S.T.,M.T.,IPM.,ASEAN.,Eng
NIP. 19770307 20081 2 100

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan lembar pernyataan ini, saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI UNTUK DAERAH RENTAN BANJIR DI HULU SUNGAI CITARUM”** beserta seluruh isinya adalah karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau tindakan *plagiat* dari sumber lain. Pengutipan materi maupun sumber kajian pendukung lainnya telah sesuai dengan cara – cara dan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Dengan pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan terhadap Tugas Akhir ini.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

Elsa Daliah

Nim. 1909218

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur Penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat, karunia, kemudahan dan kehendak-Nya Penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI UNTUK DAERAH RENTAN BANJIR DI HULU SUNGAI CITARUM”** ini dengan baik dan lancar. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak lain karena banyaknya bantuan dan dukungan yang Penulis terima dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan terimakasih yang begitu besar kepada :

1. Bapak Drs. Odih Supratman., ST., MT., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasihat, arahan, bimbingan, saran dan dukungan semangat dari awal proses penulisan tugas akhir ini sampai dengan selesai.
2. Bapak Dr. T. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S1 atas bantuan dan kinerjanya sehingga dapat terselenggara seluruh rangkaian dalam Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bapak Ir. Drs. Rakhmat Yusuf, M.T., MCE., AMP.,IPM, selaku penguji dalam proses seminar dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap Tugas Akhir ini.
4. Ibu Mardiani, S.Pd., M.Eng., selaku penguji dalam rangkaian seminar dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Herwan Dermawan., M.T., I.P.M. sebagai dosen wali akademik selama masa perkuliahan berlangsung.
6. Ibu Istiqomah, S.T., M.T. yang telah mengizinkan penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir di Perpustakaan Program Studi Teknik Sipil.

7. Ibu Fauzia Azzahra Nurzimat., S.E. selaku staff administrasi yang senantiasa membantu proses administrasi dari pembuatan surat keterangan pembimbing hingga sidang.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 FPTK-UPI yang memberikan ilmu selama masa perkuliahan berlangsung.
9. Dinas - dinas terkait yang turut membantu Penulis dalam memenuhi kebutuhan data yang dibutuhkan dalam penelitian.
10. Kedua orang tua, Ibu Asnawati, S.Pd.SD dan Bapak Mulyana, S.Pd.SD, yang telah memberikan dukungan moril dan material, serta adik saya Titi Mulyati dan Eka Pratama yang juga selalu mendoakan, memberi dukungan semangat dan motivasi kepada Penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan semangat dan motivasi kepada Penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Partner terbaik yaitu Irpan Ependi yang selalu memberikan dukungan, doa, motivasi dan bantuan agar Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman – Teman Jones Vibes, Ashil Nurul Aini, Sindy Witari, Adhira Tri rahma Dina
14. Teman – teman Perpustakaan Prodi Teknik Sipil yaitu Ahmad Fakhrrur Rozi, Annisa Rahimatul, S.Pd, Ashil Nurul Aini, Sindy Witari, Tiwi Margaretha Sirait, Firman Fauzi, Farhan Trianda Utomo, Shaquille Uno, Nuraeny Aprilia, Evarista Erliana dan Ivan Fadhillah Nugraha Khair selaku teman-teman seperjuangan yang telah membersamai proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
15. Teman – teman Smanda Squad yaitu Wina Nurindrani, A.Md.Keb, Amelia Pratiwi, S.Si, Wana Nuraini, A.Md.Keb, Putri Salsabila Adiningsih, S.T, Rika Astuti, S.P, Windi Safitri, S.Pi, Lianah Dila, S.Pd.
16. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil dan Pendidikan Teknik Bangunan angkatan 2019 yang telah menemani dan saling mendukung dari awal perkuliahan hingga saat ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Metode Fuzzy Mamdani Untuk Daerah Rentan Banjir Di Hulu Sungai Citarum”. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini bukan karya yang sempurna karena masih memiliki banyak kekurangan, baik pada isi maupun sistematika dan teknik penulisannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat Penulis harapkan demi penyempurnaan Penelitian ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat berupa wawasan dan pengetahuan untuk Penulis dan umumnya bagi para Pembaca.

Bandung, 30 Agustus 2024

Penulis

ANALISIS METODE FUZZY MAMDANI UNTUK DAERAH RENTAN BANJIR DI HULU SUNGAI CITARUM

Elsa Daliah, Odih Supratman¹

*Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia*

E-mail : elsadaliah@upi.edu

odihsupratman@upi.edu

ABSTRAK

Sub DAS Cisangkuy yang berada di sungai Citarum merupakan sungai terpanjang di Jawa Barat dengan luas sebesar 35.306 Ha dan panjang sungai utama 51.14 Km yang bermuara di sungai Citarum memiliki peran penting bagi kehidupan masyarakat sekitarnya. Seiring berjalannya waktu, sungai Cisangkuy mengalami berbagai masalah yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan seperti permukiman, pertanian dan hutan yang menyebabkan terjadinya banjir dan pencemaran lingkungan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis daerah rentan banjir di wilayah Sub DAS Cisangkuy yang bermuara di sungai Citarum menggunakan metode Fuzzy mamdani dan HEC-RAS sebagai pemodelan simulasi banjir. Metode Fuzzy Mamdani merupakan bagian dari logika Fuzzy, digunakan untuk memprediksi kerentanan banjir berdasarkan data curah hujan harian, kepadatan penduduk dan *output* data yang di hasilkan oleh *software* HEC-RAS. Selanjutnya, pemodelan HEC-RAS diterapkan untuk validasi prediksi daerah rentan banjir dengan membuat pemodelan simulasi banjir. Berdasarkan hasil penelitian ini, menunjukkan terdapat 6 Sub-basin yang termasuk kedalam kategori rentan banjir, yang menunjukkan bahwa nilai rata – rata kerentanan yang didapatkan pada metode Fuzzy Mamdani yaitu 33,33%, dengan presentase permukiman (21,80%), semak/pertanian (39,23%) dan sawah/hutan (38,97%) sedangkan berdasarkan SNI 8197:2015 nilai rata – rata kerentanan yaitu 82,50%, dengan kelas kerawanan dan presentase yaitu menengah pada permukiman (100%), semak/pertanian (82,50%) dan sawah/hutan (65%). Maka, berdasarkan presentase yang dapat dikatakan bahwa metode fuzzy mamdani berdasarkan MATLAB tidak efektif dalam menentukan kerentanan.

Kata Kunci : Fuzzy Mamdani, Rentan banjir, Logika fuzzy, HEC-RAS, MATLAB

¹Dosen Penanggung Jawab

ANALYSIS OF FUZZY MAMDANI METHOD FOR FLOOD-PRONE AREAS IN THE UPPER REACHES OF THE CITARUM RIVER

Elsa Daliah, Odih Odih Supratman¹

Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

E-mail : elsadaliah@upi.edu

odihsupratman@upi.edu

ABSTRAK

The Cisangkuy sub-watershed located in the Citarum river, which is the longest river in West Java with an area of 35,306 Ha and a main river length of 51.14 Km that empties into the Citarum river, has an important role for the lives of the surrounding communities. Over time, the Cisangkuy River has experienced various problems caused by changes in land use such as settlements, agriculture and forests that cause flooding and environmental pollution. This research aims to analyze flood-prone areas in the Cisangkuy Subwatershed which empties into the Citarum River using the Fuzzy Mamdani method and HEC-RAS as a flood simulation model. Fuzzy Mamdani method is part of Fuzzy logic, used to predict flood vulnerability based on daily rainfall data, population density and output data generated by HEC-RAS software. Furthermore, HEC-RAS modeling is applied to validate the prediction of flood vulnerable areas by making flood simulation modeling. Based on the results of this study, it shows that there are 6 sub-basins that are included in the flood-prone category, which shows that the average value of vulnerability obtained in the Fuzzy Mamdani method is 33.33%, with a percentage of settlements (21.80%), shrubs / agriculture (39.23%) and rice fields / forests (38.97%) while based on SNI 8197: 2015 the average value of vulnerability is 82.50%, with a vulnerability class and percentage of medium in settlements (100%), shrubs / agriculture (82.50%) and rice fields / forests (65%). So, based on the percentage it can be said that the fuzzy mamdani method based on MATLAB is not effective in determining vulnerability.

Keywords : Fuzzy Mamdani, Flood prone, Fuzzy logic, HEC-RAS, MATLAB

¹Responsible lecturer

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Sistematika Proposal	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Sungai.....	5
2.1.1 Daerah Aliran Sungai	6
2.2 Banjir.....	6
2.2.1 Sistem Pengendalian Banjir	8
2.3 Klasifikasi Banjir	9
2.3.1 Banjir Bandang	9
2.3.2 Banjir Sungai	10
2.3.3 Banjir Pesisir.....	11
2.3.4 Banjir Kota.....	12
2.3.5 Jenis – Jenis Banjir	13
2.3.6 Banjir Cekungan	14
2.4 Sungai Cisangkuy	15
2.5 Metode Fuzzy Mamdani	16
2.5.1 Logika Fuzzy	16
2.5.2 Metode Fuzzy Mamdani	18
2.5.3 Defuzzy (Penegasan)	20
2.6 Analisis Hidrologi	21

2.6.1 Perhitungan Curah Hujan Wilayah	21
2.6.2 Perhitungan Parameter Statistika	22
2.6.3 Perhitungan Hujan Rencana	24
2.6.4 Uji Kecocokan	29
2.6.5 Intensitas Hujan	32
2.6.6 Hidrograf Satuan Sintetis (HSS).....	33
2.7 Tata Guna Lahan dan Tutupan Lahan	36
2.7.1 Tata Guna Lahan.....	36
2.7.2 Penutup Lahan	38
2.7.3 Kepadatan Penduduk	39
2.7.4 Kepadatan Pemukiman	39
2.8 Nilai Ketepatan Prediksi	39
2.8.1 Deviasi Mutlak Rerata (Mean Absolute Deviation – MAD).....	40
2.8.2 Kesalahan Kuadrat Rerata (Mean Square Error – MSE).....	40
2.8.3 Kesalahan Persen Mutlak (Mean Absolute Percentage Error – MAPE) ..	41
2.9 HEC-RAS Sebagai Perangkat Lunak Simulasi Banjir.....	42
2.10 MATLAB.....	43
2.11 Penelitian Terdahulu	44
2.11.1 Mamdani Fuzzy Inference System using Three Parameters for Flood Disaster Forecasting in Bandung Region	45
2.11.2 Implementasi Metode Fuzzy Mamdani sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendung Gerak Serayu.....	49
2.11.3 Peningkatan Akurasi dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir Kota Semarang Menggunakan Kombinasi Sistem Informasi Geografis Dan Metode Logika Fuzzy.	51
2.11.4 Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Logika Fuzzy	55
2.11.5 Analisa Metode Fuzzy Mamdani Dan Sugeno Untuk Deteksi Daerah Rentan Banjir : Studi Kasus Kecamatan Pringsewu.....	56
2.11.6 Sistem Manajemen Banjir Terintegrasi (SUB BAB : Emergency dan Evakuasi dengan Logika Fuzzy).....	58
2.12 Data Historis Kerentanan Banjir	60
2.12.1 Pembobotan, Skoring dan Klasifikasi.....	61

2.12.2 Pengaruh Densitas Kerentanan Sosial Berupa Kepadatan Penduduk.....	62
BAB III METODOLOGI.....	64
3.1 Lokasi Penelitian.....	64
3.2 Waktu Penelitian.....	65
3.3 Metode Penelitian.....	65
3.4 Data Primer dan Data Sekunder.....	65
3.5 Populasi dan Sampel.....	66
3.6 Instrumen Penelitian.....	67
3.7 Teknik Analisis.....	67
3.8 Kerangka Berfikir.....	68
3.9 Diagram Alir.....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Analisis Hidrologi.....	70
4.1.1 Curah Hujan dan Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS).....	70
4.1.2 Curah Hujan.....	72
4.1.3 Uji Konsistensi Data Hujan.....	74
4.1.4 Analisis Parameter Statistik.....	78
4.1.5 Curah Hujan Rencana.....	81
4.1.6 Uji Kecocokan Distribusi.....	88
4.1.7 Uji Chi-Kuadrat.....	89
4.1.8 Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorov.....	99
4.1.9 Uji Least Square.....	108
4.1.10 Infiltrasi Metode Horton.....	115
4.1.11 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis.....	118
4.1.12 Analisis Debit Banjir dengan Menggunakan <i>software</i> HEC-HMS.....	142
5.2 Pemodelan Simulasi Banjir Menggunakan Perangkat Lunak HEC-RAS....	170
4.2.1 Perencanaan Pemodelan Simulasi Banjir Sungai.....	170
4.3 Analisis Tutupan Lahan untuk Kerentanan Banjir Sungai.....	173
4.3.1 Pembobotan Tutupan Lahan.....	174
4.3.2 Klasifikasi Kerentanan Banjir Sungai.....	175
4.4 Metode Fuzzy Inference System.....	177
4.4.1 Model Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani.....	177

4.4.2 Aplikasi Fungsi Implikasi.....	181
4.4.3 Output Matlab.....	184
5.1 Simpulan	187
5.2 Implikasi.....	187
5.3 Rekomendasi.....	187
DAFTAR PUSTAKA	189
LAMPIRAN.....	192

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perhitungan Kelas Rawan Banjir Bandang untuk Curah Hujan 30%	9
Tabel 2. 2 Perhitungan kelas rawan banjir bandang untuk karakteristik lahan 70%	10
Tabel 2. 3 Perhitungan kelas rawan banjir bandang.....	10
Tabel 2. 4 perhitungan kelas rawan banjir sungai untuk curah hujan 30%.....	11
Tabel 2. 5 Perhitungan kelas rawan banjir sungai untuk karakteristik lahan 70%.	11
Tabel 2. 6 Perhitungan kelas rawan banjir bandang.....	11
Tabel 2. 7 perhitungan kelas rawan banjir pesisir untuk curah hujan 30%.....	12
Tabel 2. 8 Perhitungan kelas rawan banjir untuk karakteristik lahan kelerengan 70%	12
Tabel 2. 9 Perhitungan kelas rawan banjir bandang.....	12
Tabel 2. 10 Persyaratan parameter statistik suatu distribusi	24
Tabel 2. 11 Nilai Reduced Variate, Y_{tr} sebagai fungsi periode ulang T	25
Tabel 2. 12 Nilai Reduced Mean, Y_n	25
Tabel 2. 13 Nilai reduced standard deviation, S_n	26
Tabel 2. 14 Nilai K untuk distribusi Log-Person III	28
Tabel 2. 15 Nilai parameter Chi-Kuadrat Kritis, χ^2_{cr} (uji satu sisi).....	31
Tabel 2. 16 Hidrograf satuan metode SCS	35
Tabel 2. 17 Kelas dan Kriteria Lama Penggenangan atau Banjir untuk Pemukiman	37
Tabel 2. 18 Klasifikasi MAPE	42
Tabel 2. 19 Data Sets of Fuzzy Mamdani	45
Tabel 2. 20 Rekapitulasi luas ancaman banjir Kota Semarang dengan dua metode	54
Tabel 2. 21 Data Tabel History Kejadian Banjir	59
Tabel 2. 22 Tabel Klasifikasi Kondisi	59
Tabel 2. 23 Faktor Pembobot Parameter Kerawanan Banjir	61
Tabel 2. 24 Faktor Pembobot Parameter Kerawanan banjir	61
Tabel 4. 1 Data Luas dan Bobot Hasil analisis menggunakan Polygon Thiessen.	72
Tabel 4. 2 Stasiun Curah Hujan.....	72
Tabel 4. 3 Rekap Curah Hujan Maksimum Tahunan 3 Stasiun 2013 - 2022	72

Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Maksimun 3 Stasiun Curah Hujan DAS Cisangkuy	73
Tabel 4. 5 Uji RAPS.....	75
Tabel 4. 6 Nilai Q/\sqrt{n} kritis dan R/\sqrt{n} kritis.....	76
Tabel 4. 7 Uji Inlier – outlier Data Curah Hujan.....	76
Tabel 4. 8 Hasil Cek Uji Abnormalitas Inlier - Outlier	77
Tabel 4. 9 Resume Perhitungan Uji Statistik untuk Distribusi Gumbel dan Normal	79
Tabel 4. 10 Resume Perhitungan Uji Statistik untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Tipe III	80
Tabel 4. 11 Rekap Perhitungan Parameter Uji Statistik	80
Tabel 4. 12 Hasil Parameter Uji Statistik	81
Tabel 4. 13 Hujan Rencana Metode Normal	81
Tabel 4. 14 Hujan Rencana Metode Gumbel	83
Tabel 4. 15 Hujan Rencana Metode Log Pearson III	85
Tabel 4. 16 Hujan Rencana Metode Log Normal	86
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana 3 Stasiun Hujan.....	88
Tabel 4. 18 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Metode Normal	90
Tabel 4. 19 interval Uji Chi-Kuadrat Metode Normal	92
Tabel 4. 20 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Metode Normal	92
Tabel 4. 21 interval Uji Chi-Kuadrat Metode Gumbel	94
Tabel 4. 22 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Metode Normal	94
Tabel 4. 23 interval Uji Chi-Kuadrat Metode Log Pearson III	96
Tabel 4. 24 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Metode Log Normal.....	96
Tabel 4. 25 interval Uji Chi-Kuadrat Metode Log Normal.....	98
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Hasil uji Distribusi Kecocokan Chi-Kuadrat	98
Tabel 4. 27 Nilai Kritis.....	99
Tabel 4. 28 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Normal	99
Tabel 4. 29 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel.....	101
Tabel 4. 30 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Log Pearson III.....	103
Tabel 4. 31 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Log Normal	105
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov	108
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Data untuk Perhitungan Least Square	108
Tabel 4. 34 Uji Least Square Metode Normal.....	109
Tabel 4. 35 Uji Least Square Metode Gumbel.....	109
Tabel 4. 36 Uji Least Square Metode Log Pearson III.....	110
Tabel 4. 37 Uji Least Square Metode Log Normal	110
Tabel 4. 38 Hasil uji Least Square	111
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Uji Keselarasan	111
Tabel 4. 40 Pilih Uji Least Square	112
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Hujan Rencana	112
Tabel. Tabel 4. 42 Rekapitulasi Hujan Kesesuaian	113

Tabel 4. 43 Rekapitulasi Uji Statistik.....	113
Tabel 4. 44 Distribusi Hujan Pola Tadashi Tanimoto.....	114
Tabel 4. 45 Distribusi Hujan Jam-jaman Dengan Metode Tadashi Tanimoto.....	114
Tabel 4. 46 Penentuan nilai f_c dan k	116
Tabel 4. 47 Perhitungan Infiltrasi Metode Horton	116
Tabel 4. 48 Hujan Efektif.....	118
Tabel 4. 49 Penentuan Nilai C_t dan C_p	118
Tabel 4. 50 Unit HSS Metode SCS	119
Tabel 4. 51 Hidrograf Satuan Sintetis Soil Conservation Service	122
Tabel 4. 52 Hidrograf Satuan Sintetis Snyder	122
Tabel 4. 53 Perhitungan Superposisi Q2 SCS.....	124
Tabel 4. 54 Perhitungan Superposisi Q5 SCS.....	127
Tabel 4. 55 Perhitungan Superposisi Q10 SCS.....	129
Tabel 4. 56 Perhitungan Superposisi Q20 SCS.....	132
Tabel 4. 57 Perhitungan Superposisi Q25 Snyder.....	135
Tabel 4. 58 Perhitungan Superposisi Q50 SCS.....	137
Tabel 4. 59 Resume Perhitungan Superposisi SCS.....	140
Tabel 4. 60 Data Basin HEC-HMS	145
Tabel 4. 61 Perhitungan Time Lag	146
Tabel 4. 62 CN dan Impervious Sub-Basin 1.....	147
Tabel 4. 63 CN dan Impervious Sub-Basin 2.....	148
Tabel 4. 64 CN dan Impervious Sub-Basin 3.....	148
Tabel 4. 65 CN dan Impervious Sub-Basin 6.....	148
Tabel 4. 66 CN dan Impervious Sub-Basin 7.....	149
Tabel 4. 67 CN dan Impervious Sub-DAS 8.....	149
Tabel 4. 68 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 2 Tahun.....	151
Tabel 4. 69 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 2 Tahun.....	153
Tabel 4. 70 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 10 Tahun.....	156
Tabel 4. 71 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 20 Tahun.....	159
Tabel 4. 72 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 25 Tahun.....	161
Tabel 4. 73 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 50 Tahun.....	164
Tabel 4. 74 Output Hidrograf HEC-HMS	166
Tabel 4. 75 Resume Debit Puncak	169
Tabel 4. 76 Luasan Sub Basin Tergenang Banjir	174
Tabel 4. 77 Klasifikasi Kelas Rawan Banjir Sungai	174
Tabel 4. 78 Output Data Tutupan Lahan dan Luasan.....	174
Tabel 4. 79 Rekapitulasi Pembobotan.....	175
Tabel 4. 80 Iklim 30%.....	175
Tabel 4. 81 Karakteristik Lahan 70%.....	176
Tabel 4. 82 Kerentanan Klasifikasi Banjir Sungai berdasarkan Iklim 30% dan Kelerengan 50%.....	176
Tabel 4. 83 Rekapitulasi Pengolahan Data Kerentanan Banjir	177

Tabel 4. 84 Kelas Rawan Banjir.....	177
Tabel 4. 85 Hasil Kelas Rawan Berdasarkan SNI 8197 : 2015.....	177
Tabel 4. 86 Semesta Pembicaraan Model FIS Mamdani	178
Tabel 4. 87 Himpunan fuzzy Ketinggian Elevasi Model FIS Mamdani	178
Tabel 4. 88 Himpunan fuzzy Curah Hujan Model FIS Mamdani	178
Tabel 4. 89 Himpunan fuzzy Tutupan Lahan Model FIS Mamdani	179
Tabel 4. 92 Himpunan fuzzy Kerentanan Banjir Model FIS Mamdani	179
Tabel 4. 93 Fungsi keanggotaan Variabel Input Model FIS Mamdani.....	179
Tabel 4. 94 Aturan Fuzzy Model FIS Mamdani.....	181
Tabel 4. 95 Rekapitulasi parameter Data yang Dibutuhkan.....	184
Tabel 4. 96 Output Klasifikasi kerentanan	185
Tabel 4. 97 Interval penentu klasifikasi Kerentanan Banjir.....	185
Tabel 4. 98 Rekapitulasi Kerentanan Output Matlab dan Tata Guna Lahan.....	185
Tabel 4. 99 Presentase Kerentanan Output Matlab	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Fuzzy	18
Gambar 2. 2 Hidrograf satuan sintetis Nakayasu.....	35
Gambar 2. 3 Tampilan command window MATLAB.....	44
Gambar 2. 4 Design of Mamdani fuzzy forecasting.	46
Gambar 2. 5 The trapizoidal membership function of populasi density	47
Gambar 2. 6 Trapezoidal membership function of altitude area	47
Gambar 2. 7 Trapezoidal membership function of rainfall	47
Gambar 2. 8 Trapezoidal membership function of flood vulnerability.....	48
Gambar 2. 9 Rule editor Fuzzy Mamdani forecasting	48
Gambar 2. 10 Diagram Alir Penarikan Kesimpulan	50
Gambar 2. 11 Hasil peta ancaman banjir Kota Semarang.....	54
Gambar 2. 12 Grafik Total Akurasi Metode Mamdani	58
Gambar 2. 13 Grafik Total Akurasi Metode MamdaniGambar	58
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	64
Gambar 3. 3 Kerangka Berfikir.....	68
Gambar 3. 4 Diagram Alir.....	69
Gambar 4. 1 Sub DAS Cisangkuy.....	70
Gambar 4. 2 Daerah Aliran Sungai Cisangkuy	71
Gambar 4. 3 Luas Daerah yang Dianalisis dengan menggunakan Polygon Thiessen.....	71
Gambar 4. 4 Diagram Batang Curah Hujan Maksimum 3 Stasiun Curah Hujan	73
Gambar 4. 5 Grafik Distribusi Hujan Rencana	115
Gambar 4. 6 Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Metode SCS	121
Gambar 4. 7 Hidrograf Superposisi Q2 Snyder	126
Gambar 4. 8 Hidrograf Superposisi Q5 SCS	129
Gambar 4. 9 Hidrograf Superposisi Q10 SCS	131
Gambar 4. 10 Hidrograf Superposisi Q20 SCS	134
Gambar 4. 11 Hidrograf Superposisi Q25 SCS.....	137
Gambar 4. 12 Hidrograf Superposisi Q50 SCS	140
Gambar 4. 13 Hidrograf Superposisi SCS	142

Gambar 4. 14 Tampilan input component model dan time series data HEC-HMS	143
Gambar 4. 15 Tutupan lahan DAS Cisangkuy	147
Gambar 4. 16 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 2 Tahun.....	153
Gambar 4. 17 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 5 Tahun.....	156
Gambar 4. 18 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 10 Tahun.....	158
Gambar 4. 19 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 20 Tahun.....	161
Gambar 4. 20 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 25 Tahun.....	163
Gambar 4. 21 Output Hidrograf HEC-HMS Kala Ulang 50 Tahun.....	166
Gambar 4. 22 Output Hidrograf HEC-HMS Superposisi HEC-HMS	169
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Debit Puncak.....	170
Gambar 4. 24 Input Terrain dann Gambar Satelit pada HEC-RAS 6.2	171
Gambar 4. 25 Pembuatan Geometri Data	171
Gambar 4. 26 Tampilan Input data Unsteady Flow	172
Gambar 4. 27 Boundary Condition pada Hulu dan Hilir	172
Gambar 4. 28 Tampilan Set Pemodelan Unsteady.....	172
Gambar 4. 29 Hasil Pemodelan Simulasi Banjir.....	173
Gambar 4. 30 Daerah yang dilalui genangan banjir.....	173
Gambar 4. 31 Fungsi Keanggotaan Ketinggian Elevasi Model FIS Mamdani..	180
Gambar 4. 32 Fungsi Keanggotaan Tutupan Lahan(CN) Model FIS Mamdani	180
Gambar 4. 33 Fungsi Keanggotaan Curah Hujan Model FIS Mamdani.....	180
Gambar 4. 36 Fungsi Keanggotaan Kerentanan Banjir Model FIS Mamdani....	181
Gambar 4. 37 output FIS Mamdani pada Sub-Basin 1	184

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., Muslim, M. A., & Sugiman, S. (2015). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir di Semarang Utara. *Scientific Journal of Informatics*, 2(2), 179-192.
- Azizah, A. N., Raharjo, J., & Wibowo, S. A. (2019). Perkiraan Cuaca Berbasis Analisis Data Menggunakan Metode Coarse to Fine Search dan Fuzzy Logic Studi Kasus Cuaca Berpotensi Hujan. *eProceedings of Engineering*, 6(2).
- Batubara, S. (2017). Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan. *IT Journal Research and Development*, 2(1), 1-11.
- Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) – BNPB
- Dewanto, W. K., Muslim, M. A., & Sunaryo, S. (2013). Rancang Bangun Model Potensi Banjir pada Jalan Arteri di Kota Malang Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, 7(1), 53-58.
- Ekasari, A. M., Burhanudin, H., & Fardani, I. (2022). Analisis Kualitas Sub DAS Citarum Hulu. *Media Komunikasi Geografi*, 23(1), 44-57
- Fadhil, M. Y., Hidayat, Y., Murti Laksono, K., & Baskoro, D. P. T. (2021). Perubahan penggunaan lahan dan karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 213-220.
- Harys, H., Suprayogi, I., & Rinaldi, R. (2014). Aplikasi logika fuzzy untuk prediksi kejadian hujan (studi kasus: Sub DAS Siak Hulu) (Doctoral dissertation, Riau University).
- Kamiana, I.M. (2012). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Mauliana, P. (2016). Prediksi Banjir Sungai Citarum dengan Logika Fuzzy Hasil Algoritma Particle Swarm Optimization. *Jurnal Informatika*, 3(2).
- Mandey, F. N., Kolibu, H. S., & Bobanto, M. D. (2017). Pemodelan Sistem Prediksi Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Dengan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. *Jurnal MIPA*, 6(2), 19-23.
- Mintaraga, W. S. (2017). Aplikasi fuzzy inference system dengan metode Sugeno untuk mengestimasi curah hujan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

- Nugraha, A. L. (2017). Peningkatan Akurasi dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir Kota Semarang Menggunakan Kombinasi Sistem Informasi Geografis Dan Metode Logika Fuzzy. *Teknik*, 39(1), 16-24.
- Peraturan Dirjen RLPS No.04 tahun 2009, Tentang Pedoman Monitoring dan Evaluasi DAS
- Puspitotanti, Endah & Karmilah, Mila. (2021). Kajian Kerentanan Sosial Terhadap Bencana Banjir. *Jurnal kajian Ruang*, Vol 1 No2.
- Ramadhani, Shania. (2023). Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Banjir Pada Kawasan Perkotaan di Kecamatan Rasanae Barat Kota Bima.
- Rabbani, I. M., Kusuma, P. D., & Saputra, R. E. (2018). Pengembangan Alat Deteksi Banjir Berbasis Metode Fuzzy. *eProceedings of Engineering*, 5(3).
- Rosdiana, Rosa., Hapsari, K. Rana., & Kusuma, O. Eka. (2022) Konsep Pengembangan DAS Cisangkuy
- Ayyubi, Al., Salahuddin, et al. (2018) Pemetaan Rawan banjir dan Kekeringan Menurut Perka Nomor 2 Tahun 2021 (Studi Kasus : Kabupaten Jombang).
- Salim, A. G., Dharmawan, I. W. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 333-340.
- SALSABILA, R. A., Samsuryadi, S., & Miraswan, K. J. (2022). PERBANDINGAN FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE MAMDANI DAN TSUKAMOTO UNTUK MEMPREDIKSI BANJIR DI PROVINSI SUMATERA SELATAN (Doctoral dissertation, Sriwijaya University)
- Septianto, R., Pamungkas, W. W., & Yuana, M. A. (2022). SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY. *JUPITER: Jurnal Penerapan Ilmu-ilmu Komputer*, 8(1), 14-24
- Setiawan, A. E., & Afdhalluddin, A. (2019). Analisa Metode Fuzzy Mamdani Dan Sugeno Untuk Deteksi Daerah Rentan Banjir: Studi Kasus Kecamatan Pringsewu. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering(AJIEE)*, 1(1), 72-80.
- Sesulih, PS, Fariza, A., Kom, S., Kom, M., & Ir Wahjoe Tjatur S, MT (2011). Sistem Penanggulangan Banjir Terpadu (Sub Bab : Keadaan Darurat dan Evakuasi dengan Logika Fuzzy). Proyek Akhir PENS.
- SNI 7645 : 2010 Klasifikasi Penutup Lahan
- SNI 8197 : 2015 Metode Pemetaan Rawan Banjir skala 1 : 50.000 dan 1 : 25.000
- Suripin, M. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offse

- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offse
- Tumpu. Miswar., Armus. Rakhmad., dkk., (2022). Pengembangan Sumber Daya Air. Yayasan Kita Menulis
- Ward, P. J., Jongman, B., Weiland, F. S., Bouwman, A., van Beek, R., Bierkens, M. F., ... & Winsemius, H. C. (2013). Assessing flood risk at the global scale: model setup, results, and sensitivity. *Environmental research letters*, 8(4), 044019.
- Wibowo, N. A., & Abadi, A. M. (2022). Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Alam Banjir di Kabupaten Purbalingga dengan Fuzzy Logic. *Jurnal Sains Dasar*, 11(2).
- Yuliantika, S., & Kartika, D. L. (2022). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendung Gerak Serayu. *Square: Journal of Mathematics and Mzathematics Education*, 4(1), 17-25.