



**PEMETAAN KERAWANAN BENCANA BANJIR DENGAN  
METODE *FREQUENCY RATIO* DI KECAMATAN  
MOJOAGUNG KABUPATEN JOMBANG**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh:  
**Rita Fauziyah**  
**NIM 180210303033**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GEOGRAFI  
JURUSAN PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2022**



**PEMETAAN KERAWANAN BENCANA BANJIR DENGAN  
METODE *FREQUENCY RATIO* DI KECAMATAN  
MOJOAGUNG KABUPATEN JOMBANG**

**SKRIPSI**

Diajukan guna memenuhi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1), dan Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan

Disusun Oleh:

**Rita Fauziyah**

**NIM 180210303033**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GEOGRAFI  
JURUSAN PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2022**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya. Sholawat serta salam tetap tercurahkan pada nabi besar Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan dengan segala cinta dan sayang kepada orang-orang yang telah mendukung dan membantu atas terselesainya skripsi ini antara lain:

1. Ibu dan Ayah tercinta, Almh Ibu Samsiah dan Bapak Kholil yang telah memberi kasih sayang dan membimbing saya dari kecil hingga saat ini.
2. Guru-guruku dari mulai Taman Kanak-kanak hingga di perguruan tinggi yang dengan sabar mendidik dan memberikan ilmu dengan ikhlas dan tanpa pamrih.
3. Almamater Program Studi Pendidikan Geografi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, SMK Muhammadiyah 3 Mojoagung, SMPN 2 Mojoagung, SDN Janti dan TK Muslimat NU yang telah memberikan Pendidikan dan fasilitas yang baik guna menunjang segala aktivitas belajar yang dilakukan.

**MOTTO**

“Dan tuhanmu telah memerintahkan agar kamu tidak menyembah selain dia dan hendaklah berbuat baik kepada ibu bapak”.

(terjemahan surat *Al-Isra* ' ayat 23) \*

“Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sesuai dengan kesanggupannya”.

(terjemahan surat *Al-Baqarah* ayat 286) \*



---

\* Departemen Agama RI. Al-Quran dan Terjemahan *Special for women*. Bandung: PT Sygma ExamediaArkanleema

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rita Fauziyah

NIM : 180210303033

Menyatakan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang” merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian isi pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 September 2022

Yang Menyatakan

Rita Fauziyah

NIM. 180210303033

**SKRIPSI**

**PEMETAAN KERAWANAN BENCANA BANJIR DENGAN  
METODE *FREQUENCY RATIO* DI KECAMATAN  
MOJOAGUNG KABUPATEN JOMBANG**

Disusun oleh:

Rita Fauziyah

NIM 180210303033

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama: Dr. Sri Kantun, M.Ed.

Dosen Pembimbing Anggota: Muhammad Asyroful Mujib, S.Pd., M.Sc.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GEOGRAFI  
JURUSAN PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2022**

**PERSETUJUAN**

**PEMETAAN KERAWANAN BENCANA BANJIR DENGAN  
METODE *FREQUENCY RATIO* DI KECAMATAN  
MOJOAGUNG KABUPATEN JOMBANG**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Geografi

Oleh:

Nama	: Rita Fauziyah
NIM	: 180210303033
Tempat Tanggal Lahir	: Jombang, 23 Februari 2000
Jurusan/Program Studi	: IPS/Pendidikan Geografi

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama	Dosen Pembimbing Anggota
------------------------	--------------------------

Dr. Sri Kantun, M.Ed.  
NIP. 195810071986022001

Muhammad Asyroful Mujib, S.Pd.,  
M.Sc.  
NIP. 198708192019031007

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang” ini telah di uji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : 30 September 2022

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji,

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Sri Kantun, M.Ed.  
NIP. 195810071986022001

Muhammad Asyroful Mujib, S.Pd., M.Sc.  
NIP. 198708192019031007

Anggota I,

Anggota II.

Prof. Dr. Sri Astutik, M.Si.  
NIP: 196706101992032002

Bejo Apriyanto, S.Pd., M.Pd.  
NIDN: 0030048904

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Prof. Dr. Bambang Soepeno. M.Pd.  
NIP.19600612198702001



## RINGKASAN

**Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang:** Rita Fauziyah, 180210303033: 67 halaman: Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Pendidikan IPS Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pemanfaatan sistem informasi geografi telah mengalami perkembangan di berbagai bidang dan aktivitas. Sistem tersebut digunakan sebagai alat dalam memecahkan masalah, menentukan pilihan maupun kebijakan melalui metode analisis keruangan dengan memanfaatkan komputer. Pemodelan spasial pada pemetaan kerawanan banjir menggambarkan cakupan wilayah serta memberikan informasi mengenai bahaya maupun kerentanan banjir pada suatu wilayah, hal tersebut dapat dijadikan acuan dalam menganalisis resiko bencana. Penggunaan metode yang sesuai dalam melakukan pemetaan kerawanan bencana banjir dapat memprediksi daerah yang rentan serta mencegah kerusakan. Upaya untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana banjir di Kecamatan Mojoagung dilakukan pemetaan bencana banjir dengan metode *Frequency Ratio* lebih lanjut. Permasalahan yang ada di penelitian ini adalah bagaimana pemetaan kerawanan bencana banjir dengan metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji pemetaan kerawanan bencana banjir dengan metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung.

Jenis penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif yang bermaksud memetakan wilayah yang rawan terhadap bencana banjir di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang dengan menggunakan parameter fisik seperti geomorfologi, hidrologi dan klimatologi. Pemetaan kerawanan banjir di daerah penelitian menggunakan pendekatan statistik bivariat yaitu metode *Frequency Ratio*. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tempat, *Topographic Wetness Index* (TWI), jarak dari sungai, penggunaan lahan dan jenis tanah. Analisis data dilakukan dengan menentukan

wilayah banjir menggunakan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dan kemudian dilakukan pemetaan banjir menggunakan metode *Frequency Ratio* (FR).

Hasil penelitian ini menunjukkan kerawanan banjir di Kecamatan Mojoagung terdiri atas 5 kelas yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Luas kelas rawan banjir masing-masing yaitu kelas sangat rendah memiliki luas sebesar 2.48 Ha dengan cakupan 0.0005% dari luas keseluruhan, Kedua kelas rendah memiliki luas 436.31 Ha dengan cakupan wilayah 8% dari luas total wilayah. Ketiga kelas sedang memiliki luas sebesar 10.25.11 dengan cakupan 19% dari luas keseluruhan. Keempat kelas tinggi memiliki luas sebesar 1325.11 Ha dengan cakupan 25% luas keseluruhan. Kelima kelas sangat tinggi memiliki luas wilayah 2497.85 Ha dengan cakupan 47% dari luas keseluruhan. Karakteristik wilayah rawan banjir tinggi yaitu berada pada daerah kategori curah hujan tinggi hingga sangat tinggi, berada di wilayah lereng landai dan ketinggian 10-15 meter, jarak dari sungai kurang dari 300 meter, berada di daerah pemukiman dengan nilai TWI lebih besar dari 14 dan memiliki jenis tanah regosol.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa di daerah penelitian wilayah dengan ketinggian rendah memiliki tingkat kerawanan yang sangat tinggi memiliki luas wilayah sebesar 2497.85 Ha dengan presentasi 47% dari wilayah keseluruhan. Hasil validasi peta menunjukkan efisiensi nilai *Area Under the Curve* (AUC) dengan tingkat keberhasilan 0.969 yang berarti 96% area yang diprediksi sesuai dengan hasil pemetaan menggunakan metode FR.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, hidayat, dan karunianya serta limpahan kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) Program Studi Pendidikan Geografi Jurusan Pendidikan IPS Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih pada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Rektor Universitas Jember
2. Prof. Bambang Soepeno, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menyediakan berbagai fasilitas demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Dr. Sumardi, M.Hum., selaku ketua jurusan Pendidikan IPS yang telah menyediakan berbagai fasilitas pendukung yang dapat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Retna Ngesti Sedyati, M.P selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan IPS Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
5. Prof. Dr. Sri Astutik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Geografi dan Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan memperhatikan dalam penulisan skripsi ini.
6. Dr. Sri Kantun, M.Ed., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari semester 1 dan Dosen Pembimbing Utama yang telah memfasilitasi mahasiswa agar dapat menyelesaikan skripsi dan lulus dengan segera.
7. Muhammad Asyroful Mujib, S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
8. Bejo Apriyanto, S.Pd., M.Pd. selaku dosen penguji anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.

9. Dosen Pendidikan Geografi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan S1 dan memberikan berbagai media yang dapat dijadikan referensi.
10. Sultoni, S.T selaku Kepala bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang.
11. Kepada Budi Ningsih dan Boiran selaku bude dan pakde saya yang telah merawat saya dari kecil hingga sekarang.
12. Kakak saya Wulan Tiara Putri, Novi Suwarni dan Endrastu Yanuariski yang telah mendukung saya.
13. Teman-teman Pendidikan Geografi Angkatan 2018 yang telah menjadi warna-warni masa perkuliahan saya.
14. Sahabat saya kos kuning Maulyda Vicky Wijaya, Yazid Alhidayah, M. Alif Setyawan, Rofiatun Sakdiah, Miftachurroifah, Faidatuz Zahro, dan Vira Elfiani yang telah mendukung dan memberikan semangat serta tempat berkeluh kesah.
15. Sahabat saya Ais Barrotun Nadhifah, Tri Wilujeng, dan Hapsari Aulia Al-Hasanah yang senantiasa memberikan semangat dan memberikan motivasi.
16. Pihak yang membantu dalam penelitian yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
17. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days of, I wanna thank me for never quitting.*

Penulis menyadari bahwa skripsi yang dibuat jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis meminta maaf kepada pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa pun yang membaca.

Jember, 11 September 2022

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>PERSETUJUAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Bencana Alam .....	7
2.2 Bencana Banjir .....	8
2.3 Parameter Penyebab Banjir .....	10
2.4 Pemetaan Kerawanan Banjir .....	13
2.5 Sistem Informasi Geografis.....	14
2.6 Pendekatan Metode Statistik ( <i>Statistical Methods</i> ).....	14
2.7 <i>Frequency Ratio</i> .....	15
2.8 Penelitian Relevan .....	16
2.9 Kerangka Berpikir Penelitian .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	20

3.2 Waktu dan Tempat .....	20
3.3 Sampel Penelitian .....	21
3.4 Variabel Penelitian .....	22
3.5 Definisi Operasional Variabel .....	22
3.6 Tahap Penelitian .....	23
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	23
3.8 Teknik Analisis Data .....	25
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	28
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	29
4.1.1 Gambaran dan Lokasi Penelitian .....	29
4.1.2 Penentuan Titik Banjir Berdasarkan <i>Normalized Difference Water</i> <i>Index</i> .....	30
4.1.3 Parameter Kerawanan Banjir .....	31
4.1.4 Pemetaan Kerawanan Banjir dengan metode <i>Frequency Ratio</i> .....	43
4.1.10 Validasi Peta.....	49
4.2 Pembahasan .....	51
4.2.1 Parameter Kerawanan Banjir .....	51
4.2.2 Kerawanan Banjir dengan metode <i>Frequency Ratio</i> .....	54
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....	22
Tabel 4. 1 Luas NDWI Tahun 2013-2017 .....	31
Tabel 4. 2 Luas NDWI Tahun 2018-2022 .....	31
Tabel 4. 3 Curah Hujan Bulanan Kecamatan Mojoagung .....	32
Tabel 4. 4 Luas Kelas Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung.....	33
Tabel 4. 5 Luas Kelas Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung.....	35
Tabel 4. 6 Luas Kelas Ketinggian Tempat Kecamatan Mojoagung .....	37
Tabel 4. 7 Luas Kelas <i>Topographic Wetness Index</i> Kecamatan Mojoagung.....	38
Tabel 4. 8 Luas Kelas Jarak Dari Sungai Kecamatan Mojoagung.....	40
Tabel 4. 9 Luas Kelas Penggunaan Lahan Kecamatan Mojoagung.....	41
Tabel 4. 10 Luas Kelas Jenis Tanah Kecamatan Mojoagung .....	43
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan <i>Frequency Ratio</i> dan <i>Relative Frequency</i> untuk semua kelas faktor .....	45
Tabel 4. 12 Perhitungan Bobot faktor penyebab banjir .....	47
Tabel 4. 13 Kelas Kerawanan Banjir Kecamatan Mojoagung.....	49

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir penelitian .....	19
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang .....	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 4. 1 Peta Normalized Difference Water Index Kecamatan Mojoagung dalam 10 Tahun.....	30
Gambar 4. 2 Peta Curah Hujan Kecamatan Mojoagung.....	33
Gambar 4. 3 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung.....	34
Gambar 4. 4 Peta Ketinggian Tempat Kecamatan Mojoagung.....	36
Gambar 4. 5 Peta <i>Topographic Wetness Index</i> Kecamatan Mojoagung.....	37
Gambar 4. 6 Peta Jarak Dari Sungai Kecamatan Mojoagung.....	39
Gambar 4. 7 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Mojoagung.....	40
Gambar 4. 8 Peta Jenis Tanah Kecamatan Mojoagung.....	42
Gambar 4. 9 Peta Rawan Bencana Banjir Kecamatan Mojoagung.....	48
Gambar 4. 10 Hasil Validasi dengan Kurva ROC .....	50



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang terletak pada wilayah garis khatulistiwa. Keberadaan garis khatulistiwa tersebut menyebabkan negara Indonesia beriklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan yang terjadi di Indonesia biasanya pada bulan oktober hingga bulan maret, sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April hingga bulan September (Rahayu dkk, 2018). Musim hujan ditunjukkan sebagai suatu keadaan iklim wilayah pada periode tertentu lebih banyak terjadi hujan, sebaliknya musim kemarau diartikan sebagai kondisi suatu wilayah dengan keadaan iklim pada periode tertentu jarang terjadi hujan. Badan Meteorologi dan Geofisika menetapkan awal terjadinya musim hujan dilihat berdasarkan jumlah curah hujan dalam satu dasarian lebih besar 50 mm, sebaliknya awal terjadinya musim kemarau dapat dilihat berdasarkan jumlah curah hujan dalam satu dasarian kurang dari 50 mm (Lesik dkk, 2020). Kejadian hujan saat ini seringkali mengalami akibat terjadinya perubahan iklim global. Perubahan iklim mengakibatkan terjadinya pergeseran awal musim pola hujan. Musim kemarau akan cenderung lebih lama yang berakibat pada bencana kekeringan, sebaliknya musim hujan akan terjadi secara singkat dengan tingkat curah hujan yang cukup tinggi dari curah hujan normal, sehingga mengakibatkan bencana banjir dan tanah longsor (Siregar dkk, 2019).

Berdasarkan karakteristik geografisnya, Indonesia merupakan wilayah rawan terhadap bencana banjir. Bencana banjir yang terjadi di Indonesia sebagian besar berada pada wilayah bagian barat yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Banjir merupakan suatu peristiwa atau fenomena terbenamnya daratan yang diakibatkan oleh adanya air, fenomena tersebut terjadi di berbagai wilayah negara termasuk negara Indonesia (Juliana dkk, 2019). Penyebab bencana banjir yang terjadi pada suatu daerah merupakan gabungan antara dua faktor yaitu faktor alam dengan manusia. Faktor alam penyebab terjadinya bencana banjir biasanya diakibatkan oleh curah hujan yang cukup tinggi serta adanya erosi tanah yang terjadi pada daerah hulu sehingga terjadi pendangkalan sungai dan dapat

diakibatkan oleh luapan air sungai yang tidak dapat menampung air secara berlebihan dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi dan dalam waktu yang cukup lama (Bachtiar dkk, 2021). Faktor manusia biasanya berupa pembuangan sampah pada aliran sungai, penebangan hutan, pembangunan rumah dekat dengan sungai serta berbagai kegiatan manusia yang menyebabkan berkurangnya daerah resapan air (Jariato dkk, 2017). Tata guna lahan dan tutupan lahan secara langsung atau tidak langsung akan memberikan pengaruh terhadap tingkat infiltrasi, evapotranspirasi serta limpasan air permukaan (Harley dan Samanta, 2018). Hal yang menjadi pembeda banjir dari tahun ketahun adalah dimensi penyebab dan akibat banjir. Pada periode sebelum tahun 1970-an penyebab bencana banjir dikarenakan oleh faktor alam, setelah periode tersebut terjadinya banjir diakibatkan bukan hanya dari alam melainkan faktor sosial ekonomi dan budaya sehingga akibat yang ditimbulkan juga berbeda (Nugroho, 2018).

Kabupaten Jombang merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang terdampak banjir. Berdasarkan Indeks Resiko Bencana BNPB, Kabupaten Jombang termasuk kedalam kategori wilayah banjir sedang dengan nilai indeks resiko yaitu 128.55 (BNPB, 2020). Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor topografi dan kapasitas drainase untuk menampung aliran permukaan yang tidak memadai, serta dilihat dari kondisi topografi juga menjadi faktor penyebab genangan banjir. Topografi wilayah Kabupaten Jombang tergolong relatif landai apabila dibandingkan dengan daerah di sekitarnya, sehingga berpotensi menimbulkan genangan, beberapa wilayah di Kabupaten Jombang Sebagian besar lahannya telah dipadatkan menggunakan semen, sehingga aliran permukaan (*runoff*) tidak dapat meresap dengan baik (Nazmelia, 2018).

Kecamatan Mojoagung merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Jombang dan berbatasan langsung dengan Kabupaten Mojokerto. Permasalahan yang muncul pada daerah ini ialah banjir rutin setiap tahunnya pada musim hujan. Bencana banjir yang terjadi di Kecamatan Mojoagung melanda beberapa desa yaitu Desa Janti, Desa Tejo, Desa Gambiran, Desa Kauman, Desa Mancilan, Desa Betek, Desa Karobelah, Desa Kedunglumpang, Desa Dukuh Mojo, Desa Karangwinongan, Desa Kademangan, Desa Mojotrisno, Desa Tanggalrejo,

Desa Dukuhdimoro, Desa Miagan, Desa Murukan, Desa Johowinong, dan Desa Seketi (BNPB, 2019).

Pada periode hujan tahun 2022 penyebab banjir diakibatkan oleh curah hujan yang cukup tinggi, sehingga mengakibatkan debit air sungai di Kecamatan Mojoagung seperti sungai Catak Benteng, dan Sungai Gunting yang merupakan sungai cukup besar di daerah tersebut menguap. Faktor tersebut terjadi dari tahun ke tahun faktor lain diakibatkan oleh pendangkalan sungai, dan pembuangan sampah maupun limbah ke sungai terutama limbah rumah tangga. Hal tersebut memberikan dampak pada terendamnya ratusan rumah warga, dan sejumlah warga dievakuasi oleh BPBD dan memilih untuk mengungsi sementara (Faiz, 2022).

Informasi terkait bencana banjir di Kecamatan Mojoagung sangat penting agar pemerintah dapat mengambil kebijakan yang tepat dalam menanggulangnya. Kebutuhan dalam memahami tingkat kerawanan banjir sebagai dasar dalam pembangunan serta implementasi kebijakan pengurangan kerusakan akibat bencana (Hazarika dkk, 2018). Hal tersebut diperlukan pemetaan tentang daerah yang rawan terhadap bencana banjir. Pemetaan daerah kerawanan banjir merupakan awal yang sangat penting dalam menunjukkan ancaman bencana, resiko dan pengelolaan mitigasi bencana berbasis masyarakat (Ridwan dkk, 2022).

Pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) telah mengalami perkembangan di berbagai bidang dan aktivitas. Sistem tersebut digunakan sebagai alat dalam memecahkan masalah, menentukan pilihan maupun kebijakan melalui metode analisis keruangan dengan memanfaatkan komputer (Nuryanti dkk, 2018). Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh merupakan salah satu alat yang banyak dimanfaatkan untuk melakukan pemetaan kerawanan, kerentanan, resiko dan pemodelan banjir (Darmawan dkk, 2017; Diaconu dkk, 2021). Selain itu juga didukung dengan ketersediaan data yang bisa dengan mudah diakses dan diekstraksi dari data penginderaan jauh (Teng dkk, 2017). Pemodelan spasial pada pemetaan bahaya dan kerawanan banjir menggambarkan cakupan wilayah serta memberikan informasi mengenai bahaya maupun kerentanan banjir pada suatu wilayah, hal tersebut dapat dijadikan acuan dalam menganalisis resiko bencana (Widiawaty dan Dede, 2018). Penggunaan metode yang sesuai dalam melakukan

pemetaan kerawanan bencana banjir dapat memprediksi daerah yang rentan serta mencegah kerusakan (Sepehri dkk, 2020).

Metode pemodelan empiris merupakan metode yang dikategorikan sebagai pendekatan yang baru dan banyak digunakan dalam pemetaan bahaya banjir (Mudashiru dkk, 2021). Metode tersebut digolongkan menjadi (1) *Machine Learning Approach* dan *Artificial Intelligence* (Costache, 2019; Al-Abadi, 2018), (2) *Statistical methods* termasuk di dalamnya *bivariate* dan *multivariate models* (Bui dkk, 2019), (3) *Machine Learning and Artificial intelligence* (Mudashiru dkk, 2021). Penelitian ini mengacu pada metode *statistical methods* sebagai salah satu pendekatan dalam menganalisis kerawanan banjir. Pendekatan statistik bergantung pada data hidrologi, topografi, *Digital Elevation Model* (DEM), dan geomorfologi yang terkadang diperoleh melalui penginderaan jauh dan SIG (Wang dkk, 2019). Metode tersebut memberikan kemungkinan terkait perkiraan indeks kerawanan banjir yang diperoleh berdasarkan pengumpulan skor tertimbang yang dianalisis secara geospasial (Mudashiru dkk, 2021).

Pendekatan *statistical methods* dengan *bivariate models* dikategorikan menjadi (1) *Evidential Belief Function*, (2) *Partial Least Square* (PLS) (Costache, 2019a), (3) *Frequency Ratio* (FR) (Azizat dkk, 2018), (4) *Certainty Factor* (CF) (Costache, 2019b), (5) *Weight of Evidence* (WOE) (Mudashiru dkk, 2021). Penelitian mengenai pemetaan rawan bencana di Kecamatan Mojoagung menggunakan metode *Frequency Ratio* (FR). *Frequency Ratio* merupakan metode *bivariate models* yang cukup banyak digunakan dalam penelitian terkait pemetaan banjir maupun tanah longsor (Popa dkk, 2019). Metode tersebut mempertimbangkan pengaruh setiap kelas dari masing-masing faktor yang memiliki pengaruh terhadap kejadian banjir (Tehrany dan Kumar, 2018). Metode *frequency ratio* ini dikatakan cukup sederhana dalam mengaitkan setiap faktor penyebab banjir, mudah diaplikasikan dan sangat efisien dalam pemodelan kerawanan banjir (Lee dkk, 2012; Sahana dan Patel, 2019).

Pemetaan daerah rawan banjir dari berbagai penelitian membutuhkan parameter yang cukup bervariasi seperti hidrologi, geomorfologi dan Klimatologi (Mujib dkk, 2021). Parameter yang digunakan dalam menentukan kerawanan banjir

yang diterapkan dengan menggunakan metode *frequency ratio* diantaranya ketinggian tempat, kemiringan lereng, kelengkungan (*curvature*), kerapatan drainase, jarak dari sungai, *Topographic Wetness Index* (TWI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), jenis tanah, litologi, penggunaan lahan dan curah hujan (Siahkamari dkk, 2018; Ullah dan Zhang, 2020).

Derajat kemiringan merupakan salah satu faktor yang memiliki pengaruh terhadap konsentrasi aliran darat serta kejadian genangan yang diakibatkan air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah (Sahana dan Patel, 2019; Rahmati dkk, 2016). Hasil penelitian menyebutkan bahwa kemungkinan besar terjadi banjir berada pada dataran rendah dan kemungkinan kecil banjir berada di dataran tinggi (Khosravi dkk, 2019). Hal tersebut menunjukkan hubungan yang signifikan antara genangan banjir dan jarak antara sungai dengan pemukiman.

Berdasarkan parameter kerawanan banjir yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, maka parameter yang digunakan dalam penelitian ini ialah curah hujan, Lereng, *Elevasi*, *Topographic Wetness Index* (TWI), jarak dari sungai, penggunaan lahan dan tanah. Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya adalah pemanfaatan metode *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dalam memetakan daerah rawan banjir dilihat dari kejadian banjir sebelumnya yang digunakan sebagai data input untuk dikorelasikan dengan parameter rawan banjir dalam metode *frequency ratio*.

Berdasarkan uraian diatas peneliti bertujuan untuk memetakan kerawanan bencana banjir di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang dengan metode *frequency ratio*, sehingga peneliti bermaksud untuk melaksanakan penelitian dengan judul “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti mengambil rumusan masalah “Bagaimana Pemetaan kerawanan bencana banjir dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang?”.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, terdapat tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu memetakan kerawanan bencana banjir dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah diatas Adapun manfaat penelitian diantaranya sebagai berikut:

#### 1.4.1 Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan pemerintah dalam memajemen bencana banjir di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang, sehingga dapat memberikan upaya penanggulangan dan pencegahan seperti upaya reboisasi.

#### 1.4.2 Bagi masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi serta pengetahuan masyarakat dalam mitigasi bencana banjir di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang, sehingga dapat mengurangi kerugian dan korban yang diakibatkan oleh bencana tersebut.

#### 1.4.3 Bagi peneliti lain

Hasil penelitian ini diharapkan data dijadikan sebagai referensi peneliti lain dalam penulisan karya tulis ilmiah yang berkaitan dengan kerawanan banjir.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bencana Alam

Bencana memiliki arti sesuatu yang dapat mengakibatkan maupun menyebabkan kerusakan, kerugian dan penderitaan. Bencana merupakan suatu peristiwa maupun serangkaian peristiwa yang memiliki ancaman maupun gangguan bagi kehidupan masyarakat dengan berbagai macam faktor alam maupun faktor lainnya, sehingga memberikan dampak terhadap kerugian jiwa, infrastruktur, lingkungan maupun dampak psikologis (Aji, 2015; BPBD, 2007; Nurromansyah dan Setyono, 2014; Muttalib dan Mashur, 2019). Berdasarkan definisi bencana terdapat tiga aspek yang mendasari diantaranya terjadinya suatu peristiwa maupun gangguan yang memiliki ancaman bagi kehidupan dan merusak (*hazard*), peristiwa tersebut memberikan dampak bagi kehidupan, penghidupan serta fungsi dari masyarakat, dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut melampaui kemampuan masyarakat dalam mengatasi dengan memanfaatkan sumber daya alam. Suatu bencana dapat terjadi, diakibatkan oleh adanya suatu kondisi yaitu peristiwa atau gangguan yang mengancam serta memberikan efek yang merusak (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*) masyarakat (Sabir, 2016).

Bencana alam yang terjadi di Indonesia diantaranya seperti tanah longsor yang merupakan suatu peristiwa terdapat satu blok tanah yang tergelincir ke bawah, hal tersebut diakibatkan oleh adanya perubahan masa pada struktur tanah yang mengakibatkan pergerakan, Banjir diartikan sebagai tanah yang tergenang akibat adanya luapan sungai yang tidak dapat menampung kapasitas air didalamnya (Adhietya dkk, 2018), Gempa bumi merupakan getaran asli dari dalam bumi, bersumber dari dalam bumi, Tsunami merupakan bencana alam termasuk kedalam gempa yang terjadi pada kawasan laut akibat adanya pergerakan di bawah laut maupun letusan gunung api di laut, dan Angin topan merupakan suatu peristiwa yang terjadi akibat adanya pusaran angin yang cukup kencang dan menyebabkan kerusakan bahkan dapat memakan korban (Widjanarko dan Minnafiah, 2018).

## 2.2 Bencana Banjir

Banjir merupakan luapan air sungai ke daerah alirannya yang disebabkan oleh ketidakmampuan sungai dalam menampung air hujan akibat pendangkalan sungai (Danang dkk, 2019). Banjir merupakan suatu peristiwa atau kejadian terendahnya suatu wilayah daratan yang diakibatkan oleh peningkatan volume air. Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu wilayah diakibatkan oleh luapan air secara berlebih melebihi kapasitas yang dapat menimbulkan kerugian fisik, sosial maupun ekonomi dan korban jiwa (Kia dkk, 2012; Suliyati, 2016). Banjir merupakan peristiwa suatu genangan pada wilayah cekungan maupun daratan diakibatkan oleh drainase yang tidak mencukupi maupun luapan sungai yang melebihi kapasitas. Resiko banjir dapat diartikan sebagai kombinasi kemungkinan terjadinya banjir dan dampak yang diakibatkan oleh banjir. Berdasarkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2017 menyebutkan bahwa jenis banjir dibedakan menjadi tiga bagian yaitu banjir bandang, banjir genangan, dan banjir rob.

Banjir bandang merupakan aliran massa sedimen dalam satu unit dengan kecepatan yang cukup tinggi, dimana terjadi akibat keseimbangan statik antara gaya gesek yang ditimbulkan oleh aliran air yang lebih besar dibandingkan dengan gaya geser massa sedimen yang menahan, pada tingkat batas tertentu akan mengakibatkan keadaan tidak stabil, sehingga massa sedimen akan terangkat dengan cepat yang menimbulkan terjadinya banjir bandang. Banjir bandang (*flash flood*) merupakan suatu limpasan air keluar dari alur sungai yang diakibatkan oleh debit sungai yang membesar melampaui kapasitas aliran (Mappaware dkk, 2020). Limpasan tersebut dengan cepat melanda daerah yang rendah pada lembah-lembah sungai maupun daerah cekungan, hal tersebut diakibatkan oleh massa yang mengalir memiliki percepatan sehingga memberikan akibat pada ketinggian dan kecepatan aliran selalu bertambah dan pada tingkat batas tertentu mengakibatkan keadaan menjadi tidak stabil sehingga massa sedimen terperangkap dengan cepat. Banjir bandang memiliki sifat yang cukup merusak alam dibandingkan banjir yang lain, apabila banjir bandang yang terjadi cukup cepat akan mengakibatkan kerugian baik pada fasilitas maupun kerugian berupa korban jiwa (Barasa dan Perera, 2018).



Potensi kerusakan yang diakibatkan oleh adanya banjir bandang semakin meningkat di berbagai wilayah, hal tersebut diakibatkan oleh pembangunan sosial maupun ekonomi, banjir bandang yang terjadi pada daerah yang kering akan bersifat sangat merusak. (Mohamed dan El-Raey, 2020).

Banjir genangan biasanya terjadi pada wilayah perkotaan, hal tersebut dikarenakan pada wilayah perkotaan kurang adanya resapan air serta banyaknya pembangunan yang berakibat pada sulitnya air untuk diserap oleh tanah, banjir genangan biasanya melanda daerah pemukiman, daerah perdagangan serta pusat-pusat pemerintahan. Semakin luasnya banjir genangan diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk yang secara tidak langsung akan memberikan pengaruh terhadap semakin meluasnya areal pemukiman dan sarana penunjang lainnya. Berdasarkan penelitian Miardini dan Saragih, (2019) menyebutkan bahwa penyebab banjir genangan yang terjadi pada Kabupaten Bojonegoro akibat dari bentuk DAS yang cenderung parallel, sehingga debit banjir terakumulasi pada bagian hilir mengakibatkan tidak mampunya menampung aliran.

Banjir pasang air laut atau banjir rob merupakan suatu pola fluktuasi muka air laut yang dipengaruhi oleh gaya Tarik benda angkasa, terhadap masa air laut di bumi (Utami dkk, 2021). Banjir rob memiliki dampak pada terganggunya aktivitas keseharian masyarakat, adanya banjir rob juga berakibat pada kerusakan infrastruktur pantai akibat terjadinya abrasi pantai, serta masyarakat sekitar pantai akan kehilangan mata pencaharian bahkan hingga kehilangan tempat tinggal. Banjir rob selain berdampak pada kegiatan masyarakat sehari-hari, juga memberikan akibat terhadap perubahan penggunaan lahan, dimana lahan tersebut akan menjadi semakin sempit bahkan hilang akibat adanya banjir rob. Masyarakat pesisir pantai banyak yang menggantungkan hidupnya dengan berprofesi sebagai petani tambak, apabila terjadi banjir rob yang kemudian memberikan dampak pada perubahan penggunaan lahan maka sebagian besar masyarakat akan beralih profesi menjadi buruh industri, hal tersebut berdampak terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat pesisir pantai (Sauda dkk, 2019). Kondisi tersebut di masa yang mendatang dapat menjadi semakin besar diakibatkan oleh adanya pemanasan global.

### 2.2.1 Penyebab Bencana Banjir

Penyebab bencana banjir yang terjadi pada suatu daerah merupakan gabungan antara dua faktor yaitu faktor alam dengan manusia (Setyowati, 2019; Darmawan dkk, 2017), faktor alam penyebab terjadinya bencana banjir biasanya diakibatkan oleh curah hujan yang cukup tinggi serta adanya erosi tanah yang terjadi pada daerah hulu sehingga terjadi pendangkalan sungai, sedangkan faktor manusia biasanya berupa pembuangan sampah pada aliran sungai, alih fungsi lahan (Ayu & Heriawanto, 2018), penebangann hutan, pembangunan rumah dekat dengan sungai (Rosana, 2018), serta berbagai kegiatan manusia yang menyebabkan berkurangnya daerah resapan air (Jariato dkk, 2017).

## 2.3 Parameter Penyebab Banjir

### 2.3.1 Curah Hujan

Parameter cuaca yang diawali oleh adanya radiasi matahari dengan fluktuasi suhu yang memberikan akibat tekanan dalam berbagai daerah berbeda menjadi faktor Bergeraknya massa udara yang mengandung uap air dari siklus hidrologi, selanjutnya akan mengalami proses termodinamik yang kemudian berubah menjadi awan dan turun ke permukaan bumi menjadi hujan (Hermawan, 2010). Hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap adanya erosi, hal tersebut berkaitan dengan besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan terhadap kecepatan aliran permukaan (Patandean dan Sujiono, 2021). Curah hujan di wilayah Indonesia merupakan parameter dalam menentukan cuaca di suatu wilayah dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Setiap daerah memiliki kemampuan dalam menyerap air yang berbeda-beda, apabila suatu daerah mengalami curah hujan yang cukup tinggi maka kecepatan tanah dalam menyerap air akan kalah dengan jumlah air yang turun dan terus bertambah (Azhari dan Anwar, 2018), Kemungkinan terjadinya banjir pada suatu daerah harus disesuaikan berdasarkan kondisi wilayah yang sebenarnya, hal tersebut dibuktikan dengan wilayah yang memiliki kemiringan lereng lebih tinggi seperti daerah pegunungan, sekalipun daerah tersebut memiliki curah hujan yang tinggi cenderung tidak menimbulkan bencana banjir.

### 2.3.2 Kemiringan Lereng (*Slope*)

Kemiringan lereng memiliki pengaruh terhadap jumlah serta kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Kemiringan merupakan indikator yang dapat membuktikan adanya hubungan antara banjir di daerah yang datar dengan memiliki ketinggian yang rendah (Tehrany dkk, 2017). Lereng apabila dikategorikan landai maka aliran limpasan permukaan akan lambat dan memungkinkan suatu daerah mengalami genangan hingga banjir, sebaliknya apabila suatu wilayah dikategorikan memiliki lereng yang cukup curam limpasan air akan secara cepat dialirkan ke tempat yang lebih rendah dan tidak mengakibatkan terjadinya genangan dan resiko terjadinya banjir sangatlah minim (Nuryanti dkk, 2018). Korelasi positif yang kuat menjadi penentu antara kemiringan suatu daerah dengan kecepatan aliran permukaan (Das, 2019).

### 2.3.3 Ketinggian (*Elevasi*)

Ketinggian (*elevasi*) lahan merupakan ukuran ketinggian suatu daerah diatas permukaan laut. Ketinggian memiliki pengaruh terhadap kejadian banjir (Das, 2019), apabila dilihat berdasarkan sifat air yang mengikuti gaya gravitasi bumi, maka air akan mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah (Cahyani dkk, 2020; Darmawan dkk, 2017).

### 2.3.4 *Topographic Wetness Index* (TWI)

Perhitungan kerawanan banjir berdasarkan faktor utama topografi dapat dikenalkan melalui penilaian *Topographic Wetness Index* (TWI) (Miardini & Saragih, 2019). TWI merupakan model hidrologi konseptual dan tidak mewakili luas daerah rawan terhadap bencana banjir dalam bentuk aslinya (Pourali dkk, 2016). TWI telah terbukti menjadi indikator yang cukup baik dalam menggambarkan suatu daerah rawan terhadap bahaya banjir. Pemanfaatan data DEM dalam derivasi nilai TWI mendapatkan hasil terkait morfologi permukaan yang digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang rawan terhadap bahaya banjir. TWI mengukur pengaruh topografi lokal pada pembentukan limpasan dan menentukan ketersediaan kelembaban jangka panjang di lanskap. TWI menggambarkan lokasi dan ukuran daerah jenuh pada aliran darat (Pourali dkk, 2016).

### 2.3.5 Jarak Dari Sungai

Jarak suatu daerah dengan sungai memiliki pengaruh terhadap kejadian banjir, apabila sungai meluap maka daerah yang lebih dekat dengan sungai yang memiliki dampak cukup besar terhadap terjadinya banjir (Fernández dan Lutz, 2010; Mujib dkk, 2021). Berdasarkan penelitian oleh Tehrany dkk, (2017) menyebutkan bahwa jarak hingga 125 meter dari sungai merupakan yang paling signifikan terhadap dampak banjir. Rentan jarak pada penelitian tersebut yaitu 125-4384 yang menunjukkan rasio lebih besar dari 1 yang mewakili cakupan panjang dan penyebaran banjir aluvial di wilayah yang diteliti. Jarak dari sungai dalam pernyataan stakeholder secara umum menitikberatkan terhadap kondisi pemukiman, hal tersebut dikarenakan keberadaan daerah aliran sungai memberikan pengaruh yang besar terhadap resiko banjir di wilayah pemukiman. Semakin dekat pemukiman dengan sungai maka akan memberikan peluang terjadinya bencana banjir pada daerah tersebut akan semakin tinggi (Kusumo & Nursari, 2016).

### 2.3.6 Penggunaan lahan

Frekuensi banjir pada suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh pola penggunaan lahan pada suatu daerah. Penggunaan lahan memiliki hubungan yang cukup erat dengan aktivitas masyarakat dan sumber daya lahan. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada suatu daerah dengan tidak mengedepankan perencanaan serta pengendalian lingkungan, maka akan berdampak terhadap kerusakan lingkungan (Masyhuri, 2018). Pertumbuhan dan perkembangan suatu daerah dalam pelaksanaan pembangunan nasional akan berpengaruh terhadap kebutuhan lahan yang semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan lahan tersebut secara tidak langsung akan mempengaruhi daerah resapan air yang memiliki peran dalam peningkatan terjadinya banjir. Daerah pemukiman yang padat penduduk apabila terjadi hujan dengan intensitas yang cukup tinggi akan mengakibatkan terjadinya aliran permukaan yang akan secara langsung masuk ke dalam aliran air, hal tersebut akan berpengaruh terhadap kapasitas air yang dapat melampaui, sehingga terjadi luapan air dan banjir (Hoirisky dkk, 2018). Hal tersebut

menunjukkan bahwa perubahan penggunaan pada suatu wilayah dapat mempercepat terjadinya banjir.

#### 2.3.7 Jenis Tanah

Jenis tanah memiliki pengaruh yang cukup penting dalam proses terjadinya banjir. Jenis tanah akan berkaitan dengan lamanya tanah dalam menyerap air hujan, sehingga tidak terjadi aliran permukaan yang dapat mengakibatkan bencana banjir (Darmawan dkk, 2017). Tanah yang memiliki tekstur halus dan merupakan debu dapat menunjukkan infiltrasi pada jenis tersebut yang sangat rendah, hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya aliran permukaan, begitupun sebaliknya apabila jenis tanah memiliki tekstur kasar maka memiliki daya infiltrasi yang tinggi (Kusumo dan Nursari, 2016; Asrul dkk, 2021). Hal tersebut diakibatkan banyak rongga pada tanah sehingga air dapat masuk kedalam tanah melalui rongga tersebut dan aliran permukaan yang terbentuk semakin rendah (Anggraini dkk, 2021).

#### 2.4 Pemetaan Kerawanan Banjir

Kerawanan banjir merupakan suatu keadaan yang memberikan gambaran suatu daerah mudah atau tidaknya terdampak bencana banjir. Gambaran tersebut dapat ditunjukkan dengan melakukan analisis maupun pemetaan terkait bencana banjir. Pemetaan kerawanan banjir cukup penting sebelum melakukan perencanaan kontrol terhadap bencana. Penelitian terkait bencana banjir terus berkembang dengan berbagai metode maupun pendekatan dalam menganalisis banjir, hal tersebut dibutuhkan karena wilayah Indonesia yang merupakan wilayah rawan terhadap bencana. Pemetaan kerawanan banjir sangat dibutuhkan dalam pengurangan resiko bencana yang terjadi, pengurangan resiko tersebut dapat disertai dengan perencanaan penggunaan lahan agar sesuai dengan peruntukannya dan meminimalisir kejadian banjir di daerah tersebut (Dahlia dkk, 2018). Pemetaan banjir membutuhkan parameter dalam menentukan faktor penyebab bencana banjir, parameter tersebut merupakan parameter fisik seperti parameter hidrologi, geomorfologi dan klimatologi.

## 2.5 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis merupakan sistem yang dapat memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan spasial serta mampu dalam mengintegrasikan deskripsi suatu wilayah dengan karakteristik serta fenomena yang ditemukan di wilayah tersebut. Sistem tersebut dapat mengolah data yang kemudian akan diolah menjadi data yang lebih akurat. Sistem informasi geografis memproses informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai *interface* atau antar muka, sistem tersebut dapat meningkatkan kemampuan dalam menganalisis suatu informasi spasial guna perencanaan maupun pengambilan keputusan (Rahayu dkk, 2016). Kegunaan SIG tersebut dapat dijadikan sebagai bahan dalam melakukan tindakan meminimalisir bencana yang menimpa suatu daerah (Yanto, 2018). Pemetaan wilayah berbasis SIG sangat diperlukan seperti wilayah Kecamatan Mojoagung yang termasuk kedalam daerah rawan banjir dalam meminimalisir bencana di daerah tersebut.

## 2.6 Pendekatan Metode Statistik (*Statistical Methods*)

Pendekatan statistik (*statistical methods*) merupakan metode umum yang digunakan dalam pemodelan kerawanan banjir. Pendekatan tersebut mengintegrasikan catatan kejadian banjir masa lalu dan distribusi faktor yang mempengaruhi banjir untuk memprediksi kemungkinan terjadinya banjir pada daerah yang rawan banjir (Tehrany dkk, 2019). Metode ini memungkinkan estimasi index kerawanan banjir diperoleh melalui pengumpulan skor tertimbang yang dianalisis secara spasial (Mudashiru dkk, 2021). Metode statistik dikategorikan menjadi dua model yang diterapkan dalam memprediksi kerawanan banjir, metode tersebut diantaranya:

### 2.6.1 Model Statistik *Bivariate*

Model statistik bivariat merupakan model yang menguji masing-masing kelas faktor yang mempengaruhi kejadian banjir termasuk indeks statistik yang mengembangkan hubungan antara faktor penyebab banjir dengan kejadian banjir dengan memberikan pembobotan (Tehrany dkk, 2018). Metode ini dalam permodelan kerawanan banjir dibagi menjadi 5 metode diantaranya:

- a) *Evidential Belief Function* (EBF) yang merupakan model integrasi spasial berbasis pengetahuan yang didasarkan pada teori *Dampster-Shafer* (Arabameri dkk, 2019; Bui dkk, 2019). Penerapan model tersebut faktor yang mempengaruhi banjir harus terlebih dahulu ditransformasikan menjadi data bukti yang dapat diintegrasikan untuk menghasilkan prediksi peta kerawanan maupun kerentanan dengan memanfaatkan pengetahuan kuantitatif dari hubungan spasial antara faktor pengkondisian banjir dengan kejadian banjir.
- b) *Partial Least Square* (PLS) merupakan model yang mempertimbangkan ketidakpastian dan keragaman input data dalam mengintegrasikan lapisan GIS yang berbeda (Costache, 2019a).
- c) *Frequency Ratio* (FR) yang dinyatakan sebagai rasio probabilitas terjadinya suatu peristiwa terhadap tidak terjadinya peristiwa yang sama (Azizat dan Omar, 2018; Popa dkk, 2019; Sahana dan Patel, 2019).
- d) *Certainty Factor* (CF) yang mempertimbangkan ketidakpastian dan variasi input data dalam ke dalam lapisan GIS yang berbeda (Costache, 2019b).
- e) *Weight of Evidence* (WOE) merupakan model yang diusulkan oleh Agterberg, 1992 yang diterapkan dalam pemetaan banjir dengan mengevaluasi bobot masing-masing faktor pengkondisian banjir berdasarkan kejadian banjir atau bukan kejadian bahaya banjir pada daerah penelitian (Tehrany dkk, 2018).

#### 2.6.2 Model Statistik *Multivariate*

Model statistik *multivariate* merupakan model yang mengevaluasi pengaruh setiap faktor penyebab banjir terhadap timbulnya banjir melalui integrasi catatan kejadian banjir dan faktor penyebab banjir tanpa mempertimbangkan dampak dari masing-masing kelas faktor penyebab banjir (Tehrany dkk, 2019).

#### 2.7 *Frequency Ratio*

Penilaian kerawanan banjir merupakan salah satu teknik yang cukup penting dalam studi hidrologi. Berdasarkan pendekatan statistik yang telah dijelaskan sebelumnya, dalam penelitian ini menerapkan metode *frequency ratio* yang

termasuk kedalam model statistik bivariat. *Frequency ratio* merupakan analisis statistik bivariat metode, berdasarkan distribusi spasial, faktor dependen serta pemicu banjir dan faktor yang menjadi penyebabnya (Ullah dan Zhang, 2020; Khosravi dkk, 2016; Tehrany dkk, 2017). Metode tersebut dianggap efektif dalam mengevaluasi dampak terjadinya banjir, berdasarkan kelas pada setiap faktor pengkondisian banjir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Cao dkk, (2016) hasil survei serta peta penelitian menemukan bahwa model FR lebih tepat dalam memandu manajemen di Xiqu Gully Beijing, China. Metode FR menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dalam keberhasilan dan tingkat prediksi.

## 2.8 Penelitian Relevan

Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Berikut merupakan beberapa hasil penelitian relevan yang dapat menjadi bahan telaah bagi peneliti diantaranya:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Tehrany dkk, (2017) Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *frequency ratio* memiliki kesamaan dengan metode *Weight of Evidence* kesamaan tersebut cukup besar dalam memberikan informasi terkait kelas faktor pengkondisian banjir yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Siahkamari dkk, (2018) Hasil penelitian menunjukkan kelas kerawanan tertinggi berada pada wilayah dekat dengan jarak sungai dan kemiringan lereng yang menurun.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Azizat dkk, (2018) Hasil penelitian menunjukkan pemetaan bahaya banjir yang menggunakan metode *frequency ratio* yang merupakan penjumlahan frekuensi untuk setiap kelas masing-masing faktor penyebab banjir. Faktor geologi memiliki peran signifikan yang mempengaruhi kejadian banjir dilihat berdasarkan perilaku air pada tanah. pada daerah penelitian faktor jenis tanah yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya banjir.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Tehrany dan Kumar, (2018) Hasil penelitian menyebutkan bahwa informasi yang didapatkan dari peta kerawanan banjir



menunjukkan wilayah yang tergolong sangat tinggi berpotensi banjir berada di sekitar sungai wilayah penelitian.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Tehrany dkk, (2018) Hasil penelitian menyebutkan bahwa bobot FR yang lebih besar menunjukkan hubungan yang lebih kuat kelas faktor penyebab banjir dengan kejadian banjir. Kelas lereng pada penelitian tersebut menunjukkan nilai yang tinggi. Hal tersebut memberikan informasi bahwa sebagian besar bencana banjir yang terjadi berada di dataran rendah, dan daerah dengan jarak sungai yang dekat.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Sahana dan Patel, (2019) Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *frequency ratio* memberikan cara yang lebih mudah dan fleksibel dalam pemodelan kerawanan, kerentanan dan resiko banjir, dibandingkan dengan metode bivariat dan multivariat lainnya. Daerah yang dikategorikan rentan dalam penelitian tersebut terhadap kejadian banjir terdiri atas dataran aluvial kuarter dengan lapisan tanah yang berpasir, dibawah tutupan vegetasi yang alami, memiliki kemiringan lereng dan ketinggian tempat regional yang rendah dan terletak dekat dengan sungai.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Ullah dan Zhang, (2020) Hasil penelitian menyebutkan kelas penyebab banjir menunjukkan bahwa curah hujan berada pada peringkat kedua. Penelitian tersebut didominasi oleh nilai kelas elevasi, kemiringan lereng dan curah hujan pada dataran rendah. hal tersebut memungkinkan peningkatan curah hujan memiliki potensi yang sangat kecil terhadap kejadian banjir.

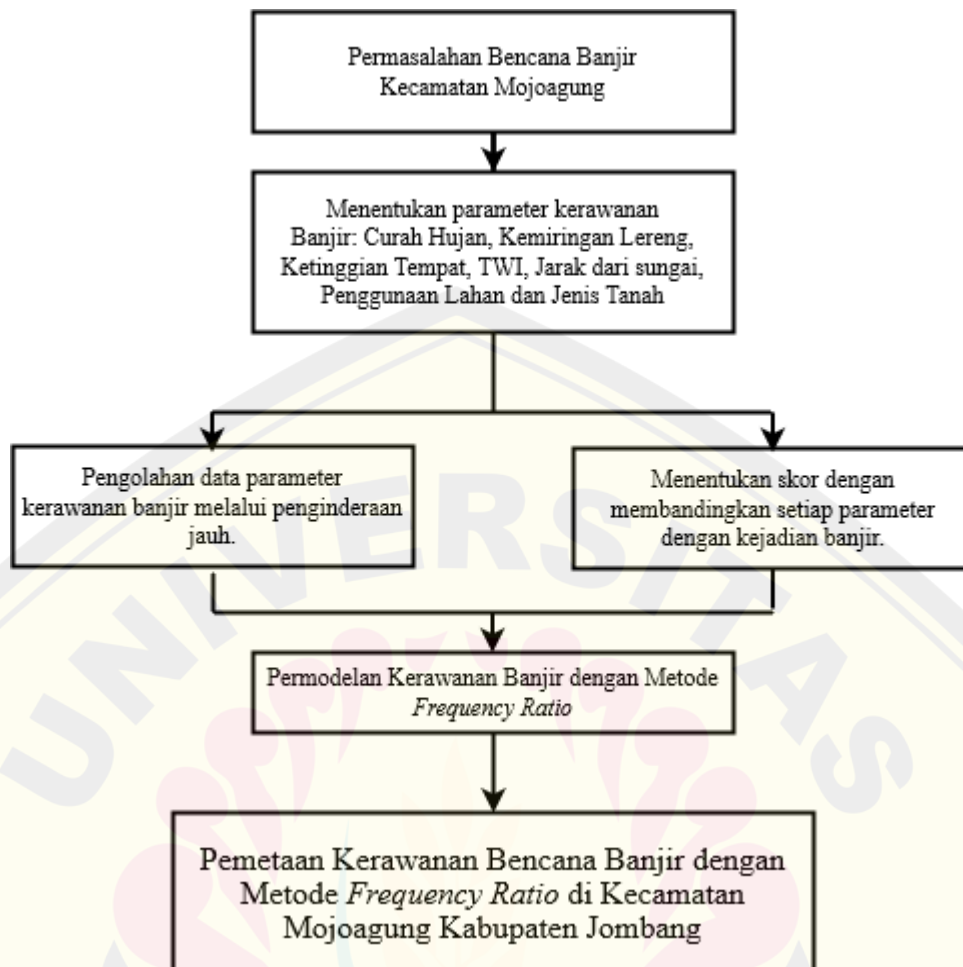
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu seperti yang telah dijelaskan diatas menunjukkan bahwa penelitian terkait pemetaan kerawanan banjir dapat dilakukan secara efisien dengan menggunakan pendekatan statistik bivariat yaitu dengan metode *Frequency Ratio* (FR). Metode tersebut dikatakan cukup fleksibel dalam pemodelan kerawanan banjir dibandingkan dengan model statistik bivariat lainnya. Penerapan metode *Frequency Ratio* pada pemodelan kerawanan banjir dapat menunjukkan hubungan yang kuat antara setiap faktor atau parameter kejadian banjir, sehingga dapat diketahui parameter yang memiliki pengaruh yang cukup tinggi terhadap kerawanan banjir pada lokasi

penelitian. Hal ini memberikan sumbangan pemikiran bagi peneliti dalam melakukan penelitian terkait kerawanan banjir. dengan judul “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang”.

## 2.9 Kerangka Berpikir Penelitian

Permasalahan banjir yang terjadi di daerah penelitian merupakan bencana yang sudah sering terjadi, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan yang dihadapi masyarakat. Pengetahuan masyarakat terkait manajemen bencana masih cukup rendah, sehingga diperlukannya penelitian mengenai kerawanan bencana banjir. Penelitian terkait kerawanan banjir ini bertujuan memberikan pengetahuan terkait faktor yang berkontribusi tinggi terhadap adanya banjir di daerah tersebut.

Pemetaan kerawanan banjir merupakan salah satu upaya dalam memberikan pengetahuan mengenai bencana banjir. Beberapa parameter yang diperlukan dalam menentukan kerawanan banjir yang terdiri dari curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tempat, *Topographic Wetness Index* (TWI), kelengkungan, jarak dari sungai, penggunaan lahan dan jenis tanah. Parameter tersebut akan diolah menggunakan penginderaan jauh, sehingga menghasilkan data peta setiap parameter. Peta setiap parameter selanjutnya akan dibandingkan dengan kejadian banjir yang terjadi pada daerah penelitian sehingga menghasilkan skor. Skor tersebut akan diolah menggunakan pendekatan statistik bivariat yaitu metode *Frequency Ratio*. Metode tersebut menunjukkan parameter yang berpengaruh pada bencana banjir di daerah penelitian. Secara garis besar uraian diatas dapat digambarkan dalam kerangka berpikir sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir Penelitian

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

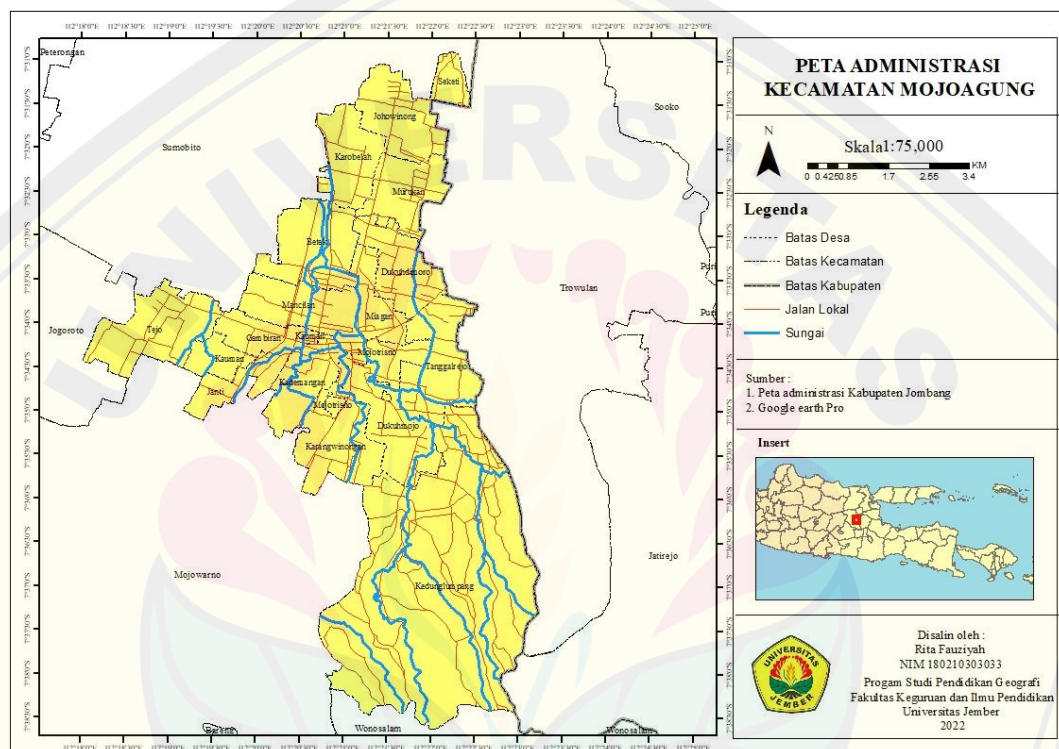
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang dilandaskan dengan filsafat positivism, digunakan dalam meneliti populasi dan sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif maupun statistik, dengan memiliki tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2017). Penelitian deskripsi kuantitatif merupakan usaha sadar dan sistematis dalam memberikan jawaban terhadap suatu permasalahan maupun mendapatkan informasi yang mendalam dan luas terhadap suatu fenomena dengan menggunakan tahap-tahap penelitian dengan pendekatan kuantitatif.

Jenis penelitian yang bersifat deskriptif kuantitatif dalam penelitian ini bermaksud memetakan wilayah yang rawan terhadap bencana banjir di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang dengan menggunakan parameter fisik seperti geomorfologi, hidrologi dan klimatologi. Pemetaan kerawanan banjir di daerah penelitian menggunakan pendekatan statistik bivariat yaitu metode *Frequency Ratio*. Pencatatan lokasi rawan banjir dalam penelitian ini didapatkan melalui data catatan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) daerah penelitian dan metode survey lapangan. Metode survey digunakan untuk mengetahui lokasi yang termasuk rawan banjir. Survey yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan oleh peneliti dan dibantu oleh rekan peneliti untuk mengumpulkan data kejadian banjir masa lalu di daerah penelitian. Hasil data yang telah didapatkan melalui survey lapangan tersebut akan digunakan dalam memvalidasi hasil pemetaan kerawanan banjir menggunakan metode *Frequency Ratio*.

#### 3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni tahun 2022 di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur, Kecamatan Mojoagung sebelah utara berbatasan langsung dengan Kecamatan Sumobito, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Mojowarno dan Wonosalam, Sebelah barat

berbatasan dengan Kecamatan Jogoroto dan Peterongan, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto. Kecamatan Mojoagung terdiri atas 18 desa yang terdiri atas Desa Kedunglumpang, Desa Dukuh Mojo, Desa Karangwinongan, Desa Kademangan, Desa Janti, Desa Tejo, Desa Gambiran, Desa Kauman, Desa Mojotrisno, Desa Tanggalrejo, Desa Dukuhdimoro, Desa Miagan, Desa Mancilan, Desa Betek, Desa Karobelah, Desa Murukan, Desa Johowinong, dan Desa Seketi (BPS, 2021).



Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang

### 3.3 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini mengambil 18 desa yaitu di Desa Janti, Desa Tejo, Desa Gambiran, Desa Kauman, Desa Mancilan, Desa Betek, Desa Karobelah, Desa Kedunglumpang, Desa Dukuh Mojo, Desa Karangwinongan, Desa Kademangan, Desa Mojotrisno, Desa Tanggalrejo, Desa Dukuhdimoro, Desa Miagan, Desa Murukan, Desa Johowinong, dan Desa Seketi. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel penelitian dengan

pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2017). Penentuan sampel tersebut diambil mewakili daerah yang rawan terhadap bencana banjir sesuai dengan kejadian banjir di masa lalu dan tujuan penelitian. Pertimbangan yang digunakan dalam pengambilan sampel dalam penelitian ini ialah daerah yang dekat dengan sungai yang memiliki sejarah terjadi banjir di daerah tersebut. Pencatatan sampel dalam penelitian ini digunakan untuk peninjauan ulang daerah yang merupakan daerah rawan banjir. Hal tersebut diakibatkan oleh keterbatasan data daerah, sehingga peneliti perlu meninjau ulang titik lokasi yang merupakan daerah rawan banjir.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Tujuan	Variabel Bebas	Variabel Terikat
1. Mengkaji kerawanan bencana banjir dengan Metode <i>Frequency Ratio</i>	1. Metode <i>frequency ratio</i>	1. Pemetaan kerawanan banjir

Sumber: Hasil Pengolahan, 2022

### 3.5 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dalam penelitian “Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang”, akan dijelaskan dibawah ini untuk memperjelas variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Definisi variabel dalam penelitian ini diantaranya:

a. Metode *Frequency Ratio*

Metode *frequency ratio* diterapkan dalam menguji masing-masing parameter atau faktor yang mempengaruhi banjir. Parameter yang digunakan diantaranya yaitu curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tempat, kelengkungan, *Topographic Wetness Index*, Jarak dari sungai, penggunaan lahan serta jenis tanah.

b. Kerawanan Banjir

Kerawanan banjir merupakan suatu kondisi daerah memiliki kemungkinan terjadi banjir dalam jangka waktu tertentu. Kerawanan banjir ditunjukkan dengan kondisi geologis, hidrologi suatu wilayah yang memiliki pengaruh terhadap terjadinya banjir di daerah penelitian.

### 3.6 Tahap Penelitian

a. Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian berupa penentuan lokasi, penentuan lokasi didapatkan melalui kejadian banjir masa lalu pada daerah penelitian dan mempersiapkan data yang digunakan dalam penelitian. Data dalam penelitian berupa data yang didapatkan melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, *Digital Elevation Model*, Peta Rupa Bumi Indonesia, Google Earth Pro dan data jenis tanah yang didapatkan dari Indonesia geospasial yang mengacu pada *FAO soil Classification*.

b. Tahap Penelitian

Melakukan survey lapangan untuk melakukan pengamatan titik lokasi. Menganalisis titik lokasi banjir.

c. Tahap Pasca Penelitian

Memberikan perbandingan antar parameter dalam penelitian dengan data kejadian banjir, kemudian menerapkan metode *frequency ratio* hingga mendapatkan nilai FR. Membuat peta kerawanan banjir serta melakukan analisis data dan menyusun laporan.

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

#### 3.7.1 Studi dokumen

Penelitian ini menggunakan studi dokumen yang merupakan metode untuk menganalisis dokumen-dokumen. Dokumen tersebut dikumpulkan melalui berbagai sumber diantaranya:

a. Pengumpulan data curah hujan

Data curah hujan didapatkan melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Jombang pada bagian Sumber Daya Air. Data tersebut kemudian diolah dalam aplikasi Arcgis sehingga menjadi peta curah hujan wilayah penelitian.

b. Pengumpulan morfometri DAS dari Data DEM

Penelitian ini mengekstraksi morfometri DAS yang didapatkan dari Data DEM diantaranya Kemiringan lereng, Ketinggian, Jarak dari Sungai, dan *Topographic Wetness Index* (TWI).

1) Kemiringan Lereng (*Slope*)

Kemiringan lereng merupakan parameter banjir yang dikategorikan dalam satuan derajat yaitu 0-8 termasuk dalam kategori datar, 8-15 termasuk dalam kategori landai, 15-25 termasuk dalam kategori sedang, 25-40 termasuk dalam kategori curam, >40 termasuk dalam kategori sangat curam (Yumai dkk, 2019).

2) Ketinggian Tempat (*Elevasi*)

Ketinggian tempat merupakan faktor yang cukup penting dalam pengukuran daerah rawan banjir, hal tersebut mempengaruhi arah aliran permukaan air. Kelas ketinggian tempat diklasifikasikan menjadi 5 yaitu <10m; 10-15m; 15-20m; 20-25m; dan > 25m.

3) *Topographic Wetness Index* (TWI)

TWI merupakan parameter yang memiliki pengaruh terhadap topografi wilayah dan tingkat kejenuhan dalam menghasilkan limpasan (Tehrany dkk, 2017). Parameter TWI dikategorikan menjadi 3 kelas yaitu nilai TWI <9; 9-14 dan >14. Perhitungan TWI digunakan rumus:

$$TWI = \ln \frac{a}{\tan(\beta)}$$

Keterangan TWI ialah *Topographic Wetness Index*,  $a$  merupakan penyumbang bagian hulu dan  $\beta$  merupakan kemiringan lereng.

c. Jarak dari Sungai

Parameter jarak dari sungai merupakan faktor yang cukup penting, sungai merupakan tempat aliran air, apabila sungai tidak dapat menampung air yang ada di dalamnya maka akan memungkinkan terjadi banjir pada daerah dekat



sungai. Penentuan jarak sungai ditentukan dengan menggunakan sistem *buffer*. Klasifikasi jarak dari sungai didapatkan dengan melakukan *buffer* pada jaringan sungai dengan jarak 300 meter, 400 meter, dan 500 meter berdasarkan klasifikasi dari BNPB tahun 2010 (Putra dkk, 2019).

d. Penggunaan Lahan

Parameter penggunaan lahan memiliki pengaruh terhadap daerah resapan air pada suatu wilayah, hal tersebut akan mempengaruhi adanya bencana banjir. Data penggunaan lahan dalam penelitian ini diambil melalui penginderaan jauh yaitu menggunakan landsat 8.

e. Pengumpulan data Jenis tanah

Parameter jenis tanah merupakan tolak ukur daerah yang rawan terjadinya banjir dengan melihat jenis tanah wilayah tersebut, hal tersebut diakibatkan jenis tanah pada suatu daerah berpengaruh terhadap daya serap aliran permukaan yang dapat menimbulkan suatu genangan. Jenis tanah akan dibedakan menjadi 3 kelas yaitu drainase baik, drainase sedang, dan daerah kedap air.

### 3.7.2 Observasi

Observasi merupakan suatu proses yang kompleks yang tersusun dari berbagai proses biologis, dan proses psikologis yang mengedepankan pengamatan dan ingatan (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menggunakan teknik observasi untuk mengambil data sampel penelitian di daerah penelitian. Data tersebut digunakan dalam memvalidasi peta, sehingga diketahui tingkat kevalidannya.

## 3.8 Teknik Analisis Data

a. Menentukan wilayah banjir

Penentuan wilayah banjir pada wilayah penelitian menggunakan perbandingan setiap faktor penyebab banjir dengan *Normalized Difference Water Index* (NDWI). NDWI merupakan suatu metode yang digunakan dalam membandingkan tingkat kebasahan pada citra satelit, dalam penerapan metode NDWI menggunakan band 3 (green) yang digunakan untuk menilai kekuatan tanaman dan tubuh air dan band 5 (NIR) untuk menekankan

kandungan biomassa (Hernoza dkk, 2020). Nilai NDWI apabila lebih besar dari 0 maka diasumsikan mewakili permukaan badan air, sebaliknya apabila nilai NDWI lebih kecil atau sama dengan 0 maka diasumsikan sebagai permukaan bukan air (Erlansari et al., 2020). Metode tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{Band\ 3\ (Green) - Band\ 5\ (NIR)}{Band\ 3\ (Green) + Band\ 5\ (NIR)}$$

b. Penerapan *Frequency Ratio*

*Frequency ratio* merupakan nilai perbandingan antara area kejadian banjir dan total area faktor penyebab banjir. Nilai FR dihitung menggunakan perhitungan semua kelas faktor penyebab banjir berdasarkan hubungannya dengan kejadian banjir. Nilai FR dihitung menggunakan rumus:

$$FR = \frac{Titik\ Banjir\ dalam\ kelas\ faktor / Total\ titik\ banjir}{Luas\ kelas\ faktor / Luas\ total}$$

Selanjutnya FR dinormalisasi dalam rentan nilai probabilitas (0,1) sebagai *frequency relative* (RF) digunakan rumus sebagai berikut:

$$RF = \frac{Kelas\ faktor\ FR}{\sum\ Kelas\ faktor\ FR}$$

setelah normalisasi *relative frequency* (RF) masih memiliki kelemahan dalam mempertimbangkan setiap faktor, hal tersebut disebabkan oleh bobot yang sama. Permasalahan tersebut diatasi dengan menemukan hubungan timbal balik antara faktor penyebab banjir, *predictor rate* (PR) atau bobot dihitung berdasarkan peringkat masing-masing faktor penyebab banjir dengan rumus sebagai berikut:

$$PR = (RF_{max} - RF_{min}) / (RF_{max} - RF_{min})\ Min$$

Tahap terakhir dengan menentukan indeks kerawanan banjir atau *flood susceptibility index* (FSI) dengan menjumlahkan PR masing-masing faktor dan RF masing-masing kelas dengan menggunakan rumus:

$$FSI = \sum_{i=1}^n PR_i \times RF_i$$

$PR_i$  merupakan bobot tiap faktor pemicu banjir, RF adalah bobot kelas tiap sub kelas faktor pemicu banjir, dan n adalah jumlah faktor, n dalam rumus diatas  $n = 8$ .

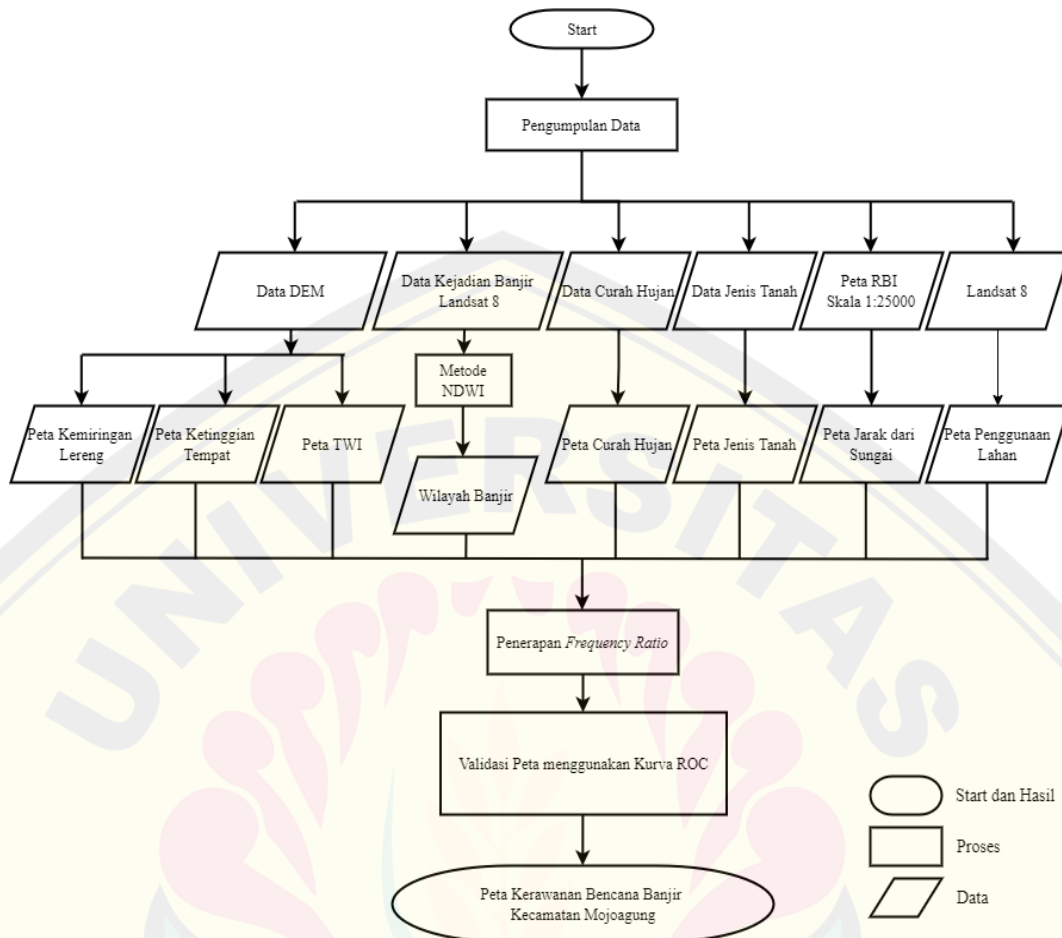
## c. Validasi Peta

Pemetaan kerawanan bencana banjir berbasis metode *Frequency Ratio* selanjutnya akan di uji keakurasiannya serta dievaluasi menggunakan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Kurva tersebut banyak digunakan dalam memberikan perkiraan akurasi prediksi dari suatu data yang berasal dari ada maupun tidaknya data (Mujib dkk, 2021). Rumus yang digunakan dalam kurva ROC adalah sebagai berikut:

$$AUC = \sum_{f=1}^{n=100} \frac{(X1 + X2)}{2(Y2 - Y1)}$$

AUC menunjukkan area bawah kurva, X menunjukkan presentase kumulatif area (kerawanan tinggi ke rendah), dan Y menunjukkan presentase kumulatif kejadian banjir, 1 dan 2 menunjukkan dua titik data berurutan dan n merupakan jumlah kelas banjir.

3.9 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Gambaran dan Lokasi Penelitian

Kecamatan Mojoagung merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan Data Badan Pusat Statistik, (2021) kecamatan Mojoagung memiliki luas sebesar 34.58 Km<sup>2</sup> dan terdiri atas 18 desa yang yaitu Desa Kedunglumpang, Desa Dukuh Mojo, Desa Karangwinongan, Desa Kademangan, Desa Janti, Desa Tejo, Desa Gambiran, Desa Kauman, Desa Mojotrisno, Desa Tanggalrejo, Desa Dukuhdimoro, Desa Miagan, Desa Mancilan, Desa Betek, Desa Karobelah, Desa Murukan, Desa Johowinong, dan Desa Seketi. Penggunaan lahan yang terdapat di Kecamatan Mojoagung terdiri atas pemukiman atau perumahan 1.126,98 ha, Kawasan Industri 8,44 ha, persawahan 2.186,94 ha dan tegalan dengan luas 29,27 ha. Secara administrasi Kecamatan Mojoagung berbatasan dengan daerah-daerah sebagai berikut:

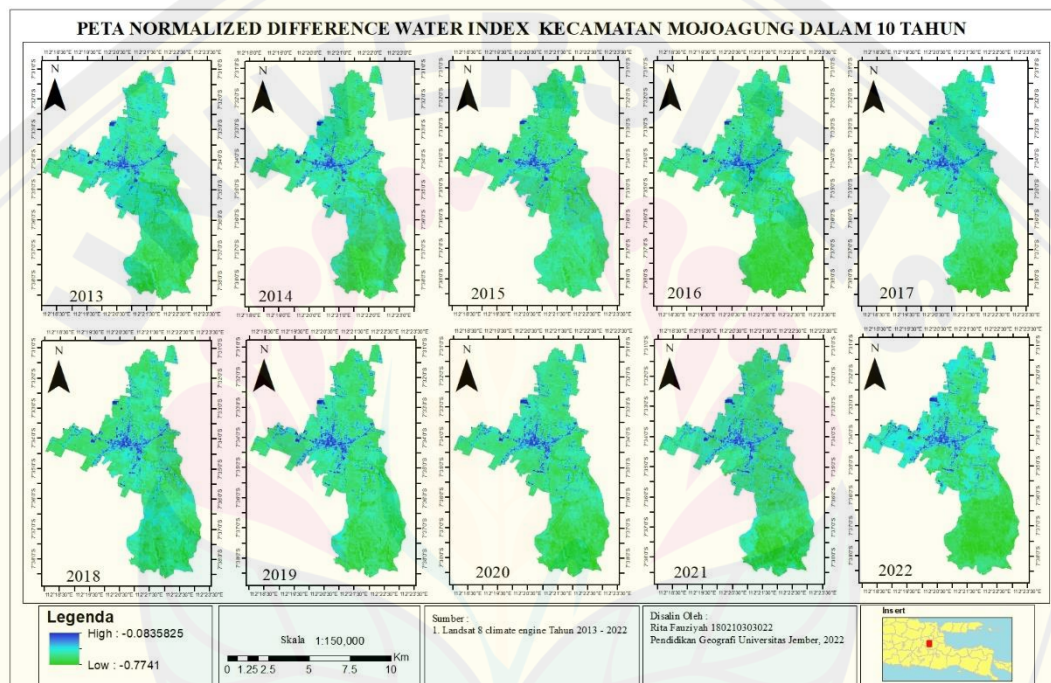
Bagian Barat	: Kecamatan Jogoroto dan Kecamatan Mojowarno
Bagian Timur	: Kecamatan Trowulan Kabupaten Mojokerto
Bagian Utara	: Kecamatan Sumobito
Bagian Selatan	: Kecamatan Wonosalam

Berdasarkan peta geologi lembar Kediri kondisi geologi di Kecamatan Mojoagung terdiri dari daerah alluvium pada wilayah Kecamatan Mojoagung bagian utara yang disusun oleh batuan kerikil, pasir lempung dan lumpur. Bagian selatan kecamatan Mojoagung terdapat endapan lahar dan batuan gunung api anjasmoro tua. Pada wilayah endapan lahar tersusun dari kerakal pasir gunung api, tuf, lempung dan sisa tumbuhan atau peradaban, sedangkan wilayah batuan gunung api anjasmoro tua tersusun oleh batuan breksi gunung api, lava, tuf dan retas. Keberadaan batuan gunung api anjasmoro tua disebabkan oleh posisi Kecamatan Mojoagung pada bagian selatan termasuk kedalam wilayah lereng pegunungan anjasmoro. Gunung api anjasmoro termasuk bagian dari Kompleks Gunung Api Anjasmoro Welirang (KGAW). Kompleks tersebut merupakan

bagian dari rangkaian gunung api aktif berumur kuartar di pulau Jawa yang letaknya berada di Jawa Timur (Utama dkk, 2016).

#### 4.1.2 Penentuan Titik Banjir Berdasarkan *Normalized Difference Water Index*

Penentuan daerah banjir dalam penelitian ini menggunakan teknik penginderaan jauh dengan metode NDWI. Metode ini memberikan gambaran terkait badan air dan tumbuh-tumbuhan, sehingga dapat diketahui daerah yang memiliki genangan air. Penentuan daerah banjir dilakukan dengan membandingkan 10 tahun kejadian banjir di masalalu yaitu pada tahun 2013 hingga 2022.



Gambar 4. 1 Peta Normalized Difference Water Index Kecamatan Mojoagung dalam 10 Tahun

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa warna biru tua pada peta melambangkan daerah basah yang tinggi akibat adanya genangan, semakin muda warna melambangkan tingkat kebasahan sedang, sedangkan warna hijau melambangkan semakin kecil tingkat kebasahan di daerah penelitian. Peta NDWI diambil dalam waktu satu tahun di bulan Januari hingga Desember, sedangkan pada tahun 2022 diambil dari bulan Januari hingga Juli. Tahun 2013 hingga 2022 memiliki wilayah basah yang tinggi sama, namun setiap tahunnya memiliki perbedaan di tingkat sedang. Perubahan tersebut sangat terlihat di tahun 2022,

wilayah tingkat sedang semakin banyak di daerah dengan ketinggian yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2022 memiliki peluang banjir yang tinggi, dan memungkinkan adanya peningkatan kembali daerah basah pada bulan hujan.

Tabel 4. 1 Luas NDWI Tahun 2013-2017

No	Kelas NDWI	Luas Area (Ha)				
		2013	2014	2015	2016	2017
1	Rendah	4531.63	2573.62	2633.34	2684.51	2098.82
2	Sedang	826.30	2350.50	2288.31	2205.09	2738.63
3	Tinggi	21.16	453.55	455.03	488.26	540.45
<b>Total</b>		<b>5379.09</b>	<b>5377.66</b>	<b>5376.68</b>	<b>5377.87</b>	<b>5377.89</b>

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

Tabel 4. 2 Luas NDWI Tahun 2018-2022

No	Kelas NDWI	Luas Area (Ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Rendah	3017.25	2839.77	2270.61	2228.05	2844.50
2	Sedang	1871.24	1971.64	2497.19	2560.86	1983.37
3	Tinggi	488.55	566.40	609.44	589.25	550.17
<b>Total</b>		<b>5377.04</b>	<b>5377.81</b>	<b>5377.24</b>	<b>5378.15</b>	<b>5378.05</b>

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa pada tahun 2013 hingga 2017 mengalami peningkatan luas daerah basah yang cukup tinggi mencapai 540.45 Ha dari luas keseluruhan. Selanjutnya mengalami penurunan di tahun 2018 dan mengalami peningkatan kembali pada tahun 2020 hingga 609.44 Ha dari luas wilayah keseluruhan. Pada tahun 2021 dan 2022 mengalami penurunan kembali wilayah basah hingga 550.17 Ha dari luas wilayah. Hal ini memungkinkan hingga akhir tahun 2022 memiliki kemungkinan akan bertambah wilayah dengan tingkat kebasahan tinggi pada bulan hujan selanjutnya.

#### 4.1.3 Parameter Kerawanan Banjir

##### 1. Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu parameter kerawanan banjir yang menghasilkan air. Curah hujan biasanya terjadi pada musim penghujan di bulan November hingga April. Semakin tinggi intensitas curah hujan pada suatu daerah maka akan semakin tinggi pula kemungkinan terjadi genangan, sehingga dapat menyebabkan bencana banjir. Pemetaan curah hujan dalam penelitian ini dilakukan

menggunakan analisis isohyet dengan menginterpolasi rata-rata curah hujan pada setiap stasiun dengan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*. Analisis tersebut diolah menggunakan aplikasi arcgis dengan menginput data curah hujan dalam satu tahun dari masing-masing stasiun di wilayah penelitian yaitu stasiun Mojoagung dan stasiun Penanggalan.

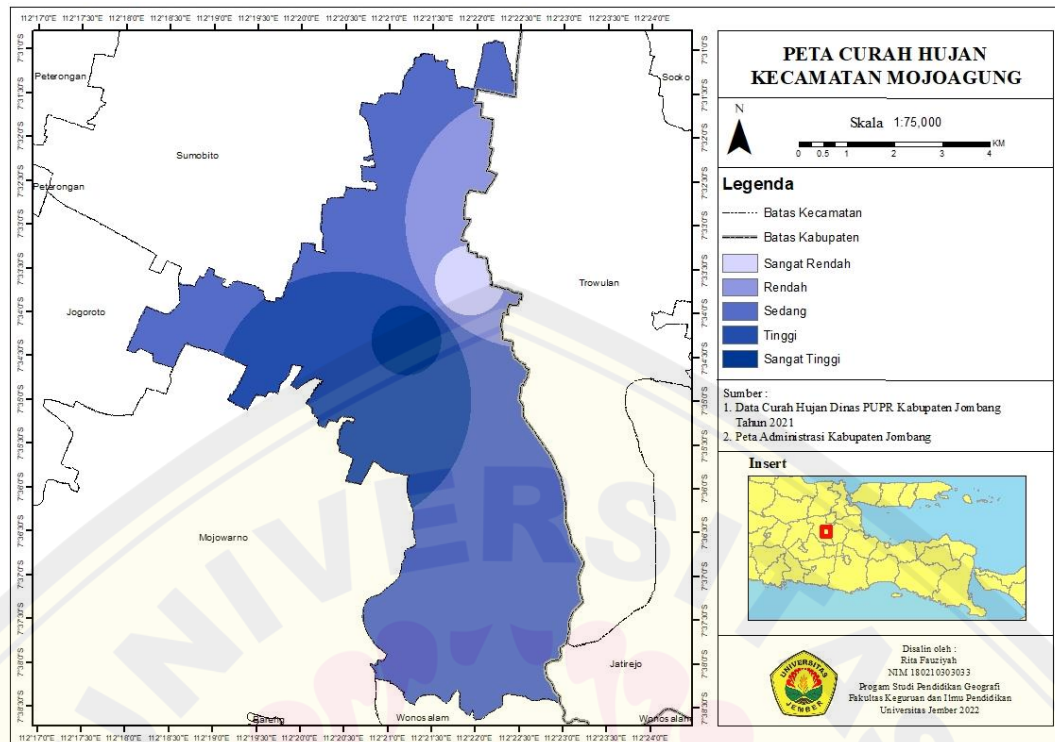
Tabel 4. 3 Curah Hujan Bulanan Kecamatan Mojoagung

No	Bulan	Stasiun Mojoagung			Stasiun Penanggalan		
		Jumlah Hujan perbulan (mm)	Hari Hujan	Hujan maksimal	Jumlah Hujan perbulan (mm)	Hari Hujan	Hujan maksimal
1	Januari	401	21	74	454	20	80
2	Februari	359	18	65	319	16	69
3	Maret	198	10	72	195	9	70
4	April	125	7	62	123	6	36
5	Mei	13	2	8	13	2	8
6	Juni	25	2	21	15	2	12
7	Juli	0	0	0	0	0	0
8	Agustus	0	0	0	0	0	0
9	September	72	3	45	81	3	57
10	Oktober	15	2	14	15	2	13
11	November	157	11	75	152	13	68
12	Desember	176	15	45	202	15	53
<b>Jumlah</b>		<b>1541</b>	<b>91</b>	<b>481</b>	<b>1569</b>	<b>88</b>	<b>466</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>128.42</b>	<b>7.58</b>	<b>40.08</b>	<b>130.75</b>	<b>7.33</b>	<b>38.83</b>

Sumber: Data Curah Hujan Dinas PUPR Kabupaten Jombang (2021).

Berdasarkan data curah hujan bulanan menunjukkan bahwa Kecamatan Mojoagung pada musim penghujan memiliki curah hujan dari 10 hingga lebih dari 400 mm dalam satu tahun. Pada tahun 2021 curah hujan paling tinggi terjadi pada bulan Januari di stasiun Mojoagung dan stasiun Penanggalan yang masing-masing mencapai 401 mm dan 454 mm, hari hujan pada bulan tersebut terjadi masing-masing selama 21 hari dan 20 hari. Rata-rata hujan satu tahun pada stasiun Mojoagung menunjukkan angka 128.42mm, sedangkan pada stasiun Penanggalan adalah 130.75mm.





Gambar 4. 2 Peta Curah Hujan Kecamatan Mojoagung

Kelas curah hujan dibagi menjadi 5 bagian yaitu yang pertama kelas sangat rendah yang memiliki luas wilayah 143 Ha dengan cakupan 3% dari luas keseluruhan. Kedua kelas rendah memiliki luas wilayah sebesar 487 Ha dengan cakupan wilayah 9% dari luas keseluruhan. Ketiga kelas sedang memiliki luas 3232 Ha dengan cakupan 60% dari luas keseluruhan. Keempat kelas tinggi memiliki luas sebesar 1346 Ha dengan cakupan 25% dari luas keseluruhan dan kelima kelas sangat tinggi yang memiliki luas sebesar 169 Ha dengan cakupan 3% dari luas keseluruhan. Berdasarkan perhitungan tersebut menunjukkan bahwa curah hujan rendah didominasi oleh kelas sedang, dan diikuti oleh kelas tinggi dalam satu tahun.

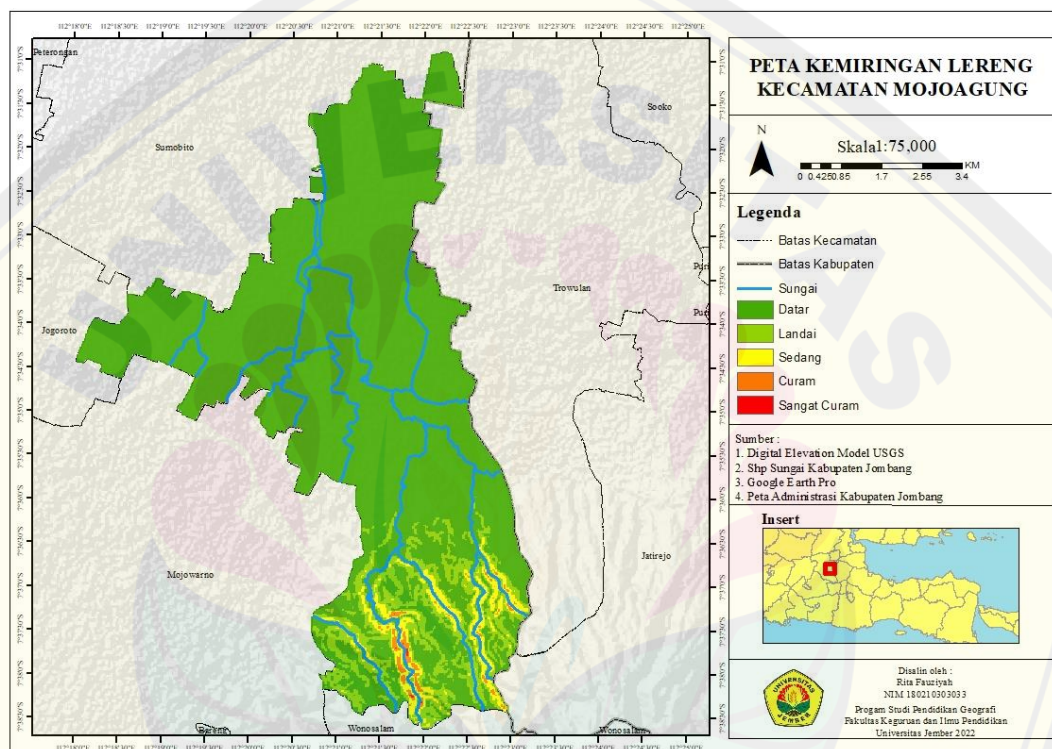
Tabel 4. 4 Luas Kelas Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Curah Hujan	Luas (Ha)	Persentase
1	Sangat Rendah	143	3%
2	Rendah	487	9%
3	Sedang	3232	60%
4	Tinggi	1346	25%
5	Sangat Tinggi	169	3%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

## 2. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng (*Slope*) merupakan faktor yang menyebabkan bencana, hal tersebut diakibatkan oleh peran kemiringan lereng terhadap keseimbangan topografi wilayah, apabila wilayah tersebut tidak seimbang maka akan menyebabkan bencana. Bencana yang diakibatkan oleh ketidak seimbangan topografi wilayah biasanya berupa bencana banjir dan bencana tanah longsor.



Gambar 4. 3 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa Kecamatan Mojoagung pada wilayah bagian utara ditunjukkan dengan warna hijau tua yang memiliki kemiringan lereng sebesar  $0-8^{\circ}$  (Datar) hingga  $8-15^{\circ}$  (Landai) yang termasuk kedalam kategori datar hingga landai. Wilayah Kecamatan Mojoagung pada bagian selatan ditunjukkan dengan warna hijau muda hingga merah, hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah bagian selatan terdiri dari daerah perbukitan yang berada pada Desa Kedunglumpang dengan kemiringan lereng  $8-15^{\circ}$  (Sedang),  $15-25^{\circ}$  (Curam) hingga lebih dari  $40^{\circ}$  (Sangat Curam), yang merupakan wilayah lereng

gunung api Anjasmoro dan termasuk bagian dari Kompleks Gunung Api Anjasmoro Welirang (KGAW).

Kemiringan lereng terbagi atas 5 faktor yaitu datar, landai, sedang, curam dan sangat curam. Daerah yang dikategorikan datar memiliki luas wilayah yaitu 4050.67 Ha, dengan cakupan wilayah 75% dari luas Kecamatan Mojoagung. Kategori kelas kemiringan lereng landai memiliki luas sebesar 532.86 Ha dengan cakupan wilayah 10 % dari luas Kecamatan Mojoagung. Kelas lereng sedang memiliki luas sebesar 422.84 dengan cakupan wilayah 8% dari luas Kecamatan Mojoagung, sedangkan pada kelas lereng curam dan sangat curam masing-masing memiliki luas wilayah berturut-turut yaitu 248.25 dan 121.62 dengan cakupan wilayah 5% dan 2% dari luas daerah penelitian.

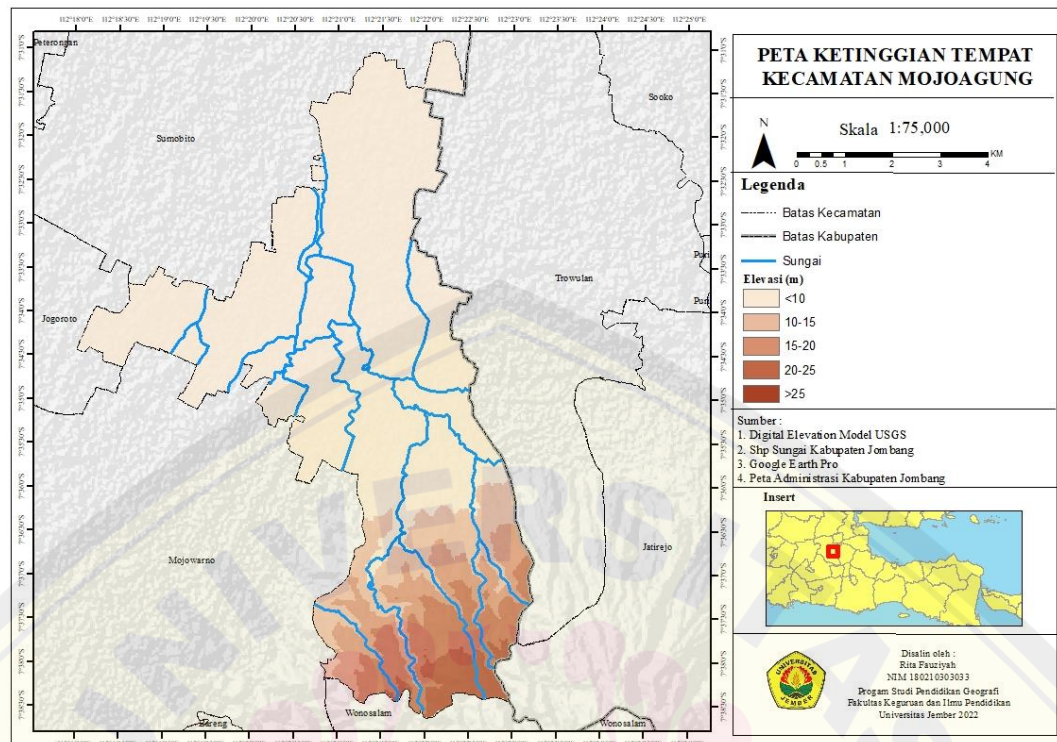
Tabel 4. 5 Luas Kelas Kemiringan Lereng Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Kemiringan Lereng	Luas (Ha)	Persentase
1	Datar	4050.67	75%
2	Landai	532.86	10%
3	Sedang	422.84	8%
4	Curam	248.25	5%
5	Sangat Curam	121.62	2%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

### 3. Ketinggian Tempat (*elevasi*)

Elevasi merupakan salah satu faktor yang sangat berperan dalam kejadian banjir pada suatu wilayah. Hal tersebut ditunjukkan dengan sifat air yang akan mengalir dari lokasi yang tinggi menuju lokasi yang lebih rendah, sehingga lokasi yang lebih tinggi akan memiliki potensi banjir yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi wilayah yang rendah akan berpotensi banjir lebih tinggi.



Gambar 4. 4 Peta Ketinggian Tempat Kecamatan Mojoagung

Berdasarkan gambar peta diatas menunjukkan bahwa wilayah bagian utara Kecamatan Mojoagung memiliki kemiringan kurang dari 10 meter. Pada wilayah bagian tengah menunjukkan ketinggian tempat di wilayah Kecamatan Mojoagung sekitar 10-15meter hingga 15-25 meter. Kecamatan Mojoagung bagian selatan ditunjukkan dengan warna merah tua dengan memiliki ketinggian lebih dari 25 meter. Desa yang berdasarkan Katalog Desa Kelurahan Rawan Banjir Badan Nasional Penanggulangan Bencana merupakan desa yang rawan banjir berada pada daerah dengan ketinggian 10-15.

Luas kelas ketinggian tempat di Kecamatan Mojoagung yaitu pada kelas kurang dari 10meter memiliki luas wilayah sebesar 124.49 Ha dengan persentase 2% dari luas wilayah keseluruhan. Kelas ketinggian tempat 10 hingga 15meter memiliki luas wilayah sebesar 3355.27 Ha dengan cakupan 62% dari luas wilayah penelitian, kelas ketinggian tempat ini merupakan yang mendominasi karena lebih dari sebagian wilayah. Kelas ketinggian tempat 15 hingga 20meter memiliki luas wilayah sebesar 397.47 Ha dengan cakupan 7% dari wilayah keseluruhan. Luas kelas ketinggian tempat 20 hingga 25 yaitu sebesar 132.83 dengan cakupan 2% dari

luas wilayah keseluruhan, sedangkan pada kelas lebih dari 25meter memiliki luas yaitu sebesar 1374.74 Ha dengan cakupan 26% dari luas wilayah secara keseluruhan.

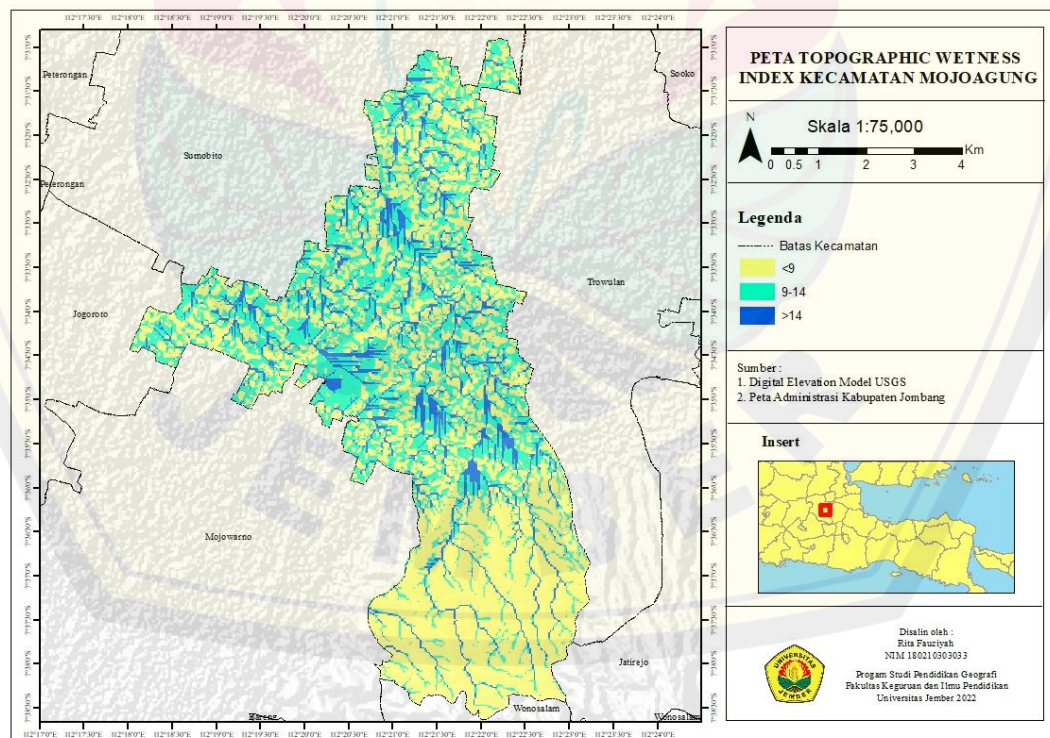
Tabel 4. 6 Luas Kelas Ketinggian Tempat Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Ketinggian Tempat	Luas (Ha)	Persentase
1	<10	124.49	2%
2	10-15	3355.27	62%
3	15-20	397.47	7%
4	20-25	132.83	2%
5	>25	1375.74	26%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

#### 4. *Topographic Wetness Index (TWI)*

TWI merupakan salah satu parameter banjir pada penelitian ini yang menunjukkan tingkat basah dan kering wilayah. Tingkat kebasahan yang tinggi diakibatkan oleh adanya tanah yang jenuh akibat akumulasi aliran, sehingga wilayah dengan nilai TWI yang tinggi diartikan rawan terhadap bencana banjir. TWI digunakan dalam melakukan identifikasi daerah yang terdampak genangan hingga bencana banjir yang disebabkan oleh air hujan.



Gambar 4. 5 Peta *Topographic Wetness Index* Kecamatan Mojoagung

Berdasarkan peta *Topographic Wetness Index* Kecamatan Mojoagung menunjukkan bahwa wilayah dengan ketinggian yang rendah memiliki nilai TWI kurang dari 9 hingga lebih dari 14. Wilayah yang dikategorikan rawan terhadap bencana banjir pada penelitian ini adalah wilayah dengan nilai TWI lebih dari 14, sedangkan wilayah yang memiliki nilai TWI kurang dari 9 memiliki tingkat kerawanan bencana banjir yang rendah. Luas kelas TWI secara berturut-turut yaitu sebesar 3001.995 Ha, 1782.987 Ha dan 591.53 Ha dengan cakupan wilayah masing-masing 56%, 33% dan 11% dari luas wilayah keseluruhan.

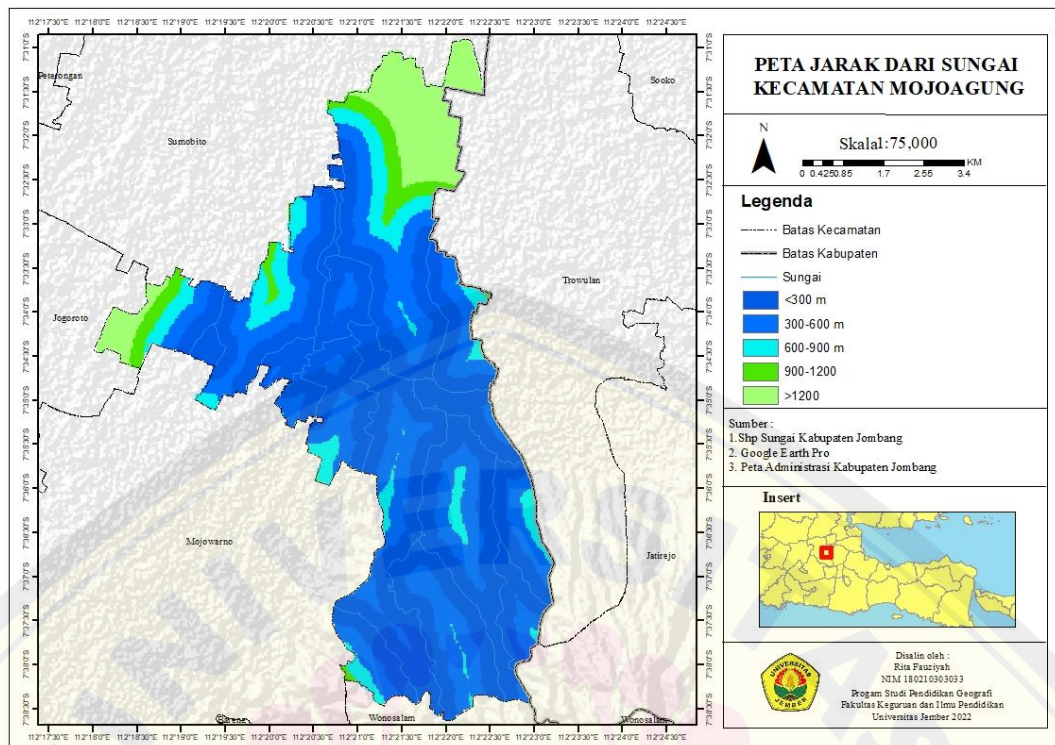
Tabel 4. 7 Luas Kelas *Topographic Wetness Index* Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas TWI	Luas (Ha)	Persentase
1	<9	3001.995	56%
2	9-14	1782.987	33%
3	>14	591.5303	11%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

#### 5. Jarak dari sungai

Sungai merupakan titik terendah suatu wilayah, sehingga Ketika jarak dari sungai semakin jauh maka akan mempengaruhi ketinggian dan kemiringan lereng suatu wilayah. Wilayah yang jarak dari sungai jauh maka akan memiliki tingkat kerawanan banjir yang cukup rendah. pada wilayah penelitian jarak 300meter dari sungai merupakan jarak yang paling rawan terhadap bencana banjir. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa Sebagian besar wilayah memiliki tingkat kerawanan yang cukup tinggi karena hampir seluruh wilayah di Kecamatan Mojoagung dilewati oleh sungai. Beberapa wilayah diapit oleh adanya sungai besar sehingga kemungkinan terjadi bencana banjir akan tinggi. Sungai di wilayah penelitian membentuk banyak anak cabang dan memiliki jarak antar cabang yang dekat. Hal ini memungkinkan daerah yang berada diantara cabang sungai memiliki peluang yang tinggi akan terjadinya bencana.



Gambar 4. 6 Peta Jarak Dari Sungai Kecamatan Mojoagung

Jarak dari sungai dalam penelitian ini diolah menggunakan arcgis dengan sistem *buffer*. *Buffer* merupakan kawasan yang berada di kanan dan kiri sepanjang sungai yang memberikan informasi terkait jarak wilayah paling dekat dengan sungai adalah daerah rawan banjir. Kelas dalam penentuan jarak dari sungai dibagi menjadi 5 bagian yaitu jarak kurang dari 300m yang dengan luas wilayah 2694.75 Ha dengan cakupan 50% dari keseluruhan Kecamatan Mojoagung, kelas ini dikatakan sangat rawan karena keberadaannya yang sangat dekat dengan sungai. Wilayah dengan jarak 300-600meter memiliki luas sebesar 1454.63 Ha dengan cakupan 27% dari luas keseluruhan. Jarak wilayah dengan sungai 600-900meter memiliki luas sebesar 506.04 Ha dengan cakupan 9% dari luas keseluruhan. Wilayah dengan jarak 900-1200 dan lebih dari 1200 memiliki luas berturut-turut sebesar 224.04 Ha dan 499.41 Ha dengan cakupan masing-masing 4% dan 9% luas keseluruhan. Hal ini menunjukkan Sebagian wilayah dari Kecamatan Mojoagung merupakan daerah bantaran sungai yang memungkinkan terjadi bencana banjir apabila sungai tidak dapat menampung dan mengalirkan air secara sempurna.

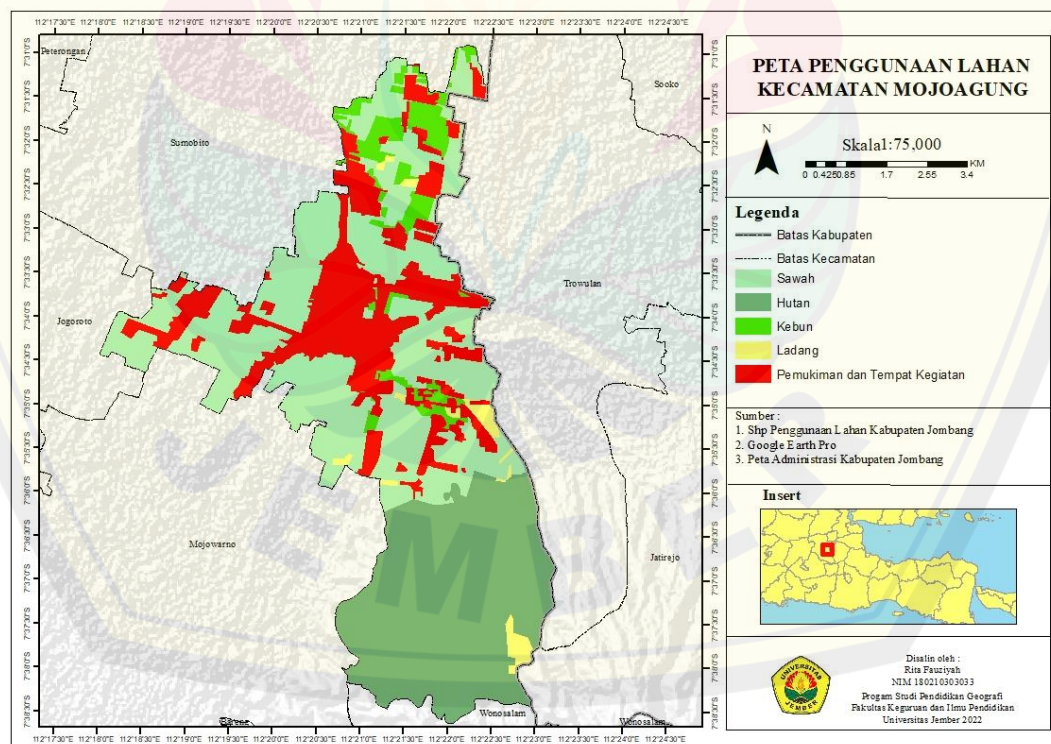
Tabel 4. 8 Luas Kelas Jarak Dari Sungai Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Jarak Dari Sungai	Luas (Ha)	Persentase
1	< 300	2694.75	50%
2	300-600	1454.63	27%
3	600-900	506.04	9%
4	900-1200	224.04	4%
5	>1200	499.41	9%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

## 6. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan memiliki peran yang penting dalam pemetaan kerawanan bencana banjir dengan menentukan pemanfaatan lahan sebagaimana mestinya. Daerah yang banyak dijumpai lahan terbangun akan mempengaruhi tinggi rendahnya infiltrasi. Semakin rendah suatu daerah dalam menyerap air permukaan maka semakin besar peluang adanya genangan hingga banjir. Daerah pemukiman memiliki kemungkinan yang tinggi terhadap terjadinya genangan, hal ini ditunjukkan oleh banyaknya lahan terbangun dan kurangnya vegetasi dalam mengontrol air.



Gambar 4. 7 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Mojoagung



Gambar 4.7 menunjukkan bahwa Sebagian besar wilayah merupakan daerah persawahan, hutan dan pemukiman. Pada wilayah pemukiman dan persawahan akan memiliki peluang terjadinya bencana banjir. Hal tersebut diakibatkan oleh berbagai hal seperti banyaknya bangunan pada suatu daerah akan berakibat pada kurangnya daerah resapan air, dan apabila wilayah pemukiman semakin banyak dihuni oleh masyarakat, maka limbah yang dihasilkan akan banyak juga. Daerah persawahan umumnya memiliki jenis tanah lempung. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang cukup halus, jenis tanah tersebut cukup sulit dalam menyerap air permukaan, sehingga dapat menyebabkan terjadinya banjir pada daerah tersebut.

Kelas penggunaan lahan dibagi menjadi 5 bagian yang pertama merupakan wilayah pemukiman dan tempat kegiatan dengan memiliki luas sebesar 1181.83 Ha dengan cakupan 22% dari luas keseluruhan. Kedua lahan yang dimanfaatkan untuk ladang memiliki luas sebesar 99.99 Ha dengan cakupan 2% dari luas keseluruhan. Ketiga lahan Perkebunan dengan luas sebesar 303.73 Ha dengan cakupan 6% dari luas keseluruhan. Keempat adalah wilayah hutan yang memiliki luas sebesar 1637.97 Ha dengan cakupan 30% dari luas keseluruhan. Daerah hutan berada pada bagian selatan Kecamatan Mojoagung yang masih merupakan bagian dari lereng Kompleks Gunung Api Anjasmoro Welirang (KGAW). Kelima merupakan area persawahan yang memiliki luas sebesar 2159.08 Ha dengan cakupan wilayah 40% dari luas keseluruhan. Lahan sawah merupakan wilayah yang cukup banyak mendominasi di wilayah penelitian.

Tabel 4. 9 Luas Kelas Penggunaan Lahan Kecamatan Mojoagung

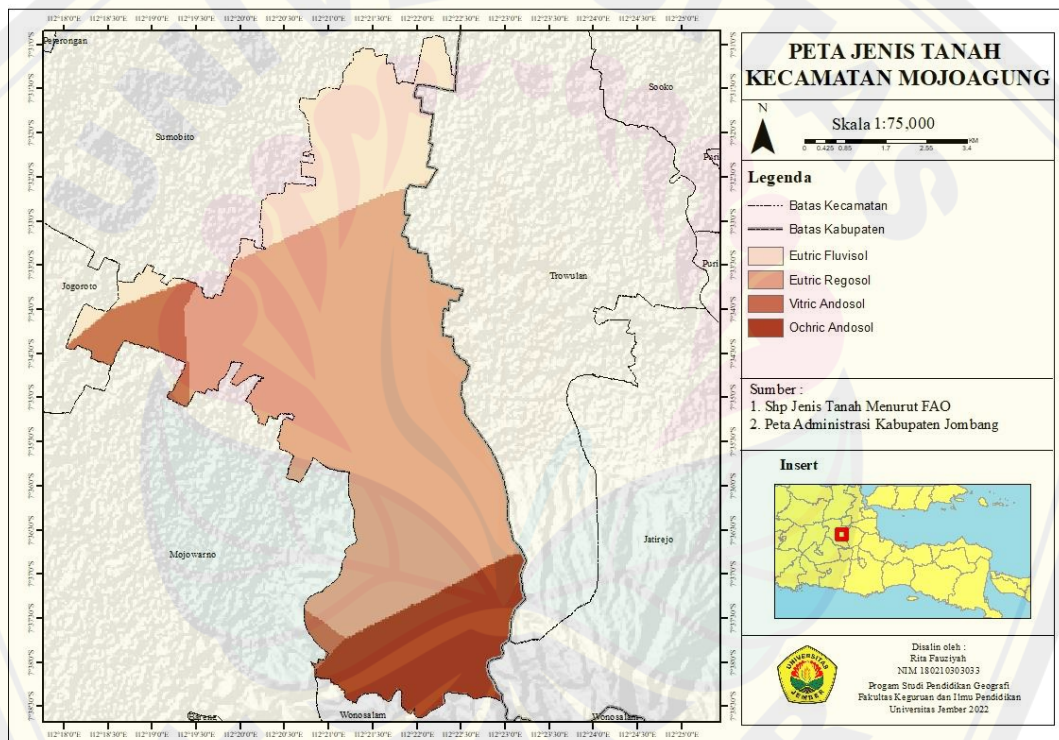
No.	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Persentase
1	Pemukiman dan Tempat Kegiatan	1181.83	22%
2	Ladang	99.99	2%
3	Kebun	303.73	6%
4	Hutan	1637.97	30%
5	Sawah	2159.08	40%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

## 7. Jenis Tanah

Jenis tanah yang ada pada Kecamatan Mojoagung menurut data jenis tanah yang diambil dari *FAO soil classification* yaitu memiliki tanah berjenis *Eutric Fluvisols*, *Eutric Regosols*, *Vitric Andosols* dan *Ochric Andosols*. Gambar 4.6

menunjukkan bahwa bagian utara Kecamatan Mojoagung terdiri atas jenis tanah *Eutric Fluvisol*, pada bagian tengah merupakan jenis tanah *Eutric Regosol* dan *Vitric Andosol*, dan pada bagian selatan terdiri atas jenis tanah *Ochric Andosol*. Jenis tanah fluvisol biasanya dijumpai pada daerah dengan topografi permukaan yang dibanjiri secara berkala oleh air permukaan atau naiknya permukaan tanah. Andosol terbentuk akibat adanya pelapukan vulkanik batuan, hal tersebut sesuai dengan keberadaan Kecamatan Mojoagung bagian selatan yang termasuk kedalam Kompleks Gunung Api Anjasmoro Welirang (KGAW). Regosol merupakan jenis tanah dengan tekstur yang kasar, tanah tersebut dihasilkan oleh adanya pengendapan.



Gambar 4. 8 Peta Jenis Tanah Kecamatan Mojoagung

Kelas wilayah berdasarkan jenis tanah di Kecamatan Mojoagung yaitu dibagi menjadi 4 bagian yang pertama jenis tanah *fluvisols* yang terdiri atas *eutric fluvisols* memiliki luas sebesar 943.86 Ha dengan cakupan 18% dari wilayah keseluruhan. Kedua *regosol* yang terdiri atas *eutric regosols* memiliki luas sebesar 3362.26 Ha dengan cakupan 63% dari luas keseluruhan, jenis tanah ini sangat mendominasi

karena lebih dari sebagian wilayah terdiri atas jenis tanah tersebut. Ketiga jenis tanah *andosols* yang terdiri dari *vitric andosols* dan *ochric andosols*, *vitric andosol* memiliki luas sebesar 306.89 Ha dengan cakupan 6% dari luas keseluruhan, sedangkan *ochric andosol* memiliki luas sebesar 765.85 Ha dengan cakupan 14% luas keseluruhan.

Tabel 4. 10 Luas Kelas Jenis Tanah Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Jenis Tanah	Luas (Ha)	Persentase
1	Eutric Fluvisols	943.86	18%
2	Eutric Regosols	3362.26	63%
3	Vitric Andosols	306.89	6%
4	Ochric Andosols	765.85	14%

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

#### 4.1.4 Pemetaan Kerawanan Banjir dengan metode *Frequency Ratio*

Berdasarkan data yang telah didapatkan dan diolah yang memiliki kaitan dengan kerawanan banjir di Kecamatan Mojoagung menggunakan pendekatan statistik bivariat yaitu *Frequency Ratio* dengan teknik geospasial. Metode *Frequency Ratio* digunakan dalam menghitung korelasi antara kejadian banjir dengan faktor penyebabnya. Penelitian ini menggunakan tujuh parameter penyebab banjir diantaranya adalah kemiringan lereng, ketinggian tempat, curah hujan, jarak dari sungai, *Topographic Wetness Index*, Penggunaan Lahan dan Jenis Tanah.

Kemiringan lereng memiliki peran dalam mengatur kejadian banjir, hal tersebut pada saat terjadinya musim hujan dataran rendah akan memiliki pengaruh yang kuat atas terjadinya bencana banjir. Gradien kemiringan lereng yang rendah akan memiliki peluang dalam terjadinya banjir. Proses infiltrasi pada suatu wilayah akan memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya limpasan permukaan, akibatnya wilayah dengan gradien lereng rendah air akan sangat besar tergenang, sehingga kemungkinan banjir akan terjadi pada daerah tersebut. Hasil perhitungan *Frequency Ratio* menunjukkan *Relative Frequency* pada daerah kemiringan rendah kurang dari 8 dan 8-15 memiliki nilai RF masing-masing paling tinggi yaitu 0.158 dan 0.071. Gradien kemiringan yang lebih tinggi pada kemiringan 15-25, 25-40, dan lebih dari 40 menunjukkan nilai RF paling tinggi masing-masing 0.065, 0.063, dan 0.052.

Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir, hal tersebut dibuktikan dengan aliran air yang akan mengalir dari daerah yang tinggi menuju daerah yang rendah. Hasil perhitungan FR menunjukkan RF pada kelas kemiringan lereng kurang dari 10 m, 10-15 m, dan 15-20 m memiliki nilai maksimum RF yang masing-masing 0.155, 0.022 dan 0,047. Kelas kemiringan lereng 20-25 m dan lebih dari 25 m menunjukkan nilai RF maksimum masing-masing 0.065 dan 0.206.

Curah hujan adalah parameter banjir dalam penelitian ini yang merupakan sumber air. Nilai *Relatif Frequency* (RF) pada setiap kelas berturut-turut memiliki nilai yaitu 0.151, 0.86, 0.99, 0.215 dan 320. Jarak dari sungai memiliki pengaruh yang terhadap adanya bencana banjir pada suatu wilayah. Wilayah dengan jarak dari sungai kurang dari 300m akan memiliki peluang terjadi banjir sangat tinggi, sebaliknya wilayah dengan jarak dari sungai lebih dari 1200m peluang terjadinya bencana banjir sangat rendah. Nilai Jarak dari sungai berdasarkan setiap kelas 0.137, 0.117, 0.139, 0.135 dan 0.103.

Pola penggunaan lahan pada suatu wilayah menunjukkan jenis pemanfaatan lahan oleh masyarakat. Penggunaan lahan akan memiliki pengaruh terhadap limpasan air permukaan. Nilai RF setiap kelas faktor berturut turut 0.194, 0.208, 0.112, 0.061 dan 0.169. TWI memiliki kaitan terhadap tingkat kebasahan topografi suatu wilayah. Nilai TWI setiap kelas memiliki nilai RF masing-masing yaitu 0.175, 0.252 dan 0.249. Jenis tanah pada suatu wilayah akan memberikan pengaruh terhadap limpasan air permukaan. Wilayah dengan daya serap air yang lama akan memiliki peluang terjadinya banjir tinggi. Nilai RF pada kelas jenis tanah masing-masing yaitu 0.168, 0.156, 0.021, dan 0.106.

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan *Frequency Ratio* dan *Relative Frequency* untuk semua kelas faktor

Parameter	Kelas Parameter	Kelas Piksel	Kelas Piksel (%)	Kelas Piksel Banjir	Kelas Piksel Banjir (%)	FR	RF	RF (Non %)	RF (INT)
Kemiringan Lereng ( <i>Slope</i> )	Datar	51769	86.442	9774	60.386	0.189	0.388	38.768	38
	Landai	5822	9.721	491	3.033	0.084	0.173	17.317	17
	Sedang	1894	3.163	146	0.902	0.077	0.158	15.829	15
	Curam	388	0.648	29	0.179	0.075	0.153	15.347	15
	Sangat Curam	16	0.027	1	0.006	0.063	0.128	12.834	12
Total		59889		10441		0.487			
Ketinggian Tempat ( <i>Elevasi</i> )	<10 m	43436	72.528	9067	56.018	0.209	0.312	31.227	31
	10-15m	5536	9.244	168	1.038	0.030	0.045	4.540	4
	15-20m	4570	7.631	290	1.792	0.063	0.095	9.493	9
	20-25m	4465	7.455	393	2.428	0.088	0.132	13.167	13
	>25m	1882	3.142	523	3.231	0.278	0.416	41.572	41
Total		59889		10441		0.668			
Curah Hujan	Sangat Rendah	1604	2.681	312	1.927	0.195	0.173	17.321	17
	Rendah	5442	9.097	603	3.725	0.111	0.099	9.867	9
	Sedang	35830	59.894	4570	28.233	0.128	0.114	11.358	11
	Tinggi	15051	25.160	4168	25.749	0.277	0.247	24.660	24
	Sangat Tinggi	1895	3.168	783	4.837	0.413	0.368	36.794	36
Total		59822		10436		1.123			
Jarak dari Sungai	<300m	30029	50.113	5578	34.402	0.186	0.217	21.730	21
	300-600m	16192	27.022	2569	15.844	0.159	0.186	18.561	18
	600-900m	5720	9.546	1075	6.630	0.188	0.220	21.986	21

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

Parameter	Kelas Parameter	Kelas Pikel	Kelas Pikel (%)	Kelas Pikel Banjir	Kelas Pikel Banjir (%)	FR	RF	RF (Non %)	RF (INT)
	900-1200m	2410	4.022	441	2.720	0.183	0.214	21.407	21
	>1200	5571	9.297	777	4.792	0.139	0.163	16.316	16
Total		59922		10440		0.855			
Penggunaan Lahan	Pemukiman	12013	20.096	2973	18.413	0.247	0.261	26.133	26
	Ladang	2079	3.478	550	3.406	0.265	0.279	27.936	27
	Kebun	3792	6.343	539	3.338	0.142	0.150	15.010	15
	Hutan	19238	32.182	1500	9.290	0.078	0.082	8.233	8
	Sawah	22657	37.901	4868	30.150	0.215	0.227	22.688	22
Total		59779		10430		0.947			
<i>Tophographic Wetness Index</i>	<9	32124	53.747	4652	28.803	0.145	0.259	25.931	25
	9-14	21952	36.728	4569	28.289	0.208	0.373	37.269	37
	>14	5693	9.525	1170	7.244	0.206	0.368	36.800	36
Total		59769		10391		0.558			
Jenis Tanah	Eutric Fluvisol	10510	17.538	2149	13.279	0.204	0.372	37.239	37
	Eutric Regosol	37430	62.459	7094	43.836	0.190	0.345	34.517	34
	Vitric Andosol	3453	5.762	88	0.544	0.025	0.046	4.641	4
	Ochric Andosol	8534	14.241	1106	6.834	0.130	0.236	23.603	23
Total		59927		10437		0.549			

**Keterangan:**

- |                       |  |                           |  |
|-----------------------|--|---------------------------|--|
| 1. Kelas Parameter    | : kelas pengklasifikasian setiap parameter | 5. Kelas Pikel Banjir (%) | : suatu kelas banjir dalam faktor tertentu (%) |
| 2. Kelas Pikel        | : suatu kelas dalam faktor tertentu        | 6. FR                     | : Nilai <i>Frequency Ratio</i>                 |
| 3. Kelas Pikel (%)    | : suatu kelas dalam faktor tertentu (%)    | 8. RF                     | : Nilai <i>Relative Frequency</i>              |
| 4. Kelas Pikel Banjir | : suatu kelas banjir dalam faktor tertentu | 9. RF(INT)                | : Pembulatan nilai <i>Relative Frequency</i>   |

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

Perhitungan selanjutnya setelah menentukan masing-masing nilai RF pada setiap parameter rawan banjir, kemudian menentukan nilai minimal dan maksimal masing-masing parameter untuk menghitung *predicate rate* (PR). Nilai PR selanjutnya digunakan dalam perhitungan kerawanan banjir di ArcGIS dengan cara menggabungkan setiap parameter sehingga memberikan hasil akhir yaitu peta kerawanan bencana banjir di daerah penelitian.

Tabel 4. 12 Perhitungan Bobot faktor penyebab banjir

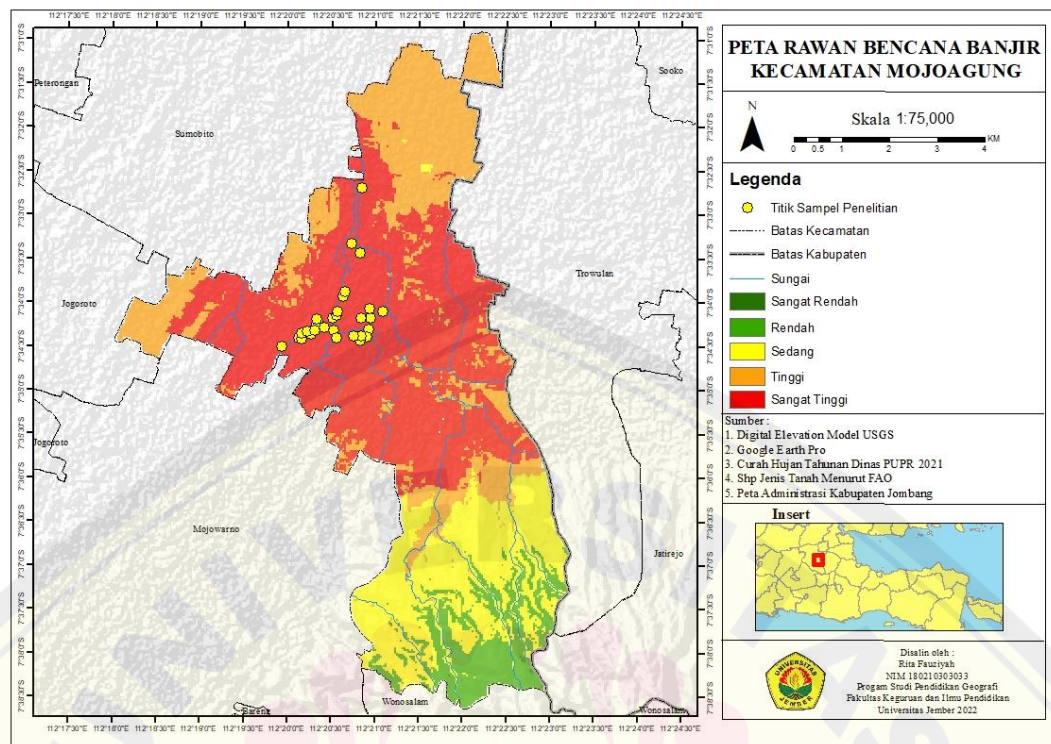
Parameter	Min RF	Max RF	Max-Min RF	Jumlah Minimal	PR
Kemiringan Lereng	0.052	0.158	0.106	0.036	2.944
Ketinggian Tempat	0.022	0.278	0.256	0.036	7.111
Curah Hujan	0.086	0.32	0.234	0.036	6.500
Jarak Dari Sungai	0.103	0.139	0.036	0.036	1.000
Penggunaan Lahan	0.061	0.208	0.147	0.036	4.083
<i>Topographic Wetness Index</i>	0.175	0.252	0.077	0.036	2.139
Jenis Tanah	0.021	0.168	0.147	0.036	4.083

Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

**Keterangan:**

1. Min RF : Nilai minimal *Relative Frequency*
2. Max RF : Nilai maksimal *Relative Frequency*
3. PR : *Prediction Rate*

Berdasarkan perhitungan bobot faktor banjir memiliki nilai *Predictor Rate* (PR) atau bobot tiap faktor parameter banjir, nilai paling tinggi berturut-turut di dapatkan oleh parameter ketinggian tempat dengan nilai PR 7.111, curah hujan dengan nilai PR 6.500, penggunaan lahan dengan nilai PR 4.083, jenis tanah dengan nilai PR 4.083, kemiringan lereng dengan nilai PR 2.944, TWI dengan nilai PR 2.139 dan Jarak dari sungai dengan nilai PR 1.000. Ketinggian tempat pada lokasi penelitian memiliki pengaruh paling tinggi. Hal tersebut ditunjukkan dengan sifat air yang akan mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah.



Gambar 4. 9 Peta Rawan Bencana Banjir Kecamatan Mojoagung

Berdasarkan Gambar 4.9 memberikan informasi terkait daerah rawan banjir di Kecamatan Mojoagung. Penelitian ini dibagi atas lima zona rawan bencana yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Hasil Pemetaan Kerawanan banjir di Kecamatan Mojoagung menunjukkan bahwa daerah yang memiliki peluang bencana banjir sangat tinggi ditunjukkan dengan warna merah yaitu di desa Tejo, Janti, Gambiran, Kauman, Mancilan, Kademangan, Mojotrisno, Karangwinongan, Dukuhmojo, Tanggalrejo, Dukuhdimoro, Miagan, Betek dan Karobelah. Berdasarkan kejadian masa lalu wilayah tersebut merupakan daerah banjir setiap tahunnya yang diakibatkan oleh luapan air sungai. Daerah rawan banjir yang sangat tinggi tersebut terdiri atas daerah pemukiman yang dijadikan pusat kegiatan masyarakat di Kecamatan Mojoagung dan daerah persawahan. Keberadaan desa tersebut berada pada wilayah dengan ketinggian tempat yang cukup rendah, dan dibuktikan dengan hasil bobot PR yang menunjukkan bahwa ketinggian tempat suatu wilayah akan memiliki pengaruh dalam bencana banjir akibat sifat air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang rendah di wilayah penelitian. daerah rawan banjir dari hasil pemetaan di penelitian ini juga memiliki jarak dari sungai



yang cukup dekat. Kondisi lereng di daerah penelitian tergolong dalam wilayah yang datar sehingga kemungkinan banjir terjadi di daerah tersebut.

Luas kelas rawan banjir masing-masing yaitu kelas sangat rendah memiliki luas sebesar 2.48 Ha dengan cakupan 0.0005% dari luas keseluruhan, kedua kelas rendah memiliki luas 436.31 Ha dengan cakupan wilayah 8% dari luas total wilayah. Ketiga kelas sedang memiliki luas sebesar 10.25.11 dengan cakupan 19% dari luas keseluruhan. Keempat kelas tinggi memiliki luas sebesar 1325.11 Ha dengan cakupan 25% luas keseluruhan. Kelima kelas sangat tinggi memiliki luas wilayah 2497.85 Ha dengan cakupan 47% dari luas keseluruhan.

Tabel 4. 13 Kelas Kerawanan Banjir Kecamatan Mojoagung

No.	Kelas Kerawanan Banjir	Luas (Ha)	Persentase
1	Sangat Rendah	2.48	0.0005%
2	Rendah	436.31	8%
3	Sedang	1025.94	19%
4	Tinggi	1325.11	25%
5	Sangat Tinggi	2497.85	47%

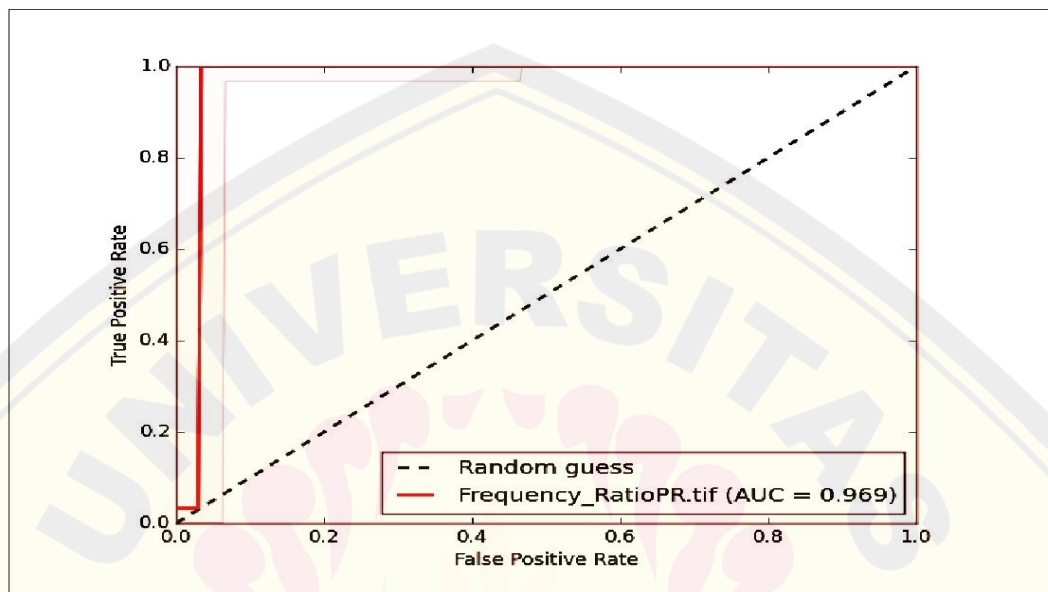
Sumber: Hasil pengolahan data tahun 2022

Berdasarkan hasil yang didapatkan melalui pemetaan kerawanan bencana banjir menggunakan metode FR di Kecamatan Mojoagung, daerah yang memiliki kategori atau kelas kerawanan yang sangat tinggi dicirikan dengan kemiringan lereng yang datar, ketinggian tempat antara 10-15meter, jarak dari sungai kurang dari 300meter, penggunaan lahan berupa pemukiman dan tempat kegiatan serta lahan persawahan, dan jenis tanah regosol.

#### 4.1.10 Validasi Peta

Pemetaan kerawanan banjir memberikan informasi terkait wilayah yang memiliki peluang terjadinya bencana di masa yang akan datang. Pemetaan tersebut merupakan langkah yang cukup penting dalam pengelolaan bencana banjir dan menjadi penentu zona rawan banjir di suatu daerah. Penelitian ini memiliki tujuan dalam mengetahui tingkat kerawanan daerah penelitian yaitu di Kecamatan Mojoagung. Metode FR diintegrasikan dengan teknik penginderaan jauh dan geospasial dalam memberikan penilaian dan memetakan daerah yang rawan terhadap bencana banjir. Penelitian ini menggunakan metode FR dengan tujuh parameter banjir yang diantaranya kemiringan lereng, ketinggian tempat, curah

hujan, jarak dari sungai, penggunaan lahan, TWI dan Jenis tanah. Kejadian banjir di masa lalu diambil melalui interpretasi citra landsat 8, dan survey Penelitian, yang kemudian diambil sampel penelitian secara acak di 30 lokasi yang memiliki riwayat banjir di masa lalu.



Gambar 4. 10 Hasil Validasi dengan Kurva ROC

Kurva ROC digunakan dalam mengukur efisiensi metode dan memberikan evaluasi hasil dari pemetaan kerawanan banjir. Hasil validasi peta menunjukkan efisiensi nilai AUC dengan tingkat keberhasilan 0.969 yang berarti 96% area yang diprediksi sesuai dengan hasil pemetaan menggunakan metode FR. Rentan nilai hasil ROC untuk menunjukkan kelas hasil prediksi yaitu 90-100% tergolong Istimewa, 80-90% berarti Sangat Baik, 70-80% berarti Baik, 60-70% berarti Cukup, 50-60% berarti rendah. Hasil dari pemetaan kerawanan bencana banjir di penelitian ini dapat dianggap cukup penting dalam pengelolaan resiko bencana banjir, manajemen bencana, dan pengambilan keputusan. Berdasarkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai Langkah dalam mengambil keputusan terkait mitigasi bencana dan kesiapsiagaan masyarakat untuk meminimalkan bencana banjir pada masa yang akan datang.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Parameter Kerawanan Banjir

Berdasarkan data yang diperoleh dan diolah terdapat hasil penelitian yang memiliki kaitannya dengan kerawanan banjir dengan metode *Frequency Ratio* di kecamatan Mojoagung. Hasil data curah hujan yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang dengan terdapat dua stasiun di wilayah penelitian. Stasiun hujan di wilayah penelitian diantaranya yaitu stasiun Mojoagung dan stasiun Penanggalan. Intensitas curah hujan biasanya dinyatakan dalam jumlah curah hujan dengan satuan yang digunakan yaitu mm/jam, maka intensitas curah hujan diartikan sebagai jumlah presipitasi dalam waktu yang relatif singkat (Nuryanti dkk, 2018a). Jumlah hujan pada tahun 2021 paling tinggi berada pada bulan Januari hingga bulan April, bulan November dan Desember, hal ini terjadi pada kedua stasiun hujan di wilayah penelitian. Curah hujan paling tinggi berada di bulan Januari, hal tersebut diakibatkan karena bulan Januari merupakan musim penghujan dengan jumlah hujan lebih dari 400mm. Jumlah hujan rendah berada pada bulan Mei hingga Oktober yang merupakan musim kemarau. Suatu wilayah apabila memiliki intensitas curah hujan yang tinggi, dan durasi hujan yang lama maka akan berpengaruh terhadap besar kecilnya infiltrasi, kondisi ini menjadi pengaruh kejadian bencana banjir.

Kemiringan lereng di Kecamatan Mojoagung memiliki variasi diantaranya pada bagian selatan merupakan daerah lereng pegunungan dengan kategori kemiringan curam hingga sangat curam, sedangkan pada bagian utara hingga tengah merupakan daerah dengan kemiringan datar hingga sedang. Kondisi lereng suatu wilayah akan berpengaruh terhadap keseimbangan topografi, kecepatan aliran air permukaan, tingkat *runoff* dan infiltrasi sehingga akan berdampak banjir di suatu wilayah (Rahmati dkk, 2016). Wilayah dengan kemiringan lereng yang tinggi, maka aliran air akan bergerak dengan cepat yang mengakibatkan berkurangnya proses infiltrasi dan meningkatnya aliran permukaan, sehingga berdampak pada aliran air di wilayah dengan kemiringan yang rendah air akan menggenang (Mujib dkk, 2021). Variasi kemiringan lereng di Kecamatan Mojoagung antara  $0^{\circ}$  hingga lebih dari  $40^{\circ}$ . Kelas lereng yang memiliki bobot paling tinggi dalam penelitian ini

berada pada kelas datar dengan nilai RF 0.388, wilayah ini memiliki peluang yang sangat rawan terhadap bencana banjir di wilayah penelitian.

Ketinggian tempat memiliki dampak yang cukup serius terhadap peluang terjadinya bencana banjir, hal ini ditunjukkan oleh arah pergerakan banjir dan kedalaman genangan (Rahmati dkk, 2016). Ketinggian tempat dapat mempengaruhi perubahan karakteristik iklim, dan menyebabkan adanya perbedaan pada kondisi vegetasi dan kesuburan tanah (Rahmati dkk, 2016a). Pada wilayah penelitian ketinggian tempat memiliki nilai yang tinggi terhadap kejadian banjir. Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ketinggian tempat memiliki peluang yang cukup tinggi dalam kejadian banjir di suatu daerah, hal ini diakibatkan oleh kondisi wilayah yang tinggi memiliki kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam, sehingga air di wilayah tinggi akan jatuh ke wilayah yang rendah (Nugroho & Nugroho, 2020; Ullah & Zhang, 2020; Das, 2019). Pada daerah penelitian wilayah dengan ketinggian yang rendah yang memiliki kerawanan bencana banjir yang tinggi.

*Topography Wetness Index* dapat memberikan gambar mengenai pendistribusian secara spasial dan menggambarkan area yang memiliki proporsi yang cenderung basah dan kering, serta TWI juga menunjukkan pengaruh dari arah aliran serta akumulasi aliran pada suatu wilayah (Mujib dkk, 2021; Das, 2018). Nilai TWI yang tinggi akan mempengaruhi tingkat kerawanan terhadap banjir. Berdasarkan gambar 4.3 nilai TWI yang tinggi berada pada wilayah yang memiliki ketinggian rendah. Pada perhitungan *Frequency Ratio* TWI memiliki pengaruh terhadap kejadian banjir di wilayah penelitian. Nilai PR menunjukkan angka 2.139.

Jarak Dari Sungai memiliki pengaruh terhadap kejadian banjir di wilayah penelitian. penambahan masyarakat yang tidak diikuti oleh adanya lahan pemukiman akan memungkinkan warga membangun tempat tinggal berada di daerah sungai, bahkan sampai di atas sungai. Ketinggian sungai akan meningkat apabila curah hujan yang deras, sehingga dapat menyebabkan luapan air sungai ke daerah yang dekat dengan bantaran sungai (Tehrany dkk, 2017). Berdasarkan penelitian Siahkamari dkk, (2018), menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap kejadian banjir di penelitian tersebut adalah jarak dari sungai dan

kemiringan lereng. Jarak dari sungai memiliki nilai PR 1.000 yang merupakan nilai terendah dalam di penelitian ini, sehingga dalam penelitian ini jarak dari sungai memiliki pengaruh yang rendah terhadap bencana banjir.

Penggunaan Lahan pada suatu wilayah menunjukkan pola pemanfaatan lahan oleh masyarakat. Daerah perkotaan terdiri atas pemukiman serta banyak ditemukan bangunan dan sedikit vegetasi hal tersebut memberikan dampak terhadap limpasan tanah yang kedap air sehingga memungkinkan adanya genangan pada wilayah tersebut (Ullah & Zhang, 2020). Informasi terkait penggunaan lahan di suatu wilayah sangat dibutuhkan karena untuk mengetahui penyebab bertahannya volume genangan di daerah rawan, dalam hal ini alih fungsi lahan dari lahan pertanian ke non pertanian dapat menjadi penyebab besarnya limpasan permukaan (Nuryanti dkk, 2018a).

Jenis Tanah memiliki peran yang penting terhadap distribusi permukaan dan limpasan. Karakteristik litologi juga berperan terhadap laju infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga akan mempengaruhi keseimbangan wilayah dan menyebabkan terjadinya banjir. Tanah yang memiliki tekstur halus maka tingkat infiltrasi semakin rendah dan akan berakibat pada aliran permukaan (Kusumo & Nursari, 2016). Jenis tanah yang ada di Kecamatan Mojoagung diantaranya adalah *Eutric Fluvisols*, *Eutric Regosol*, *Oehric Andosols* dan *Vitric Andosols*. Tanah Fluvisol merupakan tanah yang sering dijumpai di wilayah yang kerap dibanjiri oleh aliran permukaan. Jenis tanah regosol memiliki kepekaan terhadap erosi yang lambat, tanah andosol memiliki kepekaan erosi yang cukup peka dan memiliki permeabilitas yang lambat. Tanah andosol akan mengalami erosi apabila pengolahan tanah yang salah sehingga perlindungan tanah berkurang terhadap air hujan (Rahmad dkk, 2018). Jenis tanah andosol merupakan tanah mineral yang memiliki perkembangan profil tanah, agak tebal, lapisan atas yang agak hitam sedangkan pada lapisan bawah berwarna coklat sampai kuning keabuan (Sutiyono dkk, 2022). Pada tanah regosol merupakan jenis tanah mineral tanpa adanya pembaruan profil, memiliki warna coklat hingga kuning. Berdasarkan penelitian Musdalipa & Faridah, (2018) tekstur tanah pada suatu wilayah akan mencerminkan proporsi diantaranya yaitu pasir, debu dan liat. Komposisi tanah tersebut akan berpengaruh terhadap kemampuan dalam menahan

air serta laju infiltrasi. Tanah yang memiliki tekstur cenderung berpasir akan memiliki luas permukaan yang relatif kecil sehingga kemampuan dalam menahan air akan rendah, sedangkan pada tanah yang bertekstur liat memiliki luas permukaan yang lebih besar, maka kemampuan dalam menahan air dan menyediakan unsur hara lebih tinggi.

#### 4.2.2 Kerawanan Banjir dengan metode *Frequency Ratio*

Kerawanan bencana banjir di Kecamatan Mojoagung terjadi pada daerah dataran rendah yang banyak dilewati oleh sungai, kelas rawan sangat tinggi memiliki luas sebesar 2497.85 Ha dengan presentase 47% dari luas wilayah. Kelas rawan tinggi memiliki luas sebesar 1325.11 H dengan persentase 25%, kerawanan banjir kelas sedang memiliki luas sebesar 1025.94 Ha dengan presentasi 19%, sedangkan pada kerawanan banjir rendah dan sangat rendah berturut-turut memiliki luas wilayah 436.31 dan 2.48 dengan presentase 8% dan kurang dari 0%. Kerawanan banjir yang sangat rendah berada pada lereng yang sangat curam dan ketinggian tempat lebih dari 25meter. Berdasarkan penelitian oleh Tehrany dkk, (2017) menjelaskan bahwa kemiringan lereng merupakan indikator yang dapat membuktikan adanya hubungan yang kuat antara banjir dan daerah yang datar dengan ketinggian tempat yang rendah,hal ini diakibatkan oleh sifat air yang akan mengalir pada daerah yang tinggi menuju ke tempat yang rendah, maka dapat memungkinkan hampir seluruh wilayah penelitian memiliki peluang terjadi banjir.

Berdasarkan data BPBD Kabupaten Jombang tahun 2022 terjadi bencana banjir yang melanda kecamatan Mojoagung. Bencana terjadi pada hari jumat tanggal 21 Januari 2022 malam akibat curah hujan yang sangat tinggi sehingga sungai tidak mampu menampung air, yang kemudian meluap dan membanjiri kawasan pemukiman. Banjir ini memiliki ketinggian mencapai 2meter dengan sekitar 145 rumah terdampak dan 20 warga di evakuasi. Curah hujan yang secara tiba-tiba dengan intensitas yang tinggi juga akan berakibat oleh adanya banjir bandang di suatu wilayah (Das, 2018), namun curah hujan yang tinggi juga belum tentu mengakibatkan bencana banjir, melainkan kombinasi antara curah hujan, kondisi topografi wilayah, lahan terbangun yang terus bertambah, kondisi lingkungan yang dipenuhi oleh tumpukan sampah, dan dapat dipengaruhi oleh

adanya kiriman banjir dari daerah lain, biasanya berasal dari daerah yang lebih tinggi (Hilmi & Nurjani, 2019). Hal tersebut sesuai dengan perhitungan FR dalam penelitian ini yang menunjukkan nilai curah hujan memiliki PR yang tinggi dibandingkan dengan parameter lainnya. Kondisi wilayah yang datar ditambah dengan intensitas hujan yang cukup tinggi akan berpengaruh terhadap genangan air sehingga dapat terjadi banjir di daerah penelitian.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa di daerah penelitian, wilayah dengan ketinggian rendah memiliki tingkat kerawanan yang sangat tinggi memiliki luas wilayah sebesar 2497.85 Ha dengan presentasi 47% dari wilayah keseluruhan. Karakteristik wilayah rawan banjir tinggi yaitu berada pada daerah kategori curah hujan tinggi hingga sangat tinggi, berada di wilayah lereng landai dan ketinggian 10-15meter, jarak dari sungai kurang dari 300meter, berada di daerah pemukiman dengan nilai TWI lebih besar dari 14 dan memiliki jenis tanah regosol. Curah hujan juga menjadi pendukung terjadinya genangan, semakin tinggi intensitas curah hujan maka semakin banyak pula air yang jatuh ke bumi dan apabila wilayah dengan kemiringan yang landai air akan cenderung menggenang.

Jenis tanah dan penggunaan lahan berperan dalam proses infiltrasi semakin banyak bangunan maka akan semakin sulit juga air masuk ke dalam pori-pori tanah, hal ini dapat terjadi pada jenis tanah liat yang sulit untuk meresap air ke pori-pori tanah. Keberadaan wilayah yang disekitar bantaran sungai memberikan peluang adanya bencana banjir karena ketika sungai tidak mampu menampung air dan meluap yang terlebih dahulu terdampak adalah daerah bantaran sungai. Nilai TWI dalam penelitian ini juga menunjukkan besar basah dan keringnya wilayah, semakin kecil nilai TWI semakin kecil juga tingkat kebasahan daerah tersebut, dan sebaliknya. Pemetaan bencana banjir dengan metode *Frequency Ratio* memberikan informasi terkait tingkat kerawanan di daerah penelitian. Metode ini dapat dikatakan cukup efektif dalam pemetaan kerawanan banjir karena uji validasi peta menunjukkan nilai yang cukup baik yaitu 0.969 atau 96% yang termasuk kedalam kategori istimewa.



## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa dengan adanya penelitian terkait pemetaan kerawanan banjir. Penulis memberikan saran bagi pemerintah dapat dijadikan sumber informasi terkait daerah rawan banjir, serta sebagai acuan dalam memitigasi bencana banjir agar mengurangi dampak yang dihasilkan dari bencana banjir di waktu mendatang. Bagi masyarakat dapat dijadikan sarana untuk mengetahui daerah yang memiliki kemungkinan banjir dan menjaganya, sehingga meminimalisir kegiatan yang dapat memperparah adanya bencana banjir. Bagi peneliti lain semoga penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk mengembangkan penelitian terkait kerawanan bencana dengan metode lain yang lebih baik sehingga menghasilkan penelitian yang komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhietya, D., Mardiatna, D., & Giyarsih, S. R. (2018). Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 12(1), 102–114. <https://doi.org/10.15294/jg.v12i1.8019>
- Aji, A. (2015). Kesiapsiagaan Masyarakat Dalam Menghadapi Bencana Banjir Bandang Di Kecamatan Welahan Kabupaten Jepara. *Indonesian Journal of Conservation*, 4(1).
- Al-Abadi, A. M. (2018). Mapping flood susceptibility in an arid region of southern Iraq using ensemble machine learning classifiers: a comparative study. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(9). <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3584-5>
- Anggraini, N., Pangaribuan, B., Siregar, A. P., Sintampalam, G., Muhammad, A., Damanik, M. R. S., & Rahmadi, M. T. (2021). Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Medan Tahun 2020. *Jurnal Samudra Geografi*, 4(2), 27–33. <https://doi.org/10.33059/jsg.v4i2.3851>
- Arabameri, A., Rezaei, K., Cerdà, A., Conoscenti, C., & Kalantari, Z. (2019). A comparison of statistical methods and multi-criteria decision making to map flood hazard susceptibility in Northern Iran. *Science of the Total Environment*, 660, 443–458. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.021>
- Asrul, Yumna, & Ayu, S. M. (2021). Laju Infiltrasi Pada Penggunaan Lahan Di Iuphkm Hutan Lindung Tandung Billa Kelurahan Battang (Infiltration rate on land use in IUPHKm in Tandung Billa Protection Forest, Battang Village). *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*, 3, 35–44.
- Ayu, I. K., & Heriawanto, B. K. (2018). Perlindungan Hukum Terhadap Lahan Pertanian Akibat Terjadinya Alih Fungsi Lahan Di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 2(2), 122–130. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20181025153705-92-341433/bps-sebut-luas-lahan-pertanian->
- Azhari, T. R. W., & Anwar, S. (2018). Analisis Curah Hujan Untuk Peramalan Banjir Di Wilayah Cirebon. *Jurnal Konstruksi*, 7(2), 2085–8744. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Azizat, N., Omar, W., & Sabki, W. M. (2018). Assessment of Three Flood Hazard Mapping Methods: A Case Study of Perlis. *E3S Web of Conferences*, 34, 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183402028>

Bachtiar, I. Y., Wicaksono, A. P., & Yudono, A. R. A. (2021). *Tingkat Kerawanan Bencana Banjir Pada DAS Celeng di Kecamatan Imogiri*, . 415–421.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2020. *Indeks Risiko Bencana Indonesia*. BNPB

Barasa, B. N., & Perera, E. D. P. (2018). Analysis of land use change impacts on flash flood occurrences in the Sosiani River basin Kenya. *International Journal of River Basin Management*, 16(2), 179–188. <https://doi.org/10.1080/15715124.2017.1411922>

Badan Pusat Statistik Kabupaten Jombang. 2021. *Kecamatan Mojoagung Dalam Angka 2021*. Jombang: BPS Kabupaten Jombang

Bui, Dieu Tien, Hoang, N. D., Pham, T. D., Ngo, P. T. T., Hoa, P. V., Minh, N. Q., Tran, X. T., & Samui, P. (2019). A new intelligence approach based on GIS-based Multivariate Adaptive Regression Splines and metaheuristic optimization for predicting flash flood susceptible areas at high-frequency tropical typhoon area. *Journal of Hydrology*, 575, 314–326. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.046>

Bui, Duie Tien, Khosravi, K., Shahabi, H., Daggupati, P., Adamowski, J. F., M.Melesse, A., Pham, B. T., Pourghasemi, H. R., Mahmoudi, M., Bahrami, S., Pradhan, B., Shirzadi, A., Chapi, K., & Lee, S. (2019). Flood spatial modeling in Northern Iran using remote sensing and GIS: A comparison between evidential belief functions and its ensemble with a multivariate logistic regression model. *Remote Sensing*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/rs11131589>

Cahyani, R., Leksono, B. E., & Krama, A. V. (2020). *Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Pringsewu*. 2, 1–13.

Cao, C., Xu, P., Wang, Y., Chen, J., Zheng, L., & Niu, C. (2016). Flash flood hazard susceptibility mapping using frequency ratio and statistical index methods in coalmine subsidence areas. *Sustainability (Switzerland)*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/su8090948>

Costache, R. (2019a). Flash-flood Potential Index mapping using weights of evidence, decision Trees models and their novel hybrid integration. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 33(7), 1375–1402. <https://doi.org/10.1007/s00477-019-01689-9>

Costache, R. (2019b). Flood Susceptibility Assessment by Using Bivariate Statistics and Machine Learning Models - A Useful Tool for Flood Risk Management. *Water Resources Management*, 33(9), 3239–3256. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02301-z>

- Dahlia, S., Nurharsono, T., & Rosyidin, W. F. (2018). Analisis Kerawanan Banjir Menggunakan Pendekatan Geomorfologi Di Dki Jakarta. *Jurnal Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.29122/alami.v2i1.2259>
- Danang, D., Suwardi, S., & Hidayat, I. A. (2019). Mitigasi Bencana Banjir dengan Sistem Informasi Monitoring dan Peringatan Dini Bencana menggunakan Microcontroller Arduino Berbasis IoT. *Teknik*, 40(1), 55. <https://doi.org/10.14710/teknik.v40i1.23342>
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.
- Das, S. (2018). Geographic information system and AHP-based flood hazard zonation of Vaitarna basin, Maharashtra, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(19). <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3933-4>
- Das, S. (2019). Geospatial mapping of flood susceptibility and hydro-geomorphic response to the floods in Ulhas basin, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 14, 60–74. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.006>
- Diaconu, D. C., Costache, R., & Popa, M. C. (2021). An overview of flood risk analysis methods. *Water (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/w13040474>
- Erlansari, A., Susilo, B., & Hernozza, F. (2020). Optimalisasi Data Landsat 8 Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Ndvi Dan Ndwi ( Studi Kasus : Kota Bengkulu ). *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 6(1), 57–65. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i1.60>
- Fernández, D. S., & Lutz, M. A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111(1–4), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006>
- Harley, P., & Samanta, S. (2018). Modeling of inland flood vulnerability zones through remote sensing and GIS techniques in the highland region of Papua New Guinea. *Applied Geomatics*, 10(2), 159–171. <https://doi.org/10.1007/s12518-018-0220-8>
- Hazarika, N., Barman, D., Das, A. K., Sarma, A. K., & Borah, S. B. (2018). Assessing and mapping flood hazard, vulnerability and risk in the Upper Brahmaputra River valley using stakeholders' knowledge and multicriteria

- evaluation (MCE). *Journal of Flood Risk Management*, 11, S700–S716. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12237>
- Hermawan, E. (2010). Pengelompokan Pola Curah Hujan Yang Terjadi Di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektal. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2). <https://doi.org/10.31172/jmg.v11i2.67>
- Hernoza, F., Susilo, B., & Erlansari, A. (2020). Pemetaan Daerah Rawan Banjir Menggunakan Penginderaan Jauh dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Difference Water Index dan Simple Additive Weighting ( Studi Kasus : Kota Bengkulu ). *Jurnal Rekursif*, 8(2), 144–152. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/>
- Hilmi, S. F., & Nurjani, E. (2019). Hubungan Variabilitas Curah Hujan Terhadap Kejadian Banjir Di Wilayah Bandung. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(2), 274–282.
- Hoirisky, C., Rahmadi, & Harahap, T. (2018). Effect of Land Use Pattern Changes on Flood in the Buah Watershed in Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*, 14–25.
- Jariato, A., Sekartaji, A., Natunazah, I., & Anisa, F. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kelurahan Wonoboyo Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan*, 54–66.
- Juliana, I. C., Ilmiaty, R. S., Yuono, A. L., Muharomah, R., & Gunawan, T. A. (2019). Penyuluhan Dan Pendampingan Manajemen Kesiapsiagaan Bencana Banjir Pada Warga Masyarakat Kelurahan Gandus Kota Palembang. *Prosiding Applicable Innovation of Engineering and Science Research*, 2019, 935–943.
- Khosravi, K., Melesse, A. M., Shahabi, H., Shirzadi, A., Chapi, K., & Hong, H. (2019). Flood susceptibility mapping at Ningdu catchment, China using bivariate and data mining techniques. In *Extreme Hydrology and Climate Variability: Monitoring, Modelling, Adaptation and Mitigation* (Issue 2017). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815998-9.00033-6>
- Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E., & Pourghasemi, H. R. (2016). A GIS-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: a comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-criteria decision-making technique. *Natural Hazards*, 83(2), 947–987. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2357-2>
- Kia, M. B., Pirasteh, S., Pradhan, B., Mahmud, A. R., Sulaiman, W. N. A., & Moradi, A. (2012). An artificial neural network model for flood simulation using GIS: Johor River Basin, Malaysia. *Environmental Earth Sciences*, 67(1),

251–264. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1504-z>

- Kusumo, P., & Nursari, E. (2016). Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis pada DAS Cidurian Kab. Serang, Banten. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 1(1), 29–38. <https://doi.org/10.30998/string.v1i1.966>
- Lee, M., Kang, J., & Jeon, S. (2012). Application Of Frequency Ratio Model And Validation For Predictive Korea Adaptation Center For Climate Change. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2012 IEEE International. IEEE, 2012.*, 1, 895–898.
- Lesik, E. M., Sianturi, H. L., Geru, A. S., & Bernandus, B. (2020). Analisis Pola Hujan Dan Distribusi Hujan Berdasarkan Ketinggian Tempat Di Pulau Flores. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 5(2), 118–128. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.2451>
- Mappaware, N. A., Tanra, A. H., Wahid, S., Rijal, S., Muchsin, A. H., Makmun, A., Masdipa, A., Yaqien, K., Haq, P., Ramadani, F. A., Fadhilah, Y., Fajrin, N., Rahmat, A., Suci, H., Fitrah, A. A., & Haq, M. S. (2020). Tim Relawan Association of Medical Doctor of Asian (AMDA) Indonesia dan Asian Medical Students Association (AMSA) UMI pada Banjir Bandang Masamba Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengabdian Kedokteran Indonesia*, 1(1), 30–38. <https://doi.org/10.33096/jpki.v1i1.103>
- Masyhuri, W. (2018). Analisa Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Potensi Banjir Di Kecamatan Medan Denai. *Jurnal Tunas Geografi*, 07(02), 127–132.
- Miardini, A., & Saragih, G. S. (2019). Penentuan Prioritas Penanganan Banjir Genangan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Menggunakan Topographic Wetness Index Studi Kasus di DAS Solo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 113. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.113-119>
- Mohamed, S. A., & El-Raey, M. E. (2020). Vulnerability assessment for flash floods using GIS spatial modeling and remotely sensed data in El-Arish City, North Sinai, Egypt. *Natural Hazards*, 102(2), 707–728. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03571-x>
- Mudashiru, R. B., Sabtu, N., Abustan, I., & Balogun, W. (2021). Flood hazard mapping methods: A review. *Journal of Hydrology*, 603(PA), 126846. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126846>
- Mujib, M. A., Apriyanto, B., Kurnianto, F. A., Ikhsan, F. A., Nurdin, E. A., Pangastuti, E. I., & Astutik, S. (2021). Assessment of Flood Hazard Mapping Based on Analytical. *Geosfera Indonesia*, 6(3), 353–376. <https://doi.org/10.19184/geosi.v6i3.21668>

- Muri, Y. (2014). *Metode penelitian: kuantitatif, kualitatif, dan penelitian gabungan*. Jakarta: Kencana.
- Musdalipa, A., & Faridah, S. N. (2018). Pengaruh Sifat Fisik Tanah dan Sistem Perakaran Vegetasi Terhadap Imbuhan Air Tanah. *Jurnal AgriTechno*, 11(1), 35–39.
- Muttalib, A., & Mashur. (2019). Analisis Dampak Sosial Ekonomi Masyarakat Pasca Bencana Gempa Bumi Di Kabupaten Lombok Utara (KLU). *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 5(2), 87.
- Nazmelia, A. (2018). Analisis Tingkat Kerentanan Permukiman Terhadap Banjir Di Sub Daerah Aliran Sungai Marmoyo Kecamatan Ploso Kabupaten Jombang. *Swara Bhumi*, 1(1).
- Nugroho, D. D., & Nugroho, H. (2020). Analisis Kerentanan Tanah Longsor Menggunakan Metode Frequency Ratio di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Geoid*, 16(1), 8. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v16i1.7680>
- Nugroho, S. P. (2018). Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar Di Jakarta Pada Awal Februari 2007. *Jurnal Air Indonesia*, 4(1), 50–55. <https://doi.org/10.29122/jai.v4i1.2394>
- Nurromansyah, A. N., & Setyono, J. S. (2014). Perubahan Kesiapsiagaan Masyarakat DAS Beringin Kota Semarang dalam Menghadapi Ancaman Banjir Bandang. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 2(3), 231. <https://doi.org/10.14710/jwl.2.3.231-244>
- Nuryanti, Tanesib, J. ., & Warsito, A. (2018a). Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika, Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(2), 73–79.
- Nuryanti, Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018b). Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika, Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 73–79.
- Patandean, C. F., & Sujiono, E. H. (2021). Pengaruh Curah Hujan Terhadap Potensi Banjir di Kabupaten Gowa. *Jurnal Agrokompleks*, 10, 11–23. <https://doi.org/https://doi.org/>
- Popa, M. C., Peptenatu, D., Draghici, C. C., & Diaconu, D. C. (2019). Flood hazard mapping using the flood and Flash-Flood Potential Index in the Buzau River catchment, Romania. *Water (Switzerland)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/w11102116>

- Pourali, S. H., Arrowsmith, C., Chrisman, N., Matkan, A. A., & Mitchell, D. (2016). Topography Wetness Index Application in Flood-Risk-Based Land Use Planning. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 9(1), 39–54. <https://doi.org/10.1007/s12061-014-9130-2>
- Putra, D. B., Suprayogi, A., & Sudarsono, B. (2019). Analisis Kerawanan Banjir Pada Kawasan Terbangun Berdasarkan Klasifikasi Indeks Ebbs (Enhanced Built-Up and Bareness Index) Menggunakan Sig (Studi Kasus Di Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 93–102.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisis pengaruh fenomena indian ocean dipole (Iod) terhadap curah hujan di pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57–67.
- Rahayu, S., Piarsa, I. N., & Buana, P. W. (2016). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Web. *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 7(2), 71. <https://doi.org/10.24843/lkjiti.2016.v07.i02.p01>
- Rahmad, R., Suib, S., & Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor Di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 1. <https://doi.org/10.22146/mgi.31882>
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. R., & Zeinivand, H. (2016). Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights-of-evidence models in the Golastan Province, Iran. *Geocarto International*, 31(1), 42–70. <https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1041559>
- Rahmati, O., Zeinivand, H., & Besharat, M. (2016). Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(3), 1000–1017. <https://doi.org/10.1080/19475705.2015.1045043>
- Ridwan, M., Zainuddin, A., Kasim, M., & Yahya, M. (2022). Pemetaan Daerah Bencana Pada Destinasi Kota Palopo (Studi Kasus Bencana Banjir dan Longsor). *Jurnal Kepariwisata Indonesia: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Kepariwisata Indonesia*, 16(1), 61–76.
- Rosana, M. (2018). Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan Yang Berwawasan Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Ilmu Sosial*, 1(1), 148–163.
- Sabir, A. (2016). Gambaran Umum Persepsi Masyarakat Terhadap Bencana di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Sosial*, 5(3), 304–326.



- Sahana, M., & Patel, P. P. (2019). A comparison of frequency ratio and fuzzy logic models for flood susceptibility assessment of the lower Kosi River Basin in India. *Environmental Earth Sciences*, 78(10). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8285-1>
- Sauda, R. H., INugraha, A. L., & Hani'ah. (2019). Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 466–474.
- Sepehri, M., Malekinezhad, H., Jahanbakhshi, F., Ildoromi, A. R., Chezgi, J., Ghorbanzadeh, O., & Naghipour, E. (2020). Integration of interval rough AHP and fuzzy logic for assessment of flood prone areas at the regional scale. *Acta Geophysica*, 68(2), 477–493. <https://doi.org/10.1007/s11600-019-00398-9>
- Siahkamari, S., Haghizadeh, A., Zeinivand, H., Tahmasebipour, N., & Rahmati, O. (2018). Spatial prediction of flood-susceptible areas using frequency ratio and maximum entropy models. *Geocarto International*, 33(9), 927–941. <https://doi.org/10.1080/10106049.2017.1316780>
- Siregar, D. C., Kusumah, B. W., & Ardah, V. P. (2019). Analisis Variabilitas Curah Hujan dan Suhu Udara di Tanjungpinang. *Jurnal Material Dan Energi Indonesi*, 09(02), 53–60.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suliyati, T. (2016). Penataan Drainase Perkotaan Berbasis Budaya Dalam Upaya Penanganan Banjir Di Kota Semarang. *Humanika*, 19(1), 59. <https://doi.org/10.14710/humanika.19.1.59-69>
- Sutiyono, S., Dharmawan, I. W. S., & Darmawan, U. W. (2022). Kesuburan Tanah Di Bawah Tegakan Berbagai Jenis Bambu Pada Tanah Andosol-Regosol. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 517–523. <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.517-523>
- Tehrany, M. S., Jones, S., & Shabani, F. (2019). Identifying the essential flood conditioning factors for flood prone area mapping using machine learning techniques. *Catena*, 175(April 2018), 174–192. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.12.011>
- Tehrany, M. S., & Kumar, L. (2018). The application of a Dempster–Shafer-based evidential belief function in flood susceptibility mapping and comparison with frequency ratio and logistic regression methods. *Environmental Earth Sciences*, 77(13), 0. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7667-0>
- Tehrany, M. S., Kumar, L., Neamah Jebur, M., & Shabani, F. (2018). Evaluating the application of the statistical index method in flood susceptibility mapping

and its comparison with frequency ratio and logistic regression methods. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 79–101. <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1506509>

Tehrany, M. S., Shabani, F., Neamah Jebur, M., Hong, H., Chen, W., & Xie, X. (2017). GIS-based spatial prediction of flood prone areas using standalone frequency ratio, logistic regression, weight of evidence and their ensemble techniques. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 1538–1561. <https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1362038>

Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., Croke, B. F. W., Dutta, D., & Kim, S. (2017). Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environmental Modelling and Software*, 90, 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.01.006>

Ullah, K., & Zhang, J. (2020). GIS-based flood hazard mapping using relative frequency ratio method: A case study of panjkora river basin, eastern Hindu Kush, Pakistan. *PLoS ONE*, 15(3), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229153>

Utama, H., Harijoko, A., & Husein, S. (2016). Studi Vulkanisme dan Struktur Geologi untuk Eksplorasi Awal Panas Bumi di Kompleks Gunung Api Arjuno Welirang. *Seminar Nasional Kebumihan*, 9(2010), 83–92.

Utami, C. W., Giyarsih, S. R., Marfai, M. A., & Fariz, T. R. (2021). Kerawanan Banjir Rob dan Peran Gender Dalam Adaptasi di Kecamatan Pekalongan Utara. *Jurnal Planologi*, 18(1), 94. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v18i1.13588>

Wang, Y., Hong, H., Chen, W., Li, S., Pamučar, D., Gigović, L., Drobnjak, S., Bui, D. T., & Duan, H. (2019). A hybrid GIS multi-criteria decision-making method for flood susceptibility mapping at Shangyou, China. *Remote Sensing*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/rs11010062>

Widjanarko, M., & Minnafiah, U. (2018). Pengaruh Pendidikan Bencana Pada Perilaku Kesiapsiagaan Siswa. *Jurnal Ecopsy*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.20527/ecopsy.v5i1.4878>

Yanto, H. (2018). Optimalisasi Jalur Evakuasi Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kota Padang Berbasis Web. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 4(2), 193. <https://doi.org/10.22216/jsi.v4i2.3593>

Yumai, Y., Tilaar, S., & Makarau, V. H. (2019). Kajian Pemanfaatan Lahan Permukiman Di Kawasan Perbukitan Kota Manado. *Spasial*, 6(3), 862–871.

Widiawaty, M. A., & Dede, M. (2018). Pemodelan spasial bahaya dan kerentanan bencana banjir di wilayah timur Kabupaten Cirebon. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 9(2), 142-153.



## LAMPIRAN

## Lampiran A. Matriks Penelitian

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Data dan Teknik Pengambilan Data	Metode Penelitian
Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode <i>Frequency Ratio</i> Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang	1. Bagaimana Pemetaan kerawanan bencana banjir dengan Metode <i>Frequency Ratio</i> di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang?	1. Memetakan kerawanan bencana banjir dengan Metode <i>Frequency Ratio</i> di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang	1) Data curah hujan diambil melalui data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika 2) Data kemiringan lereng, ketinggian tempat, TWI dan Kelengkungan diambil melalui data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) 3) Data Jarak dari sungai diambil melalui peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) 4) Data penggunaan lahan dalam penelitian ini	1. <b>Jenis Penelitian:</b> Penelitian Deskriptif-Kuantitatif 2. <b>Lokasi Penelitian:</b> Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang 3. <b>Teknik Pengambilan Sampel:</b> <i>purposive sampling</i> 4. <b>Teknik Analisis Data</b> a. Menentukan Wilayah banjir pada wilayah penelitian dengan membandingkan setiap faktor penyebab banjir menggunakan metode <i>Normalized Difference Water Index</i> (NDWI).

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

diambil melalui  
penginderaan jauh yaitu  
menggunakan landsat 8

- 5) Data jenis tanah diambil dari  
website Indonesia  
Geospasial.

- b. Penerapan *Frequency Ratio*  
merupakan nilai perbandingan  
antara area kejadian banjir dan  
total area faktor penyebab banjir.
- c. Validasi Peta dengan Kurva ROC  
Pemetaan kerawanan bencana  
banjir berbasis metode *Frequency  
Ratio* selanjutnya akan di uji  
keakurasiannya serta di evaluasi  
menggunakan kurva *Receiver  
Operating Characteristic (ROC)*

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama

Acc. 4/4/2022  
Sri Kantun

Dr. Sri Kantun, M.Ed.

Jember, 29 Maret 2022

Dosen Pembimbing Anggota



M. Asyroful Mujib, S.Pd., M.Sc

Lampiran B. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
Telepon 0331-334988, 330738 Fax: 0331-334988  
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **FK : 805 /UN25.1.5/SP/2022**  
Hal : Permohonan Izin Penelitian

20 JUN 2022

Yth. 1. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik  
2. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Jombang  
3. Camat Kecamatan Mojoagung  
di Kabupaten Jombang

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Rita Fauziyah  
NIM : 180210303033  
Jurusan : Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial  
Program Studi : Pendidikan Geografi  
Rencana Penelitian : Bulan Juni s.d Juli 2022

Berkenaan dengan penyelesaian Tugas Akhir mahasiswa tersebut, bermaksud melaksanakan penelitian dengan judul "Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang". Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

a.n. Dekan  
Wakil Dekan I,  
  
**Drs. Nuriman, Ph.D.**  
NIP. 19650601 199302 1 001

Dipindai dengan CamScanner

Gambar A. Surat Izin Penelitian Universitas Jember

## Lampiran C. Surat Izin Pengambilan Data Curah Hujan



PEMERINTAH KABUPATEN JOMBANG  
**DINAS PENANAMAN MODAL  
 DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU**  
 Jl. Presiden K.H. Abdurrahman Wahid No. 151 Telp.(0321) 873 333 Fax. (0321) 851 733  
**JOMBANG**

### **SURAT IZIN**

Nomor : 072 / 317 / 415.35 / 2022

TENTANG

### **IZIN PENELITIAN**

- Dasar :
- Peraturan Daerah Kabupaten Jombang Nomor 8 Tahun 2016 sebagaimana telah dirubah dengan Peraturan Daerah Kabupaten Jombang Nomor 11 Tahun 2018 Tentang Pembentukan dan Susunan Perangkat Daerah Kabupaten Jombang;
  - Peraturan Bupati Jombang Nomor 14 Tahun 2022 Tentang Perubahan Atas Peraturan Bupati Jombang Nomor 59 Tahun 2021 Tentang Pelimpahan Wewenang Penyelenggaraan Perizinan Kepada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Jombang;
  - Surat Wakil Dekan I Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember tertanggal 20 Juli 2022 nomor : 8057/UN25.I.5/SP/2022 perihal Permohonan Izin Penelitian;
  - Surat Kepala Bakesbangpol Kabupaten Jombang tertanggal 19 Juli 2022 nomor : 072/650/415.45/2022 perihal Surat Rekomendasi.

### **MENGIZINKAN**

**Kepada :**

Nama : Rita Fauziah  
 NIM : 180210303033  
 PerguruanTinggi : Universitas Jember  
 Fakultas/Jurusan/Prodi : FKIP  
 Kegiatan : Pengambilan Data Curah Hujan  
 Waktu : 12 Juli 2022 s.d 31 Juli 2022  
 Judul Penelitian : Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir dengan Metode Frequency Ratio di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang  
 Lokasi : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jombang

Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Membawa manfaat bagi semua pihak;
- Melaksanakan Koordinasi dengan Instansi Terkait;
- Mentaati tata tertib sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- Tidak melakukan kegiatan diluar kegiatan Penelitian yang dimaksud;
- Menciptakan suasana yang kondusif di tempat kegiatan Penelitian yang dimaksud;
- Tidak melakukan kegiatan dan atau tindakan yang menimbulkan keresahan masyarakat;
- Bertanggungjawab atas semua permasalahan yang terjadi akibat kegiatan Penelitian yang dimaksud.

Demikian untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya dan apabila telah menyelesaikan pekerjaan Penelitian supaya melaporkan hasil pekerjaannya pada Pemerintah Kabupaten Jombang melalui Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Jombang.

Dikeluarkan di : Jombang  
 Pada tanggal : 28-07-2022

a.n. **BUPATI JOMBANG**  
 Kepala Dinas Penanaman Modal  
 dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu



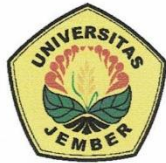
**Dra. WOR WINDARI, M.Si**  
 Pembina Tingkat I  
 NIP. 19731204 199202 2 001

- Tembusan Yth. Sdr. :**
- Wakil Dekan I Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
  - Kepala Bakesbangpol Kabupaten Jombang;
  - Dinas PUPR Kabupaten Jombang;
  - Yang bersangkutan.

\* Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN)

Gambar B. Surat Izin Pengambilan Data Curah Hujan Dinas PMPTSP

**Lampiran D. Bukti Persetujuan Pengambilan Data Curah Hujan Dinas  
PUPR**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121  
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-334988  
Laman: [www.fkip.unej.ac.id](http://www.fkip.unej.ac.id)

Nomor : 80571 /UN25.1.5/SP/2022  
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. 1. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik  
2. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Jombang  
3. Camat Kecamatan Mojoagung  
di Kabupaten Jombang

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Rita Fauziyah  
NIM : 180210303033  
Jurusan : Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial  
Program Studi : Pendidikan Geografi  
Rencana Penelitian : Bulan Juni s.d Juli 2022

Berkenaan dengan penyelesaian tugas akhir mahasiswa tersebut, bermaksud melaksanakan penelitian dengan judul "Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Dengan Metode *Frequency Ratio* di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang". Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

diterima oleh :

Kepala Bidang Sumber Daya Air  
Dinas PUPR Kab. Jombang.



a.n. Dekan  
Wakil Dekan I,



Drs. Nuriman, Ph.D  
NIP. 19650601 199302 1 001

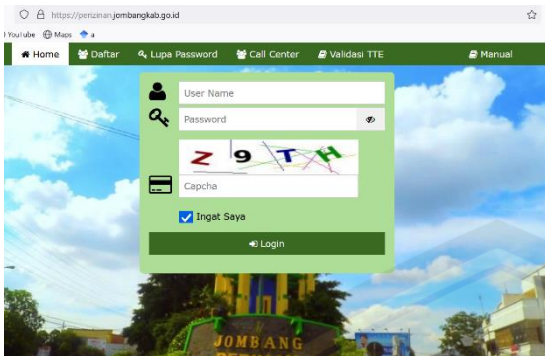
Gambar C. Bukti persetujuan pengambilan data curah hujan di dinas PUPR



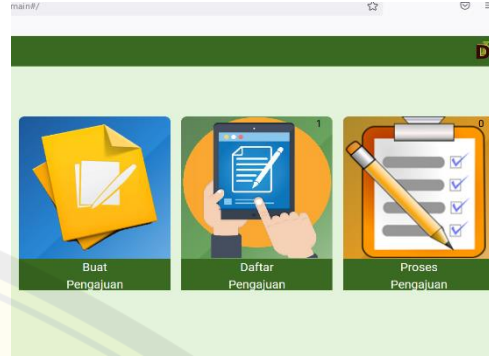
**Lampiran E. Titik Sampel Penelitian**

Titik Sampel	Koordinat		Nama Desa
	X	Y	
1	112.3320972	-7.575027778	Desa Janti
2	112.3353333	-7.573472222	Desa Janti
3	112.3359722	-7.573572222	Desa Janti
4	112.3358917	-7.572558333	Desa Gambiran
5	112.3378083	-7.572711111	Desa Janti
6	112.3370778	-7.572136111	Desa Gambiran
7	112.3386	-7.571213889	Desa Gambiran
8	112.3392306	-7.570741667	Desa Gambiran
9	112.3387444	-7.569877778	Desa Gambiran
10	112.3384194	-7.572038889	Desa Janti
11	112.3402583	-7.571488889	Desa Gambiran
12	112.3420722	-7.571983333	Desa Kademangan
13	112.3487556	-7.571838889	Desa Kademangan
14	112.3484361	-7.573275	Desa Kademangan
15	112.3470972	-7.573875	Desa Kademangan
16	112.3473806	-7.572983333	Desa Kademangan
17	112.3458139	-7.572986111	Desa Kademangan
18	112.3426333	-7.573405556	Desa Kademangan
19	112.3491417	-7.569647222	Desa Kademangan
20	112.3472194	-7.569563889	Desa Kademangan
21	112.3488444	-7.567816667	Desa Kademangan
22	112.3513972	-7.568288889	Desa Kademangan
23	112.3418417	-7.569647222	Desa Kauman
24	112.3425889	-7.569166667	Desa Kauman
25	112.3428361	-7.568325	Desa Kauman
26	112.3438028	-7.565461111	Desa Kauman
27	112.3441361	-7.564655556	Desa Kauman
28	112.3454833	-7.5554	Desa Betek
29	112.3470556	-7.557291667	Desa Betek
30	112.3473889	-7.544822222	Desa Karobelah

**Lampiran F. Proses pengajuan pengambilan data curah hujan**



Gambar D. buka website Dinas PMPTSP, kemudian daftar menggunakan Kartu Identitas



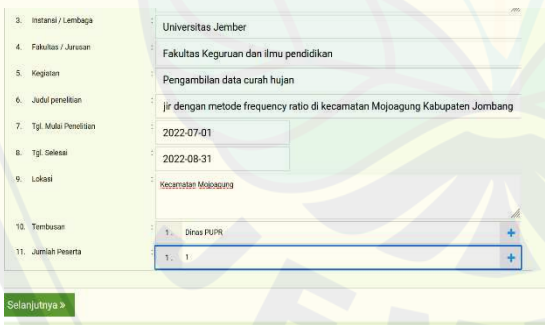
Gambar E. pilih menu daftar pengajuan



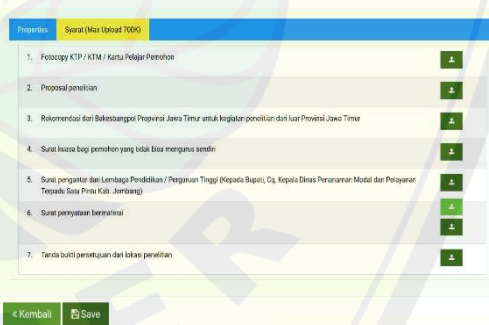
Gambar F. pilih menu bidang penelitian dan pelatihan



Gambar G. pilih menu surat izin penelitian mahasiswa



Gambar H. mengisi formulir pengajuan



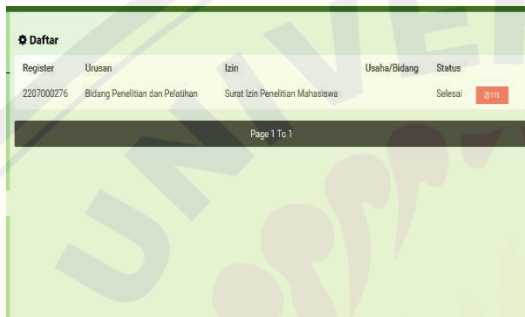
Gambar I. upload file yang diperlukan



Gambar J. info pengajuan dikirim melalui emai



Gambar K. proses verifikasi selesai



Gambar K. download surat pengajuan pengambilan data



Gambar L. izin mengambil data curah hujan di Dinas PUPR

Lampiran G. Dokumentasi daerah terdampak pasca bencana banjir



Gambar M. rambu kawasan rawan bencana Desa Janti



Gambar N. rambu jalur evakuasi Desa Janti



Gambar O. jarak dari sungai Desa Betek



Gambar P. kondisi jalan daerah terdampak banjir Desa Mancilan



Gambar Q. jarak pemukiman dengan sungai Desa Gambiran



Gambar R. kondisi daerah dekat dengan sungai Desa Janti



Gambar S. plotting area rawan banjir  
Desa Janti



Gambar T. plotting area rawan  
banjir Desa Betek



Gambar U. plotting area rawan banjir  
Desa Kademangan