TUGAS AKHIR – RM184831

ANALISIS DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *COMPOSITE MAPPING ANALYSIS* (CMA) (STUDI KASUS : KABUPATEN MADIUN)

NORMA FAUZIAH
NRP 03311640000013

Dosen Pembimbing
Agung Budi Cahyono, S.T, M.Sc, DEA
Hepi Hapsari Handayani, ST, M.Sc, Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – RM184831

ANALISIS DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *COMPOSITE MAPPING ANALYSIS* (CMA) (STUDI KASUS : KABUPATEN MADIUN)

NORMA FAUZIAH
NRP 03311640000013

Dosen Pembimbing
Agung Budi Cahyono, S.T, M.Sc, DEA
Hepi Hapsari Handayani, ST, M.Sc, Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA 2020

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

FINAL ASSIGNMENT – RM184831

ANALYSIS FLOOD PRONE AREA USING COMPOSITE MAPPING ANALYSIS (CMA) (CASE STUDY: MADIUN DISTRICT)

NORMA FAUZIAH
NRP 03311640000013

Supervisor
Agung Budi Cahyono, S.T, M.Sc, DEA
Hepi Hapsari Handayani, ST, M.Sc, Ph.D

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL, PLANNING, AND GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2020

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISIS DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *COMPOSITE MAPPING ANALYSIS* (CMA) (STUDI KASUS : KABUPATEN MADIUN)

Nama Mahasiswa	: Norma Fauziah
NRP	: 03311640000013
Jurusan	: Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing I	: Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA
Dosen Pembimbing II	: Hepi Hapsari Handayani, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Banjir adalah meluapnya aliran sungai akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai, sehingga meluap dan menggenangi dataran atau daerah yang lebih rendah di sekitarnya. Bencana banjir bandang telah terjadi pada bulan Maret 2019 yang melanda 15 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, dimana banjir teparah terjadi di Kabupaten Madiun. Mengingat dampak bencana banjir dapat menimbulkan korban jiwa dan mengalami kerugian materi, maka dari itu perlunya penelitian mengenai kerawanan banjir.

Dalam pembuatan peta kerawanan banjir diperlukan bobot setiap parameter, dimana setiap parameter mempunyai kelas kriteria. Perhitungan bobot parameter banjir dengan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) pada setiap parameter penyebab banjir. *Composite Mapping Analysis* (CMA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk aplikasi bidang lingkungan berdasarkan hubungan spasial dari parameter yang relevan mempengaruhi suatu kejadian yang ada atau diusulkan.

Peta daerah rawan banjir di hasilkan dari skoring dan overlay dari parameter curah hujan, ketinggian, kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, kerapatan aliran sungai dan kedekatan (*buffer*) terhadap sungai. Hasil peta daerah rawan banjir di Kabupaten Madiun didapatkan 5 kelas tingkat kerawanan, yaitu: kerawanan sangat rendah dengan luas 0 Ha (0%), kerawanan

rendah dengan luas daerah 2840,27 Ha (2,54%), kerawanan sedang dengan luas daerah 29659,38 Ha (26,55%), kerawanan rawan dengan luas daerah 75721,89 Ha (67,78%) dan kerawanan sangat rawan dengan luas daerah 3488,46 Ha (3,12%). Daerah dengan tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi berada pada Kecamatan Balerejo, Kecamatan Jiwan, Kecamatan Pilangkenceng dan Kecamatan Saradan.

Kata Kunci— Banjir, *Composite Mapping Analysis*, Sistem Informasi Geografis, Kabupaten Madiun

ANALYSIS FLOOD PRONE AREA USING COMPOSITE MAPPING ANALYSIS (CMA)
(CASE STUDY: MADIUN DISTRICT)

Name	: Norma Fauziah
Registration Number	: 03311640000013
Department	: Teknik Geomatika
Supervisor I	: Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA
Supervisor II	: Hepi Hapsari Handayani, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Flood is the overflow of the river due to water exceeding the capacity of the river basin. It overflows and inundates the plains or lower areas around it. In March 2019 there was a flash flood that struck fifteen districts / cities in East Java Province, those districts that experienced flash floods included Madiun. Considering the floods have a significant impact on causing casualties and material losses, it is necessary to study the flood-prone area.

The study of flood hazard models required the weighting of each parameter, where has parameter has a class of criteria. Composite Mapping Analysis (CMA) method is applied to determine thr weight of each parameter causing the flood. Composite Mapping Analysis (CMA) is one of the methods used for the application of the environmental field based on the spatial relationship of the relevant parameters affecting an existing or proposed event.

Maps of flood prone areas are generated from scoring and overlaying of rainfall parameters, altitude, slope, soil type, land cover, river flow density and buffering of rivers. The results obtained in the mapping flood-prone areas in Madiun District is five classes of vulnerability levels, namely: very low vulnerability with an area of 0 Ha (0%), low hazard with an area of 2840.27 Ha (2.54%), moderate vulnerability with an area of 29659.38 Ha

(26.55%), vulnerable areas with an area of 75721.89 Ha (67.78%) and very vulnerable areas with an area of 3488.46 Ha (3.12%)

Keywords— Floods, Composite Mapping Analysis, Geographical Information System, Madiun District.

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPOSITE MAPPING ANALYSIS (CMA)
(STUDI KASUS : KABUPATEN MADIUN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
NORMA FAUZIAH
NRP. 03311640000013

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA (1)
NIP. 19690520 199903 1 002

Hepi Hapsari Handayani ST, M.Sc, Ph.D (2)
NIP. 19781212 200501 2 001

Surabaya, Agustus 2020

"Halaman ini Sengaja Dikosongkan"

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir (TA) yang berjudul **"Analisis Daerah Rawan Banjir Dengan Menggunakan Metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) (Studi Kasus : Kabupaten Madiun)"** ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan bimbingan dari pihak yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik secara moral ataupun secara materi. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis, Ayah dan Ibu yang dengan sepenuh hati selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc, DEA selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi.
3. Hepi Hapsari Handayani ST, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi.
4. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS selaku dosen wali yang senantiasa memberikan masukan dan bimbingan dari awal masuk perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan Teknik Geomatika ITS atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan dan administrasi.
6. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Madiun yang telah memberikan bantuan atas data penunjang Tugas Akhir.
7. DinasPekerja Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Madiun yang telah memberikan bantuan atas data penunjang Tugas Akhir.
8. Teman-teman G18 Teknik Geomatika ITS atas segala dukungannya.

9. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap adanya kritik dan saran membangun sebagai pembelajaran bagi penulis untuk dapat menghasilkan karya ilmiah yang lebih baik lagi. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan untuk semua pihak.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
ABSTRACT vii
LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR LAMPIRAN xix
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan 4
1.5 Manfaat 5
BAB II 7
TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Banjir dan Daerah Rawan Banjir 7
2.1.1 Definisi Banjir 7
2.1.2 Faktor Penyebab Banjir 7
2.1.3 Rawan Banjir 8
2.2 Curah Hujan 9
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS) 10
2.3.1 Kecepatan Aliran Sungai 11
2.4 Tekstur Tanah 12
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG) 13
2.6 Penginderaan Jauh 17
2.7 DEM Nasional (DEMNAS) 17
2.8 Landsat 8 18
2.9 *Inverse Distance Weighted (IDW)* 20
2.10 Overlay 21
2.11 *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) 22
2.8.1 *Composite Mapping Analysis* (CMA) 23
2.8.2 Skoring 25

2.12 Penelitihan Terdahulu 27
BAB III 31
METODOLOGI 31
3.1 Lokasi Penelitian 31
3.2 Data dan Peralatan 32
3.2.1 Data 32
3.2.2 Peralatan 33
3.3 Metodologi Penelitian 33
3.3.1 Tahap Persiapan 34
3.3.2 Tahap Pelaksanaan 35
BAB IV 45
HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Parameter Curah Hujan 45
4.2 Parameter Ketinggian 46
4.3 Parameter Kemiringan Lereng 48
4.4 Parameter Tekstur Tanah 49
4.5 Parameter Tutupan Lahan 51
4.6 Parameter Kerapatan Aliran 54
4.7 Parameter Buffer Sungai 56
4.8 Pembobotan Parameter Banjir 57
4.9 Peta Daerah Rawan Banjir 62
4.10 Validasi Peta Kerawanan Banjir 75
BAB V 77
KESIMPULAN DAN SARAN 77
5.1 Kesimpulan 77
5.2 Saran 78
DAFTAR PUSTAKA 79
LAMPIRAN 83
BIOGRAFI 111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 DEM processing flowchart 18
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Kabupaten Madiun 32
Gambar 3. 2 Diagram Alir Umum Penelitian 34
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data Parameter 35
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengolahan Peta Rawan Banjir 41
Gambar 4. 1 Curah Hujan Maret 2019 45
Gambar 4. 2 Ketinggian Wilayah Kabupaten Madiun 46
Gambar 4. 3 Kemiringan Lereng wilayah Kabupaten Madiun ... 48
Gambar 4. 4 Tektur Tanah di wilayah Kabupaten Madiun 50
Gambar 4. 5 Tutupan Lahan wWilayah Kabupaten Madiun..... 53
Gambar 4. 6 Kerapatan Aliran Sungai Kabupaten Madiun 55
Gambar 4. 7 Buffer Sungai Kabupaten Madiun 57
Gambar 4. 8 Kejadian Banjir Kabupaten Madiun..... 58
Gambar 4. 9 Daerah Rawan Banjir Kabupaten Madiun Metode CMA 63
Gambar 4. 10 Luas Wilayah Rawan Banjir Kab. Madiun 64

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelas Tektur dan Infitrasi Tanah di sub-sub DAS 12
Tabel 2. 2 Karakteristik DEMNAS 18
Tabel 2. 3 Spesifikasi Band Citra Landsat 8 OLI dan TIRS 19
Tabel 2. 4 Skoring dan Kelas Parameter Kemiringan Lereng..... 25
Tabel 2. 5 Skoring dan Kelasr Parametr Ketinggian..... 25
Tabel 2. 6 Skoring dan Kelas Parameter Curah Hujan 25
Tabel 2. 7 Skoring dan Kelas Kerapatan Aliran 26
Tabel 2. 8 Skoring dan Kelas Parameter Jenis Tanah..... 26
Tabel 2. 9 Skoring dan Kelas Parameter Tutupan Lahan..... 26
Tabel 2. 10 Skoring dan Kelas Parameter Buffer DAS 27
Tabel 3. 1 Kecamatan Di Kab. Madiun 31
Tabel 3. 2 Karakteristik Landsat 8..... 32
Tabel 4. 1 Klasifikasi Parameter Curah Hujan 45
Tabel 4. 2 KLasifikasi Parameter Ketinggian..... 46
Tabel 4. 3 Klasifikasi dan Luasan Parameter Ketinggian 47
Tabel 4. 4 Klasifikasi Parameter Kemiringan Lereng..... 48
Tabel 4. 5 Klasifikasi dan Luasan Parameter Kemiringan Lereng
..... 49
Tabel 4. 6 Klasifikasi Parameter Tekstur Tanah..... 50
Tabel 4. 7 Klasifikasi dan Luasan Parameter Tekstur Tanah..... 50
Tabel 4. 8 Confussion Matrix..... 52
Tabel 4. 9 Klasifikasi Parameter Tutupan Lahan..... 53
Tabel 4. 10 Klasifikasi dan Luasan Parameter Tutupan Lahan... 54
Tabel 4. 11 Klasifikasi Parameter Kerapatan Aliran Sungai..... 55
Tabel 4. 12 Klasifikasi dan Luasan Parameter Kerapatan Aliran
Sungai 56
Tabel 4. 13 Klasifikasi Parameter Buffer Sungai 56
Tabel 4. 14 Perhitungan Mean Spatial Parameter Curah Hujan.. 58
Tabel 4. 15Perhitungan Mean Spatial Parameter Ketinggian 58

Tabel 4. 16 Perhitungan Mean Spatial Parameter Kemiringan Lereng 59
Tabel 4. 17 Perhitungan Mean Spatial Parameter Tekstur Tanah 59
Tabel 4. 18 Perhitungan Mean Spatial Parameter Tutupan Lahan 60
Tabel 4. 19 Perhitungan Mean Spatial Parameter Kerapatan Aliran 60
Tabel 4. 20 Perhitungan Mean Spatial Parameter Buffer Sungai 61
Tabel 4. 21 Bobot Parameter Penyebab Banjir dengan Metode CMA 62
Tabel 4. 22 Interval Kelas Kerawanan Banjir di Kabupaten Madiun 62
Tabel 4. 23 Luas Daerah Rawan Banjir Kabupaten Madiun 63
Tabel 4. 24 Kerawanan Banjir Kecamatan Balerejo 64
Tabel 4. 25 Kerawanan Banjir Kecamatan Dagangan 65
Tabel 4. 26 Kerawanan Banjir Kecamatan Dopolo 66
Tabel 4. 27 Kerawanan Banjir Kecamatan Geger 67
Tabel 4. 28 Kerawanan Banjir Kecamatan Gemarang 68
Tabel 4. 29 Kerawanan Banjir Kecamatan Jiwan 68
Tabel 4. 30 Kerawanan Banjir Kecamatan Kare 69
Tabel 4. 31 Kerawanan Banjir Kecamatan Kebonsari 70
Tabel 4. 32 Kerawanan Banjir Kecamatan Madiun 70
Tabel 4. 33 Kerawanan Banjir Kecamatan Mejayan 71
Tabel 4. 34 Kerawanan Banjir Kecamatan Pilangkenceng 72
Tabel 4. 35 Kerawanan Banjir Kecamatan Saradan 73
Tabel 4. 36 Kerawanan Banjir Kecamatan Sawahan 73
Tabel 4. 37 Kerawanan Banjir Kecamatan Wonosari 74
Tabel 4. 38 Kerawanan Banjir Kecamatan Wungu 75
Tabel 4. 39 Penyesuaian Tingkat Kerawanan Banjir 76
Tabel 4. 40 Confussion Matrix Hasil dan BPBD 76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Kejadian Banjir Kabupaten Madin 83
Lampiran A. 1 Peta Kejadian Banjir Tahun 2013 - 2019..... 83
Lampiran A. 2 Data Kejadian Banjir Tahun 2013 – 2019 84
Lampiran B Parameter Curah Hujan Kabupaten Madiun 86
Lampiran B. 1 Stasiun dan Curah Hujan Maret 2019..... 86
Lampiran B. 2 Peta Curah Hujan Kabupaten Madiun 88
Lampiran C Parameter Ketinggian Kabupaten Madiun..... 89
Lampiran D Parameter Kemiringan Lereng Kabupaten Madiun 90
Lampiran E Parameter Tekstur Tanah Kabupaten Madiun..... 91
Lampiran F Parameter Tutupan Lahan Kabupaten Madiun 92
Lampiran G Parameter Kerapatan Aliran Sungai 93
Lampiran H Parameter Buffer Sungai Kabupaten Madiun 94
Lampiran I Kerawanan Banjir Kabupaten Madiun 95
Lampiran I. 1 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Balerejo 96
Lampiran I. 2 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Dagangan..... 97
Lampiran I. 3 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Dopolo..... 98
Lampiran I. 4 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Geger 99
Lampiran I. 5 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Gemarang .. 100
Lampiran I. 6 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Jiwan..... 101
Lampiran I. 7 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Kare 102
Lampiran I. 8 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Kebonsari... 103
Lampiran I. 9 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Madiun 104
Lampiran I. 10 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Mejayan ... 105
Lampiran I. 11 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Pilangkenceng..... 106
Lampiran I. 12 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Saradan 107
Lampiran I. 13 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Sawahan... 108
Lampiran I. 14 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Wonosari . 109
Lampiran I. 15 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Wungu 110

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat. Menurut data yang dihimpun dalam Data Informasi Bencana Indonesi (DIBI)-BNPB, terlihat bahwa 1276 kejadian banjir dengan korban meninggal hilang sebanyak 474 jiwa dan korban luka-luka sebanyak 1421 jiwa pada tahun 2019 di Indonesia. BNPB mengatakan mengatakan aktivitas *Madden Julian Oscillation* (MJO) di Samudera Hindia menyebabkan curah hujan tinggi di kawasan Indonesia pada bulan Maret 2019. MJO adalah fenomena gelombang atmosfer yang bergerak merambat dari barat atau Samudra Hindia ke timur dengan membawa massa udara basah. Bencana banjir akan menimbulkan berbagai macam kerugian seperti korban luka-luka, rusaknya rumah, fasilitas umum dan fasilitas sosial hingga hilangnya mata pencaharian petani dikarenakan terendamnya dan merusak ekosistem sawah (BNPB 2019).

BNPD Provinsi Jawa Timur mecatat banjir bandang yang terjadi di Jawa Timur pada bulan Maret 2019 terdapat 15 kabupaten/kota yang dilanda banjir bandang Kabupaten Madiun, Nganjuk, Ngawi, Magetan, Sidoarjo, Kediri, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo, Gresik, Pacitan, Tranggalek, Ponorogo, Lamongan dan Blitar. Daerah terparah yang terkena banjir pada saat itu merupakan Kabupaten Madiun. Banjir diakibatkan meluapnya Sungai Jeroan yang merupakan anak Sungai Madiun (BPBD JATIM, 2019).

Menurut Bupati Kabupaten Madiun, Ahmad Dawami yang biasanya akrab disapa Kaji Mbing menyatakan kerugian Rp 54 miliyar akibat banjir bandang yang menerpa 12 kecamatan terdiri dari 57 desa meluas hingga menyentuh ruas tol Caruban-Kertosono. Kerugian terbesar dari pemukiman

warga yang rusak mencakup 5.086 rumah dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 4.317 KK, kerugian lainnya seperti area pertanian, infrastruktur dan lahan peternakan (kompas.com, 13 Maret 2019).

Kabupaten Madiun membujur dari utara ke selatan dengan posisi terendah terdapat lembah-lembah Bengawan Madiun berdekatan dengan pusat Kota Madiun dengan ketinggian antara 21-100 mdpl. Kemudian berturut-turut ke arah selatan berdekatan dengan Pegunungan Wilis yang semakin bertambah tinggi hingga ketinggian hampir 2.000 mdpl. Jenis tanah di Kabupaten Madiun cukup bervariasi yang didominasi oleh jenis tanah aluvial dengan prosentase sebesar 36 %, jenis tanah mediteran dengan prosentase sebesar 26 %, jenis tanah grumosol dengan prosentase sebesar 21 %, jenis tanah latosol dengan prosentase sebesar 13 % dan jenis tanah litosol dengan prosentase sebesar 4 %. Dengan tekstur tanah di Kabupaten Madiun didominasi oleh tekstur sedang (debu) dengan prosentase 50,21% sedangkan tekstur halus (liat) dengan prosentase 49,79%. Di Kabupaten Madiun terdapat 41 sungai, antara lain Kali Jerohan, Kali Kembang, Kali Bruwok, Kali Notopuro, Kali Catur, Kali Asin, Kali Sono, dan kali-kali lainnya yang memuat debit aliran dan manfaat irigasi dari masing-masing sungai tersebut (BPBD Kab. Madiun 2018).

Mengingat begitu besarnya dampak yang dapat ditimbulkan oleh bencana banjir yang dapat berupa kerugian material maupun korban jiwa maka penelitian tentang tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Madiun dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) teknik *overlay*. Parameter yang saya gunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, tutupan lahan, kerapatan aliran, jenis tanah, dan kedekatan terhadap sungai. Untuk dapat dilakukan pencegahan dan dapat mengurangi kerugian akibat banjir dengan mengidentifikasi wilayah mana sajayang merupakan daerah rawan banjir dan daerah berpotensi banjir sehingga mengurangi kerugian seminimal mungkin.

Penelitian daerah rawan banjir dengan menggunkan metode *Multicriteria Evaluation* (MCE) menunjukkan pentingnya pengambilan keputusan dalam menentukan bobot dan metode yang tepat dari setiap parameter. MCE digunakan untuk menghitung bobot setiap faktor (Yalkin dan Akyurek, 2004). Dalam pelaksanaan proses pembuatan peta kerawanan banjir diperlukannya bobot setiap parameter, dimana setiap parameter mempunyai kelas kriteria sesuai dengan peneliti sebelumnya. Pembuatan bobot setiap parameter banjir dengan cara komposit dari setiap parameter banjir, cara komposit tersebut yang sering disebut dengan istilah *Composite Mapping Analysis* (CMA) (Suratijaya 2007).

Composite Mapping Analysis (CMA) merupakan salah satu penentuan bobot parameter penyusun kerawanan yang umum digunakan untuk aplikasi di bidang lingkungan berdasarkan hubungan spasial dari parameter yang relevan mempengaruhi suatu kejadian yang ada atau diusulkan. Secara spasial metode CMA memanfaatkan fungsi *overlay polygon* atau manipulasi raster dari SIG (Mapilata 2013).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bidang Peneliti Pusat Penginderaan Jauh LAPAN dengan judul "Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Kabupaten Smpang". Pembuatan model bahaya banjir menggunakan beberapa parameter dengan diperlukan bobot setiap parameter dengan kelas kriteria yang dikompositkan, metode tersebut disebut dengan istilah *Composite Mapping Analysis* (CMA) dengan hasil akhir mengetahui luas wilayah daerah yang rawan kejadian banjir. Parameter yang digunakan laham penelitian ini adalah curah hujan, liputan lahan, kelerengan, sistem lahan dan elevasi (Haryani, dkk 2012).

Pada penelitian tugas akhir ini mengenai analisis daerah kerawanan banjir dengan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) mendigunakan beberapa parameter. Penelitian ini bertujuan untuk membuat peta rawan banjir di Kabupaten Madiun agar masyarakat yang berada pada daerah

rawan banjir akan lebih waspada dan mengurangi tindakan yang dapat memicu terjadinya banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan identifikasi masalah pada latar belakang penelitian ini, maka dapat dirumuskan bebrapa masalah, yaitu:

a. Bagaimana mengelolah bobot parameter banjir menggunakan metode CMA?
b. Bagaimana membuat peta daerah rawan banjir Kabupaten Madiun dengan metode pembobotan CMA?

1.3 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini:

a. Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Kabupaten Madiun
b. Pemetaan yang menjadi objek penelitian adalah daerah rawan banjir
c. Data yang akan digunakan adalah Citra Landsat 8 tahun 2019, Curah Hujan kabupaten Madiun tahun 2019, DEMNAS, DAS Kabupaten Madiun, data jenis dan tekstur tanah Kabupaten Madiun.
d. Parameter yang saya gunakan curah hujan, kelerengan, ketinggian, kerapatan aliran, jenis tanah, tutupan lahan dan kedekatan terhadap sungai

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Menghitung bobot parameter penyebab banjir menggunakan metode CMA
b. Membuat peta daerah rawan banjir Kabupaten Madiun dan menganalisis terhadap peta BPBD Kabupaten Madiun

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Memberikan Informasi tentang daerah-daerah yang rawan terhadap banjir di Kabupaten Madiun.
b. Mempermudah Masyarakat untuk mencegah terjadinya banjir pada daerah-daerah yang rawan terhadap banjir.
c. Manfaat untuk penelitian selanjutnya adalah mengenai upaya mitigasi bencana banjir agar dpat meminimalisir dampak yang dittimbulkan

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir dan Daerah Rawan Banjir

2.1.1 Definisi Banjir

Banjir menurut memiliki dua arti yaitu meluapnya air sungai disebabkan oleh debitnya yang melebihi daya tampung sungai pada keadaan curah hujan yang tinggi dan arti kedua adalah banjir merupakan Bahaya pada daerah datar yang biasanya tidak tergenang (Richards, 1955 dalam Suherlan, 2001). Banjir merupakan aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melampaui badan sungai serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah yang melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia (BKSPBB, 2007). Banjir merupakan bencana alam yang dapat diramalkan kedatangannya, karena berhubungan dengan besarnya curah hujan. Banjir merupakan bencana yang disebabkan oleh fenomena alam yang terjadi selama musim hujan yang meliputi potensi daerah, terutama sungai yang relatif landai. Selain itu, banjir juga bisa disebabkan oleh naiknya air yang disebabkan oleh hujan deras di atas normal, perubahan suhu, tanggul yang rusak, dan obstruksi aliran air di lokasi lain (Wardhono dkk, 2013).

2.1.2 Faktor Penyebab Banjir

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir dibagi menjadi tiga factor (Nugroho, 2002):

1. Faktor peristiwa alam (dinamis), yang meliputi: intensitas curah hujan tinggi, pembendungan (dari laut/pasang dan dari sungai induk), penurunan tanah (*land subsidence*), dan pendangkalan sungai.

2. Faktor kondisi alam (statis), yang meliputi: kondisi geografi, topografi, geometri sungai (kemiringan, *meandering*, *bottleneck*, sedimentasi).
3. Faktor kegiatan manusia (dinamis), seperti: pembangunan di dataran banjir, tata ruang di dataran banjir yang tidak sesuai, tata ruang/peruntukan lahan di DAS, permukiman di bantaran sungai, pembangunan drainase, bangunan sungai, sampah, prasarana pengendali banjir yang terbatas, persepsi masyarakat yang keliru terhadap banjir.

Faktor curah hujan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya banjir. Negara Indonesia yang merupakan daerah dengan 2/3 lautan mempunyai curah hujan yang sangat tinggi. Curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang singkat dan tidak dapat diserap tanah akan dilepas sebagai aliran permukaaan yang akhirnya menimbulkan banjir. Selain faktor alam, yaitu curah hujan yang tinggi, faktor lain yang mendukung terjadinya banjir adalah faktor geomorfologi, DAS, sosial, ekonomi dan budaya penduduk di bantaran sungai juga berpengaruh terhadap banjir.

2.1.3 Rawan Banjir

Kerentanan banjir adalah tingkat kemudahan suatu daerah atau wilayah terkena banjir. Tentu saja daerah yang sangat mudah terkena banjir adalah daerah yang berlerief relatif datar misalnya, daratan aluvial, teras sungai dan lain-lain (Somantri, 2008).

BKSPBB (2007) menjelaskan terdapat empat kawasan yang rawan banjir, yaitu:

1. Daerah Pesisir atau Pantai

   Daerah pesisir pantai menjadi rawan banjir disebabkan daerah tersebut merupakan dataran rendah yang elevasi muka tanahnya lebih rendah atau sama dengan elevasi air laut pasang rata-rata, dan menjadi

tempat bermuaranya sungaisungai, apalagi bila ditambah dengan dimungkinkan terjadinya badai angin topan di daerah tersebut.

2. Daerah Daratan Banjir (*Floodplain Area*)

   Daerah dataran banjir adalah daerah dataran rendah di kiri dan kanan alur sungai, yang elevasi muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat, yang mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir, baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan lokal di daerah tersebut.

3. Daerah Sempadan Sungai

   Daerah sempadan sungai merupakan daerah rawan bencana banjir yang disebabkan pola pemanfaatan ruang budidaya untuk hunian dan kegiatan tertentu.

4. Daerah Cekungan

   Daerah cekungan merupakan daerah yang relatif luas baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (hulu sungai) dapat menjadi daerah rawan bencana banjir, bila penataan kawasan atau ruang tidak terkendali dan mempunyai sistem drainase yang kurang memadai.

2.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu komponen pengendali dalam sistem hidrologi. Secara kuantitatif ada dua kharakteristik curah hujan yang penting, yaitu jeluk (d*epth*) dan distribusinya (*distibution*) menurut ruang (*space*) dan waktu (*time*). Pengukuran jeluk hujan di lapangan umumnya dilakukan dengan memasang penakar dalam jumlah yang memadai pada posisi yang mewakili (*representatif*) (Arianty, 2000 dalam Utomo, 2004).

Menurut Kemterian Kehutanan (2013) curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir.

Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm).

Intensitas curah hujan netto (setelah diintersepsi oleh vegetasi) yang melebihi laju infiltrasi mengakibatkan air hujan akan disimpan sebagai cadangan permukaan dalam tanah, apabila kapasitas cadangan permukaan terlampaui maka akan terjadi limpasan permukaan (*surface run-off*) yang pada akhirnya terkumpul dalam aliran sungai sebagai debit sungai.

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai adalah jalur aliran air di atas permukaan bumi yang di samping mengalirkan air juga mengangkut sedimen yang terkandung dalam air sungai tersebut. Jadi sedimen terbawa hanyut oleh aliran air, yang dapat dibedakan sebagai muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Sedang muatan melayang terdiri dari butiran halus, senantiasa melayang di dalam aliran air. Untuk butiran yang sangat halus, walaupun air tidak lagi mengalir, tetapi butiran tersebut tidak mengendap serta airnya tetap saja keruh dan sedimen semacam ini disebut muatan kikisan (*wash load*).

Daerah aliran sungai atau disingkat DAS diartikan oleh Lepedes (1974) dalam Utomo (2004) sebagai suatu daerah yang mengalirkan air ke sebuah sungai, pengaliran ini berupa air tanah (*ground water*) atau air permukaan (*surface water*) atau pengaliran yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Menurut Webster (1976) dalam Utomo (2004) mendefinisikan DAS sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta

mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau.

Menurut Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam Sub DAS-Sub DAS (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumbel Daya Air, 2004).

Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diidentifikasi dari berbagai sudut pandang, dari sudut pandang fisiografi (geomorfologi) maka DAS mempunyai 3 (tiga) ciri/watak, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir, dari sudut pandang fungsi kawasan maka DAS di bagian hulu sebagai fungsi produksi atau sebagai daerah resapan air, bagian tengah sebagai fungsi transpot material, dan bagian hilir sebagai fungsi deposisi (Kementerian Kehutanan, 2013).

2.3.1 Kecepatan Aliran Sungai

Kerapatan Aliran adalah panjang aliran sungai per kilometer persegi luas DAS. Semakin besar nilai Dd semakin baik sistem pengaliran (drainase) di daerah tersebut. Artinya, semakin besar jumlah air larian total (semakin kecil infiltrasi) dan semakin kecil air tanah yang tersimpan di daerah tersebut (Kementerian kehutanan, 2013).

$$Dd = \frac{\sum Ln}{A} \tag{2.1}$$

Dd = Kerapatan Aliran (Km/Km^2)
Ln = Panjang Sungai (Km)

A = Luas DAS (Km^2)

Jika nilai kepadatan aliran lebih kecil dari 1 mil/mil^2 (0,62 Km/Km^2), DAS akan mengalami penggenangan, sedangkan jika nilai kerapatan aliran lebih besar dari 5 mil/ mil^2 (3,10 Km/ Km^2), DAS sering mengalami kekeringan. (Kementerian Kehutanan, 2013).

2.4 Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif berbagai golongan besar, partikel tanah dalam suatu massa tanah terutama perbandingan relatif dalam persen antara fraksi-fraksi liat, debu dan pasir. Tekstur dapat menentukan tata air dalam tanah berupa akecepatanm infiltrasinya, penetrasi setta kemampuan mengikat air (Kartasapoetra, 1988).

Tipe dan distribusi tanah dalam suatu daerah aliran sungai sangat berpengaruh dalam mengontrol aliran bawah permukaan (*Subsurface flow*) melalui infiltrasi. Infiltrasi merupakan proses meresapnya air ke dalam tanah. Aliran infiltrasi masuk melewati permukaan tanah, sehingga sangat dipengaruhi kondisi permukaan tanah. Tanah sebagai median aliran mempunyai beberapa klarifikasi yaitu permeabilitas tanah, kelembaban tanah, porositas tanah, jenis tanah dan lain-lain (Fahmi, 2016).

Tabel 2. 1 Kelas Tektur dan Infitrasi Tanah di sub-sub DAS (BPDAS 2008)

No	Jenis Tanah	Tekstur	Infiltrasi
1	Mediteran coklat kemerahan	Sedang	Cepat
2	Asosiasi aluvial kelabu dan aluvial coklat kekelabuan	Sedang	Cepat
3	Aluvial coklat kekelabuan	Sedang	Cepat
4	Kompleks andosol coklat, andosol coklat kekuningan dan litosol	Sedang	Cepat

No	Jenis Tanah	Tekstur	Infiltrasi
5	Asosiasi litosol dan mediteran coklat	Kasar	Ekstrim
6	Litosol	Kasar	Ekstrim
7	Regosol	Kasar	Ekstrim
8	Regosol kelabu	Kasar	Ekstrim
9	Asosiasi latosol coklat dan regosol kelabu	Kasar	Ekstrim
10	Aluvial kelabu	Halus	Sedang
11	Kompleks latosol coklat kemerahan dan litosol	Halus	Sedang
12	Latosol coklat	Halus	Sedang
13	Latosol merah	Halus	Sedang
14	Grumosol	Halus	Sedang
15	Grumosol kelabu tua	Halus	Sedang
16	Asosiasi mediteran coklat kemerahan dan grumosol kelabu	Halus	Sedang
17	Latosol coklat kemerahan	Halus	Sedang
18	Latosol	Halus	Sedang
19	Latosol merah kekuningan	Halus	Sedang

Jenis tanah dengan tekstur pasir akan mempunyai tingkat infiltrasi yang lebih tinggi dibanding dengan jenis tanah bertekstur lempung. Dengan demikian jenis tanah dengan tekstur pasir (kasar) akan mempunyai limpasan permukaan yang lebih kecil dari pada jenis tanah dengan tekstur lempung (halus) (Kementerian kehutanan 2013).

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan atau ber-*georeference*). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan

menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah *database* (Sukojo dkk., 2015).

Aronaff (1989), SIG adalah sistem informasi yang didasarkan pada kerja computer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisa data serta memberi uraian. Sedangkan menurut Gistut (1994), SIG adalah sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial perangkat keras, perangkat lunak dan struktur organisasi (Agustina, 2017).

Sistem Informasi Geografis (SIG) sekarang menggabungkan peta (dalam bentuk digital) dengan semua data dari semua lembaga yang relevan. Sebagai contoh, daripada harus memiliki peta kadaster di sini dan buku tanah disana peta parcel dan data kepemilikian digabungkan dalam satu sistem. Atau, daripada menggunakan rencana penggunaan lahan pada selembara kertas besar dan mencari secara terpisah untuk data demografis untuk mencari lokasi terbaik untuk sebuah sekolah baru, penyelidikan dapat dikirim ke komputer yang secara langsung menghasilkan peta yang menunjukkan lokasi.

Menurut Robinson (1995) dalam Nugroho (2019), komponen Sistem Informasi Geografis dapat dibagi menjadi empat, yaitu:

1. *Hardware* (Perangkat Keras)

   SIG membutuhkan komputer untuk penyimpanan dan pemrosesan data. Perangkat keras yang digunakan dalam SIG membutuhkan spesifikasi komputer yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem informasi lainnya. Untuk melakukan proses analisis data geografis, dibutuhkan *processor* yang cepat dan

memory yang besar. Spesifikasi *graphic card* yang tinggi juga dibutuhkan untuk menghasilkan tampilan gambar yang baik.

2. *Software* (Perangkat Lunak)

   Elemen yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG antara lain:

   - *Tools* untuk melakukan input dan pengolahan data geografis.
   - Sistem Manajemen Basis Data (*Database Management Systems* atau DBMS).
   - *Tools* yang mendukung *query*, analisis, dan visualisasi data geografis.
   - *Graphical User Interface* (GUI) untuk memudahkan penggunaan SIG.

3. Data

   Data dalam SIG dibagi atas dua bentuk, yakni data spasial dan data atribut. Data spasial adalah data yang terdiri atas lokasi eksplisit suatu geografi yang diset ke dalam bentuk koordinat. Sumber-sumber data spasial antara lain peta kertas atau bentuk digitalnya yang diinputkan ke dalam sistem. Jenis data yang kedua adalah data atribut, yaitu gambaran data yang terdiri atas informasi yang relevan terhadap suatu lokasi, seperti kedalaman, ketinggian, alamat, dan lain-lain. Dengan kata lain, data atribut merupakan identifikasi terhadap suatu data spasial yang berkaitan dengan lokasi tertentu.

4. Manusia

   Data dalam SIG dibagi atas dua bentuk, yakni data spasial dan data atribut. Data spasial adalah data yang terdiri atas lokasi eksplisit suatu geografi yang diset ke dalam bentuk koordinat. Sumber-sumber data spasial antara lain peta kertas atau bentuk digitalnya yang diinputkan ke dalam sistem. Jenis data yang kedua adalah data atribut, yaitu gambaran data yang terdiri

atas informasi yang relevan terhadap suatu lokasi, seperti kedalaman, ketinggian, alamat, dan lain-lain. Dengan kata lain, data atribut merupakan identifikasi terhadap suatu data spasial yang berkaitan dengan lokasi tertentu.

Salah satu hasil dari SIG adalah peta. Menurut Bettinger dan Wing (2004) peta adalah suatu alat yang jika dibuat dengan tepat akan memiliki kemampuan untuk mengkomunikasikan informasi dengan cepat dan jelas kepada penggunanya. Peta biasa digunakan untuk berbagai tujuan seperti penyimpanan data, navigasi dan visualisasi informasi. Karena kemampuannya untuk menyampaikan pesan maka peta juga sering digunakan sebagai masukan dalam pengambilan keputusan.

Menurut Barus dan Wiradisastra (2000) data spasial pada peta disajikan dalam beberapa bentuk, yaitu:

1. Titik, tidak berdimensi dan hanya menyediakan lokasi dalam bentuk koordinat.
2. Garis, minimal dua titik yang saling menyambung, berdimensi satundan memiliki arah dan ukuran panjang.
3. Area, disajikan dalam bentuk poligon memiliki panjang dan lebar serta berdimensi dua.
4. Blok atau Volume, mengambarkan unsur yang memiliki dimensi tiga.

Sedangkan data atribut dapat dinyatakan dalam empat bentuk, yaitu:

1. Nominal, bersifat membedakan antara satu dengan yang lain tanpa mempermasalahkan urutan.
2. Ordinal, lebih spesifik dari Nominal, selain membedakan biasanya menandai bahwa pada peta terdapat harkat atau ranking.
3. Interval, mengacu ke objek alam yang memiliki selang tertentu dan adanya interval baku tertentu, dimana interval tidak mempunyai makna yang mengikat.

4. Rasio, memiliki ciri yang sama dengan interval, akan tetapi mempunyai nilai awal mutlak (nilai nol).

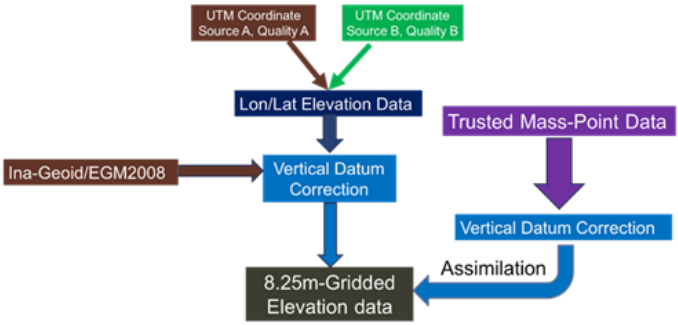
2.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) didefinisikan sebagai pengukuran atau pemerolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak terjadi kontak langsung atau bersinggungan dengan objek atau fenomena yang dikaji (Church Va, 1983 dalam Sukojo 2012). Informasi diperoleh dengan cara deteksi dan pengukuran berbagai perubahan yang terdapat pada lahan dimana obyek berada. Proses tersebut dilakukan dengan cara perabaan atau perekaman energi yang dipantulkan atau dipancarkan, memproses, menganalisa dan menerapkan informasi tersebut. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan bumi, yang secara detil didapatkan dari variasi spasial, spektral dan temporal lahan tersebut. (Landgrebe, 2003). Lindgren mengemukakan bahwa penginderaan jauh merupakan variasi teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan dari permukaan bumi.

2.7 DEM Nasional (DEMNAS)

Data DEM Nasional (DEMNAS) merupakan data DEM yang dibuat oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Menurut Badan Infomasi Geospasial (2018) DEMNAS dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25m), dengan menambahkan data masspoint hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-*arcsecond*, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008. Jika ukuran tersebut dikonversi ke satuan meter, maka didapatkan nilai lebih kurang 8,33 meter Metode penambahan/assimilasi data

masspoint kedalam *Digital Surface Model* (DSM) dari IFSAR, TERASAR-X atau ALOS-PALSAR, dengan menggunakan GMT-s*urface* dengan tension 0.32.



Gambar 2. 1 DEM processing flowchart
(Badan Informasi Geospasial 2018)

Data DEMNAS yang dirilis dipotong sesuai dengan Nomor Lembar Peta (NLP) skala 1:50k atau 1:25k, untuk setiap Pulau atau Kepulauan. Ringkasan data set karakteristik DEMNAS, seperti berikut:

Tabel 2. 2 Karakteristik DEMNAS
(Badan Informasi Geospasial 2018)

ITEM	KETERANGAN
Resolusi	0.27-arcsecond
Sistem Koordinat	Geografis
Format	GeoTIFF 32bit float

2.8 Landsat 8

Satelit Landsat yang terbaru adalah Landsat 8 OLI and TIRS yang diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit Landsat 8, memiliki karakteristik hampir sama dengan Landsat 7 jika dilihat dari karakteristiknya, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), ketinggian terbang, maupun karakteristik sensor yang dibawa. Terdapat penambahan

jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai Digital Number) dari tiap piksel citra. Landsat 8 mengorbit bumi setiap 99 menit, serta melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari kecuali untuk lintang kutub tertinggi Satelit ini terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dengan sudut inklinasi 98.2° sehingga memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (Sampurno dan Thoriq 2016).

Satelit Landsat 8 OLI & TIRS dilengkapi oleh 2 sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) yang menyediakan cakupan musiman dari daratan global pada resolusi spasial 30 meter (Visible, NIR, SWIR), 100 meter (*Thermal*) dan 15 meter (*Panchromatic*) (Kurniadi 2015).

Data satelit Landsat biasanya digunakan dalam penginderaan jauh untuk klasifikasi tutupan lahan (Gumma dkk. 2011). Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi (Sampurno dan Thoriq 2016). Informasi tutupan lahan yang akurat merupakan salah satu faktor penentu dalam meningkatkan kinerja dari model-model ekosistem, hidrologi, dan atmosfer. (Bounoua dkk. 2002).

Tabel 2. 3 Spesifikasi Band Citra Landsat 8 OLI dan TIRS (USGS, 2016)

No	Band Spektral	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial	Penggunaan Data
1.	*Coastal Aerosol*	0,435 – 0,451	30 m	*Aerosol/coastal zone*
2.	*Blue*	0,452 – 0,512	30 m	*Pigments/scatter /coastal*
3.	*Green*	0,533 – 0,590	30 m	*Pigments/coastal*

No	Band Spektral	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial	Penggunaan Data
4.	*Red*	0,636 – 0,673	30 m	*Pigments/coastal*
5.	*Near Infrared (NIR)*	0,851 – 0,879	30 m	*Foliage/coastal*
6.	*SWIR 1*	1,566 – 1,651	30 m	*Foliage*
7.	*SWIR 2*	2,107 – 2,294	30 m	*Minerals/litter/no scatter*
8.	*Panchromatic*	0,503 – 0,676	15 m	*Imagesharpening*
9.	*Cirrus*	1,363 – 1,384	30 m	*Cirrus cloud detection*
10.	*TIRS 1*	10,60 – 11,19	100 m	*Temperature of the Air*
11.	*TIRS 2*	11,50 – 12,51	100 m	*Temperature of the Air*

2.9 *Inverse Distance Weighted (IDW)*

Metode ini memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode IDW umumnya dipengaruhi oleh *inverse* jarak yang diperoleh oleh persamaan matematika. Pada metode interpolasi ini dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari titik sampel dan nilai power menentukan pengaruh terhadap titik-titik *input*, diman apengaruh akan lebih besar pada titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak permukaan yang dihasilkan kurang detail terlihat lebih halus, jika power diperbesar berarti nilai *output* memiliki nilai rata-rata yang rendah. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan fungsi jarak antara titik sampel dan titik interpolasi (Philip dan Watson 1982 dalam Merwade 2006).

Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi

titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki koreksi spasial kecil atau bahkan tidak memiliki koreksi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan berdasarkan jarak yang ingin diinterpolasi. Kelemahan dari interpolasi IDW adalah tidak dapat mengestimasi milai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik sampel (Pramono 2008).

2.10 Overlay

Overlay merupakan salah satu teknik pengambilan kesimpulan dalam SIG. Teknik pada dasarnya melakukan penilaian digital atas skor atau pengharkatan pada suatu poligon sesuai dengan bobot pada kasus tertentu. Teknik *overlay* banyak dimanfaatkan dalam evaluasi spasial. Semua atribut yang terrelasi akan masuk ke dalam file yang baru dan menjadi data baru pada file tersebut. Karena metode *overlay* menggunakan skor-skor dalam poligon, maka sebelum *overlay* dilakukan harus terlebih dahulu dilakukan skoring terhadap polligon-poligon tersebut (Maselino, 2002).

Kemampuan mengintegrasi data dari dua sumber menggunakan overlay peta mungkin merupakan fungsi kunci dari analisa Sistem Informasi Geogafi (SIG). SIG memungkinkan dua buah layer peta tematik berbeda dari area yang sama saling di *overlay* satu diatas lainnya untuk membentuk suatu layer baru.

Pada proses *overlay* layer data yang nantinya akan di overlay haruslah benar dan tepat secara topologi sehingga semua garis bertemu pada satu titik dan batasan dari suatu poligon harus tertutup.

Overlay titik dalam poligon digunakan untuk mencari tahu poligon dimana suatu titik berada. Contohnya kantor polisi dalam suatu kecamatan diwakilkan dalam bentuk titik dan kecamatan diwakilkan sebagai poligon. Menggunakan overlay titik dalam poligon dalam *layer* data vektor

memungkinkan untuk mengetahui di daerah polygon manakah setiap kantor polisi berada.

Overlay garis dalam poligon lebih sulit disbanding *overlay* titik dalam poligon. Sebagai contoh kita ingin tahu dimana jalan akan menembus daerah hutan untuk merencanakan pembangunan jalur wisata hutan. Untuk melakukan ini, kita harus meng-*overlay*kan data tentang jalan pada layer yang memuat poligon hutan. Peta hasil keluaran akan mengandung jalan bercabang menjadi bagian yang lebih kecil yang mewakili jalan di dalam area hutan dan jalur di luar area hutan.

Overlay poligon dalam poligon dapat digunakan untuk memeriksa suatu area. Misalnya memeriksa area hutan di suatu pegunungan. Dua *layer* data input yang diperlukan yaitu *layer* data daerah hutan berisi banyak poligon daerah hutan dan layer batasan daerah pegunungan.

2.11 *Multi-Criteria Evaluation* (MCE)

Multi-Criteria Evaluation (MCE) atau evaluasi multikriteria adalah suatu proses terstruktur untuk menentukan tujuan, untuk merumuskan kriteria, dan untuk mengevaluasi solusi dari suatu masalah sehingga diperoleh suatu keputusan. Dalam melakukan analisis evaluasi multi-kriteria seringkali diintegrasikan bersama dengan teknologi Sistem Informasi Geografis, karena merupakan teknik yang sangat baik dalam manajemen dan perencanaan ruang serta memiliki kemampuan untuk menangani masalah-masalah spasial (Lawal dkk. 2011).

Secara umum evaluasi multi-kriteria dengan menggunakan SIG dapat dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama bersifat deterministik, di mana kriteria-kriteria yang merupakan kendala akan dieliminasi dari analisis sehingga hanya diperoleh kriteria yang sesuai. Fase ini biasanya disebut sebagai analisis kesesuaian, dengan melakukan overlay manual pada peta digital. Tahap kedua menggunakan teknik

MCE, di mana kriteriakriteria yang terpilih akan diberi bobot berdasarkan urutan (Lawal dkk. 2011).

Integrasi Metode MCE dan SIG digunakan dalam pembuatan peta daerah rawan banjir. Interaksi antara kejadian banjir dan parameter-parameter yang mempengaruhi banjir dilakukan dengan memberikan pembobotan dan skor parameter-parameter yang menyebabkan banjir terhadap kejadian banjir sehingga menghasilkan suatu indek gabungan yang linier (Mapilata 2013).

$$C = W_1 x_1 + W_2 x_2 + W_n x_n \quad (2.2)$$

C = Nilai Banjir
W = Bobot parameter penyebab banjir
x = Skor kriteria parameter penyebab banjir
n = Jumlah parameter

Untuk menentukan lebar interval masing-masing kelas kerawanan banjir mengacu Pada (Kingma 1991) dengan persamaan:

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k} \quad (2.3)$$

Ki = Lebar interval
Xt = Data tertinggi
Xr = Data terendah
k = Jumlah interval

2.8.1 *Composite Mapping Analysis* (CMA)

Composite Mapping Analysis adalah suatu metode yang menggabungkan beberapa layer data spasial (komposit) untuk menghasilkan korelasi yang penting dalam hubungan antara data-data spasial tersebut (Mapilata 2013). Secara spasial metode CMA memanfaatkan fungsi *overlay* poligon atau manipulasi raster dari sistem informasi geografis (SIG).

Composite Mapping Analysis diperlukan untuk menentukan bobot setiap parameter banjir. Perhitungan bobot untuk pembuatan daerah rawan bahaya banjir menggunakan *Composite Mapping Analysis* (CMA), dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penentuan peta rawan banjir berdasarkan hasil *overlay* parameter-parameter banjir dan posisi lokasi di lapangan dengan asumsi:
   - Potensi banjir disebabkan oleh beberapa faktor dengan bobot yang sama.
   - Skor setiap setiap kelas mengacu pada penelitian sebelumnya.
2. Poin pertama tersebut dihasilkan distribusi daerah banjir dan luas daerah banjir.
   - Perhitungan rasio banjir untuk semua parameter dan kelas.

$$R_R = \frac{RB}{L} \tag{2.4}$$

R_R = Rasio Rawan Banjir
RB = Rawan Banjir (Ha)
L = Luas Daerah (Ha)

$$R_L = \frac{RB}{LR} \tag{2.5}$$

R_L = Rasio Luas Rawan Banjir
RB = Rawan Banjir (Ha)
LR = Luas Total Rawan Banjir (Ha)

3. Hasil yang diperoleh berupa bobot relatif yang disebut *mean spasial*.

$$Mean\ Spatial = R_{R1}R_{L1} + R_{R2}R_{L2} + R_{Rn}R_{Ln} \tag{2.6}$$

R_R = Rasio Rawan Banjir
R_L = Rasio Luas Rawan Banjir
n = Jumlah Kelas Klasifikasi Parameter

4. Selanjutnya dilakukan composite semua parameter, sehingga diperoleh bobot setiap parameter penyebab banjir.
   - Perhitungan bobot

$$Bobot = \frac{100}{\sum Mean\ Spasial}\ Mean\ Spasial\ Parameter \tag{2,7}$$

2.8.2 Skoring

Parameter penyebab banjir yang sudah ditentukan akan diberikan skor sesuai dengan pengaruh tiap kelas terhadap terjadinya banjir. Skoring adalah proses pengolahan data yang dilakukan setelah proses reclassify. Proses ini dilakukan dengan cara memberikan nilai pada setiap kelas parameter penyebab banjir.

Tabel 2. 4 Skoring dan Kelas Parameter Kemiringan Lereng
(Haryani, dkk 2012)

Klasifikasi Kemiringan Lereng	**Kelas**	**Skor**
> 45%	Rendah	1
25 – 45 %	Agak Rendah	2
15 – 25 %	Sedang	3
8 – 15 %	Agak Tinggi	4
0 – 8 %	Tinggi	5

Tabel 2. 5 Skoring dan Kelasr Parametr Ketinggian
(Haryani, dkk 2012)

Klasifikasi Ketinggian	**Kelas**	**Skor**
> 200 m	Rendah	1
150 – 200 m	Agak Rendah	2
100 – 150 m	Sedang	3
50 – 100 m	Agak Tinggi	4
< 50 m	Tinggi	5

Tabel 2. 6 Skoring dan Kelas Parameter Curah Hujan
(Haryani, dkk 2012)

Klasifikasi Curah Hujan	**Kelas**	**Skor**
< 50 mm	Sangat Rendah	1
50 – 100 mm	Rendah	2
100 – 200 mm	Sedang	3

Klasifikasi Curah Hujan	Kelas	Skor
200 – 300 mm	Tinggi	4
> 300 mm	Sangat Tinggi	5

Tabel 2. 7 Skoring dan Kelas Kerapatan Aliran (Paimo 2009)

Klasifikasi Keerapatan Aliran	Kelas	Skor
>3.10	Jarang	1
2.28-3.10	Agak Jarang	2
1.45-2.27	Sedang	3
0.62-1.44	Rapat	4
<0.62	Sangat Rapat	5

Tabel 2. 8 Skoring dan Kelas Parameter Jenis Tanah (Darmawan dan Suprayogi 2017)

Klasifikasi Tekstur Tanah	Skor
Kasar	1
Sedang	3
Halus	5

Tabel 2. 9 Skoring dan Kelas Parameter Tutupan Lahan (Kusumo, 2016)

Klasifikasi Tutupan Lahan	Kelas	Skor
Hutan	Rendah	1
Semak Belukar	Agak Rendah	2
Ladang, Perkebunan	Sedang	3
Sawah, Tambak	Agak Tinggi	4
Pemukiman, Lahan Terbuka, Perairan	Tinggi	5

Tabel 2. 10 Skoring dan Kelas Parameter Buffer DAS (Kusumo, 2016)

Klasifikasi Buffer Sungai	Kelas	Skor
> 100 m	Sangat Jauh	1
75-100 m	Jauh	2
50-75 m	Sedang	3
25-50 m	Dekat	4
0-25 m	Sangat Dekat	5

2.12 Penelitihan Terdahulu

Nugroho (2019) melakukan penelitian dengan judul "Studi Tentang Kawasan Rawan Banjir Dengan Menggunakan Teknik Multi-Criteria Evaluation (Mce) Di Wilayah Sungai Cikeas Dan Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor (Studi Kasus: Kecamatan Gunung Putri)". Tujuan penelitian ini adalah Membuat peta daerah rawan banjir berskala 1:50.000 di Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogoryang ditinjau dari 5 parameter yang meliputi: kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, kerapatan aliran, dan jenis tanah. Hasil bobot parameter penyebab banjir menggunakan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) di Kecamatan Gunung Putri didapatkan, yaitu untuk parameter kemiringan lereng sebesar 20.036; parameter curah hujan sebesar 19.927; parameter tutupan lahan sebesar 20.123; parameter kerapatan aliran sebesar 19.927 dan parameter jenis tanah sebesar 19.987. Serta dilakukan analisis daerah rawan banjir di Kecamatan Gunung Putri menggunakan metode *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) didapat 3 kelas kerawanan, yaitu: kelas tidak rawan dengan luas daerah 135.587 Ha, kelas rawan dengan luas daerah 3120.869 Ha, dan kelas sangat rawan dengan luas daerah 2829.841 Ha.

Rahman (2018) melakukan penelitian dengan judul "Pemetaan Daerah Rawan Banjir (Studi Kasus: Banjir Pacitan

Desember 2017)". Tujuan penelitian ini adalah Membuat peta daerah rawan banjir di Kabupaten Pacitan yang ditinjau dari 6 parameter yang meliputi: curah hujan, tutupan lahan, kemiringan lereng, ketinggian, kerapatan aliran, jenis tanah. Hasil bobot parameter penyebab banjir menggunakan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) di Kabupaten Pacitan didapatkan, yaitu: paameter curah hujan sebesar 17,09; parameter kemiringan lereng sebesar 16,40; parameter ketinggian sebesar 16,58; parameter tutupan lahan sebesar 16,39; parameter kerapatan aliran sebesar 16,86 dan parameter jenis tanah sebesar 16,68. Serta dilakukan analisis daerah rawan banjir di Kabupaten Pacitan menggunakan metode *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) didapat 3 kelas kerawanan yaitu: kelas tidak rawan dengan luas daerah 61.879 ha (44%), kelas rawan dengan luas daerah 67.885 ha (48%) dan kelas sangat rawan dengan luas daerah 11.144 ha (8%).

Haryani, Zubaidah, Yullanto dan Pasaribu (2012), peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN. Dengan judul "Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang (Flood Hazard Model Using Remote Sensing Sata In Sampang District)". Tujuan penelitian ini adalah model pengolahan data dalam proses pembuatan model peta bahaya banjir melalui perhitungan pembobotan parameter banjir dengan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) di Kabupaten Sampang. Hasil bobot parameter dengan metode CMA yaitu: parameter curah hujan sebesar 16; parameter liputan lahan sebesar 19; parameter lereng sebesar 22; parameter sistem lahan sebesar 27 dan parameter elevasi sebesar 16. Hasil analisis dari pengolahan parameter berupa model bahaya banjir didapat 4 kelas vahaya banjir yaitu: sangat rawan dengan luas 7386.70 ha (5.43%), rawan dengan luas 20427.14 ha (15.01%), cukup rawan dengan luas 59932.84 ha (44.05%) dan tidak rawan dengan luas 48319.32 ha (35.51%).

Dari ketiga penelitian sebelumnya, metode yang saya gunakan sama yaitu metode *Composite Mapping Analysis* (CMA). Perbedaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian saya adalah parameter yang digunakan, parameter yang sauya gunakan adalah curah hujan, ketinggian, kelerengan, jenis tanah, tutupan lahan kerapatan aliran sungai, dan kedekatan terhadap sungai (*buffer* sungai).

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III
METODOLOGI

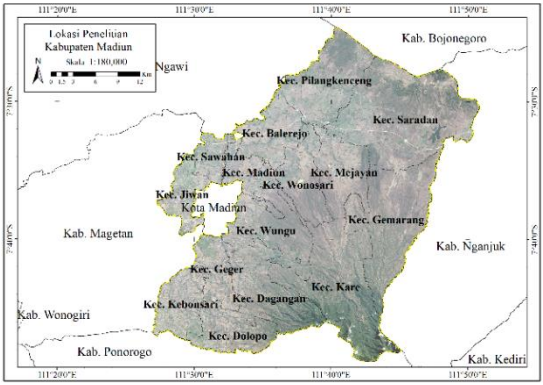
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian mengambil studi kasus di Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Secara geografis, Kabupaten Madiun terletak pada koordinat 7° 12' 00" - 7° 48' 00" LS dan 111° 25' 00" - 111° 51' 00" BT dengan luas sebesar 1.010,86 Km^2. Batas administrasi Kabupaten Madiun adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kabupaten Bojonegoro
- Sebelah Timur : Kabupaten Nganjuk
- Sebelah Barat : Kabupaten Ponorogo
- Sebelah Selatan : Kabupaten Magetan dam Kabupaten Ngawi
- Wilayah Kabupaten Madiun mengelilingi Kota Madiun

Tabel 3. 1 Kecamatan Di Kab. Madiun
(BPS Kabupaten Madiun, 2018)

No	Nama Kecamatan	Luas (Km^2)	Jumlah	
			Desa	Kelurahan
1.	Kebonsari	47,45	14	-
2.	Geger	36,61	19	-
3.	Dolopo	48,85	10	2
4.	Dagangan	72,36	17	-
5.	Wungu	45,54	12	2
6.	Kare	190,85	8	-
7.	Gemarang	101,97	7	-
8.	Saradan	152,92	15	-
9.	Pilangkenceng	81,34	18	-
10.	Mejayan	55,22	11	3
11.	Wonosari	33,93	10	-
12.	Balerejo	51,98	18	-
13.	Madiun	35,93	12	1
14.	Sawahan	22,15	13	-
15.	Jiwan	33,76	14	-



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Kabupaten Madiun

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini merupakan data sekunder dengan rincian sebagai berikut:

a) Landsat 8 Level-1 Kabupaten Madiun (*multispectral* resolusi 30 m dan *panchromatic* resolusi 15 m) di unduh melalui https://earthexplorer.usgs.gov/.

Tabel 3. 2 Karakteristik Landsat 8
(Metadata Landsat 8, 2019)

Karakteristik	**Keterangan**
Data Akuisisi	26 Februari2019
Tipe	L1 T1
Path	119
Row	65
GCP *Version*	4
GCP *Model*	97
RMSE *Model*	8,294
RMSE Y	5,897 m
RMSE X	5,832 m
GCP *Verify*	32
RMSE *Verify*	8,919 m

b) DEMNAS wilayah Kabupaten Madiun diunduh melalui website http://tides.big.go.id/.
c) Data curah hujan Kabupaten Madiun bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Madiun
d) Data DAS di Kabupaten Madiun bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Madiun
e) Data jenis tanah Kabupaten Madiun bersumber dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Madiun
f) Data kejadian banjir di Kabupaten Madiun tahun 20013-2019 bersumber dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Madiun
g) Peta RBI Kabupaten Madiun skala 1:25.000 diunduh melalui http://tanahair.indonesia.go.id/.

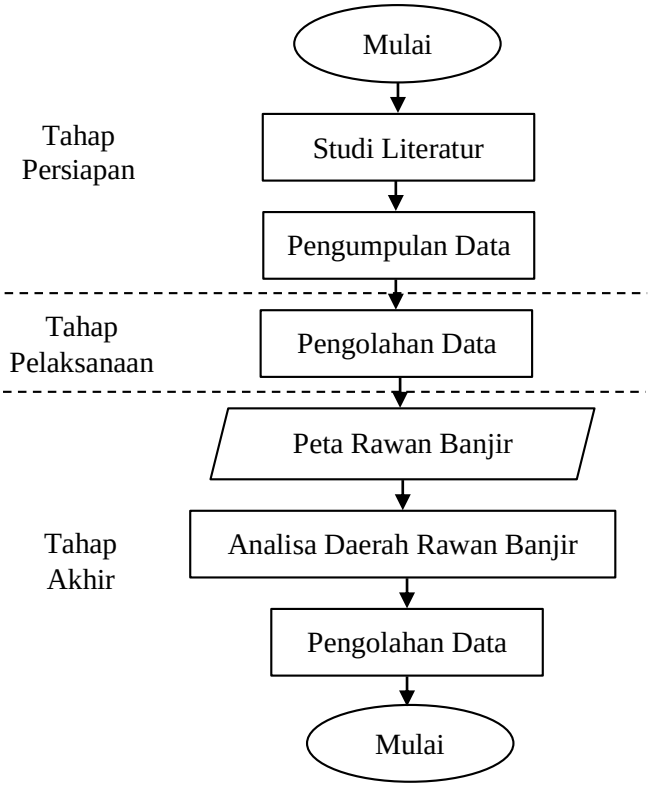
3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

a) Perangkat Keras (*Hardware*)
   - Laptop
b) Perangkat Lunak (*Software*)
   - Sistem Operasi Windows 10
   - *Software* Sistem Informasi Geografis untuk mengelola data curah hujan, DEMNAS, data jenis dan tekstur tanah, data DAS Kabupaten Madiun
   - *Software* untuk mengolah Citra Landsat 8

3.3 Metodologi Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Umum Penelitian

3.3.1 Tahap Persiapan

1 Studi Literatur

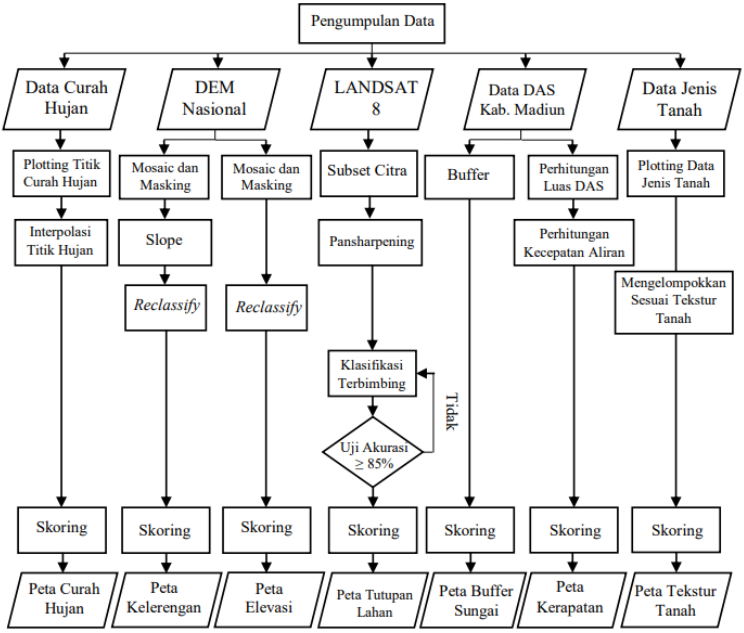
Pada tahap ini dilakukannya pencarian studi literatur sebagai penunjang dalam membantu menyelesaikan penelitian serta mendapatkan referensi untuk memahami materi yang akan dilakukan seperti pengertian, konsep, serta karakteristik DAS lalu aplikasi teknik *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) serta skoring.

2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sesuai dengan data yang diperlukan seperti: download data citra landsat 8, DEMNAS, dan data sekunder lainnya yang telah disebutkan pada sub-bab sebelumnya.

3.3.2 Tahap Pelaksanaan

Adapun alur dari tahap pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data Parameter

Penjelasan Diagram Alir

1) Peta Curah Hujan

Peta curah hujan didapatkan dari hasil pengolahan data curah hujan dengan menggunakan Software

ArcGIS. Adapun tahapan pengolahan data curah hujan sebagai berikut :

a) Ploting Titik Curah Hujan

Data koordinat pos curah hujan dan jumlah curah hujan tiap pos di input pada Ms.Excel dalam bentuk tabel koordinat dan jumlah curah hujan.

b) Input Titik Curah Hujan Pada ArcGIS

Masukkan data tabel plot titik curah hujan menggunakan perintah "file >> *add data* >> *add XY data*" sehingga titik curah hujan muncul pada Arcgis sesuai koordinaat pos hujan masing – masing titik. Kemudian lakukan *export data* sehingga titik curah hujan menjadi format *Shapefile* (shp).

c) Imterpolasi Titik Curah Hujan

Data Shp titik curah hujan kemudian di interpolasi menggunakan *tool* "*Inverse Distance Weighted* (IDW)" pada Arcgis dengan batas *extent* shp batas administrasi Kabupaten Madiun. Kemudian hasil interpolasi data dengan format raster diklasifikasi sesuai interval yang ditentukan menggunakan *tool* "*Raster Reclassify*" pada Arcgis.

d) Pemodelan Data Spasial

Data interpolasi curah hujan yang didapatkan dari proses pada ArcGIS masih dalam format raster, sehingga untuk dapat dilakukan proses *ovelay* data tersebut harus diubah menjadi format vektor (shp) menggunakan *tool* "*Raster to Polygon*". Data hasil konversi yang sudah berformat shp kemudian diberi skor pada setiap kelas curah hujan sehingga data siap untuk di-*overlay*.

2) Peta Kemiringan Lereng

Peta Kemiringan Lereng didapatkan dari hasil pengolahan Data DEMNAS menggunakan *software*

ArcGIS. Adapun tahapan pengolahan data DEMNAS sebagai berikut :

a) Mosaic dan Masking

Data DEMNAS di input pada *software* ArcGIS digabungkan yang telah mencakup Kabupaten Madiun menggunakan *tool* "*Mosaic to New Raster*". Kemudian data dipotong sesuai lokasi penelitian menggunakan *tool* "*Extract by Mask*" dengan shp batas administrasi kabupaten pacitan sebagai *mask*.

b) Pengolahan DEM

Data yang sudah dipotong kemudian dilakukan proses menggunakan *tool* "*Slope*" pada Arcgis untuk mendapatkan perbedaan nilai kemiringan dari data ketinggian DEMNAS. Setelah nilai kemiringan sudah didapatkan kemudian dilakukan proses klasifikasi sesuai dengan klasifikasi kemiringan lereng yang sudah ditentukan menggunakan *tool* "*Raster Reclassify*".

c) Pemodelan Data Spasial

Data kemiringan lereng yang didapatkan dari proses pada Arcgis masih dalam format raster, sehingga untuk dapat dilakukan proses ovelay data tersebut harus diubah menjadi format vektor (shp) menggunakan tool "Raster to Polygon". Data hasil konversi yang sudah berformat shp kemudian diberi skor pada setiap kelas kemiringan lereng sehingga data siap untuk di-overlay.

3) Peta Elevasi

Peta Elevasi didapatkan dari hasil pengolahan Data DEMNAS menggunakan *software* ArcGIS. Adapun tahapan pengolahan data DEMNAS sebagai berikut :

a) *Mosaic dan Masking*

Data DEMNAS di input pada *software* ArcGIS digabungkan yang telah mencakup Kabupaten Madiun menggunakan *tool* "*Mosaic to New Raster*". Kemudian

data dipotong sesuai lokasi penelitian menggunakan *tool* "*Extract by Mask*" dengan shp batas administrasi kabupaten pacitan sebagai *mask*.

b) Pengolahan DEM

Data DEM yang sudah memiliki nilai ketinggian di klasifikasi sesuai klasifikasi yang sudah ditentukan menggunakan *tool* "*Raster Reclassify*" sehingga didapatkan data dengan ketinggian yang sudah di klasifikasi.

c) Pemodelan Data Spasial

Data ketinggian yang didapatkan dari proses pada Arcgis masih dalam format raster, sehingga untuk dapat dilakukan proses *ovelay* data tersebut harus diubah menjadi format vektor (shp) menggunakan *tool* "*Raster to Polygon*". Data hasil konversi yang sudah berformat shp kemudian diberi skor pada setiap kelas ketinggian sehingga data siap untuk di-*overlay*.

4) Peta Tutupan Lahan

Peta Tutupan Lahan didapatkan dari hasil pengolahan data CSRT menggunakan Software ENVI dan ArcGIS. Adapun tahapan pengolahan data CSRT sebagai berikut :

a) Pemotongan Citra

Citra Landsat 8 di potong sesuai lokasi penelitian menggunakan software ENVI dengan *tool* "*Resize*" dan selanjutnya melakukan *Pansharpening* antara *multispectral* dan *panchromatic* agar mendapatkan resolusi yang lebih baik.

b) Klasifikasi Citra

Dilakukan uji ketelitian klasifikasi citra menggunakan perhitungan confusion matrix, apabila uji kebenaran $\geq 85\%$, maka interpretasi dianggap benar.

c) Pemodelan Data Spasial

Hasil Klasifikasi kemudian diubah menjadi format vektor poligon menggunakan *software* ENVI,

kemudian shp hasil klasifikasi di input pada Arcgis untuk dilakukan proses pemberian skor pada setiap kelas klasifikasi sehingga data siap untuk di *overlay*

5) Peta Kerapatan Aliran

Peta Kerapatan Aliran didapatkan dari hasil pengolahan Data DAS dan Peta RBI Kabupaten Madiun menggunakan *software* ArcGIS dan Ms. Excel. Adapun tahapan pengolahan data DAS dan Peta RBI sebagai berikut :

a) Perhitungan Luas DAS

Shp DAS kabupaten pacitan di input pada Arcgis kemudian dilakukan proses perhitungan luas daerah DAS menggunakan *tool* "*Calculate Geometry*" sehingga didapatkan luas setiap DAS Kabupaten Madiun.

b) Perhitungan Kerapatan Aliran

Nilai Kerapatan Aliran didapatkan dengan membagi jumlah panjang sungai pada setiap DAS dengan Luas DAS menggunakan Ms. Excel. Panjang sungai pada setiap DAS dihitung dengan *tool* "*Calculate Geometry*" dari hasil digitasi sungai pada peta RBI Kabupaten Madiun.

c) Pemodelan Data Spasial

Nilai Kerapatan Aliran yang sudah didapatkan kemudian di input pada tabel atribut shp DAS Kabupaten Madiun dan dilanjutkan dengan pemberian skor pada setiap nilai kerapatan aliran.

6) Peta Jenis Tanah

Peta Jenis Tanah didapatkan dari hasil pengolahan data peta tanah menggunakan software ArcGIS. adapun tahapan pengolahan data peta tanah sebagai berikut :

a) Digitasi

Peta Tanah dilakukan proses *geo-referencing* pada ArcGIS untuk memberikan koordinat pada peta. Setelah Peta Tanah memiliki koordinat, dilanjutkan dengan proses digitasi peta tanah sehingga didapatkan shp jenis tanah Kabupaten Madiun.

b) Pemberian Skor

Shp jenis tanah hasil digitasi kemudian diberikan skor pada setiap kelas jenis tanah sehingga data siap untuk di *overlay*.

7) Peta Rawan Banjir

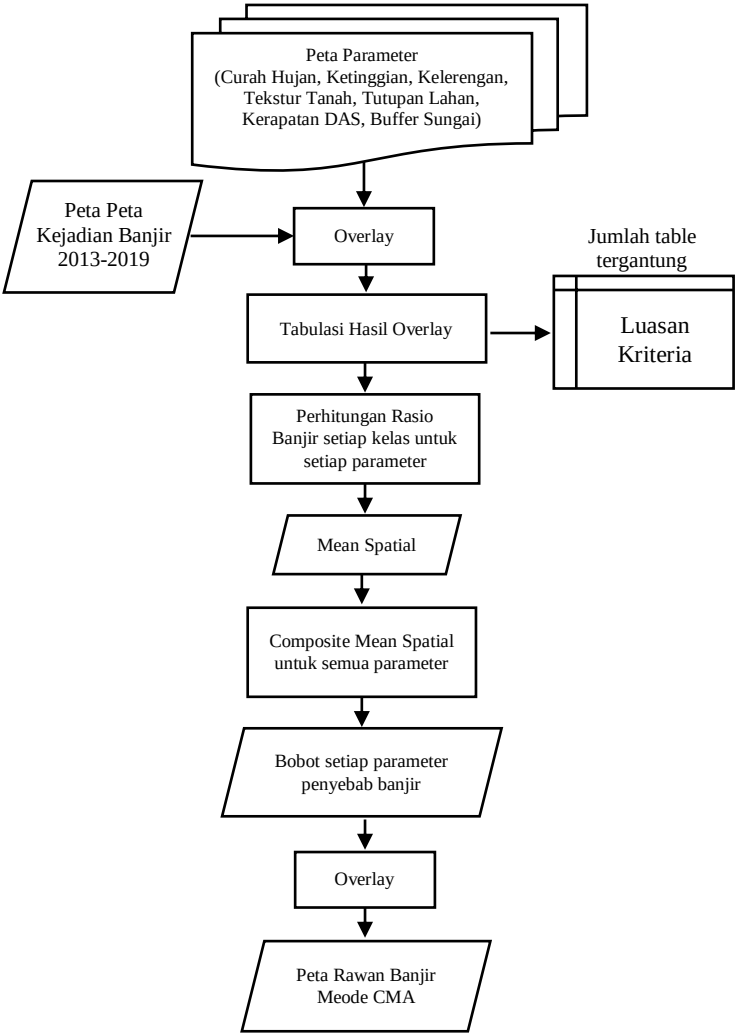
Peta Rawan Banjir didapatkan dari hasil *overlay* 6 Peta Parameter penyebab banjir pada menggunakan *software* ArcGIS. Adapun tahapan pengolahannya sebagai berikut :

a) Overlay

Hasil pengolahan data menjadi 6 shp parameter penyebab banjir yang sudah berbentuk poligon dan sudah diberi skor pada setiap kelas parameternya, kemudian di lakukan proses *overlay* dengan *tool* "*union*" pada Arcgis sehingga 6 shp tersebut tumpang tindih menjadi 1 shp.

b) Penentuan Kelas Kerawanan Banjir

Pada tabel atribut hasil *overlay* dilakukan perhitungan nilai rawan banjir dengan persamaan 2.2 dan menggunakan persamaan 2.3 untuk menentukan interval kelas kerawanan banjir.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengolahan Peta Rawan Banjir

Penjelasan Diagram Alir

- Peta rawan banjir di overlay dengan peta kejadian banjir dan distribusi luasan banjir di Kabupaten

Madiun sehingga menghasilkan peta rawan kejadian banjir, dimana parameter banjir meliputi: curah hujan, ketinggian, kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, kerapatan aliran sungai dan buffer sungai dihasilkan tabulasi hasil overlay setiap parameter banjir.

- Tabel atribut hasil *overlay* peta setiap parameter banjir dan peta sebaran kejadian banjir tahun 2013-2019 kemudian dilakukan perhitungan rasio banjir. Hasil perhitungan rasio banjir pada persamaan (2.4) dan rasio luas banjir pada persamaan (2.5) kemudian digunakan untuk menghitung *mean spatial* yang disebut dengan bobot relatif setiap parameter penyebab banjir dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.6).
- Nilai mean spatial setiap parameter digunakan untuk mendapatkan bobot setiap parameter banjir pada persamaan (2.7).
- Setelah didapatkan bobot setiap parameter penyebab banjir, 6 parameter tersebut di *overlay* menggunakan ArcGIS kemudian dilakukan perhitungan nilai rawan banjir dengan skor dan bobot yang sudah didapatkan dan setelah nilai rawan banjir dibagi menjadi kelas kerawanan banjir maka dihasilkan peta daerah rawan banjir Kabupaten Madiun.

3.3.3 Tahap Akhir

1) Analisa Daerah Rawan Banjir

Tahap Akhir merupakan tahap penyelesaian output peta daerah rawan banjir dan analisa hasil mengetahui daerah rawan banjir dengan terbaginya 3 kelas, yaitu: rendah, sedang dan tinggi. Dari hasil pengolahan peta

rawan banjir dapat di analisa dnngan peta rawan banjir dari BPBD Kabupaten Madiun.

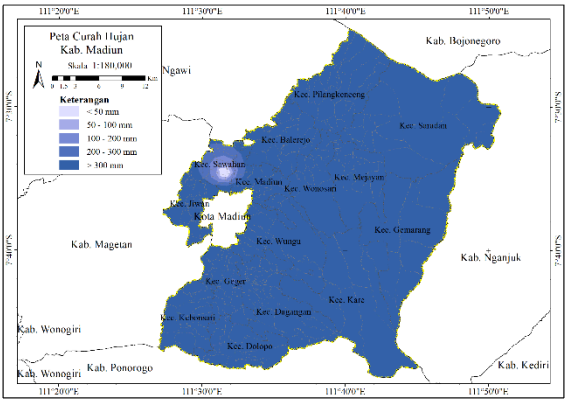
2) Penyusunan Laporan
Setelah mendapatkan hasil analisa, dilakukan penyelesaian laporan tugas akhir.

"Halaman ini Sengaja Dikosongkan"

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Curah Hujan

Parameter Curah Hujan didapatkan dari pengolahan data curah hujan tertinggi pada bulan Maret 2019 yang terdiri dati 35 stasiun yang tersebar di Kabupaten Madiun. Data stasiun curah hujan dan curah hujan bulan Maret 2019 terdapat pada Lampiran A.



Gambar 4. 1 Curah Hujan Maret 2019

Tabel 4. 1 Klasifikasi Parameter Curah Hujan

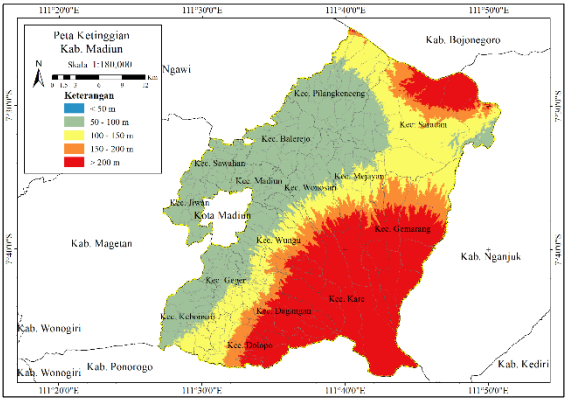
Klasifikasi Curah Hujan	Skor	Luas (Ha)	Presentase
< 50 mm	1	144.6999	0.13%
50 - 100 mm	2	194.8068	0.17%
100 - 200 mm	3	646.0402	0.58%
200 - 300 mm	4	1550.8265	1.39%
> 300 mm	5	109173.9973	97.73%

Pada tabel 4.1 parameter curah hujan Kabupaten Madiun dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: sangat rendah,

rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Hasil dari analisa pada gambar 4.1 dan tabel 4.1 klasifikasi curah hujan menunjukkan 97% dari wilayah Kabupaten Madiun masuk dalam kelas kerawanan sangat tinggi dengan nilai curah hujan > 300 mm. Dengan curah hujan tertinggi pada Kecamatan Saradan tepatnya di Desa Sugihwaras.

4.2 Parameter Ketinggian

Pearameter Ketinggian didapatkan dari pengolahan DEM Nasional yang mencakup eilayah Kabupaten Madiun.



Gambar 4. 2 Ketinggian Wilayah Kabupaten Madiun

Tabel 4. 2 KLasifikasi Parameter Ketinggian

Klasifikasi Ketinggian	Skor	Luas (Ha)	Presentase
> 200 m	1	35318.3059	31.62%
150 - 200 m	2	11031.4896	9.88%
100 - 150 m	3	25074.6843	22.45%
50 - 100 m	4	40273.7164	36.05%
< 50 m	5	12.1836	0.01%

Pada tabel 4.2 parameter ketinggian di Kabupaten Madiun dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi dan tinggi. Hasil dari analisa pada gambar 4.2 dan tabel 4.2 menunjukkan kelas kerawanan tinggi hanya 0.01% dengan luas 12,1836 Ha terdapat di wilayah Desa Banaran, Desa Bibrik, Desa Bagi, Desa Bakir, Desa Cabean, Desa Golan, Desa Kajang, Desa Klimpit, Desa Krokeh, Desa Pule, Desa Sawahan dan Desa Sidomulyo.

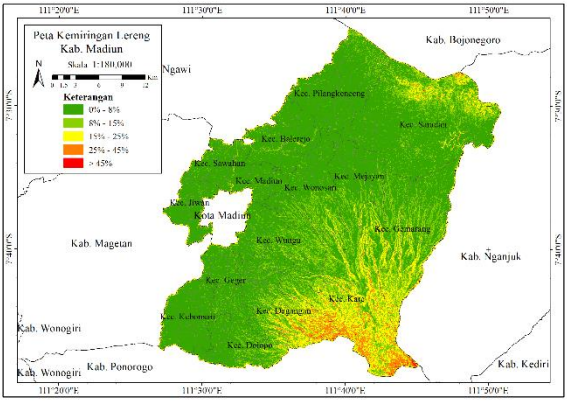
Tabel 4. 3 Klasifikasi dan Luasan Parameter Ketinggian

Kecamatan	**Luas (Ha)**				
	> 200 m	**150 - 200 m**	**100 - 150 m**	**50 - 100 m**	**< 50 m**
Balerejo	0	0	0	5492.85	2.04
Dagangan	4664.81	1313.39	1818.13	465.84	0
Dopolo	2140.18	1152.85	1899.89	9.89	0
Geger	0.19	261.84	1220.56	2556.35	0
Gemarang	7978.52	2897.34	1998.32	9.80	0
Jiwan	0	0	0.08	3491.63	0.33
Kare	14091.49	121.77	0	0	0
Kebonsari	0	0	1094.88	3958.53	0
Madiun	13.36	71.31	302.18	3353.45	2.93
Mejayan	456.55	853.20	2366.27	2351.36	0
Pilangkenceng	25.61	106.05	2645.17	6094.44	0
Saradan	3495.42	2511.74	9073.95	3910.12	0
Sawahan	0	0	0	2353.92	6.88
Wonosari	439.65	612.82	1092.66	3131.95	0
Wungu	2012.53	1129.18	1562.59	3093.57	0
JUMLAH	35318.31	11031.49	25074.68	40273.72	12.18

Pada tabel 4.3 menunjukkan wilayah Kecamatan Kare berada dengan ketinggian > 150 m yang merupakan kelas kerawanan agak rendah dan rendah. Sedangkan untuk wilayah yang berada pada kelas kerawanan tinggi berada disebagaian Kecamatan Balerejo, Kecamatan Jiwan, Kecamatan Madiun, dan Kecamatan Sawahan. Pada Kecamatan Balerejo dan Kecamatan Sawahan seluruh wilayahnya berada dengan ketinggian < 100 m yang merupakan kelas kerawanan agak tinggi dan tinggi.

4.3 Parameter Kemiringan Lereng

Pearameter Ketinggian didapatkan dari pengolahan DEM Nasional yang mencakup eilayah Kabupaten Madiun. Pada tabel 4.4 parameter kemiringan lereng dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi dan tinggi.



Gambar 4. 3 Kemiringan Lereng wilayah Kabupaten Madiun

Tabel 4. 4 Klasifikasi Parameter Kemiringan Lereng

Klasifikasi Kemiringan Lereng	Skor	Luas (Ha)	Presentase
> 45%	1	29.55164	0.03%
25% - 45%	2	1563.20045	1.40%
15% - 25%	3	6876.26170	6.16%
8% - 15%	4	14291.2350	12.79%
0% - 8%	5	88950.0249	79.63%

Hasil dari analisa pada gambar 4.3 dan tabel 4.4 memnunjukkan 90% wilayah Kabupaten Madiun termasuk dalam kelas agak tinggi dan tinggi dengan kemiringan lereng 0% - 8% dan 8% - 15%. Dan kurang dari 10% wilayah

Kabupaten Madiun masuk dalam kelas rendah, agak rendah dan sedang.

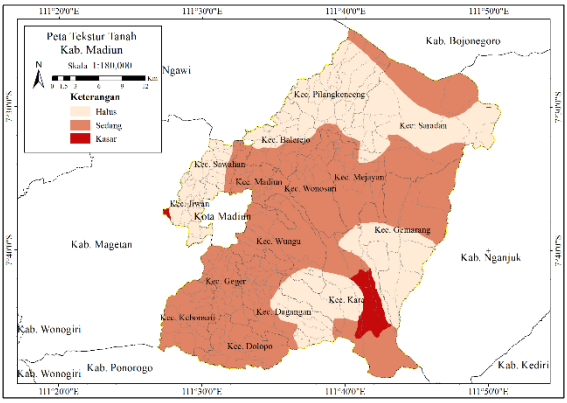
Tabel 4. 5 Klasifikasi dan Luasan Parameter Kemiringan Lereng

Kecamatan	Luas (Ha)				
	> 45%	25% - 45%	15% - 25%	8% - 15%	0% - 8%
Balerejo	0	0	4.48	111.47	5378.94
Dagangan	4.15	429.30	1302.61	1751.64	4774.46
Dopolo	0	4.83	76.00	508.71	4613.28
Geger	0	0	1.91	90.16	3946.86
Gemarang	0	58.83	1065.31	2892.16	8867.69
Jiwan	0	0	1.26	25.50	3465.29
Kare	25.32	1019.16	3713.73	4382.81	5072.15
Kebonsari	0	0.08	3.71	49.31	5000.32
Madiun	0	0	6.25	129.39	3607.59
Mejayan	0	0.02	15.29	429.62	5582.46
Pilangkenceng	0	0	4.76	193.34	8673.17
Saradan	0.08	49.28	572.19	2228.81	16140.86
Sawahan	0	0	1.08	44.38	2315.35
Wonosari	0	0.02	45.70	523.19	4708.17
Wungu	0	1.68	62.00	930.75	6803.45
JUMLAH	29.55	1563.20	6876.26	14291.24	88950.02

Pada tabel 4.5 menunjukkan wilayah dengan kelas kerawanan rendah dengan kemiringan lereng > 45% hanya sebagian kecil dari Kabupaten Madiun, yaitu pada sebagian Kecamatan Dagangan, Kecamatan Kare, dan Kecamatan Saradan. Wilayah yang termasuk dengan kelas kerawanan tinggi dengan kemiringan lereng < 8% sebagian besar dari Kabupaten Madiun yang berada hampir setiap kecmatan ada dalam kondisi tersebut.

4.4 Parameter Tekstur Tanah

Parameter tekstur tanah didapat dari pengolahan peta jenis tanah di Kabupaten Madiun yang dikelompokkan berdasarkan tekstur tanah sesuai dengan tabel 2.1.



Gambar 4. 4 Tektur Tanah di wilayah Kabupaten Madiun

Tabel 4. 6 Klasifikasi Parameter Tekstur Tanah

Klasifikasi Tekstur Tanah	Skor	Luas (Ha)	Presentase
Kasar	1	2316.5911	2.07%
Sedang	3	66894.9394	59.88%
Halus	5	42498.6257	38.04%

Pada tabel 4.4 parameter tekstur tanah dibagi menjadi 3 kelas kerawanan, yaitu: kasar, sedang dan halus. Tekstur tanah semakin halus menyebabkan tingkat kerawanan semakin tinggi. Hasil dari analisa pada gambar 4.4 dan tabel 4.6 menunjukkan wilayah Kabupaten Madiun sebagian bersar tanah bertekstur sedang dengan presentasi lebih dari 50%.

Tabel 4. 7 Klasifikasi dan Luasan Parameter Tekstur Tanah

Kecamatan	Luas (Ha)		
	Kasar	Sedang	Halus
Balerejo	0	2480.06	3014.85
Dagangan	0	5156.72	3105.44
Dopolo	0	5202.81	0
Geger	0	4038.93	0

Kecamatan	Luas (Ha)		
	Kasar	Sedang	Halus
Gemarang	0	7068.86	5815.13
Jiwan	69.52	4.35	3418.21
Kare	2247.27	5743.18	6222.92
Kebonsari	0	5053.41	0
Madiun	0	3743.23	0
Mejayan	0	5651.59	375.79
Pilangkenceng	0	1263.06	7608.22
Saradan	0	8571.39	10419.75
Sawahan	0	659.72	1701.03
Wonosari	0	5277.09	0
Wungu	0	6980.55	817.32
JUMLAH	2316.79	66894.94	42498.66

Pada tabel 4.7 wilayah Kabupaten Madiun yang bertekstur tanah kasar yang terletak pada Kecamatan Jiwan meliputi: Desa Kincangwetan, dan Desa Sukolilo, dan terletak pada Kecamatan Kare yang meliputi: Desa Cermo, Desa Kare, Desa Kepel, Desa Kuwiran dan Desa Randualas. Sedangkan untuk wilayah dengan tanah bertekstur halus yang merupakan kelas kerawanan tinggi berada pada sebagian Kecamatan Balerejo, Kecamatan Dagangan, Kecamatan Gemarang, Kecamatan Jiwan, Kecamatan Kare, Kecamatan Mejayan, Kecamatan Pilangkenceng, Kecamatan Saradan, Kecamatan Sawahan dan Kecamatan Wungu.

4.5 Parameter Tutupan Lahan

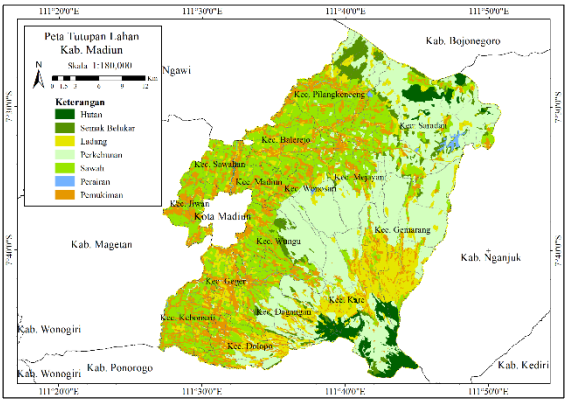
Parameter tutupan lahan didapatkan dari pengolahan data citra Landsat 8 Level 1 dengan path 119 dan row 65 yang mencakup wilayah Kabupaten Madiun. Tutupan Lahan dilakukan menggunakan metode Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*) yaitu *Maximum Likelihood Classification*. Hasil klasifikasi citra satelit tersebut kemudian

dilakukan proses validasi menggunakan dengan peta RBI yang dikombinasikan dengan google earth. Berdasarkan proses validasi diperoleh nilai *Kappa Coefficient* dan *Overal Accuracy* sebagai berikut:

Tabel 4. 8 *Confussion Matrix*

Kelas	1	2	3	4	5	6	7	Total
1	21	0	0	0	0	0	0	21
2	1	18	0	0	0	0	1	20
3	0	2	29	3	6	0	0	40
4	3	0	1	31	2	2	0	39
5	0	5	0	0	27	0	2	34
6	0	0	0	0	0	23	0	23
7	0	0	0	1	0	0	32	33
Total	25	25	30	35	35	25	35	210
Overal Accuracy			86,19%		***Kappa***		0.838	
Keterangan:								
1	Hutan				5	Sawah		
2	Semak Belukar				6	Perairan		
3	Ladang				7	Pemukiman		
4	Perkebunan							

Hasil dari Klasifikasi citra Landsat 8 dilakukan validasi didapatkan akurasi 86,19% sesuai ketentuan klasifikasi penggunaan lahan berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 minimal 85%. Parameter tutupan lahan di Kabupaten Madiun dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi dan tinggi.



Gambar 4. 5 Tutupan Lahan wWilayah Kabupaten Madiun

Tabel 4. 9 Klasifikasi Parameter Tutupan Lahan

Klasifikasi Tutupan Lahan	Skor	Luas (Ha)	Presentase
Hutan	1	4682.7423	4.19%
Semak Belukar	2	4587.2846	4.11%
Ladang	3	15763.5432	14.11%
Perkebunan	3	38257.9455	34.25%
Sawah	4	33698.1121	30.17%
Perairan	5	542.4167	0.49%
Pemukiman	5	14178.3392	12.69%

Pada tabel 4.8 menunjukan wilayah Kabupaten Madiun terbesar pada kelas sedang yang meliputi: ladang dengan presentase 14,11% dan perkebunan dengan presentase 34,25%. Dan wilayah terbesar kedua pada kelas agak tinggi yang meliputi: sawah dengan presentase 30,17%.

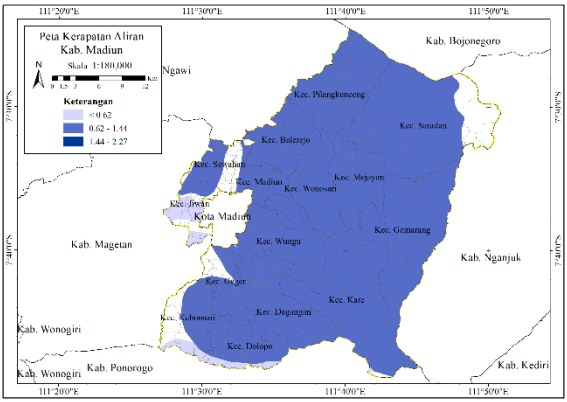
Tabel 4. 10 Klasifikasi dan Luasan Parameter Tutupan Lahan

Kecamatan	Luas (Ha)						
	Hutan	Semak Belukar	Ladang	Perkebunan	Sawah	Perairan	Pemukiman
Balerejo	0	12.97	618.11	48.51	3728.59	6.98	1079.73
Dagangan	623.84	415.22	1237.92	2570.45	2479.47	16.05	919.21
Dopolo	0	48.88	1437.55	1049.22	1368.01	7.36	1291.80
Geger	0	0.99	1142.22	156.48	1558.68	4.90	1175.65
Gemarang	270.68	91.31	3287.69	7695.88	918.05	14.16	606.21
Jiwan	0	0	141.88	31.87	2169.06	6.07	1143.16
Kare	2516.45	361.57	3506.54	6389.58	747.20	1.52	690.40
Kebonsari	0	0	400.43	61.43	3120.73	33.99	1436.82
Madiun	0	118.04	257.38	500.37	2043.47	19.78	804.19
Mejayan	0	70.63	431.98	3011.54	1875.86	6.45	630.91
Pilangkenceng	0	1386.33	895.85	1590.36	3854.58	48.32	1095.83
Saradan	1271.77	1536.00	1361.13	9498.14	3968.27	301.55	1054.37
Sawahan	0	36.53	251.10	0	1535.35	28.09	509.73
Wonosari	0	22.76	431.03	2697.23	1502.20	36.87	586.99
Wungu	0	486.07	362.71	2956.88	2828.57	10.31	1153.34
JUMLAH	4682.74	4587.28	15763.54	38257.95	33698.11	542.42	14178.34

Pada tabel 4.9 menunjukkan kawasan hutan di sebagian kecil wilayah Kabupaten Madiun berada pada Kecamatan Dagangan, Kecamatan Gemarang, Kecamatan Kare, dan Kecamatan Saradan.

4.6 Parameter Kerapatan Aliran

Parameter kerapatan aliran didapatkan dari pengolahan digitasi sungai dari peta RBI dan pengolahan DAS Kabupaten Madiun. Perhitungan kerapatan aliran sungai dihitung sesuai dengan persamaan 2.1 dengat data luas DAS dan jumlah panjang sungai yang mengaliri. Di Kabupaten Madiun terdapat 4 sungai besar diantaranya Kali Jerowan, Kali Batil, Kali Catur dan Kali Wilas. Seua sungai tersebut mengalir ke arah Kali Madiun kecuali sungai Wilas mengalir kea rah sungai Brantas.



Gambar 4. 6 Kerapatan Aliran Sungai Kabupaten Madiun

Tabel 4. 11 Klasifikasi Parameter Kerapatan Aliran Sungai

Klasifikasi Kerapatan Aliran	Skor	Luas (Ha)	Presentase
> 3.10	1	0	0%
2.28 - 3.10	2	0	0%
1.45 - 2.27	3	8470.1924	7.58%
0.62 - 1.44	4	100487.1735	89.95%
< 0.62	5	2752.9810	2.46%

Pada tabel 4.10 parameter kerapatan aliran sungai dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: jarang, agak jarang, sedang, rapat dan sangat rapat. Hasil dari analisa pada gambar 4.6 dan tabel 4.10 menunjukkan wilayah Kabupaten Madiun berada pada kelas sedang, rapat dan sangat rapat. Sebagian besar Kabupaten Madiun dengan presentase lebih dari 90% wilayah berada pada kelas kerawanan tinggi.

Tabel 4. 12 Klasifikasi dan Luasan Parameter Kerapatan Aliran Sungai

Kecamatan	Luas (Ha)				
	> 3.10	2.28 - 3.10	1.45 - 2.27	0.62 - 1.44	< 0.62
Balerejo	0	0	0	5494.90	0
Dagangan	0	0	0	8262.16	0
Dopolo	0	0	0	4387.92	814.90
Geger	0	0	942.19	3096.71	0
Gemarang	0	0	0	12883.99	0
Jiwan	0	0	952.86	1097.93	1441.25
Kare	0	0	128.22	14060.14	24.90
Kebonsari	0	0	1693.11	2888.37	471.93
Madiun	0	0	402.34	3340.91	0
Mejayan	0	0	0	6027.38	0
Pilangkenceng	0	0	0	8871.27	0
Saradan	0	0	3348.84	15642.39	0
Sawahan	0	0	990.97	1369.84	0
Wonosari	0	0	0	5277.09	0
Wungu	0	0	11.69	7786.18	0
JUMLAH	0	0	8470.21	100487.19	2752.98

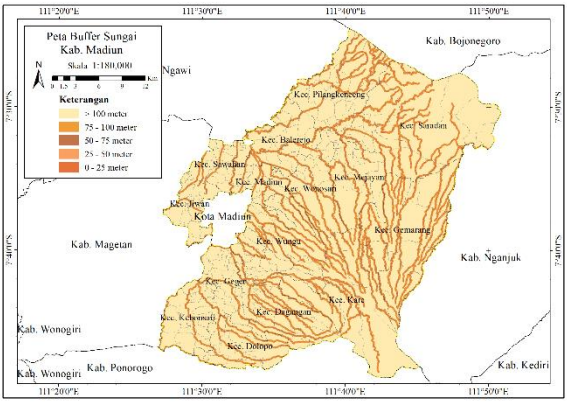
Pada tabel 4.11 menunjukkan kelas sangat rapat dengan tingkat kerawanan tinggi berada pada Kecamatan Dopolo, Kecamatan Jiwan, Kecamatan Kare dan Kecamatan Kebonsari.

4.7 Parameter Buffer Sungai

Parameter buffer sungai didapat dari digitasi sungai dari peta RBI. Parameter buffer sungai dilakukan sesuai dengan kriteria kelas

Tabel 4. 13 Klasifikasi Parameter Buffer Sungai

Klasifikasi Buffer Sungai	Skor	Luas (Ha)	Presentase
> 100 m	1	91251.6564	81.69%
75 - 100 m	2	4900.4703	4.39%
50 - 75 m	3	5045.7190	4.52%
25 - 50 m	4	5199.1477	4.65%
0-25 m	5	5313.3902	4.76%



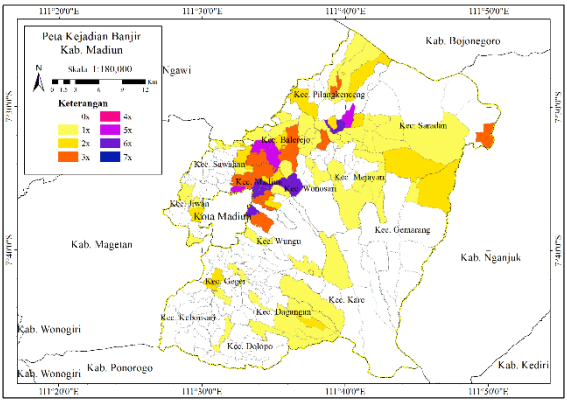
Gambar 4. 7 Buffer Sungai Kabupaten Madiun

Pada tabel 4.10 parameter kerapatan aliran sungai dibagi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: sangat jauh, jauh, sedang, rawan dan sangat rawan.

4.8 Pembobotan Parameter Banjir

Perhitungan bobot parameter penyebab banjir dilakukan dengan menggunakan metode CMA. Terdapat 7 parameter penyebab banjir, yaitu: parameter curah hujan, parameter kemiringan lereng, parameter ketinggian, parameter jenis tanah, parameter tutupan lahan, parameter kerapatan aliran dan parameter buffer sungai.

Tahap pertama melakukan perhitungan bobot menggunakan metode CMA ini adalah melakukan *overlay* pada 7 parameter penyebab banjir terhadap terhadap peta kejadian banjir BPBD Kabupaten Madiun tahun 2013 - 2019 menggunakan software SIG dihasilkan bobot setiap parameter penyebab banjir.



Gambar 4. 8 Kejadian Banjir Kabupaten Madiun Tahun 2013 - 2019

Dengan adanya kejadian banjir tersebut menentukan daerah tersebut berpotrnsi atau tidaknya, jika daerah tersebut ridak pernah terjadi banjir selama 2013 – 2019 berarti daerah tersebut tidak berpotensi banjir. Kejadian banjir terbesar terjadi di Desa Tempusari, Kecamatan Wungu telah 6 tahun dari tahun 2013 -2019 mengalami bencana banjir dengan jumlah kejadian sebanyak 21 kejadian bencana banjir yang telah dijelaskan pada Lampiran B.

Tabel 4. 14 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Curah Hujan

Klasifikasi Curah Hujan	**Skor**	**Luas (Ha)**	**Potensi Banjir (Ha)**	**Rasio Banjir**	**Rasio Luas Banjir**
< 50 mm	1	144.699858	0	0	0
50 - 100 mm	2	194.806802	0	0	0
100 - 200 mm	3	646.040209	66.139817	0.1024	0.0015
200 - 300 mm	4	1550.83652	473.47508	0.3053	0.0109
> 300 mm	5	109173.9973	42771.67266	0.3918	0.9875
JUMLAH		111710.3807	43311.28755		
Mean Spatial				0.3904	

Tabel 4. 15Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Ketinggian

Klasifikasi Ketinggian	Skor	Luas (Ha)	Potensi Banjir (Ha)	Rasio Banjir	Rasio Luas Banjir
> 200 m	1	35318.30591	8480.600638	0.2401	0.1958
150 - 200 m	2	11031.48963	2401.158903	0.2177	0.0554
100 - 150 m	3	25074.68735	12330.89174	0.4918	0.2847
50 - 100 m	4	40273.71639	20089.88495	0.4988	0.4638
< 50 m	5	12.183594	8.760515	0.7190	0.0002
JUMLAH		111710.3829	43311.29675		
Mean Spatial				0.4306	

Tabel 4. 16 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Kemiringan Lereng

Klasifikasi Kelerengan	Skor	Luas (Ha)	Potensi Banjir (Ha)	Rasio Banjir	Rasio Luas Banjir
> 45%	1	29.551644	4.150749	0.1405	0.0001
25% - 45%	2	1563.2006	511.007973	0.3269	0.0118
15% - 25%	3	6876.361	1840.344359	0.2676	0.0425
8% - 15%	4	14291.235	3524.25878	0.2466	0.0814
0% - 8%	5	88950.035	37431.53572	0.4208	0.8642
JUMLAH		111710.3831	43311.29758		
Mean Spatial				0.3990	

Tabel 4. 17 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Tekstur Tanah

Klasifikasi Tekstur Tanah	Skor	Luas (Ha)	Potensi Banjir (Ha)	Rasio Banjir	Rasio Luas Banjir
Kasar	1	2316.791059	0.744069	0.0003	0.0000
Sedang	3	66894.93635	24350.17369	0.3640	0.5622
Halus	5	42498.65571	18960.36725	0.4461	0.4378
JUMLAH		111710.3831	43311.285		
Mean Spatial				0.4000	

Tabel 4. 18 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Tutupan Lahan

Klasifikasi	Skor	Luas	Potensi Banjir	Rasio	Rasio
Tutupan Lahan		(Ha)	(Ha)	Banjir	Luas Banjir
Hutan	1	4682.742301	772.173206	0.1649	0.0178
Semak Belukar	2	4587.284573	2752.217509	0.6000	0.0635
Ladang	3	15763.54319	4871.885849	0.3091	0.1125
Perkebunan	3	38257.94547	14199.21014	0.3711	0.3278
Sawah	4	33698.11215	14855.18282	0.4408	0.3430
Perairan	5	542.416651	331.559804	0.6113	0.0077
Pemukiman	5	14178.33921	5529.068214	0.3900	0.1277
JUMLAH		111710.3835	43311.29754		
Mean Spatial				0.4032	

Tabel 4. 19 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Kerapatan Aliran

Klasifikasi	Skor	Luas	Potensi Banjir	Rasio	Rasio
Kerapatan DAS		(Ha)	(Ha)	Banjir	Luas Banjir
> 3.10	1	0	0	0	0
2.28 - 3.10	2	0	0	0	0
1.45 - 2.27	3	8470.195414	1428.614429	0.1687	0.0330
0.62 - 1.44	4	100487.1992	41242.73812	0.4104	0.9522
< 0.62	5	2752.988998	639.945044	0.2325	0.0148
JUMLAH		111710.3836	43311.2976		
Mean Spatial				0.3998	

Tabel 4. 20 Perhitungan *Mean Spatial* Parameter Buffer Sungai

Klasifikasi Buffer Sungai	Skor	Luas (Ha)	Potensi Banjir (Ha)	Rasio Banjir	Rasio Luas Banjir
> 100 m	1	91251.65641	35083.40891	0.3845	0.8100
75 - 100 m	2	4900.470316	1957.244232	0.3994	0.0452
50 - 75 m	3	5045.718875	2027.904368	0.4019	0.0468
25 - 50 m	4	5199.147654	2097.455095	0.4034	0.0484
0-25 m	5	5313.390202	2145.284911	0.4038	0.0495
JUMLAH		111710.3835	43311.29752		
Mean Spatial				0.3878	

Hasil perhitungan diperoleh mean spatial parameter curah hujan sebesar 0,3940 seperti pada tabel 4.13, perhitungan mean spatial parameter ketinggian sebesar 0,4306 seperti pada tabel 4.14, perhitungan mean spatial parameter kemiringan lereng sebesar 0,3990 seperti pada tabel 4.15, perhitungan mean spatial parameter tekstur tanah sebesar 0,40 seperti pada tabel 4.16, perhitungan mean spatial parameter tutupan lahan sebesar 0,4032 seperti pada tabel 4.17, perhitungan mean spatial parameter kerapatan aliran sebesar 0,3998 seperti pada tabel 4.18, dan perhitungan mean spatial parameter buffer sung sebesar 0,3878 seperti pada tabel 4.19.

Hasil perhitungan mean spatial selanjutnya digunakan untuk menghitung bobot setiap parameter penyebab banjir, dimana bobot hasil perhitungan dengan metode CMA memiliki hasil yang hamper sama dan rata pada semua parameter penyebab banjir di Kabupaten Madiun.

Tabel 4. 21 Bobot Parameter Penyebab Banjir dengan Metode CMA

No	Parameter	Mean Spatial	Bobot
1	Curah Hujan	0.3904	13.89
2	Ketinggian	0.4306	15.32
3	Kemiringan Lereng	0.3990	14.20
4	Tekstur Tanah	0.4000	14.23
5	Tutupan Lahan	0.4032	14.34
6	Kerapatan Aliran Sungai	0.3998	14.22
7	Buffer Sungai	0.3878	13.80
		2.81078	100

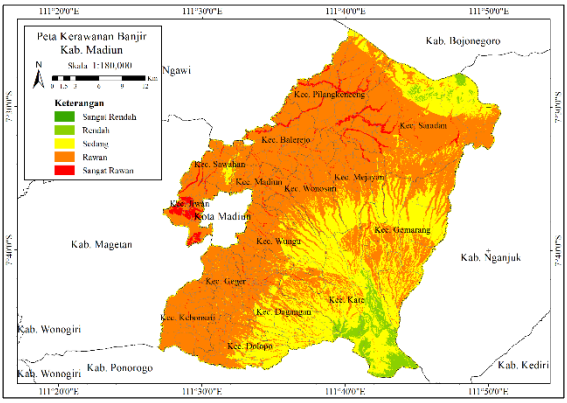
Jika dilihat parameter ketinggian memiliki bobot yang sedikit lebih besar dari parameter yang lain. Hal ini disebabkan karena dari kejadian bencana banjir tahun 2013 – 2019, wilayah yang pernah terjadi banjir memiliki ketinggian dalamtingkat kelas kerawanan agak tinggi dan tinggi.

4.9 Peta Daerah Rawan Banjir

Peta Daerah Rawan Banjir didapatkan dari *overlay* parameter curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, tutupan lahan, tekstur tanah, kerapatan aliran dan buffer sungai dengan bobot setiap parameter dari hasil perhitungan menggunakan metode CMA. Hasil analisa gambar 4.9 menunjukkan peta rawan banjir di Kabupaten Madiun dibahi menjadi 5 kelas kerawanan, yaitu: sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi sesuai dengan tabel 4.21.

Tabel 4. 22 Interval Kelas Kerawanan Banjir di Kabupaten Madiun

No	Interval Kelas	Kelas Kerawanan
1.	100 – 180	Sangat Rendah
2.	180 – 260	Rendah
3.	260 – 340	Sedang
4.	340 – 420	Tinggi
5.	420 - 500	Sangat Tinggi



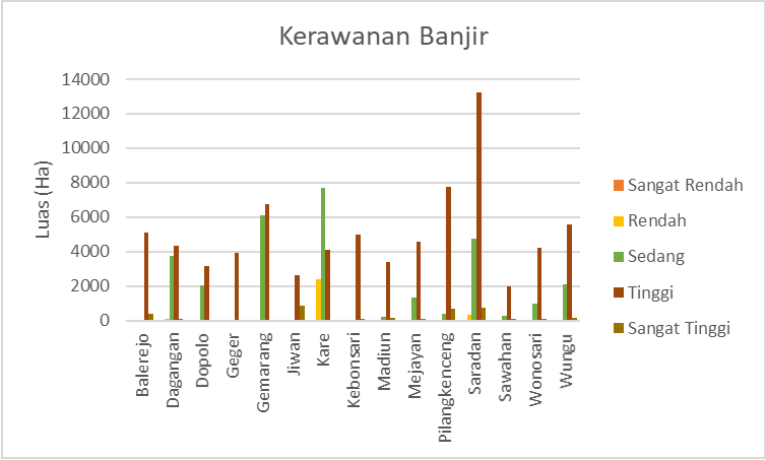
Gambar 4. 9 Daerah Rawan Banjir Kabupaten Madiun Metode CMA

Tabel 4. 23 Luas Daerah Rawan Banjir Kabupaten Madiun

Klasifikasi	Luas Daerah (Ha)	Presentase
Sangat Rendah	0	0%
Rendah	2840.267402	2.54%
Sedang	29659.38314	26.55%
Tinggi	75721.89314	67.78%
Sangat Tinggi	3488.460732	3.12%

Pada tabel 4.22 menunjukkan bahwa sekitar 70% luas wilayah Kabupaten Madiun merupakan daerah dengan kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi. Pada tabel 4.23 menunjukkan daerah terluas dengan tingkat kerawanan banjir sangat tinggi berada pada Kecamatan Jiwan dengan luas 839,88 Ha, tepatnya pada Desa Bibrik, Desa Grobogan, Desa Jiwan, Desa Kincang Wetan, Desa Klagen Serut, Desa Kwangsen, Desa Metesi, Desa Ngetrep, Desa Sambirejo, Desa Sukolilo, Desa Tegyhan dan Desa Wayut. Daerah yang berada pada tingkat kerawanan rendah berada pada Kecamatan Gemarang, Kecamatan Kare dan Kecamatan Saradan dikarenakan pada daerah tersebut merupakan kawasan hutan.

Dari gambar 4.9 menunjukkan daerah yang sangat rawan banjir yang berada dekat dengan aliran sungai.



Gambar 4. 10 Luas Wilayah Rawan Banjir Kab. Madiun

Gambar 4.9 terlihat daerah pada tingkat kerawanan sangat tinggi berada pada daerah aliran sungai. Gambar 4.10 menggambarbarkan luasan wilayah tingkat kerawanan banjir setiap kecamatan di Kabupaten Madiun. Luasan wilayah banjir paling besar dengan tingkat kerawanan sangat tinggi berada pada Kecamatan Jiwan dengan luas area 839.879 Ha, pada Kecamatan Saradan dengan luas area 716,821 Ha, pada Kecamatan Pilangkenceng dengan luas area 700,569 Ha, pada Kecamatan Balerejo dengan luas 378,202 Ha.

Tabel 4. 24 Kerawanan Banjir Kecamatan Balerejo

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Balerejo	Ds. Babadan Lor	0	0	0	152.1897	12.65921
	Ds. Balerejo	0	0	0	415.9819	14.52362
	Ds. Banaran	0	0	0	123.4782	35.61003

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Balerejo	Ds. Garon	0	0	0	385.1993	30.34596
	Ds. Glonggong	0	0	0	338.9203	9.752436
	Ds. Jerukguling	0	0	0	283.947	9.243257
	Ds. Kebonagung	0	0	0	284.9506	10.86613
	Ds. Kedungjati	0	0	0	259.2018	9.769407
	Ds. Kedungrejo	0	0	0	351.4145	65.31377
	Ds. Kuwu	0	0	0	446.462	8.77147
	Da. Pacinan	0	0	0	192.8213	14.83787
	Ds. Simo	0	0	0	358.8096	43.23939
	Ds. Sogo	0	0	0	357.5487	71.94048
	Ds. Sumberbening	0	0	0	221.0168	11.7468
	Ds. Tapelan	0	0	0	152.7532	6.796015
	Ds. Warurejo	0	0	0	314.9939	4.196441
Jumlah		0	0	0	4639.689	359.6123

Tabel 4.23 menunjukkan Kecamatan Balerejo berada pada tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir tinggi dengan presentase 93,12% dan tingkat kerawanan banjir sangat tinggi dengan presentase 6,88%.

Tabel 4. 25 Kerawanan Banjir Kecamatan Dagangan

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Dagangan	Ds. Banjarejo	0	0	15.65584	149.2276	2.939486
	Ds. Banjarsari Kulon	0	0	90.15406	798.2005	6.848777
	Ds. Banjarsari Wetan	0	0	11.29984	382.366	5.207195
	Ds. Dagangan	0	0	23.37057	302.7641	5.097272
	Kehutanan	0	0	732.9854	373.6539	0.001279
	Ds. Jetis	0	0	0.615351	141.65	4.167799
	Ds. Joho	0	0	7.569478	224.3207	4.691909
	Ds. Kepet	0	0	3.804844	202.3895	4.892747
	Ds. Ketandan	0	0	333.2068	173.5401	0
	Ds. Mendak	0	35.80446	286.1607	68.15033	0
	Ds. Mruwak	0	0	22.47897	291.0074	10.20636
	Ds. Ngranget	0	26.91158	594.721	261.3716	0.211536
	Ds. Padas	0	0.023528	269.1354	93.61149	0.176746
	Ds. Prambon	0	0	2.554365	178.7163	8.056217

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Dagangan	Ds. Sukosari	0	0	0	101.8523	13.38035
	Ds. Tileng	0	0.112475	346.4324	77.87107	0
Jumlah		0	62.85204	2740.145	3820.693	65.87767

Tabel 4.24 menunjukkan Kecamatan Dagangan berada pada tingkat kerawanan banjir rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir rendah dengan presesntase 1,07% berada pada Desa Mendak, Desa Ngranget, Desa Padas, Desa Segulung, dan Desa Tileng. Pada tingkat kerawanan banjir sedang dengan presentase 45,41% dan tingkat kerawanan banjir tinggi dengan presentase 52,56%. Sedangkan tingkat kerawanan banjir sangat tinggi hanya sebagian kecil dengan presentase 0.97% Kecamatan Dagangan yang berada hampir di seluruh desa kecuali Desa Ketandan, Desa Mendak, dan Desa Sukosari.

Tabel 4. 26 Kerawanan Banjir Kecamatan Dopolo

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Dopolo	Ds. Bader	0	0	378.7329	153.5374	0
	Kel. Bangunsari	0	0	0.131883	225.8083	2.215177
	Ds. Blimbing	0	0	309.5209	88.13849	0
	Ds. Candimulyo	0	0	124.0715	538.0357	0.313496
	Ds. Doho	0	0	0.329719	236.2291	4.902771
	Ds. Dopolo	0	0	0.478249	338.704	7.873454
	Ds. Glonggong	0	0	45.31803	395.7146	0.749377
	Kehutanan	0	0	113.7007	22.83495	0
	Ds. Ketawang	0	0	0	159.0503	0.24033
	Ds. Kradinan	0	0	224.7091	292.697	0.33916
	Ds. Lembah	0	0	0.326344	255.0758	4.008685
	Kel. Milir	0	0	6.804462	322.1736	4.343784
	Ds. Suluk	0	0	838.7546	106.9508	0
Jumlah		0	0	2042.878	3134.95	24.98623

Tabel 4.25 menunjukkan Kecamatan Dopolo berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Pada tingkat kerawanan banjir sedang dengan presentase 39,26% berada pada Desa Bader, Kelurahan Bangunsari, Desa Blimbing, Desa Candimulyo, Desa Doho, Desa Dopolo, Desa Glonggong, Desa Kradinan, Desa Lembah, Kelurahan Milir dan Desa Suduk. Pada tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi di Kecamatan Dopolo dengan presentase lebih dari 60% dari luas wilayah.

Tabel 4. 27 Kerawanan Banjir Kecamatan Geger

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Geger	Ds. Banaran	0	0	0.606076	165.5271	2.519745
	Ds. Geger	0	0	20.4519	341.517	0
	Ds. Jatisari	0	0	0.942221	313.6791	6.957094
	Ds. Jogodayu	0	0	0.014607	130.7455	0
	Ds. Kaibon	0	0	0.759995	347.2398	0.580658
	Ds. Kertobanyon	0	0	0	108.0673	3.454336
	Ds. Kertosari	0	0	0	168.0033	5.477467
	Ds. Klorogan	0	0	0.599461	228.0141	0.651881
	Ds. Kranggan	0	0	0.198787	321.9989	0.855413
	Ds. Nglanduk	0	0	0.440006	258.899	5.985669
	Ds. Pagotan	0	0	2.151438	112.108	1.37048
	Ds. Purworejo	0	0	0.760306	273.1439	6.105759
	Ds. Putat	0	0	0.472346	222.2772	1.639087
	Ds. Sambirejo	0	0	0.208606	155.09	2.476778
	Ds. Sangen	0	0	0	129.4771	0.76934
	Ds. Sareng	0	0	22.06563	180.3372	0.004954
	Ds. Slambur	0	0	0.385049	139.5687	0
	Ds. Sumberejo	0	0	1.911155	236.8779	0
	Ds. Uteran	0	0	0.615455	112.1961	2.698532
Jumlah		0	0	52.58304	3944.767	41.54719

Tabel 4.26 menunjukkan wilayah Kecamatan Geger berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang hanya sebagian kecil dengan presentase kurang dari 2% wilayah. Sedangkan lebih dari 98% wilayah Kecamatan Geger berada pada tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 4. 28 Kerawanan Banjir Kecamatan Gemarang

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Gemarang	Ds. Batok	0	0	434.9673	594.758	1.074998
	Ds. Durenan	0	0	341.7458	618.7662	0.741326
	Ds. Gemarang	0	0	2016.819	804.9014	0.766452
	Kehutanan	0	5.199596	440.4286	105.4756	0.010692
	Ds. Nampu	0	0	628.9465	1536.242	1.222208
	Ds. Sebayi	0	0	94.12102	274.7306	2.453827
	Ds. Tawangrejo	0	0	1780.609	1857.206	20.49915
	Ds. Winong	0	0	383.8551	938.4475	0
Jumlah		0	5.199596	6121.492	6730.527	26.76866

Tabel 4.27 menunjukkan wilayah Kecamatan Gemarang berada pada tingkat kerawanan banjir rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir rendah di Kecamatan gemarang hanya sebagian kecil dengan presentase kurang dari 1%. Pada tingkat kerawanan banjir sedang dengan presentase 47, 51%, sedangkan pada tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi dengan luas lebih dari 50% wilayah.

Tabel 4. 29 Kerawanan Banjir Kecamatan Jiwan

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Jiwan	Ds. Bedoho	0	0	0	110.8554	0
	Ds. Bibrik	0	0	0	291.1379	47.57096
	Ds. Bukur	0	0	0	87.13741	96.82307
	Ds. Grobogan	0	0	0	160.881	84.41484
	Ds. Jiwan	0	0	0	121.2101	133.5858
	Ds. Kincang Wetan	0	0	0	190.0946	139.5954
	Ds. Klagen Serut	0	0	0	267.4305	28.85857
	Ds. Kwangsen	0	0	0	79.04222	71.44849
	Ds. Metesih	0	0	0	219.1533	49.40642
	Ds. Ngetrep	0	0	0	95.65976	20.07634
	Ds. Sambirejo	0	0	0	183.6295	14.83439
	Ds. Sukolilo	0	0	0.146116	267.4467	74.25138
	Ds. Teguhan	0	0	0	239.2517	61.49668
	Ds. Wayut	0	0	0	339.0249	17.51713
Jumlah		0	0	0.146116	2651.955	839.8794

Tabel 4.28 menunjukkan wilayah Kecamatan Jiwan berada pada tingkat kerawanan banjir sedang. Tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang hanya berada di Desa Sukolilo seluas 0,146 hektar atau setara 1460 m^2. Pada tingkat kerawanan banjir tinggi seluas 2651,955 hektar atau dengan presentase lebih dari 75%, sedangkan pada tingkat kerawanan banjir sangat tinggi dengan presentase kurang dari 25% wilayah.

Tabel 4. 30 Kerawanan Banjir Kecamatan Kare

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Kare	Ds. Bodag	0	79.91203	931.4166	969.7362	0.364232
	Ds. Bolo	0	0	273.9122	312.2218	0
	Ds. Cermo	0	255.0052	648.7822	395.4398	2.699529
	Ds. Kare	0	1573.428	2457.595	183.2033	0
	Ds. Kepel	0	455.8729	967.8883	305.7002	0
	Ds. Kuwiran	0	0.554163	1157.82	569.2463	0.020196
	Ds. Morang	0	0	229.3695	595.0796	0
	Ds. Randualas	0	47.14371	1024.621	776.1363	0
Jumlah		0	2411.916	7691.405	4106.764	3.083957

Tabel 4.29 menunjukkan wilayah Kecamatan Kare berada pada tingkat kerawanan banjir rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir rendah denagan presentase 16,97% yang berada pada Desa Bodag, Desa Desa Cermo, Desa Kare, Desa Kepel, Desa Kuwiran, dan Desa Randualas. Untuk tingkat kerawanan banjir sedang seluas 7691,405 hektar atau dengan presentase sebesar 54,11%. Sementara pada tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi kurang dari 30% luas Kecamatan Kare, tepatnya untuk tingkat kerawanan sangat tinggi pada sebagian kecil Desa Bodag, Desa Cermo dan Desa Kuwiran.

Tabel 4. 31 Kerawanan Banjir Kecamatan Kebonsari

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Kebonsari	Ds. Bacem	0	0	0	150.271	3.975881
	Ds. Balerejo	0	0	0	281.6254	4.58638
	Ds. Kebonsari	0	0	0	435.04	11.69365
	Ds. Kedondong	0	0	0	385.0873	9.348159
	Ds. Krandegan	0	0	0.262072	250.3241	0
	Ds. Mojorejo	0	0	0	269.7472	2.904209
	Ds. Palur	0	0	0	418.9213	2.874739
	Ds. Pucanganom	0	0	0.231262	386.9918	4.376792
	Ds. Rejosari	0	0	0.085647	494.1836	10.18233
	Ds. Sidorejo	0	0	0	262.0572	6.463303
	Ds. Singgahan	0	0	0	255.4051	2.737797
	Ds. Sukorejo	0	0	0	418.8648	2.371203
	Ds. Tambakmas	0	0	0.00516	405.1743	19.71319
	Ds. Tanjungrejo	0	0	0.018882	555.8013	2.084044
Jumlah		0	0	0.603023	4969.494	83.31167

Tabel 4.30 menunjukkan wilayah Kecamatan Kebonsari berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang hanya sebagian kecil dengan presentase 0,01% setara dengan 6030 m^2 yang tersebar di Desa Krandegan, Desa Pucanganom, Desa Rejosari, Desa Tambakmas, dan Desa Tanjungrejo. Sedangkan lebih dari 99% Kecamatan Kebonsari pada tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi

Tabel 4. 32 Kerawanan Banjir Kecamatan Madiun

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Madiun	Ds. Bagi	0	0	16.69184	386.3291	7.644308
	Ds. Banjarsari	0	0	0	343.4935	17.92085
	Ds. Betek	0	0	0	153.3983	7.795118
	Ds. Dempelan	0	0	0	157.7904	8.342988
	Ds. Dimong	0	0	0	212.0834	11.94219
	Ds. Gunungsari	0	0	12.395	174.1103	0.754635
	Kehutanan	0	0	150.357	472.7248	1.899811
	Kel. Ngames	0	0	0	138.3562	8.219627

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Madiun	Ds. Sendangrejo	0	0	0	150.1224	10.08098
	Ds. Sirapan	0	0	0	226.9413	10.88075
	Ds. Sumberejo	0	0	0	207.9821	21.9063
	Ds. Tanjungrejo	0	0	0	249.0817	18.9069
	Ds. Tiron	0	0	16.63248	301.8927	7.655192
	Ds. Tulungrejo	0	0	0	228.8197	10.08114
Jumlah		0	0	196.0763	3403.126	144.0308

Tabel 4.31 menunjukkan wilayah Kecamatan Madiun berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan sedang seluas 196,076 hektar atau berpresentase 5,24% wilayah. Sementara untuk lebih dari 90% pada tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 4. 33 Kerawanan Banjir Kecamatan Mejayan

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Mejayan	Kel. Bangunsari	0	0	0	82.14225	0.653838
	Ds. Blabakan	0	0	6.561827	272.481	7.211153
	Ds. Darmorejo	0	0	2.859857	447.03	3.793636
	Ds. Kaliabu	0	0	0.08497	402.8515	24.90174
	Ds. Kaligantung	0	0	7.637696	411.4543	36.46506
	Ds. Kebonagung	0	0	117.8434	568.7315	0
	Ds. Klecorejo	0	0	0.199467	139.4431	6.112317
	Kel. Krajan	0	0	0	90.20778	0
	Ds. Kuncen	0	0	0	97.20727	7.62872
	Ds. Mejayan	0	0	0	318.6185	10.32947
	Ds. Ngampel	0	0	0	160.9894	1.923333
	Kel. Pandean	0	0	0	65.47765	0
	Ds. Sidodadi	0	0	0	171.1661	2.663517
	Waduk	0	0	1201.617	1108.15	3.599848
	Ds. Wonorejo	0	0	6.665778	239.4569	3.221942
Jumlah		0	0	1343.47	4575.407	108.5046

Tabel 4.32 menunjukkan wilayah Kecamatan Mejayan berada pada tingkat kerawanan sedang, tinggi dan sangat

tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang seluas 1343,47 atau setara dengan presentase 44,29%. Sedangkan tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi lebih dari 75% wilayah.

Tabel 4. 34 Kerawanan Banjir Kecamatan Pilangkenceng

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Pilangkenceng	Ds. Bulu	0	0	49.82911	954.2814	82.11121
	Ds. Dawuhan	0	0	10.48103	503.0412	71.46322
	Ds. Duren	0	0	0	465.7533	20.12962
	Ds. Gandul	0	0	170.4501	735.0466	54.30858
	Ds. Kedung Banteng	0	0	0	324.9193	27.94313
	Ds. Kedungmaron	0	0	0	242.0129	45.19606
	Ds. Kedungrejo	0	0	0	204.6549	35.14911
	Ds. Kenongorejo	0	0	97.3219	1242.523	88.28598
	Ds. Krebet	0	0	0	250.2043	42.94616
	Ds. Luworo	0	0	61.0724	701.3033	68.36037
	Ds. Muneng	0	0	0	63.54843	4.837937
	Ds. Ngale	0	0	0	128.5351	36.68354
	Ds. Ngengor	0	0	0	136.9803	40.7216
	Ds. Pilangkenceng	0	0	0	484.2748	14.45773
	Ds. Pulerejo	0	0	0	700.7382	51.99982
	Ds. Purworejo	0	0	0	194.6055	7.98733
	Ds. Sumbergandu	0	0	0	306.2402	0
	Ds. Wonoayu	0	0	0	142.8761	7.987321
Jumlah		0	0	389.1545	7781.539	700.5687

Tabel 4.33 menunjukkan eilayah Kecamatan Pilangkenceng berada pada tingkat kerawanan sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang berpresentase kurang dari 5%, meliputi: Desa Bulu, Desa Dawuhan, Desa Gandul, Desa Kenongorejo dan Desa Luworo. Sedangkan untuk tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi lebih dari 95% wilayah Kecamatan Pilangkenceng.

Tabel 4. 35 Kerawanan Banjir Kecamatan Saradan

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Saradan	Ds. Bajulan	0	0	0.214906	169.7202	31.83686
	Ds. Bandungan	0	0	0	506.7438	3.051151
	Ds. Bener	0	0	0	203.3601	40.64633
	Ds. Bongsoputro	0	0	0	272.7403	14.55755
	Kehutanan	0	6.422238	568.4195	1254.911	7.751521
	Ds. Klangon	0	206.2045	1421.752	30.39274	0
	Ds. Klumutan	0	0	29.41538	654.512	118.207
	Ds. Ngepeh	0	0	0	88.20471	14.64666
	Ds Pajaran	0	0	214.9372	3335.062	91.98777
	Ds. Sambirejo	0	0	0	240.431	30.88609
	Ds. Sidorejo	0	0	24.16518	602.4604	69.52088
	Ds. Sugihwaras	0	0	195.9976	1905.211	9.456435
	Ds. Sukorejo	0	0	0	352.8272	55.3521
	Ds. Sumberbendo	0	122.1224	0	2017.599	66.95494
	Ds. Sumbersari	0	0	2267.534	214.6824	50.23627
	Ds. Tulung	0	0	0.028544	1368.228	111.7294
Jumlah		0	334.7491	4722.465	13217.09	716.821

Tabel 4.34 menunjukkan wilayah Kecamatan Saradan berada pada tingkat kerawanan banjir rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir rendah hanya seluas 334,749 hekatar atau setara 1,76%. Sementara untuk tingkat kerawanan banjir sedang seluas 4722,465 hektar setara dengan 24,87%. Untuk wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi dan sangat tingg dengan presentase lebih dari 70% wilayah Kecamatan Saradan.

Tabel 4. 36 Kerawanan Banjir Kecamatan Sawahan

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Sawahan	Ds. Bakur	0	0	0	263.6419	6.183234
	Ds. Cabean	0	0	14.30224	247.4599	8.409735
	Ds. Golan	0	0	0	154.1264	15.12254
	Ds. Kajang	0	0	0.856127	147.7109	9.928643
	Ds. Kanung	0	0	0	121.147	3.286802
	Ds. Klumpit	0	0	0.000128	71.42538	2.543904

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Sawahan	Ds. Krokeh	0	0	77.94366	15.44037	0
	Ds. Lebakayu	0	0	45.60984	140.165	3.033034
	Ds. Pucangrejo	0	0	98.39576	121.2597	3.687859
	Ds. Pule	0	0	0	105.0607	0
	Ds. Rejosari	0	0	10.25352	210.5065	22.47807
	Ds. Sawahan	0	0	6.007076	202.5149	5.192832
	Ds Sidomulyo	0	0	30.79267	194.7444	1.515426
Jumlah		0	0	284.161	1995.203	81.38207

Tabel 4.35 menunjukkan Kecamatan Sawahan berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sanga tinggi. Wilayah dengan tingkat kerawanan banjir sedang berpresentase 12,04%, sedangkan untuk tingkat kerawanan banjir tinggi dan sangat tinggi dengan presentase lebih dari 85% wilayah.

Tabel 4. 37 Kerawanan Banjir Kecamatan Wonosari

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Wonosari	Ds. Bancong	0	0	0	221.5445	5.583062
	Ds. Banyukambang	0	0	0	237.9741	10.26409
	Ds. Buduran	0	0	0	263.7175	0.43571
	Ds. Jatirejo	0	0	0	145.7232	5.861675
	Ds. Klitik	0	0	0	214.367	11.06502
	Ds. Ngadirejo	0	0	0	375.5888	13.8
	Ds. Plumpungrejo	0	0	0.892556	421.8419	7.532691
	Ds. Purwosari	0	0	0	226.9943	1.820471
	Ds. Sidomulyo	0	0	0	186.3369	22.32372
	Waduk	0	0	981.4546	1775.181	6.45869
	Ds. Wonoasri	0	0	0	134.4093	5.916221
Jumlah		0	0	982.3471	4203.678	91.06134

Tbel 4.36 menunjukkan wilayah Kecamatan Wonosari berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi. Wilayah dengan tingkat kerawanan banjir sedang seluas 982,347 hektar setara dengan 18,62%,

sedangkan untuk wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi berpresentase 79,66% dan 1,73% luas wilayah.

Tabel 4. 38 Kerawanan Banjir Kecamatan Wungu

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Ha)				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Kecamatan Wungu	Ds. Bantengan	0	0	0.000511	287.8375	34.43491
	Ds. Brumbun	0	0	23.42928	135.1974	2.536614
	Kehutanan	0	0	1649.076	1519.844	13.24417
	Ds. Karangrejo	0	0	6.163464	344.4585	0.199228
	Ds. Kresek	0	0	107.3666	487.8241	9.014515
	Ds. Mojopurno	0	0	0.234396	389.9095	3.918583
	Ds. Mojorayung	0	0	0.013717	432.7724	28.15886
	Kel. Munggut	0	0	0.039406	285.8055	6.135528
	Ds. Ngambangan	0	0	0	194.2845	0.000411
	Ds. Nglanduk	0	0	0	280.9447	20.12145
	Ds. Pilangrejo	0	0	0.60743	299.1432	27.15281
	Ds. Sidorejo	0	0	0	319.7695	3.516242
	Ds. Sobrah	0	0	0	139.3535	8.759116
	Ds. Tempursari	0	0	0	168.7253	11.36206
	Kel. Wungu	0	0	294.1898	262.3232	0
Jumlah		0	0	2081.121	5548.193	168.5545

Tabel 4.37 menunjukkan wilayah Kecamatan Wungu berada pada tingkat kerawanan banjir sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pada tingkat kerawanan banjir sedang berpresentase 26,69%, sedangkan untuk tingkat kerawanan banjir tinggi 71,15% dan sangat tinggi 2,16% luas wilayah.

4.10 Validasi Peta Kerawanan Banjir

Untuk mengetahui tingkat kevalidan hasil kerawanan banjir dengan metode CMA dilakukan dengan uji validasi. Dalam penelitian ini, pelaksanaan uji validasi dilakukan dengan membandingkan hasil kerawanan banjir metode CMA dan peta potensi banjir yang didapatkan dari BPBD Kabupaten madiun dengan mengambil 87 *random point* sebagai titik validasi.

Tabel 4. 39 Penyesuaian Tingkat Kerawanan Banjir

Kerawanan Banjir BPBD Kab. Madiun	**Kerawanan Banjir Metode CMA**
Rendah	Sangat Rendah Rendah
Sedang	Sedang
Tinggi	Tinggi Sangat Tinggi

Tabel 4. 40 *Confussion Matrix* Hasil dan BPBD

Kelas	Rendah	Sedang	Tinggi	Total
Sangat Rendah Rendah	17	0	0	17
Sedang	0	25	3	28
Tinggi Sangat Tinggi	5	1	36	42
Total	22	26	39	87

Kemudian dapat dihitung akurasinya sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{True\ Point}{Total\ Point} x\ 100\%$$
$$= \frac{78}{87}\ x\ 100\%$$
$$= 89{,}65\%$$

Penyesesuaian tingkat kerawanan banjir hasil metode CMA dengan BPBD Kabupaten Madiun tersebut diperoleh 9 titik yang tidak sesuai, sehingga didapat presentase 10.35%. Sedangkat titik yang sesuai diperoleh 78 titik, sehingga didapat presentase 89.65%.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a). Hasil perhitungan bobot parameter penyebab banjir di Kabupaten Madiun menggunakan metode CMA didapatkan yaitu: parameter curah hujan sebesar 13,89; parameter ketinggian sebesar 15,32; parameter kemiringan lereng sebesar 14,20; parameter tekstur tanah sebesar 14,23; parameter tutupan lahan sebesar 14,34; parameter kerapatan aliran sungai sebesar 14,22 dan parameter buffer sungai sebesar 13,80.

b). Pembuatan peta daerah rawan banjir di Kabupaten Madiun didapatkan 5 kelas tingkat kerawanan, yaitu: kerawanan sangat rendah dengan luas 0 Ha (0%), kerawanan rendah dengan luas daerah 2840,27 Ha (2,54%), kerawanan sedang dengan luas daerah 29659,38 Ha (26,55%), pada tingkat kerawanan rawan dengan luas daerah 75721,89 Ha (67,78%) dan pada tingkat kerawanan sangat rawan dengan luas daerah 3488,46 Ha (3,12%).

c). Dari hasil penelitian penyebab utama banjir yang terjadi di Kabupaten Madiun adalah ketinggian pada kelas agak tinggi dengan ketinggian < 100 m dan kemiringan lereng < 8% serta dipicu oleh curah hujan tinggi hampir diseluruh Kabupaten Madiun. Akibat faktor tersebut tingkat kerawanan banjir sangat tinggi sebagian besar berada pada sekitar aliran sungai.

d). Kesesuaian tingkat kerawanan banjir hasil pembobotan CMA dengan peta rawan banjir BPBD Kabupaten Madiun didapatkan dengan presentase 89,65%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a). Pada parameter tutupan lahan menggunakan citra resolusi lebih tinggi sehingga mendapatkan keakuratan yang lebih baik.

b). Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai model resiko banjir dan upaya mitigasi bencana banjir dan penentuan posko terdekat di daerah rawan banjir agar meminimalisir dampak yang ditimbulkan saat bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, D. (2017). Analisis banjir dengan menggunakan citra satelit multilevel di kecamatan rengel kabupaten tuban [Institut Teknologi Sepuluh November]. In Institut Teknologi Sepuluh November (Issue Tugas Akhir). Institut Teknologi Sepuluh November

Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., Adi, A. W., Ichwana, A. N., Randongkir, R. E., & Septian, R. T. (2016). Risiko Bencana Indonesia (Disasters Risk of Indonesia). In Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Ariyora, Y. K. S., Budisusanto, Y., & Prasasti, I. (2015). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Banjir (Studi Kasus : Banjir Provinsi DKI Jakarta). In Geoid (Vol. 10, Issue 2).

Badan Kesejahteraan Sosial Penanggulangan Bencana Dan Banjir Kota Padang. Laporan Bencana Kota Padang. Padang: BKSPBBKP (2007).

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2019). Data Kebencanaan di Indonesia Tahun 2019. Pusdatin-BNPB. Jakarta

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jawa Timur. "Edisi November 2019" Informasi Kebencanaan Teraktual, 3 Mei 2019.

Barus, B, Wiradisastra, U.S. (2000). Sistem Informasi Geografi: Sarana Manajemen Sumberdaya. Bogor: IPB.

Bounoua L, Defries R, Collatz GJ, Sellers P, Khan H. (2002). Effects Of Land Cover Conversion On Surface Climate. Climatic Change. 52: 29-64.

BPDAS Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. 2008. Laporan Utama Rencana Tindak DAS Melalui RHL di Bagian Hulu DAS Solo Dalam Rangka Pengendalian Banjir dan Tanah Longsor. Volume-2. Solo: BPDAS Solo Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan.

Chen Y, Yu J, Shahbaz K, Xevi E. (2009). A GIS-Based Sensitivity Analysis Of Multi-Criteria Weights. Di Dalam: 18th World IMACS / MODSIM Congress; Cairns, Australia 13-17 Jul 2009. Hlm 3137-3143

Gumma MK, Thenkabail PS, Hideto F, Nelson A, Dheeravath V, Busia D, Rala A. (2011). Mapping Irrigated Areas Of Ghana Using Fusion Of 30 M And 250 M Resolution Remotesensing Data. Remote Sensing. 3: 816-835.

Haryani, N. S., A. Zubaidah, D. Dirgahayu, H. F. Yulianto, Dan J. Pasaribu. (2012). "Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang." Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 9 No. 1 : 52-66.

Kusumo, Probo. Nursari, Evi. (2016). Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir Dengan Sistem Informasi Geografis Pada Das Cidurian Kab.Serang, Banten. Jurnal String Vol. 1 No. 1 Tahun 2016. ISSN: 2527 – 9661

Lawal DU, Matori AN, Balogun AL. (2011). A Geographic Information System And Multi-Criteria Decision Analysis In Proposing New Recreational Park Sites In University Teknologi Malaysia. Modern Applied Science 5(3):39-55.

Lindsley, Kohler, dan Paulhus. (1996). Presipitasi : Hidrologi untuk Insinyur. Diterjemahkan oleh Yandi Hermawan. Jakarta : Erlangga.

Mapilata, E. (2013). Analisis Daerah Rawan Kebakaran Hutan Dan Lahan Dalam Penataan Ruang (Studi Kasus: Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah). Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Merwade V. M., Maidment D. R., and J. A. Golf. (2006). Anisotrpic Considerations while Interpolating Rver Channel Bathymetry. Jurnal of Hydrology, Vol. 331,pp. 731-741.

Nugroho, H. D. (2018). Analisis Daerah Rawan Bencana Banjr Di Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Skripsi. Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Nugroho, I. A. (2019). Studi Tentang Kawasan Rawan Banjir Dengan Menggunakan Teknik Multi-Criteria Evaluation (Mce) Di Wilayah Sungai Cikeas Dan Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor. Institut Teknologi Sepuluh November.

Nugroho, S. P. (2002). Analisis Curah Hujan Dan Sistem Pengendalian Banjir Di Pantai Utara Jawa Barat Studi Kasus Bencana Banjir Periode Januari – Februari 2002. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.4, No.5, hal. 114-122.

Nugroho, S. P. (2008). Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar Di Jakarta Pada Awal Februari 2007. JAI, 4(1), 50–55.

Paimin. Sukresno. Purwanto. (2010). Sidik Cepat Degradasi SUB Daerah Aliran Sungai. Badan Penelitian Pengembangan Kehutanan. Bogor

Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial Nomor : P.4/V-SET/2013 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis, Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan 1 (2013).

Purnomo, G. H., (2008). Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensidi Maros Sulawesi Selatan, Forum Geografi, Vol. 22 No. 1, pp.145-158.

Rahman, I. W., Taufik, M. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir (Studi Kasus : Banjir Pacitan Desember 2017). Tugas Akhir. Teknik Geomatika. Institut Teknologi Sepuluh November.

Primayuda A. (2006). Pemetaan Daerah Bahaya dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis: studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Tugas Akhir. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Suherlan, E. (2001). Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir Kabupaten Bandung Menggunakan Sistim Informasi Geografis. Skripsi Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor.

Sukojo, B. M., Suryani, E., dan Swastyastu, C. A. (2015). Sistem Informasi Geografis (Teori dan Aplikasi). Surabaya: ITS Press.

Sampurno, R.M., Dan Thoriq A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (Oli) Di Kabupaten Sumedang. Jurnal Teknotan 10, 2: 61-70.

Somantri, L. (2008). Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengidentifikasi Kerentanan Dan Resiko Banjir. Jurnal Gea UPI 2, 8:29-41.

Suratijaya, I. N. (2007). Teknik Pemodelan Dalam Pengolahan Alam Dan Lingkungan. Bogor: Institut Petanian Bogor (IPB).

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumbel Daya Air, (2004).

USGS. 2016. LANDSAT 8 (L8) Data User Handbook. Department Of The Interior U.S. Geological Survey.

Utomo, W. Y. (2004). Pemetaan Kawasan Berpotensi Banjir Di DAS Kaligarang Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

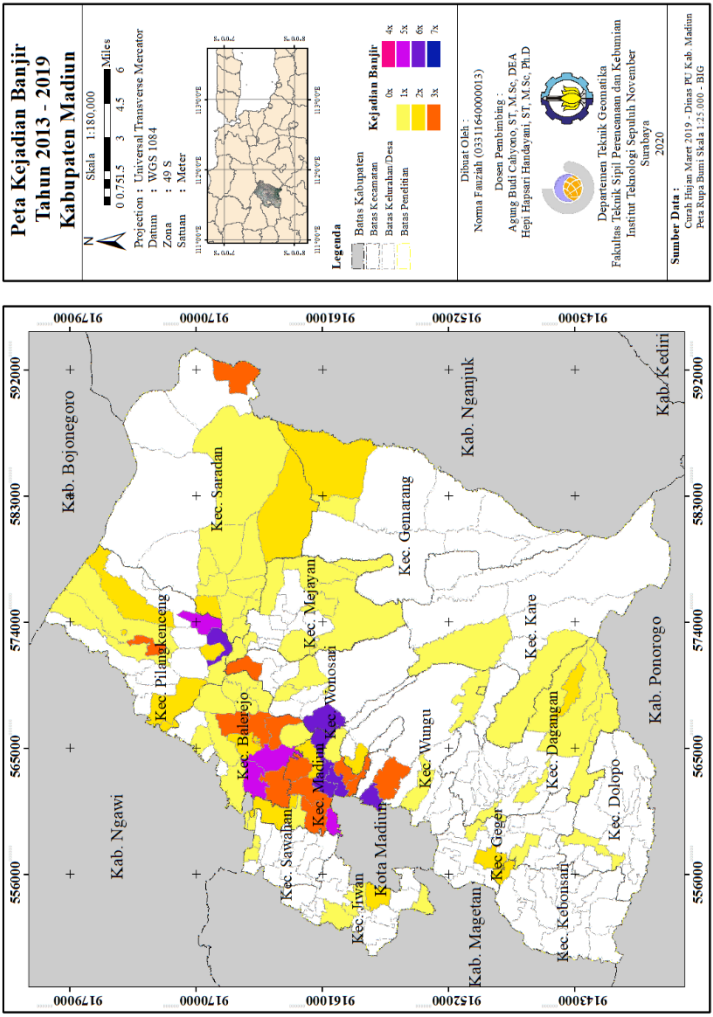
Wardhono, A., Pratomo, G., Prakoso, B., & Qori'ah, C. G. (2012). Countermeasures Flood Disaster Sampean River Policy in Situbondo District. GSTF *International Journal of Law and Social Sciences* (JJSS), 2(1), 118–122.

Yalcin, G., dan Akyurek, Z. (2004). Analysing Flood Vulnerable Areas With Multicriteria Evaluation. Proceedings ISPRS Congress. Istanbul-Turki.

LAMPIRAN

Lampiran A Kejadian Banjir Kabupaten Madin

Lampiran A. 1 Peta Kejadian Banjir Tahun 2013 - 2019



Lampiran A. 2 Data Kejadian Banjir Kabupaten Madiun Tahun 2013 – 2019

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Balerejo	Ds. Babadan Lor	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Balerejo	1	0	1	1	0	0	1
	Ds. Banaran	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Bulakrejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Gading	1	0	1	0	0	0	1
	Ds. Garon	1	0	2	0	0	0	1
	Ds. Glonggong	2	0	1	1	0	0	1
	Ds. Jerukguling	1	0	1	0	0	0	1
	Ds. Kebonagung	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Kedungjati	0	0	1	1	0	0	0
	Ds. Kedungrejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Kuwu	0	0	0	0	0	0	1
	Da. Pacinan	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Simo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sogo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Sumberbening	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Tapelan	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Warurejo	0	0	2	1	0	0	1

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Dagangan	Ds. Banjarejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Banjarsari Kulon	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Banjarsari Wetan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Dagangan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Jetis	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Joho	0	0	1	0	0	0	0
	Ds. Kepet	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ketandan	0	0	3	0	0	0	0
	Ds. Mendak	0	0	1	0	0	0	0
	Ds. Mruwak	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngranget	0	0	1	0	0	0	0
	Ds. Padas	1	0	1	0	0	0	0
	Ds. Prambon	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Segulung	0	0	1	0	0	0	0
	Ds. Sewulan	1	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sukosari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Tileng	0	0	1	0	0	0	0

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Dopolo	Ds. Bader	0	0	0	0	0	0	0
	Kel. Bangunsari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Blimbing	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Candimulyo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Doho	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Dopolo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Glonggong	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ketawang	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kradinan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Lembah	0	0	0	0	0	0	0
	Kel. Milir	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Suluk	0	0	0	0	0	0	0

0.0.

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Geger	Ds. Banaran	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Geger	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Jatisari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Jogodayu	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kaibon	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kertobanyon	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kertosari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Klorogan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kranggan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Nglanduk	0	0	0	0	1	0	1
	Ds. Pagotan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Purworejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Putat	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sambirejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sangen	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Sareng	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Slambur	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sumberejo	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Uteran	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Gemarang	Ds. Batok	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Durenan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Gemarang	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Nampu	1	0	0	0	0	0	2
	Ds. Sebayi	0	0	1	0	0	0	0

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Gemarang	Ds. Tawangrejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Winong	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Jiwan	Ds. Bedoho	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Bibrik	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Bukur	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Grobogan	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Jiwan	0	0	0	0	0	1	4
	Ds. Kincang Wetan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Klagen Serut	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kwangsen	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Metesih	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngetrep	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sambirejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sukolilo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Teguhan	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Wayut	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Kare	Ds. Bodag	0	0	0	0	1	0	0
	Ds. Bolo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Cermo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kare	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kepel	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kuwiran	1	0	0	0	0	0	0
	Ds. Morang	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Randualas	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Madiun	Ds. Bagi	1	0	0	0	0	0	1
	Ds. Banjarsari	2	0	1	0	0	0	4
	Ds. Betek	1	0	1	0	0	0	2
	Ds. Dempelan	0	0	1	1	0	0	1
	Ds. Dimong	2	0	1	0	2	2	2
	Ds. Gunungsari	1	0	0	0	0	0	0
	Kel. Ngames	1	0	1	0	0	1	2
	Ds. Sendangrejo	2	0	2	2	1	1	4
	Ds. Sirapan	1	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sumberejo	1	0	1	2	0	2	4

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Madiun	Ds. Tanjungrejo	1	0	0	0	0	1	1
	Ds. Tiron	1	0	1	0	1	0	0
	Ds. Tulungrejo	2	0	0	0	0	0	3
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Kebonsari	Ds. Bacem	0	0	1	1	0	0	0
	Ds. Balerejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kebonsari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kedondong	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Krandegan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Mojorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Palur	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Pucanganom	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Rejosari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sidorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Singgahan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sukorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Tambakmas	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Tanjungrejo	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Mejayan	Kel. Bangunsari	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Blabakan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Darmorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kaliabu	0	0	0	0	0	0	2
	Ds. Kaligantung	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Kebonagung	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Klecorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Kel. Krajan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kuncen	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Mejayan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngampel	0	0	0	0	0	0	1
	Kel. Pandean	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sidodadi	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Wonorejo	1	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Pilangkenceng	Ds. Bulu	0	0	0	0	0	2	1
	Ds. Dawuhan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Duren	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Gandul	0	0	0	0	0	1	0
	Ds. Kedung Banteng	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Pilangkenceng	Ds. Kedungmaron	1	0	1	1	0	0	1
	Ds. Kedungrejo	1	0	1	1	0	1	1
	Ds. Kenongorejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Krebet	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Luworo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Muneng	0	0	0	0	0	2	1
	Ds. Ngale	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngengor	0	1	0	0	0	1	1
	Ds. Pilangkenceng	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Pulerejo	0	0	0	0	0	2	1
	Ds. Purworejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Sumbergandu	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Wonoayu	0	1	0	0	0	0	1
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Saradan	Ds. Bajulan	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Bandungan	1	0	0	1	1	0	0
	Ds. Bener	0	0	1	0	0	0	1
	Ds. Bongsoputro	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Klangon	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Klumutan	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Ngepeh	0	0	0	0	0	0	1
	Ds Pajaran	0	0	0	1	0	0	0
	Ds. Sambirejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Sidorejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Sugihwaras	0	0	0	1	0	0	2
	Ds. Sukorejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Sumberbendo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sumbersari	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Tulung	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Desa/Kelurahan	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kecamatan Sawahan	Ds. Bakur	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Cabean	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Golan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kajang	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Kanung	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Klumpit	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Krokeh	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Lebakayu	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Pucangrejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Pule	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Rejosari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sawahan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds Sidomulyo	0	0	0	0	0	0	0
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Wonosari	Ds. Bancong	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Banyukambang	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Buduran	0	1	0	1	0	0	1
	Ds. Jatirejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Klitik	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngadirejo	2	1	1	2	1	0	4
	Ds. Plumpungrejo	0	0	0	0	0	0	1
	Ds. Purwosari	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sidomulyo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Wonoasri	0	0	0	0	0	0	1
Kecamatan	**Desa/Kelurahan**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Kecamatan Wungu	Ds. Bantengan	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Brumbun	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Karangrejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Kresek	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Mojopurno	0	0	1	0	0	0	0
	Ds. Mojorayung	0	0	2	1	0	0	1
	Kel. Munggut	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Ngambangan	0	0	1	0	1	0	0
	Ds. Nglanduk	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Pilangrejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sidorejo	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Sobrah	0	0	0	0	0	0	0
	Ds. Tempursari	2	0	3	6	3	2	5
	Kel. Wungu	0	0	0	0	0	0	1

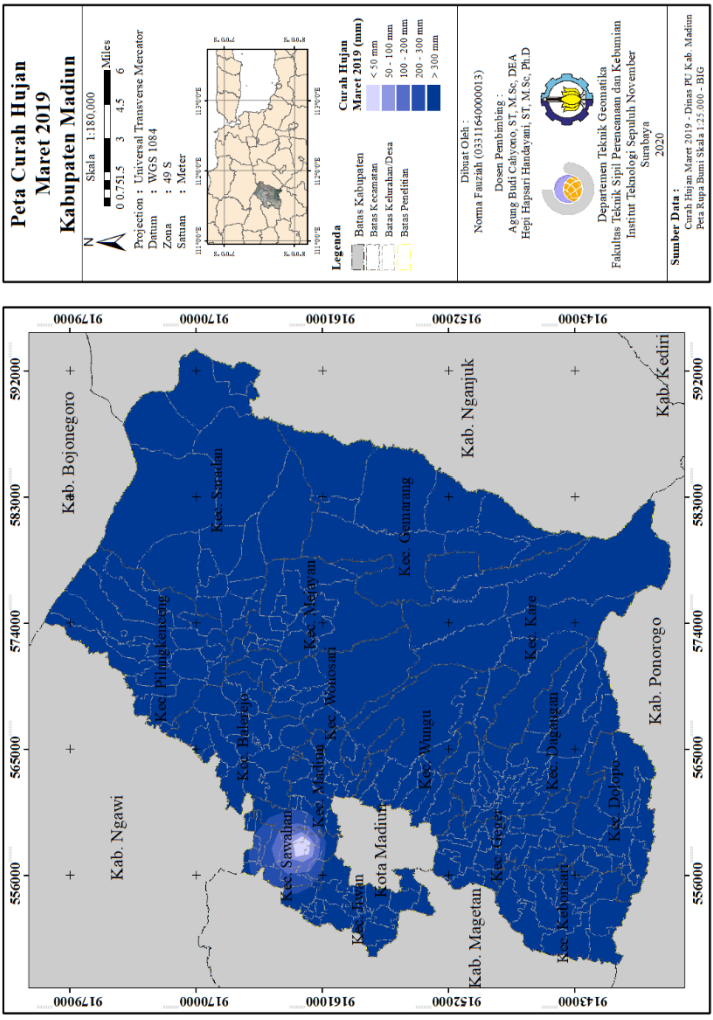
Lampiran B Parameter Curah Hujan Kabupaten Madiun

Lampiran B. 1 Stasiun Curah Hujan dan Curah Hujan Maret 2019

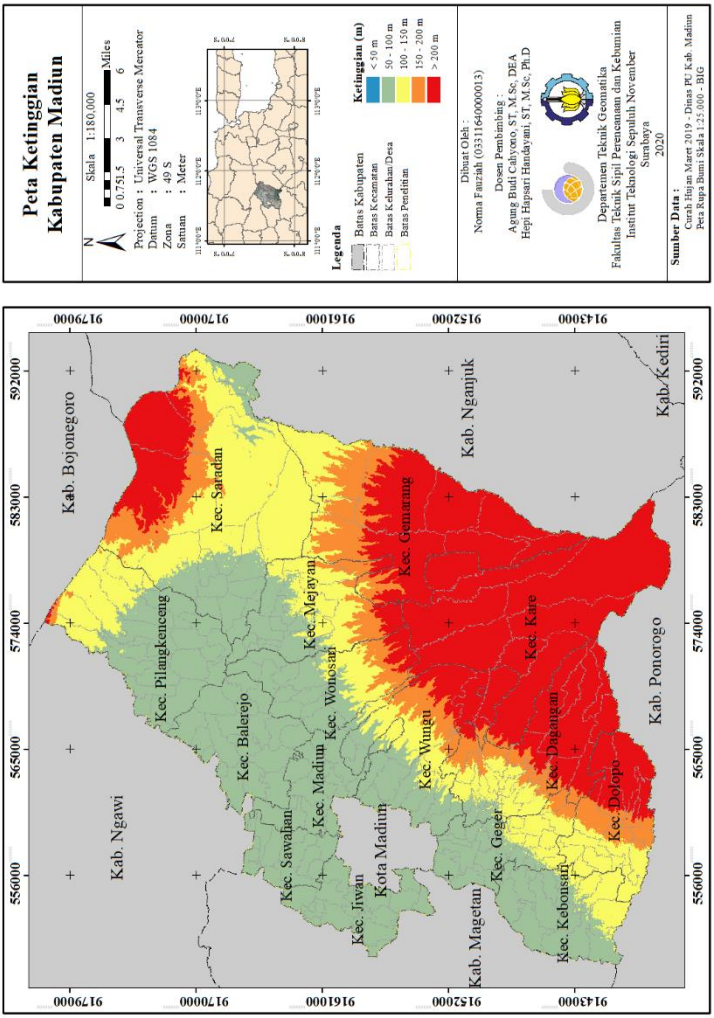
No	Nama Stasiun	No. STA	Desa	Kecamatan	Latitude	Longitude	Elevasi	Curah Hujan (mm) Maret 2019
1	Kantor Madiun	37	Mangunharjo	Mangunharjo	-7.6242	111.5203	87	572
2	Pilangkenceng	49 a	Kenongorejo	Pilangkenceng	-7.4845	111.6601	87	431
3	Tulung	50	Tulung	Saradan	-7.5062	111.7021	109	517
4	Saradan	51	Sugihwaras	Saradan	-7.5536	111.717	130	629
5	Kedungbanteng	51 c	Kedungbanteng	Pilangkenceng	-7.475	111.6318	82	485
6	Notopuro	50 a	Duren	Pilangkenceng	-7.4837	111.6919	104	374
7	Sumbersari	50 b	Sumber Sari	Saradan	-7.5231	111.6913	100	533
8	Kuwu	59	Kuwu	Balerejo	-7.5187	111.6166	72	402
9	Muneng	48 a	Muneng	Pilangkenceng	-7.4991	111.6164	82	450
10	Sugo	31 a	Sugo	Balerejo	-7.5362	111.5958	67	529
11	Sumber Bendo	17	Sumber Bendo	Saradan	-7.4683	111.7547	270	492
12	Kedungrejo	62	Kedungrejo	Pilangkenceng	-7.52	111.6556	82	498
13	Gemarang	52	Gemarang	Gemarang	-7.6653	111.7392	370	443
14	Sarangan	35 a	Sidomulyo	Wonosari	-7.5897	111.6256	76	359
15	Caruban	51 a	Krajan	Mejayan	-7.5479	111.6533	88	483
16	Wates	51 b	Kebonagung	Mejayan	-7.6097	111.6913	137	383
17	Balerejo	52 a	Balerejo	Balerejo	-7.5531	111.6046	82	377
18	Cermo	35 a	Cermo	Kare	-7.6933	111.7009	480	493

No	Nama Stasiun	No. STA	Desa	Kecamatan	Latitude	Longitude	Elevasi	Curah Hujan (mm) Maret 2019
19	Dawuhan	16	Sidomulyo	Wonoasri	-7.5948	111.6276	79	337
20	Babadan	35	Dimong	Madiun	-7.6015	111.5923	77	450
21	Cau	53 b	Kresek	Wungu	-7.6956	111.6349	327	460
22	Kandangan	55 a	Kare	Kare	-7.7588	111.6994	906	331
23	Catur	38	Giringan	Wungu	-7.7367	111.6829	593	356
24	Giringan	57	Giringan	Wungu	-7.7214	111.6743	496	481
25	Dungus	53 a	Dungus	Wungu	-7.6865	111.6109	253	474
26	Kare	55	Kare	Kare	-7.7189	111.6886	480	415
27	PG Rejagung	36	Patihan	Mangunharjo	-7.6083	111.5289	76	548
28	PG Kanigoro	38	Munggut	Wungu	-7.6599	111.5362	93	562
29	Kertobayon	48 a	Kertobayon	Geger	-7.6722	111.5317	92	337
30	Klegen	37 b	Klegen	Kartoharjo	-7.625	111.5317	107	492
31	PG Pagotan	40 a	Pagotan	Geger	-7.7029	111.537	114	295
32	Gombal	43 a	Mlilir	Dopolo	-7.7986	111.5212	159	386
33	Sareng	41	Sareng	Geger	-7.7466	111.5543	178	425
34	Dopolo	42	Dopolo	Dopolo	-7.7513	111.529	141	381
35	Karanganyar	4	Pucangrejo	Jiwan	-7.5769	111.5259	72	0

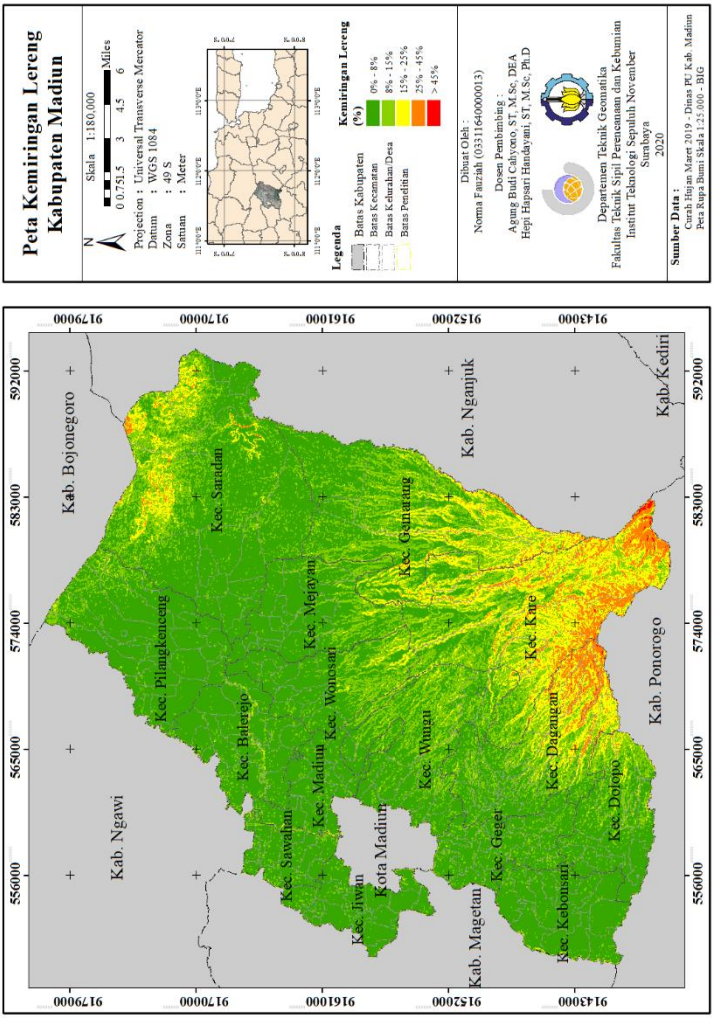
Lampiran B. 2 Peta Curah Hujan Kabupaten Madiun



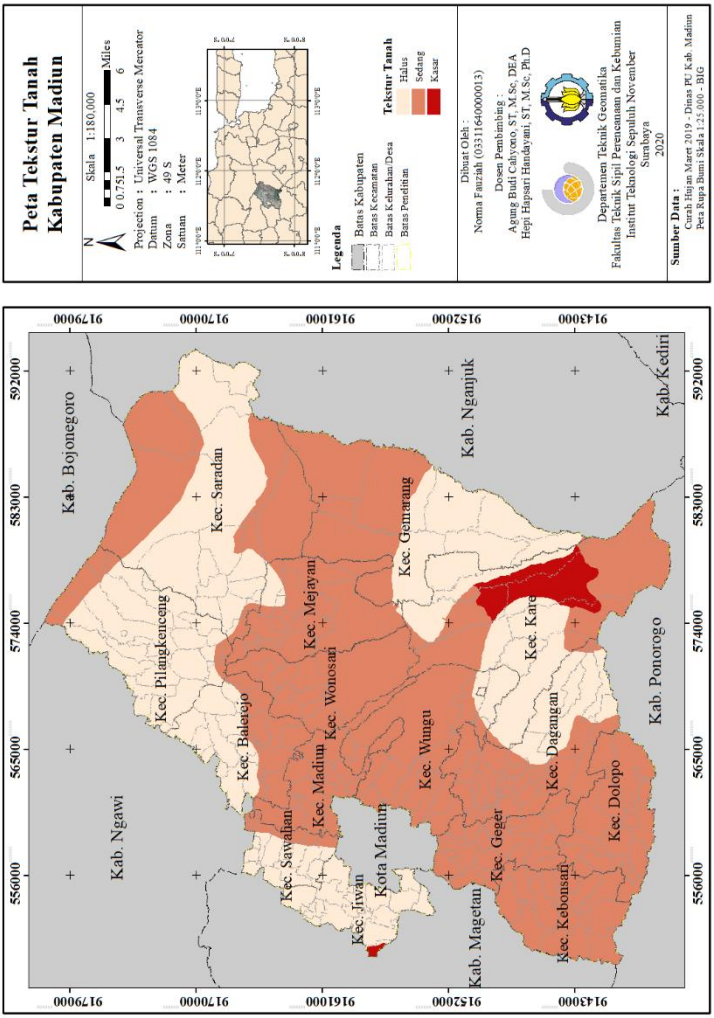
Lampiran C Parameter Ketinggian Kabupaten Madiun



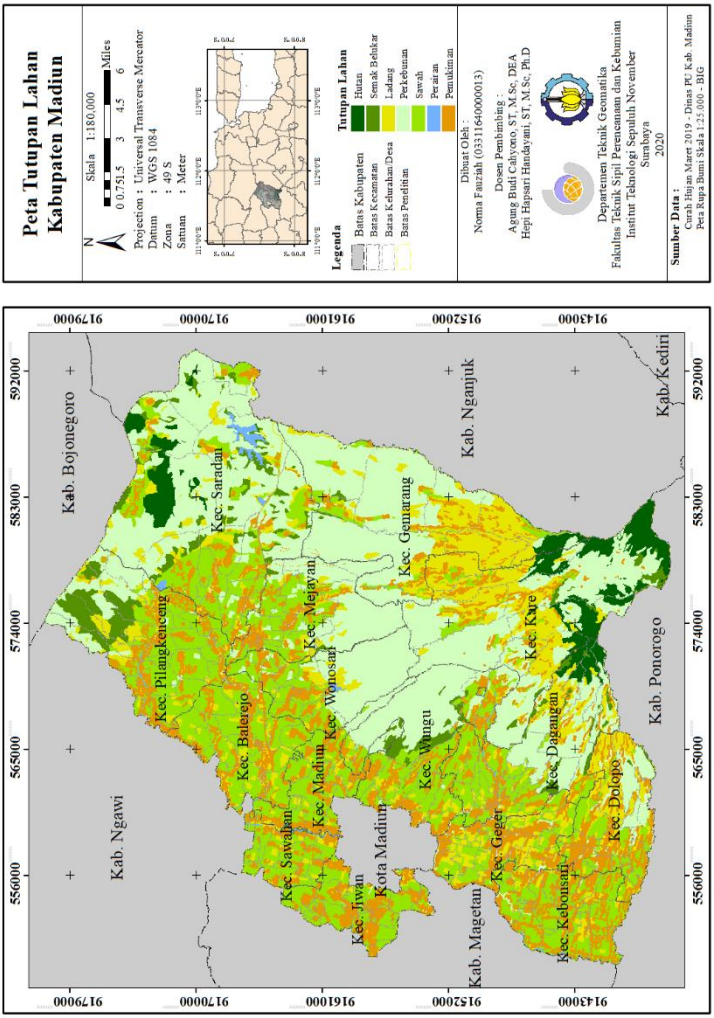
Lampiran D Parameter Kemiringan Lereng Kabupaten Madiun



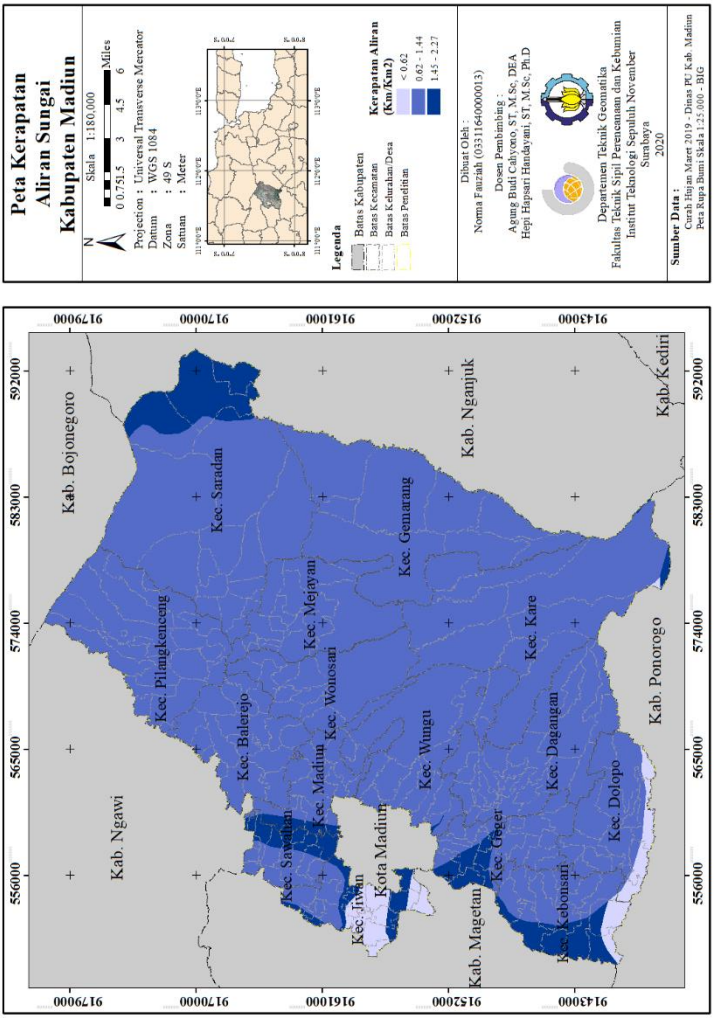
Lampiran E Parameter Tekstur Tanah Kabupaten Madiun



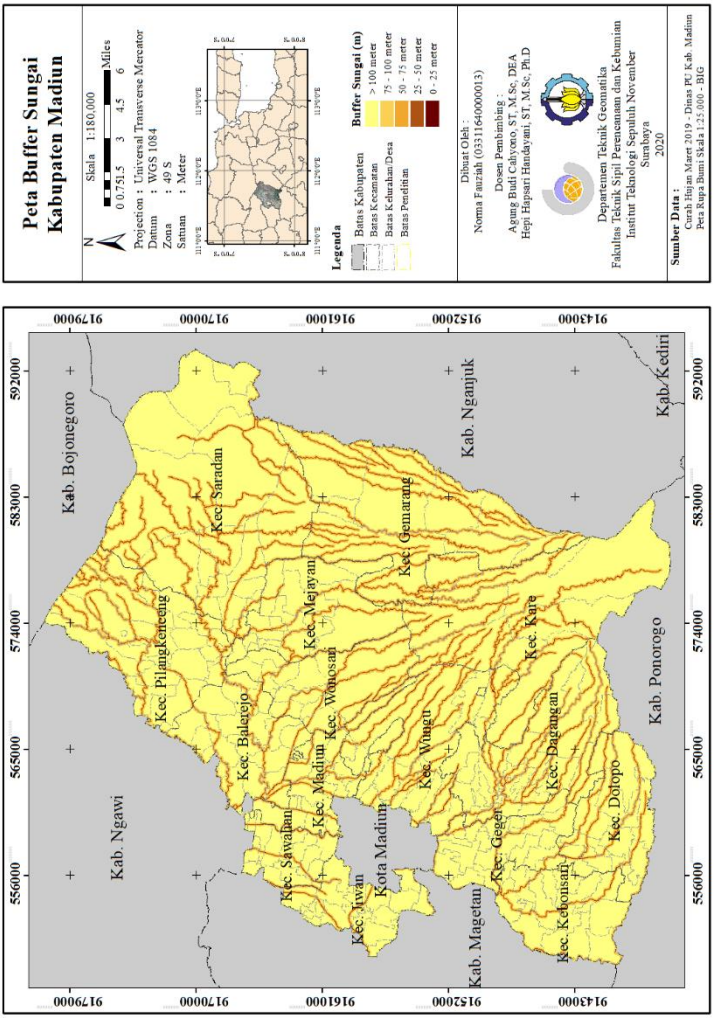
Lampiran F Parameter Tutupan Lahan Kabupaten Madiun



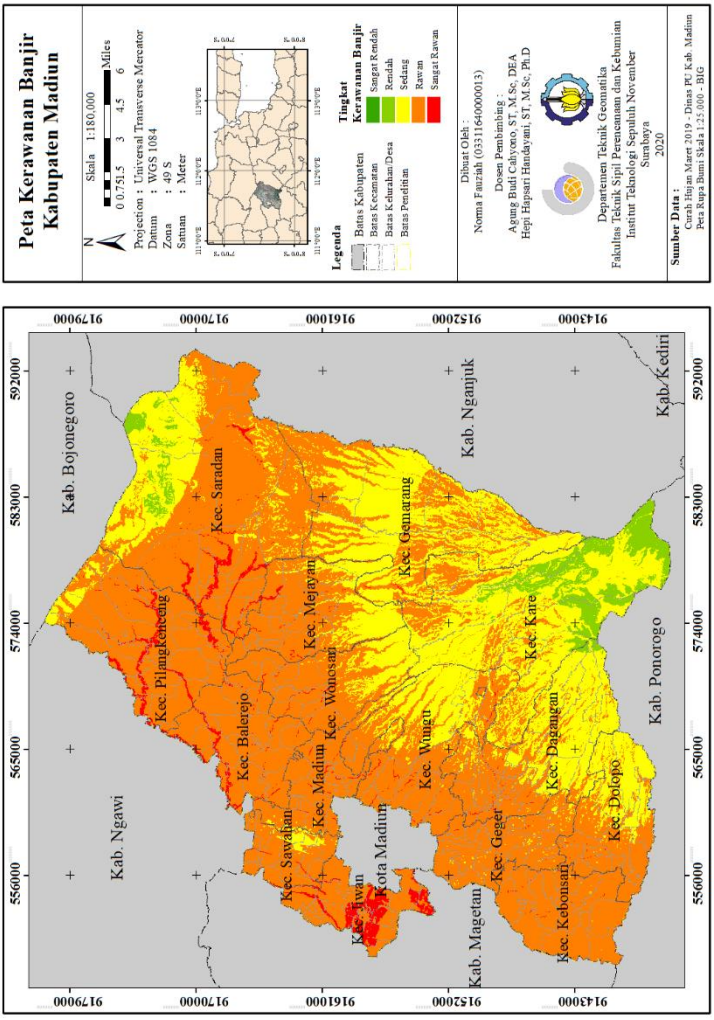
Lampiran G Parameter Kerapatan Aliran Sungai



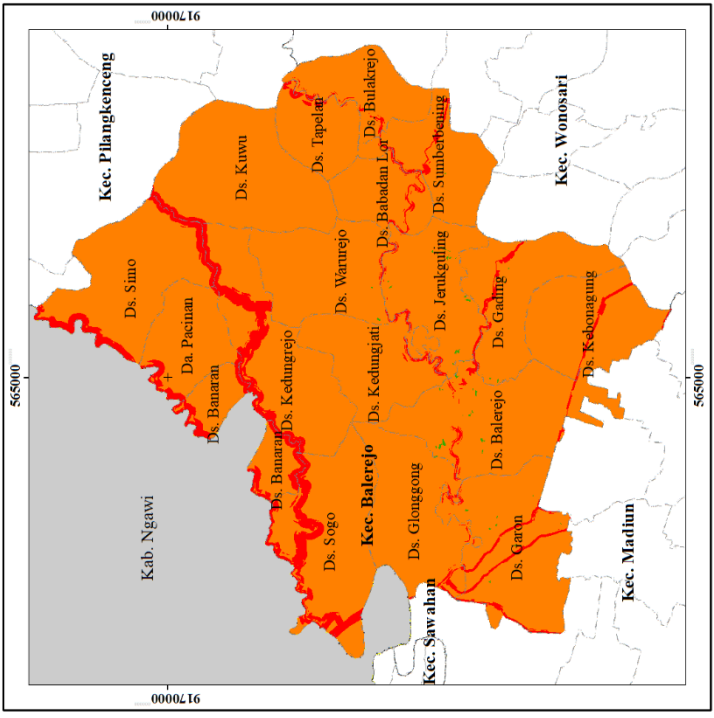
Lampiran H Parameter Buffer Sungai Kabupaten Madiun



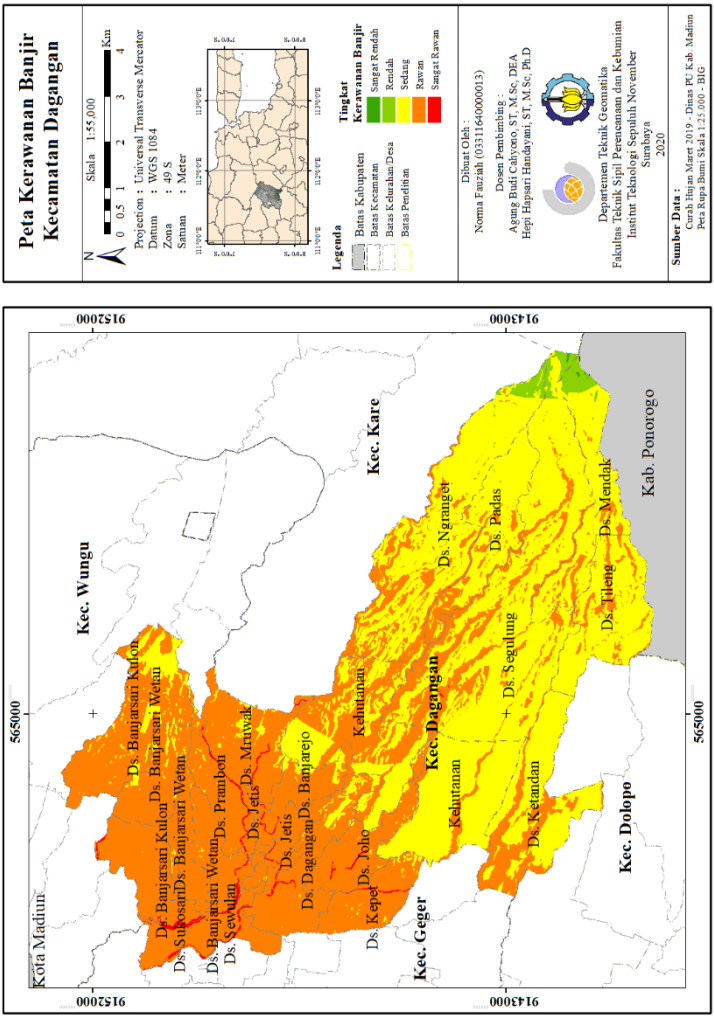
Lampiran I Kerawanan Banjir Kabupaten Madiun



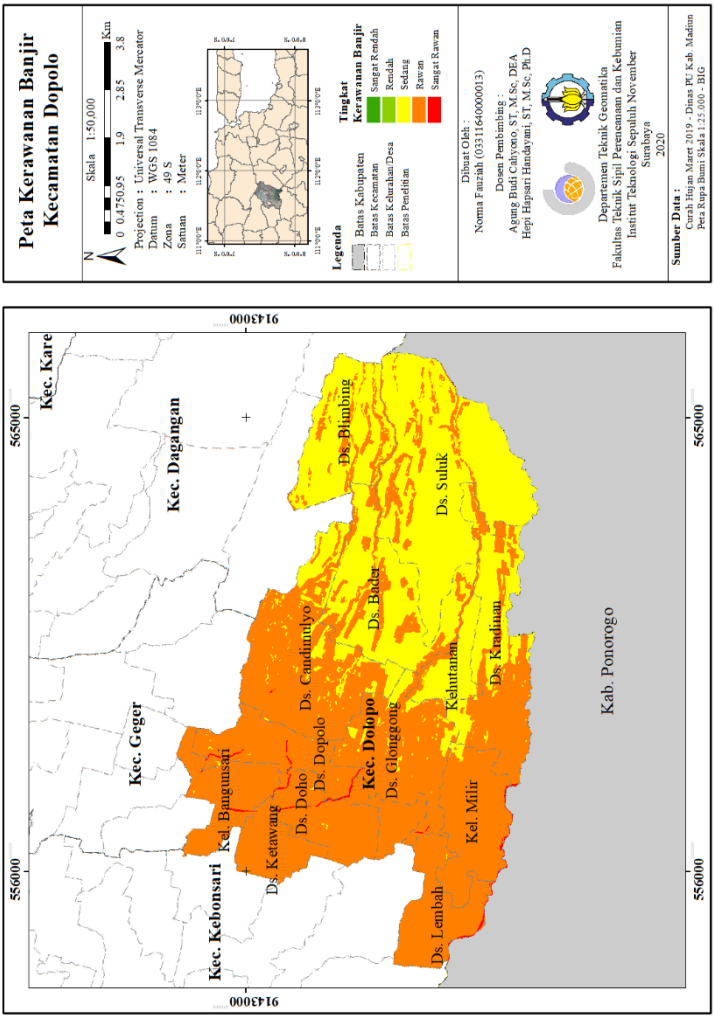
Lampiran I. 1 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Balerejo



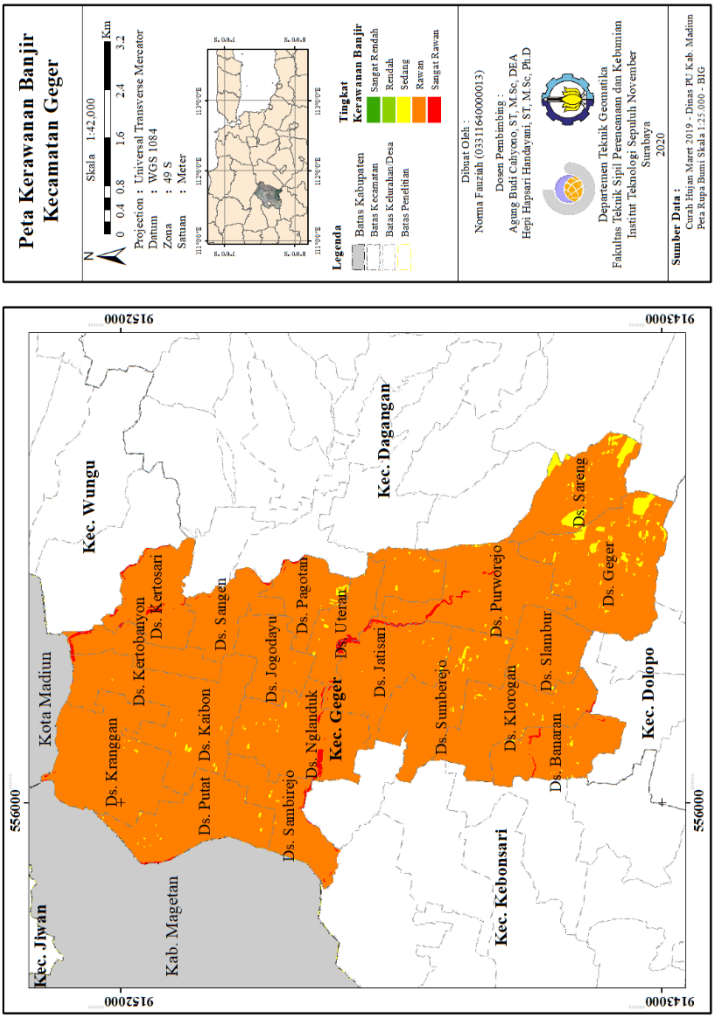
Lampiran I. 2 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Dagangan



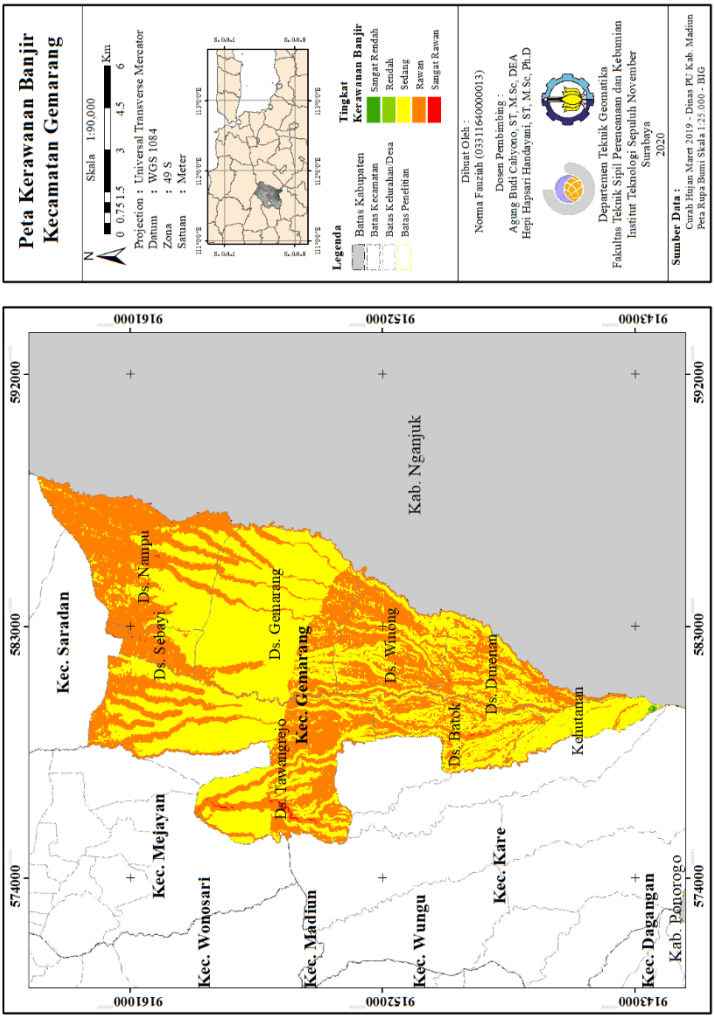
Lampiran I. 3 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Dopolo



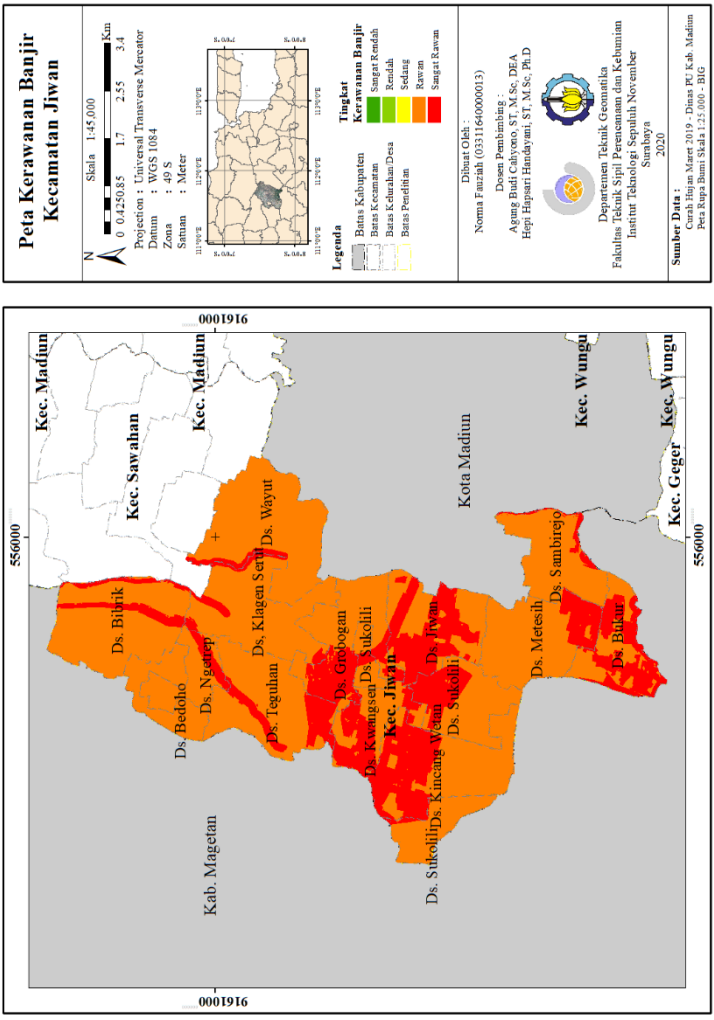
Lampiran I. 4 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Geger



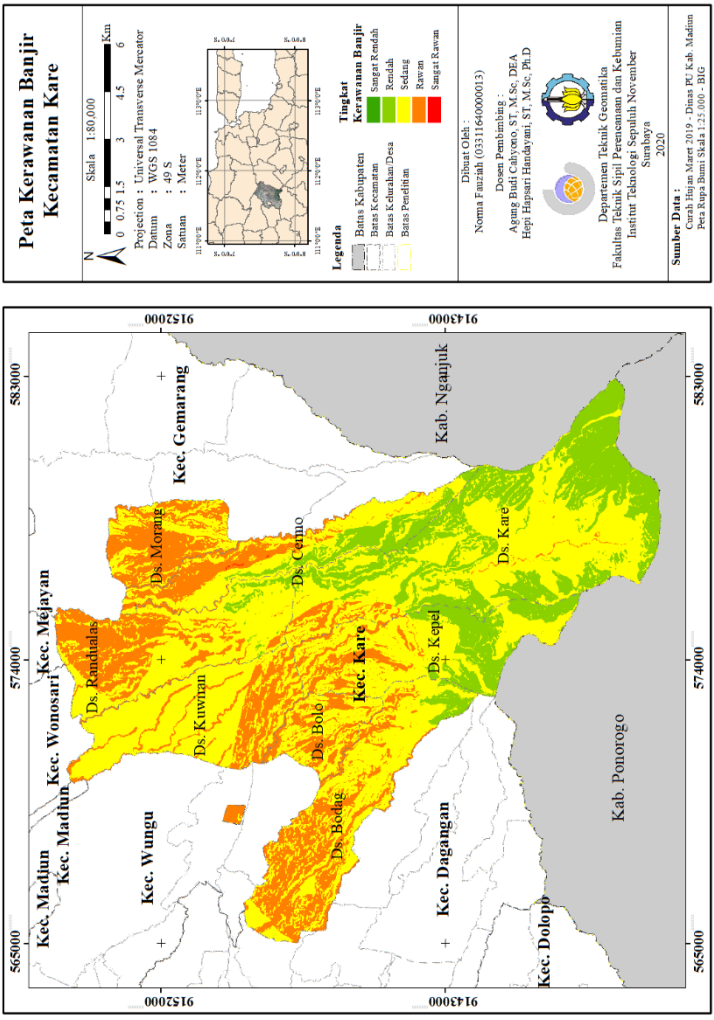
Lampiran I. 5 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Gemarang



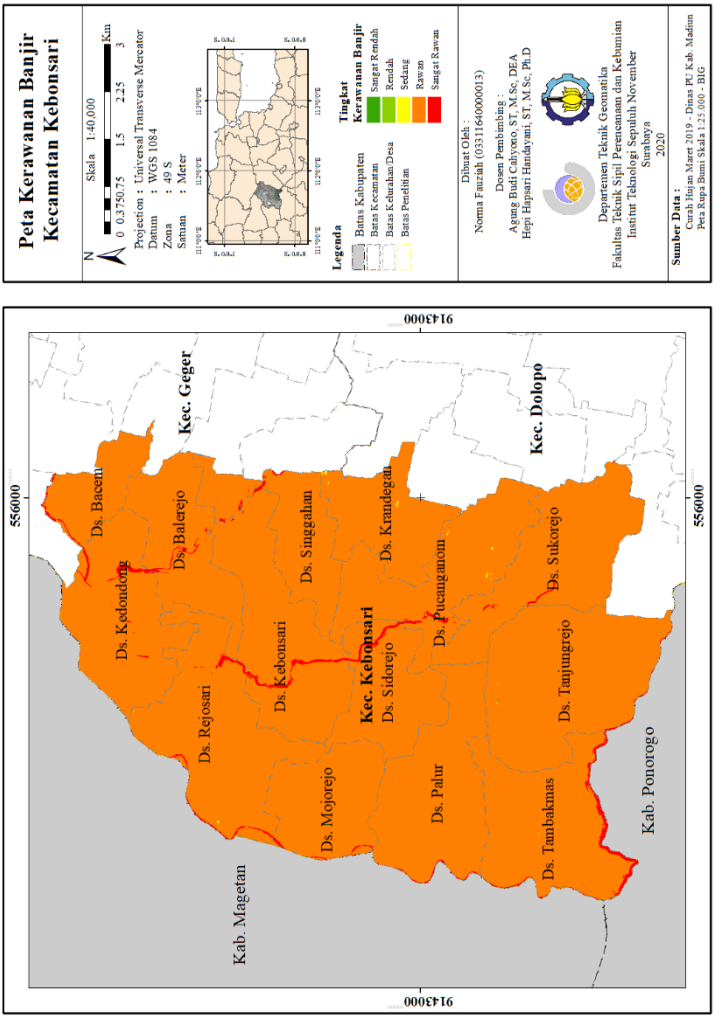
Lampiran I. 6 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Jiwan



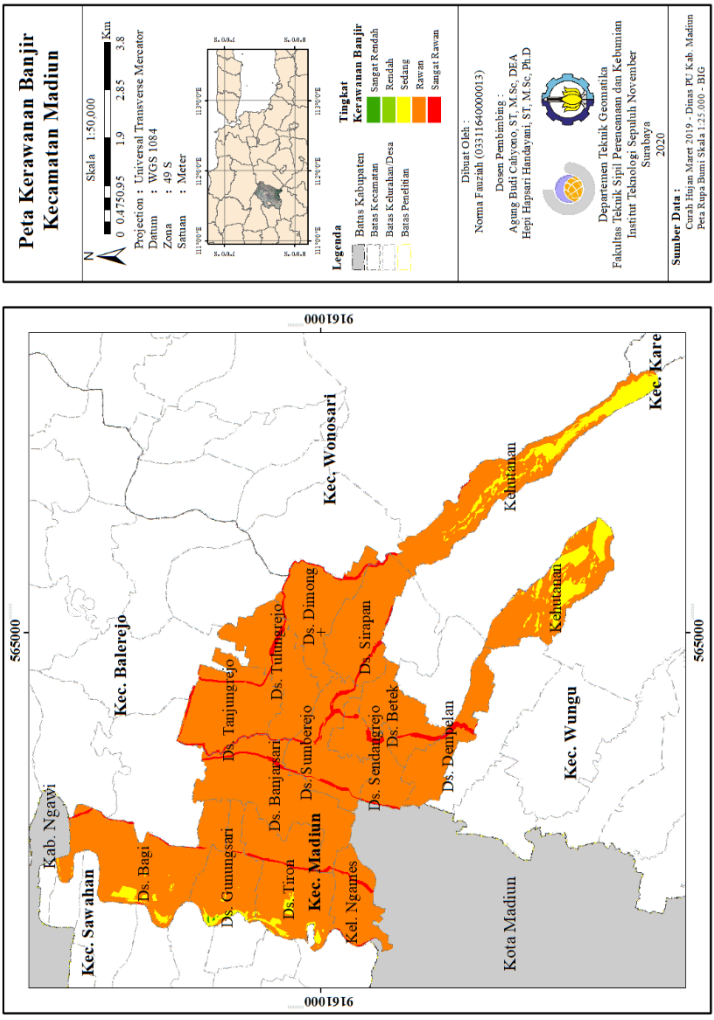
Lampiran I. 7 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Kare



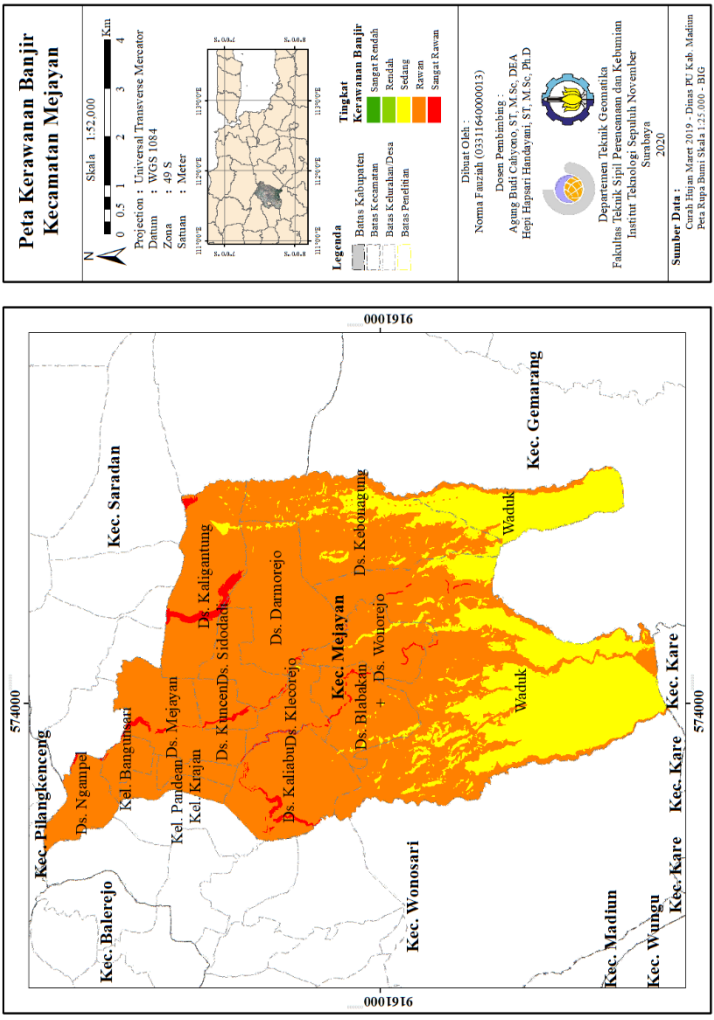
Lampiran I. 8 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Kebonsari



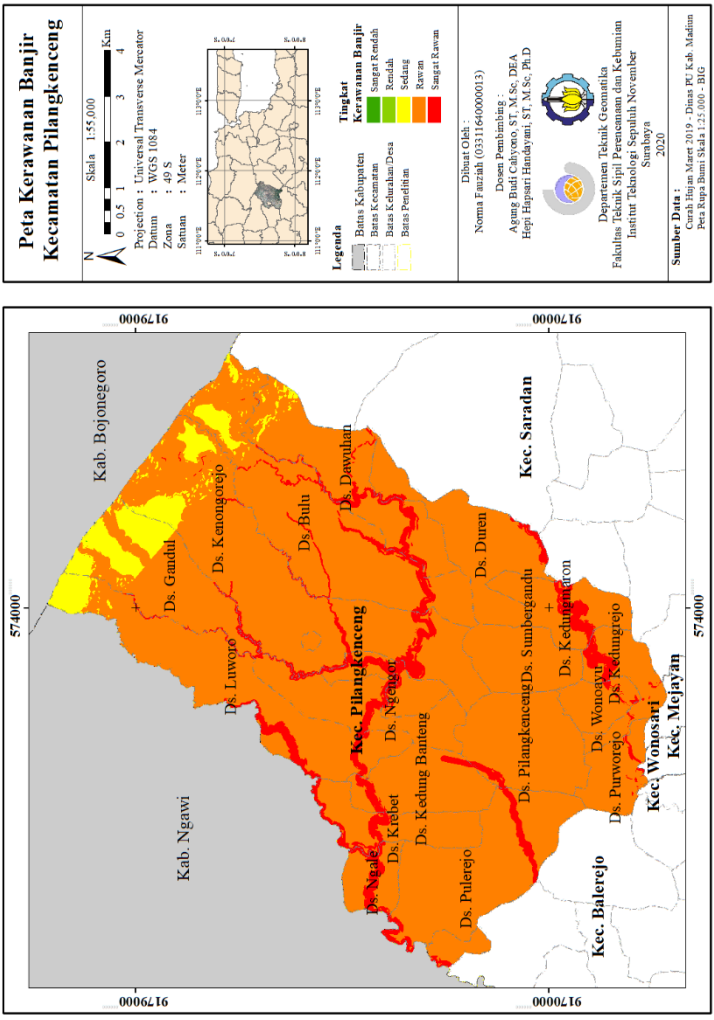
Lampiran I. 9 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Madiun



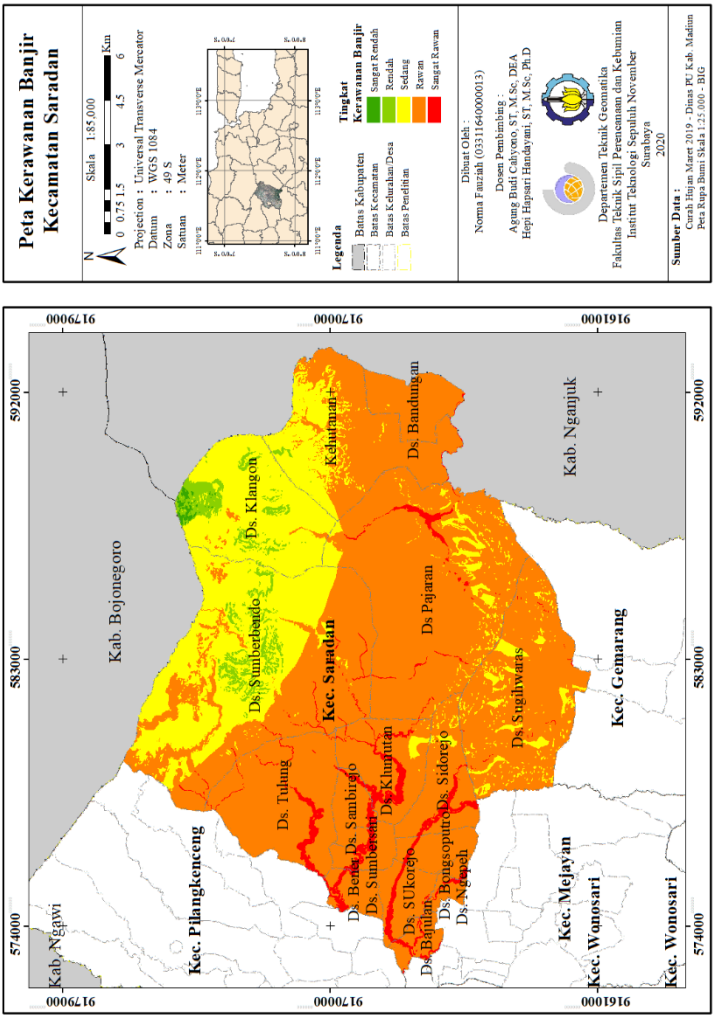
Lampiran I. 10 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Mejayan



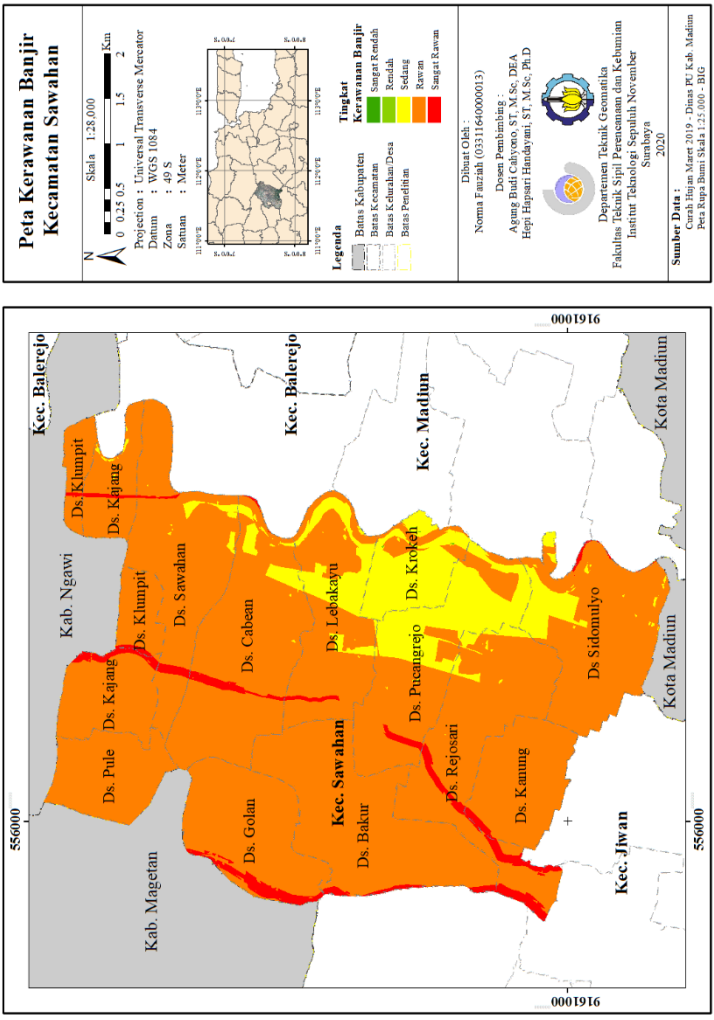
Lampiran I. 11 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Pilangkenceng



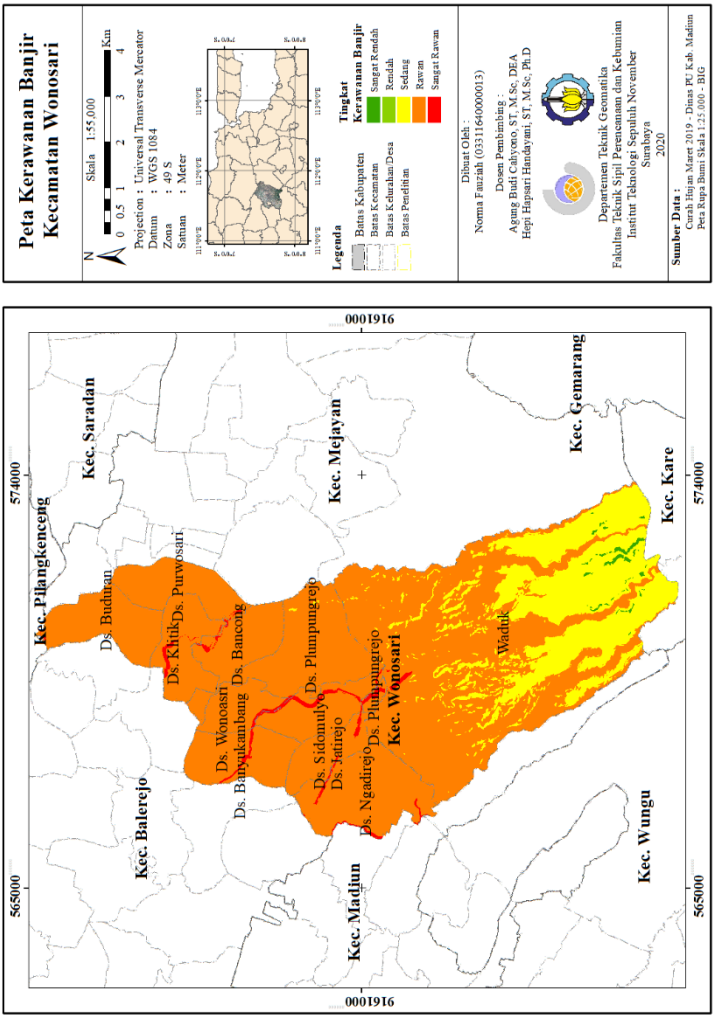
Lampiran I. 12 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Saradan



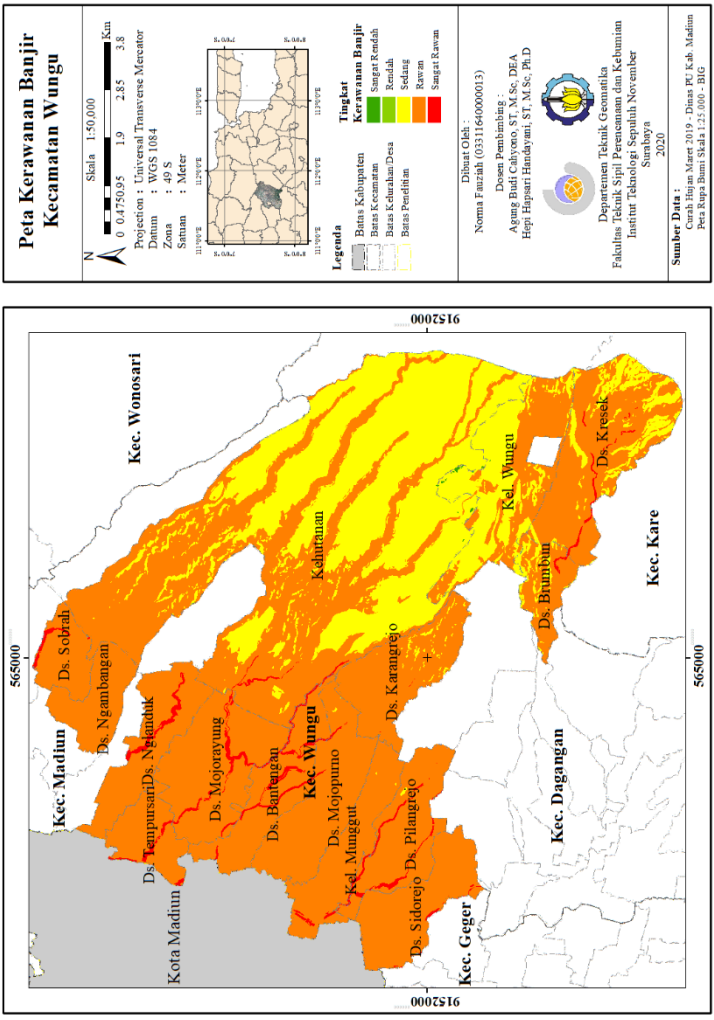
Lampiran I. 13 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Sawahan



Lampiran I. 14 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Wonosari



Lampiran I. 15 Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Wungu



BIOGRAFI

Penulis dilahirkan di Surabaya, 07 Mei 1998, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmahusada Kota Surabaya, SDN Airlangga V Kota Surabaya, SMPN 18 Kota Surabaya dan SMAN 3 Kota Surabaya. Setelah lulus dari SMA, penulis memilih melanjutkan di jenjang perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh November melalui jalur SNMPTN dan diterima di Teknik Geomatika – FTSPK, ITS pada tahun 2016 terdaftar dengan NRP 03311640000013. Penulis memiliki pengalaman Kerja Praktik di Badan Informasi Geospasial bidang Geodinamika dan Jaring Kontrol Geodesi. Dalam penyelesaian studi sarjananya, penulis mengambil penelitian tugas akhir di bidang kajian Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan judul "Analisis Daerah Rawan Banjir Dengan Menggunakan Metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) (Studi Kasus : Kabupaten Madiun)".