

PROTEKSI ISI LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 98fbc812-70d1-450f-a404-dd7bfe763c65
Laporan Kemajuan Penelitian: tahun ke-1 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

PEMODELAN HIDRODINAMIK SUNGAI MENGGUNAKAN INFOWORK INTEGRATED CATCHMENT MODELLING DAN SISTIM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK MITIGASI STRUKTURAL BAHAYA BANJIR DI SULAWESI SELATAN

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Teknologi/rekayasa	-	4. Rekayasa lingkungan	Geografi

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
UCA Ketua Pengusul	Universitas Negeri Makassar	Pendidikan Geografi		6196198	3
MUHAMMAD AHSAN S MANDRA S.T, M.T, Dr. Anggota Pengusul 1	Universitas Negeri Makassar	Mesin Otomotif	1. Menyiapkan peralatan survey/penelitian di lapangan. 2. Membuat Peta Lokasi Penelitian. 3. Memobilisasi peralatan dilapangan. 4. Melakukan wawancara dengan penduduk tentang: lama genangan, wilayah yang terkena dampak genangan dan frekuensi genangan banjir. 5. Mengukur luas wilayah yang biasa tergenang pada saat banjir dan	6129512	0

			<p>mengukur kedalaman genangan. 6. Mengukur kemiringan lereng. 7. Membuat jurnal 8. Membuat buku ajar</p>		
<p>MUSTARI S.Pd.,M.T Anggota Pengusul 2</p>	<p>Universitas Negeri Makassar</p>	<p>Pendidikan Teknik Informatika & Komputer</p>	<p>1. Menyusun rancangan proposal penelitian 2. Mencari data sekunder peta-peta tematik seperti: Peta Tanah, Peta Penggunaan Lahan, Peta Rupa Bumi, Peta Geologi dan Peta Rencana Tata Ruang Kabupaten Enrekang. 3. Membuat Peta Kemiringan Lereng dari Peta Rupa Bumi. 4. Membuat Peta Satuan Lahan dengan cara overlay / tumpang susun antara Peta Tanah, Peta Penggunaan Lahan dan Peta Kemiringan Lereng. 5. Survei awal ke lapangan. 6. Membuat jadwal kegiatan penelitian lapangan. 7. Membuat Peta Digital Elevation Model tiga dimensi 8. Membuat Peta Batas Daerah Aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo 9. Membuat Peta Pola Aliran Sungai 10. Melakukan pengukuran dan pengambilan sample di lapangan. 11. Mengawasi analisis sample di laboratorium. 12. Mengkoordinir Peta Zonasi Daerah Rawan Banjir 13. Membuat laporan penelitian sementara. 14. Seminar laporan akhir penelitian. 15. Membuat pemodelan hidrodinamik Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo untuk tujuan mitigasi struktural banjir menggunakan Info Works Integrated Catchment</p>	<p>6651517</p>	<p>0</p>

			Modelling dan Sistim Informasi Geografi. 16. Menyusun laporan akhir penelitian Tahun I. 17. Membuat jurnal 18. Menyusun buku ajar	
--	--	--	--	--

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Pelaksana Penelitian	Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah
Mitra Calon Pengguna	Badan Penanggulangan Bencana Daerah

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Dokumen pendaftaran hak cipta	Terbit Sertifikat	

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Accepted	Journal of Geography

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 565,030,000

Tahun 1 Total Rp. 182,930,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	10	1,164,900	11,649,000
Bahan	ATK	Paket	1	379,000	379,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	5,987,000	5,987,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	14,000,000	14,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	3	4,000,000	12,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	45	500,000	22,500,000
Pengumpulan Data	Penginapan	OH	45	450,000	20,250,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	135	25,000	3,375,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	OH/OR	135	80,000	10,800,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	135	80,000	10,800,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	52,990,000	52,990,000

Tahun 2 Total Rp. 195,180,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	9	1,644,000	14,796,000
Bahan	ATK	Paket	1	1,113,000	1,113,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	7,425,000	7,425,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	11,000,000	11,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	7,898,500	15,797,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	Penginapan	OH	45	400,000	18,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	50	500,000	25,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	135	25,000	3,375,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	135	80,000	10,800,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	180	135,000	24,300,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	60,374,000	60,374,000

Tahun 3 Total Rp. 186,920,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	9	1,894,000	17,046,000
Bahan	ATK	Paket	1	1,073,000	1,073,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	11,000,000	11,000,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	12,000,000	12,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	20,000,000	20,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	4,000,000	8,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	45	500,000	22,500,000
Pengumpulan Data	Penginapan	OH	45	450,000	20,250,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	135	25,000	3,375,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	135	80,000	10,800,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	180	135,000	24,300,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	33,376,000	33,376,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo merupakan dua sungai besar yang melewati dan bertemu di Kota Enrekang, hulu kedua daerah aliran sungai tersebut berasal dari Kabupaten Mamasa dan Kabupaten Tanah Toraja dan bermuara di Kabupaten Pinrang. Pertemuan kedua sungai tersebut menyebabkan terjadinya perlambatan aliran Sungai Mata Allo akibat tertahan oleh aliran Sungai Saddang di Kota Enrekang. Hal ini memicu terjadi proses luapan sungai Mata Allo dan Sungai Saddang di tengah Kota Enrekang pada musim hujan. Setiap tahun pada puncak musim hujan, Kabupaten Enrekang selalu dilanda banjir. Oleh karena itu perlu di lakukan kajian secara saintifik melalui pemodelan hidrodinamik dua dimensi (2D) dan melakukan pemetaan tingkat bahaya banjir di Daerah Aliran Sungai Saddang dan Mata Allo. Pemodelan ini menggunakan software InfoWork Integrated Catchment Modelling (InfoWork ICM-HEC-RAS) dan Sistem Informasi Geografi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pola hidrodinamik dan sebaran wilayah rawan banjir serta untuk mitigasi struktural wilayah rawan banjir di sepanjang aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.

Tahapan-tahapan metode penelitian: Menyiapkan data Digital Elevation Model (DEM) resolusi 30 meter yang di download dari website: <http://tides.big.go.id/DEMNAS>. Data DEMNAS digunakan untuk peta kemiringan lereng, data topografi, membuat batas daerah aliran sungai dan sub daerah aliran sungai area parameter, linear parameter, drainage network characteristics dan relief parameter daerah aliran sungai. Data DEM di olah menggunakan ArcGis 10.4. Selanjutnya pengukuran penampang melintang sungai secara langsung di Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo sepanjang 25 km. Mengukur lebar sungai, kemudian membuat Pengukuran kedalaman sungai pada setiap interval 2 meter. Mengukur penampang profil lereng yang sejajar dengan titik pengukuran penampang profil dasar sungai pada setiap 2 meter. Data penampang profil sungai digunakan untuk mengukur luas penampang basah dan perimeter sungai. Perhitungan luas penampang basah aliran sungai menggunakan ArcGIS 10.3. Jarak antara titik penampang Sungai adalah 500 meter. Jumlah titik penampang melintang sungai Saddang dan Sungai Mata Allo sebanyak 50 penampang profil sungai. Data profil sungai di buat dalam format shafefile, kemudian diproses melalui ArcGIS 10.4, selanjutnya dikonversi secara langsung ke dalam database model InfoWork River Simulation. Tahapan berikutnya adalah melakukan validasi, simulasi, Kalibrasi dan verivikasi, input data struktur hidrolis, hasil simulasi terakhir adalah Pemodelan Hidrodinamik untuk mitigasi struktural. Luaran wajib pada penelitian ini adalah Peta (Pemetaan dan Zonasi Daerah Rawan Genangan Banjir Menggunakan Indeks Kebasahan Topografi (sudah terbit sertifikat), sedangkan sebaran banjir dari hasil pemodelan

hidrodinamik sungai dua dimensi secara spasial dan temporal sebagai luaran wajib kedua masih sementara dalam proses penerbitan sertifikat. Luaran tambahan yang ditargetkan adalah artikel ilmiah dimuat di Jurnal Internasional bereputasi terindeks SCOPUS. Adapun Jurnal yang digunakan untuk submit artikel ilmiah adalah di Jurnal of Geography Environment Sustainability yang diterbitkan di Negara Rusia., dan luaran tambahan kedua adalah Buku Ajar (draf). Komponen teknologi yang digunakan telah teruji di laboratorium serta telah menjalani validasi kode dan komponen dalam laboratorium dan telah dibuktikan dalam penggunaannya dibidang simulasi banjir untuk mitigasi struktural. Hal ini ditunjukkan oleh data bahwa Infowork ICM-HECRAS telah digunakan oleh 6500 konsumen di 60 negara di dunia. Hal ini menunjukkan bahwa Tingkat Kesiapan Teknologi 4.

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Pemodelan; hidrodinamik; mitigasi; banjir.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi

1 Letak dan Luas Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di Daerah Aliran Sungai Saddang dan Daerah Aliran Sungai Mata Allo. Kedua Daerah aliran sungai ini secara Astronomis terletak pada $119^{\circ} 14' 48.65''$ - $120^{\circ} 3' 42.39''$ BB dan $2^{\circ} 43' 42.02''$ LS - $3' 42.39''$ LS.

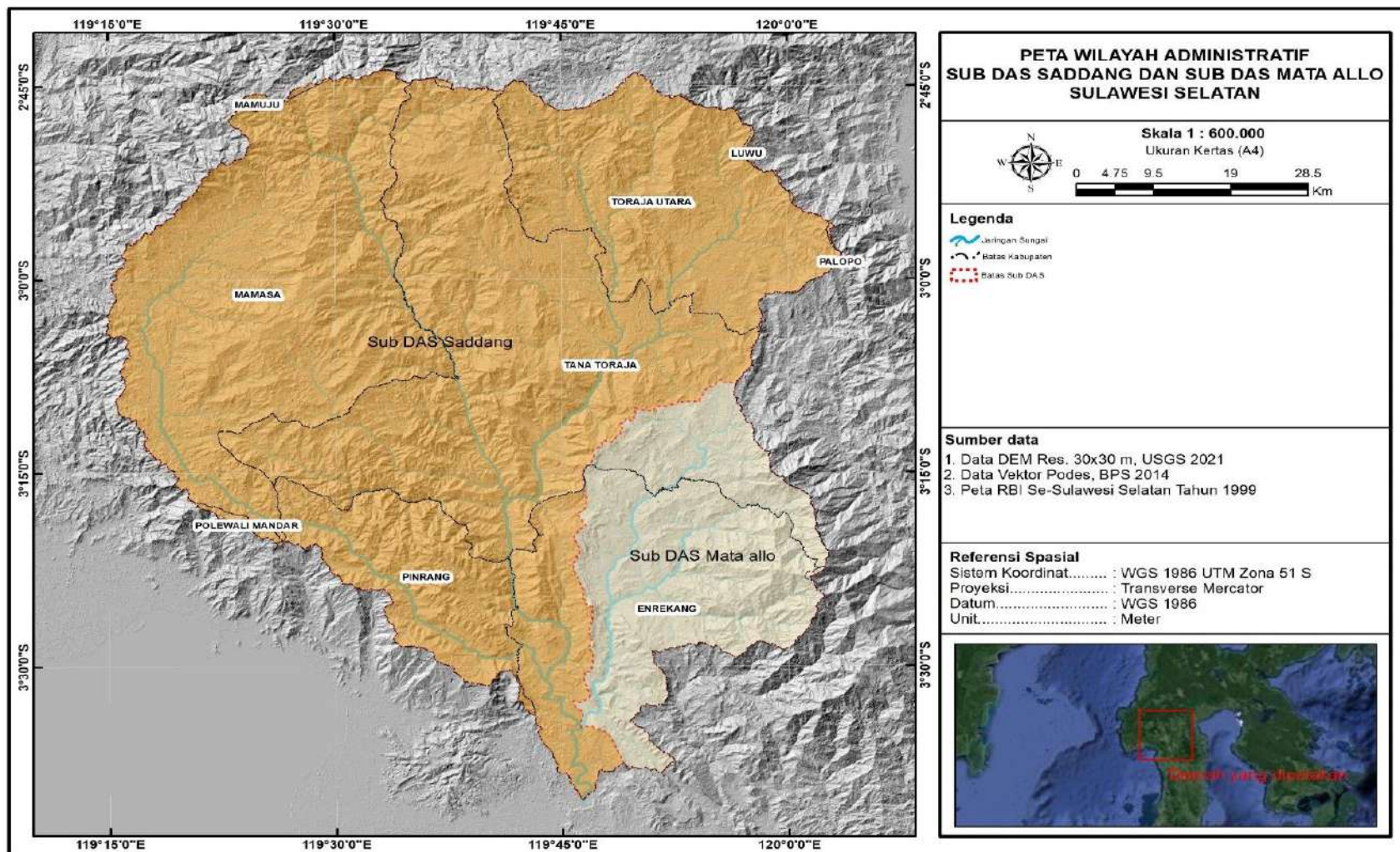
Tabel 4.1 Luas Lahan Berdasarkan Wilayah Administratif

Kecamatan	Kabupaten	Luas (Ha)
Alla	Enrekang	41.580,87
Anggeraja	Enrekang	126.881
Baraka	Enrekang	111.919,2
Baroko	Enrekang	39.74466
Buntu Batu	Enrekang	123.032,9
Cendana	Enrekang	53.810,28
Curio	Enrekang	159.987,3
Enrekang	Enrekang	255.277,8
Maiwa	Enrekang	24.663,2
Malua	Enrekang	47.940,25
Masalle	Enrekang	76.934,75
Bassesangtempe	Luwu	0.181385
Latimojong	Luwu	2.236.372
Walenrang	Luwu	1.173912
Walenrang Barat	Luwu	4.608.911
Balla	Mamasa	61.791,2
Bambang	Mamasa	0.542547
Mamasa	Mamasa	238.650,5
Mehalaan	Mamasa	0.807042
Messawa	Mamasa	116.042,5
Nosu	Mamasa	113.747,2
Pana	Mamasa	195.949,3
Rantebulahan Timur	Mamasa	0.015547
Sesenapadang	Mamasa	154.907,4
Sumarorong	Mamasa	203.727,6
Tabang	Mamasa	293.943,9
Tabulahan	Mamasa	0.096764
Tanduk Kalua	Mamasa	115.0295
Tawalian	Mamasa	49.0405

Bonehau	Mamuju	7.133714
Kalumpang	Mamuju	5.597038
Wara Barat	Palopo	0.846886
Batulappa	Pinrang	9.18736
Lembang	Pinrang	445.2875
Anreapi	Polewali Mandar	11.04431
Matakali	Polewali Mandar	0.643749
Matangnga	Polewali Mandar	0.269092
Tapango	Polewali Mandar	0.169095
Bittuang	Tana Toraja	178.6189
Bonggakaradeng	Tana Toraja	245.5254
Gandang Batu Silanan	Tana Toraja	84.9542
Kurra	Tana Toraja	52.34659
Makale	Tana Toraja	39.95105
Makale Selatan	Tana Toraja	73.39684
Makale Utara	Tana Toraja	24.89302
Malimbong Balepe	Tana Toraja	82.78796
Mappak	Tana Toraja	128.8839
Masanda	Tana Toraja	351.1937
Mengkendek	Tana Toraja	211.2388
Rano	Tana Toraja	57.59084
Rantetayo	Tana Toraja	33.46501
Rembon	Tana Toraja	61.76945
Saluputti	Tana Toraja	47.21232
Sangala Selatan	Tana Toraja	34.33253
Sangalla	Tana Toraja	15.00718
Sangalla Utara	Tana Toraja	20.43882
Simbuang	Tana Toraja	253.2326
Awan Rante Karua	Toraja Utara	58.29817
Balusu	Toraja Utara	34.90735
Baruppu	Toraja Utara	156.473
Bengkelekila	Toraja Utara	19.95801
Buntao	Toraja Utara	17.40509
Buntu Pepasan	Toraja Utara	120.4104
Dende Piongan Napo	Toraja Utara	49.64027
Kapala Pitu	Toraja Utara	23.22873
Kesu	Toraja Utara	21.50361
Nanggala	Toraja Utara	80.80561
Rantebua	Toraja Utara	7.477171
Rantepao	Toraja Utara	13.59611
Rindingalo	Toraja Utara	39.26494
Sa'dan	Toraja Utara	104.1234
Sanggalangi	Toraja Utara	46.52526
Sesean	Toraja Utara	22.84488
Sesean Suloara	Toraja Utara	22.23759
Sopai	Toraja Utara	30.47888
Tallunglipu	Toraja Utara	8.582704
Tikala	Toraja Utara	10.57993
Tondon	Toraja Utara	20.63782

Sumber : Hasil Analisis Peta Wilayah Administratif Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021

Secara administratif wilayah Sungai Saddang termasuk Wilayah sungai Lintas Provinsi, yaitu Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Wilayah DAS Saddang terdiri kabupaten, Enrekang, Tana Toraja dan Toraja Utara di Provinsi Sulawesi Selatan sampai polewali di Sulawesi barat. Sungai Saddang mengalir ke selat Makassar melalui dua muara yaitu muara Barbana dan Paria.



Gambar 4.1 Peta Wilayah Administrasi
 Sumber: Analisis Data Vektor Podes, BPS 2014

2. Morfometri

Komponen penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi ada beberapa yang salah satunya adalah air. Kebutuhan air sangat penting dan tidak ada yang bisa diganti. Hampir semua aktivitas manusia, seperti perumahan, pertanian, perikanan, peternakan, industri dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro membutuhkan air. Keterbatasan kuantitas dan kualitas air permukaan yang dapat digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, menuntut kita untuk mengelolah dan menggunakan sumber air secara benar dan bijaksana. Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai daerah tangkapan air memegang peranan yang sangat penting dalam menyediakan kebutuhan air bagi manusia.

Tabel 4.2 Tabel Analisis Hidrologi Sub DAS Saddang Dan Mata Allo

Orde	Jumlah Orde	Segmen terpendek (Km)	Segmen terpanjang (Km)	Rata-rata panjang sungai(Km)	Total panjang sungai (Km)
1	13492	0.030936	6.6459	0.525715	7092.949
2	3030	0.030936	7.41762	1.16686	3535.585
3	681	0.030936	16.7465	2.562609	1745.136
4	150	0.0875	19.3983	4.768641	715.2962
5	30	0.584672	39.3175	12.52532	375.7595
6	5	26.2654	66.3067	40.54988	202.7494
7	3	9.28737	77.9132	36.72072	110.1622
8	1	92.7738	92.7738	92.7738	92.7738

Sumber : Hasil Analisis Hidrologi Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021

3. Geologi

Informasi yang sangat penting dalam pengelolaan DAS yaitu analisis struktur geologi dan tipe batuan dapat digunakan untuk mengetahui tipe akuifer pada DAS, arah pergerakan air tanah dan potensi air tanah.

Dilihat dari peta Geologi Sub DAS Saddang dan Mata Allo, ada beberapa jenis Formasi batuan yang terdapat pada lokasi penelitian beserta dengan luasnya, dapat dilihat pada tabel 4.3

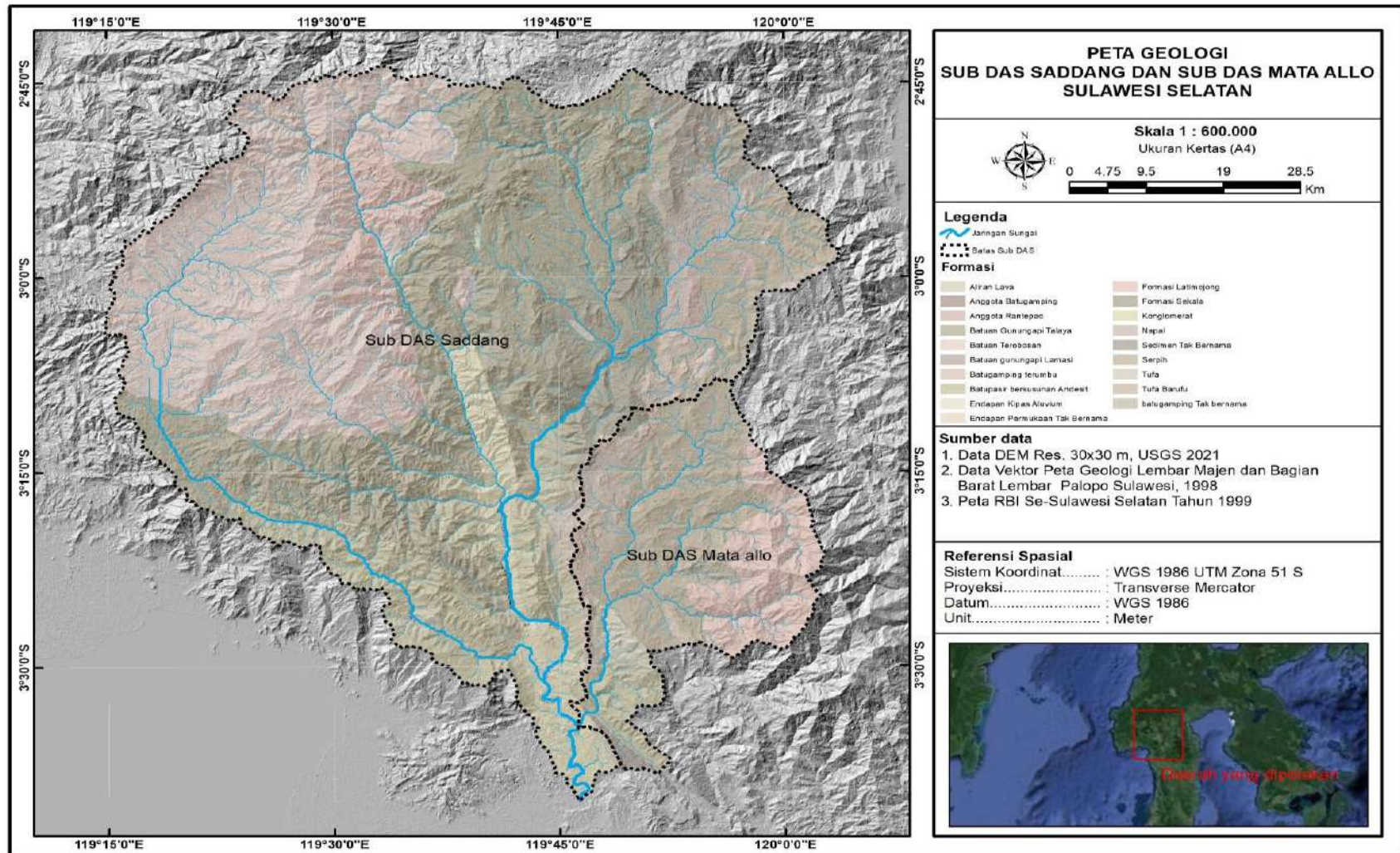
Tabel 4.3 Luas Lahan Berdasarkan Formasi Geologi

Formasi	Luas (Ha)
Aliran Lava	5318.69
Anggota Batugamping	381.07
Anggota Rantepao	3666.95
Batuan gunungapi Lamasi	11997.5
Batuan Gunungapi Talaya	154846.6
Batuan Terobosan	132151.35
batugamping Tak bernama	1090.92
Batugamping terumbu	13290.41
Batupasir bersusunan Andesit	64200.78

Endapan Kipas Aluvium	616.04
Endapan Permukaan Tak Bernama	158.78
Formasi Latimojong	54270.57
Formasi Sekala	34078.17
Konglomerat	26194.44
Napal	18543.02
Sedimen Tak Bernama	1595.23
Serpih	75071.31
Tubuh Air	1885.77
Tufa	550.89
Tufa Barufu	117.6
	600026.09

Sumber : Hasil Analisis Peta Geologi Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021

Berdasarkan tabel formasi batuan di wilayah penelitian dapat di ketahui bahwa formasi batuan yang medominasi yaitu Batuan Gunungapi Talaya dengan luas 154846.6 Ha.



Gambar 4.2 Peta Geologi

Sumber: Analisis Data Vektor Peta Geologi Lembar Majen Dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi, 1998

4. Geomorfologi

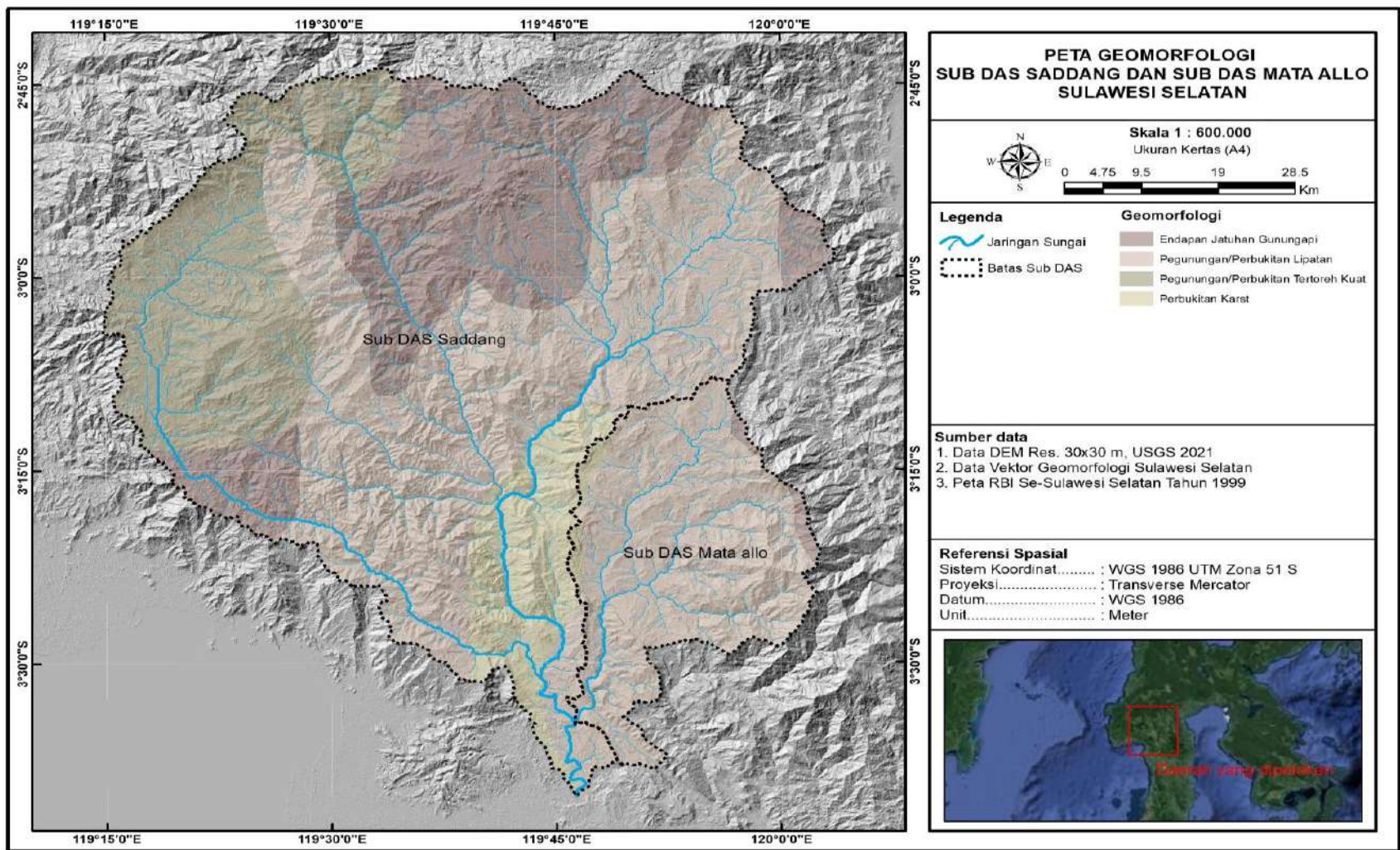
Morfologi sungai dipengaruhi oleh besarnya kemiringan dan bentuk daerah aliran sungainya. Kemiringan lereng, panjang lereng, bentuk lereng merupakan parameter geomorfologi yang digunakan untuk mempertimbangkan wilayah konservasi tanah dan air.

Dilihat dari peta Geomorfologi Sub DAS Saddang dan Mata Allo, ada beberapa 4 jenis Morfologi yang terdapat pada lokasi penelitian beserta dengan luas lahan masing-masing, dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Luas Lahan Berdasarkan Morfologi

MORFOLOGI	Luas (Ha)
Endapan Jatuhan Gunungapi	134.367,99
Pegunungan/Perbukitan Lipatan	313.819,08
Pegunungan/Perbukitan Tertoreh Kuat	103.281,81
Perbukitan Karst	48.557,21
Jumlah	600.026,09

Sumber : Hasil Analisis Peta Geomorfologi DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021



Gambar 4.3 Peta Geomorfologi

Sumber: Analisis Data Vektor Geomorfologi Sulawesi Selatan

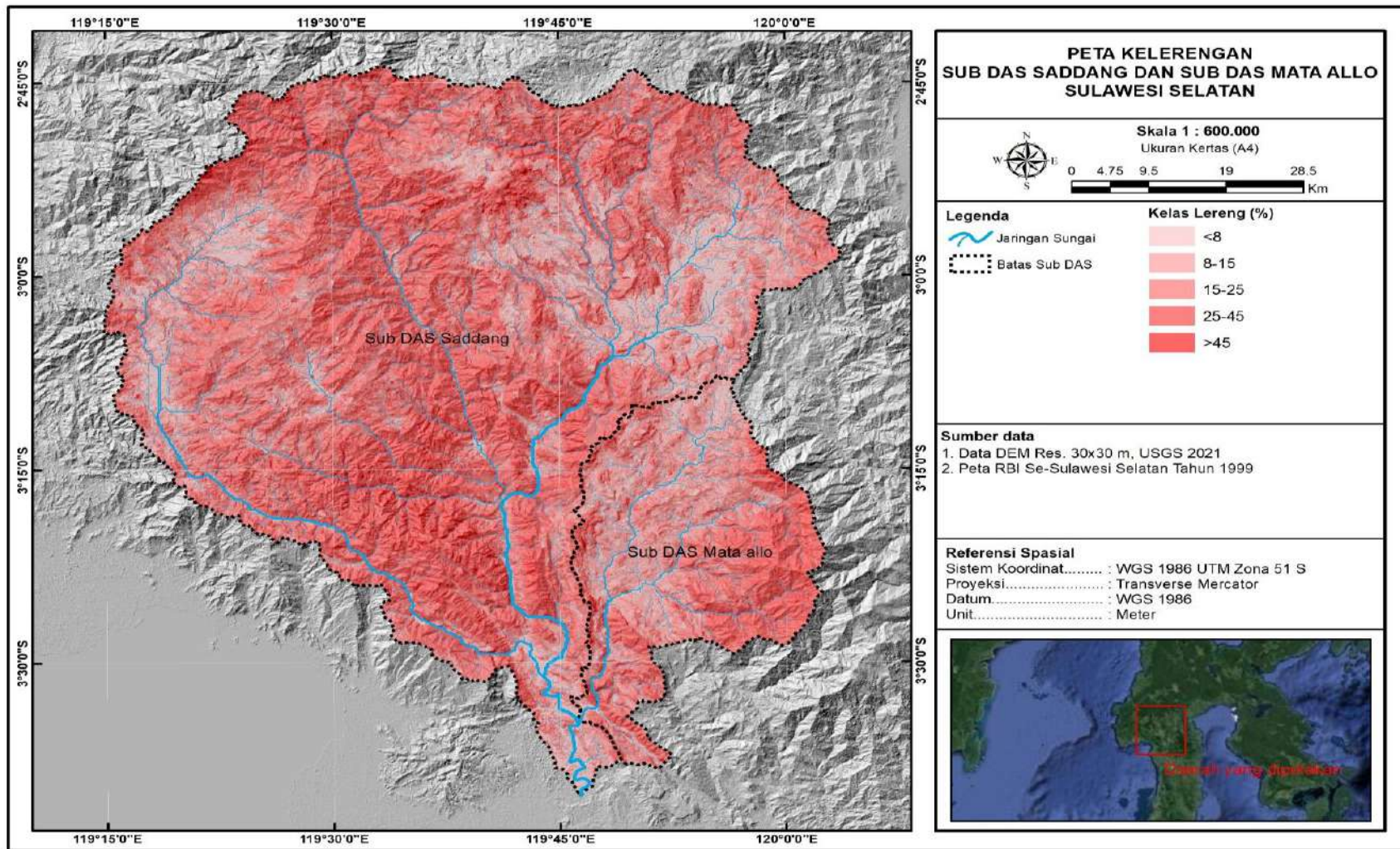
5. Kelerengan

Kelas Kelerengan merupakan tingkat landai atau curamnya bentuk topografi lahan pada lokasi penelitian. Kelerengan merupakan salah satu faktor penunjang terjadinya erosi dan sedimentasi, pada daerah/lahan yang terjal kecenderungan erosi dan pengendapan biasanya cukup besar. Proses pengikisan tanah oleh tekanan atau kekuatan air dan angin alami atau buatan manusia disebut erosi, dan proses pengendapan partikel tanah akibat erosi disebut sedimentasi. Sedimen yang terkikis kemudian akan dipindahkan oleh arus air melintasi lereng DAS dan masuk ke dalam sistem sungai. Sebagian sedimen akan diendapkan pada lereng DAS dan sebagian lagi akan diangkat dan diendapkan di sistem sungai (Marhendi,2014). Berdasarkan Peta Kelerengan Sub DAS Saddang dan Mata Allo terdapat lima kelas Kelerengan disajikan dalam tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Kelas Kelerengan Beserta Luasnya (Ha) DAS Saddang Dan Mata Allo

Kelas Lereng	Luas (Ha)
<8 %	46.710,62
8-15 %	104.231,6
15-25 %	186.218
25-45 %	243.955,2
>45 %	18.910,69
Jumlah	600026.1

Sumber : Hasil Analisis Peta Kelerengan Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021



Gambar 4.4 Peta Kelerengan

Sumber: Analisis Data DEM Res. 30×30 m, USGS 2021

6. Jenis Tanah

Salah satu sumber daya alam utama yang berperan penting dalam kelestarian lingkungan adalah tanah. Penurunan kapasitas tanah tersebut diwujudkan dengan meningkatnya laju erosi, yang seharusnya menunjukkan kemampuan untuk mengurangi fungsi lingkungan (Nursa'ban 2016).

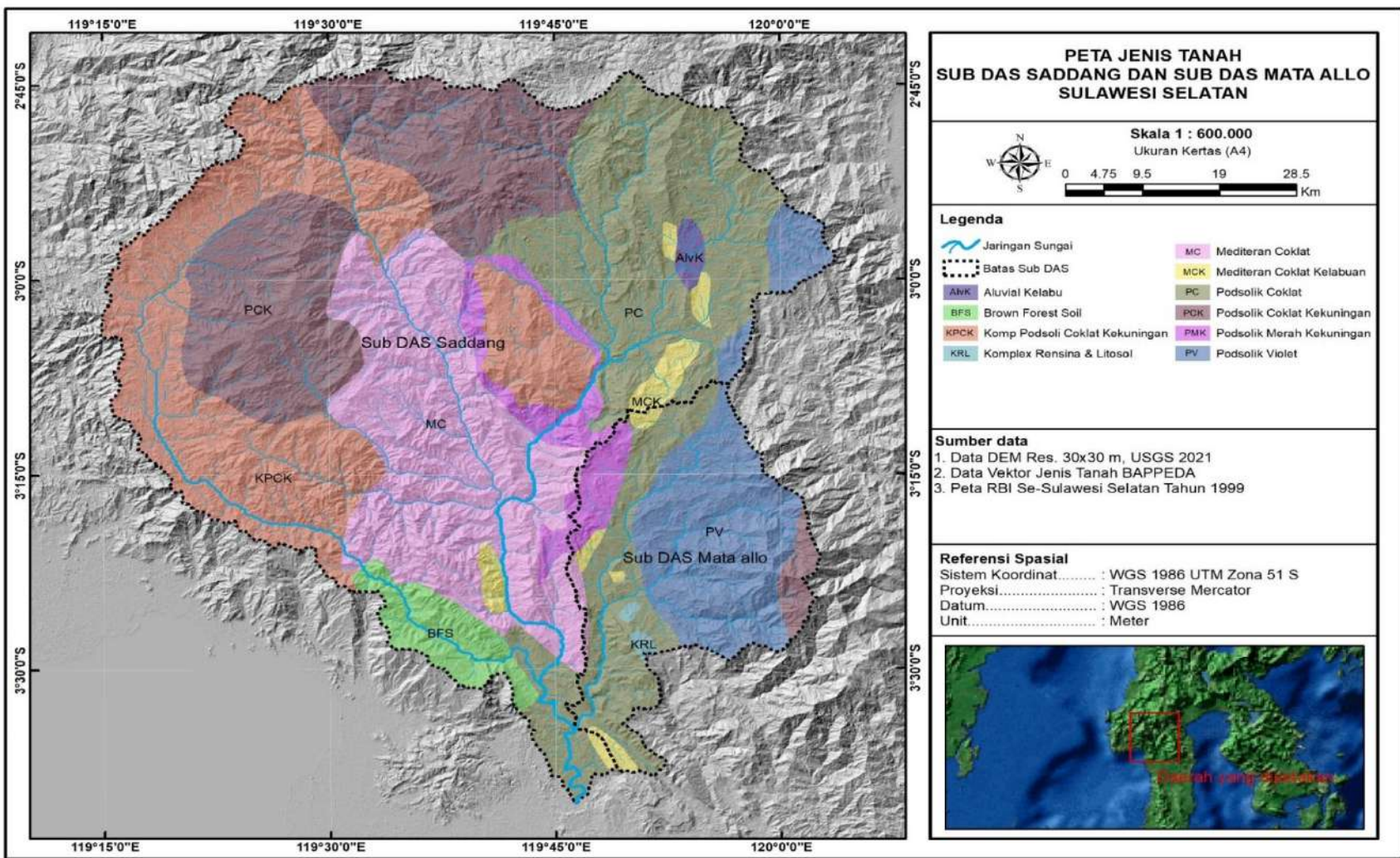
Untuk menjaga keseimbangan dan kelestarian lingkungan, serta mencegah terjadinya degradasi tanah, maka perlu dipahami persebaran jenis tanah, karena dapat dijadikan acuan untuk pengembangan suatu wilayah tertentu.

Berdasarkan peta tanah lokasi penelitian dapat diketahui terdapat 10 jenis tanah beserta luasnya. Adapun jenis tanah dan luas masing-masing yang ada di Sub DAS Saddang dan Mata allo dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Luas Lahan berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Luas (Ha)
Podsolik_Coklat	129.426,9
Komp Podsolik Coklat KekuninganPodso	115.865,6
Podsolik Coklat Kekuningan	105.157,4
Mediteran Coklat	100.765,9
Podsolik Violet	60.586,98
Podsolik Merah Kekuningan	53.397,17
Brown Forest Soil	17.680,34
Mediteran Coklat Kelabuan	12.923,04
Aluvial Kelabu	2.859,31
Kompleks Rensina & Litosol	1.363,53
Jumlah	600026.1

Sumber : Hasil Analisis Peta Jenis Tanah Sub DAS Saddang dan Mata Allo Tahun 2021



Gambar 4.5 Peta Jenis Tanah

Sumber: Analisis Data Vektor Jenis Tanah BAPPEDA

7. Topografi

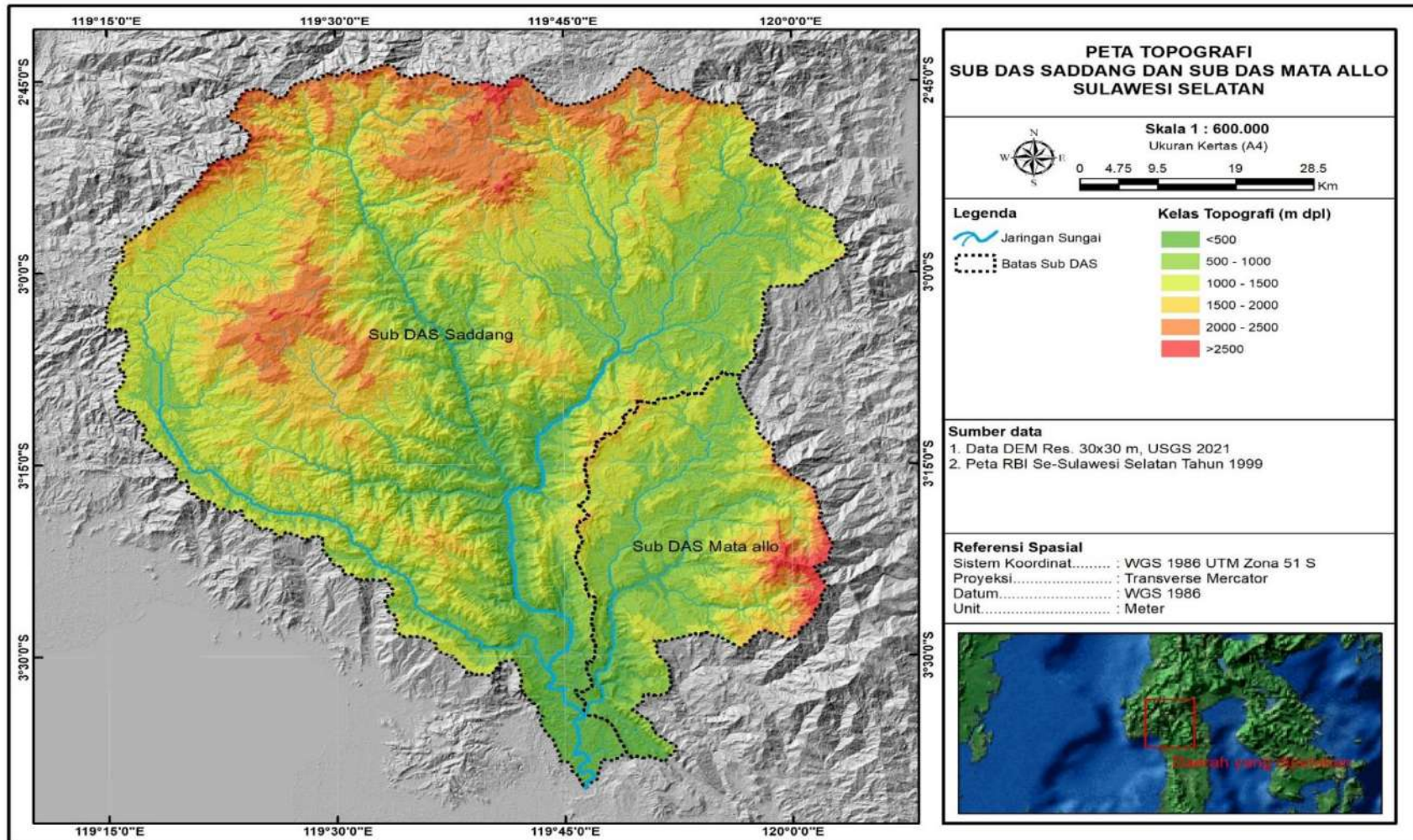
Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah keseluruhan permukaan tanah dan air yang dibatasi oleh batas-batas topografi. Salah satu cara untuk meningkatkan debit sungai adalah melalui saluran dimana air mengalir dari air hujan (Sehyan, 1990). Sungai dengan kemiringan yang landai menyebabkan kecepatan air menurun sedimen akan mengendap yang menyebabkan terjadinya hambatan aliran air berakibat berubahnya sungai 1-2 menjadi berbelok-belok dan semakin lebar. Semakin curam lereng maka jumlah dan kecepatan aliran permukaan meningkat, sehingga meningkatkan energi kinetik dan meningkatkan kemampuan pengangkutan partikel tanah (Morgan, 1996). Konfigurasi lereng, keseragaman lereng dan arah lereng merupakan faktor topografi lain yang mempengaruhi erosi. Konfigurasi lereng mempengaruhi kecepatan aliran permukaan untuk mengangkut partikel tanah. Keseragaman lereng berpengaruh pada tingkat erosi yang terjadi (Arsyad, 1989).

Adapun kelas topografi dengan luas masing-masing lahan yang ada di Sub DAS Saddang dan Mata allo dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Kelas Topografi Dan Luasnya (Ha)

Kelas Topografi	Luas (Ha)
0-500	50672.06
500-1000	172952
1000-1500	202770
1500-2000	109936.1
2000-2500	57420.53
>2500	6275.47
Jumlah	600.026.1

Sumber : Hasil Analisis Peta Topografi Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021



Gambar 4.6 Peta Topografi

Sumber: Analisis Data DEM Resolusi, 30×30 m, USGS 2021

8. Penggunaan Lahan

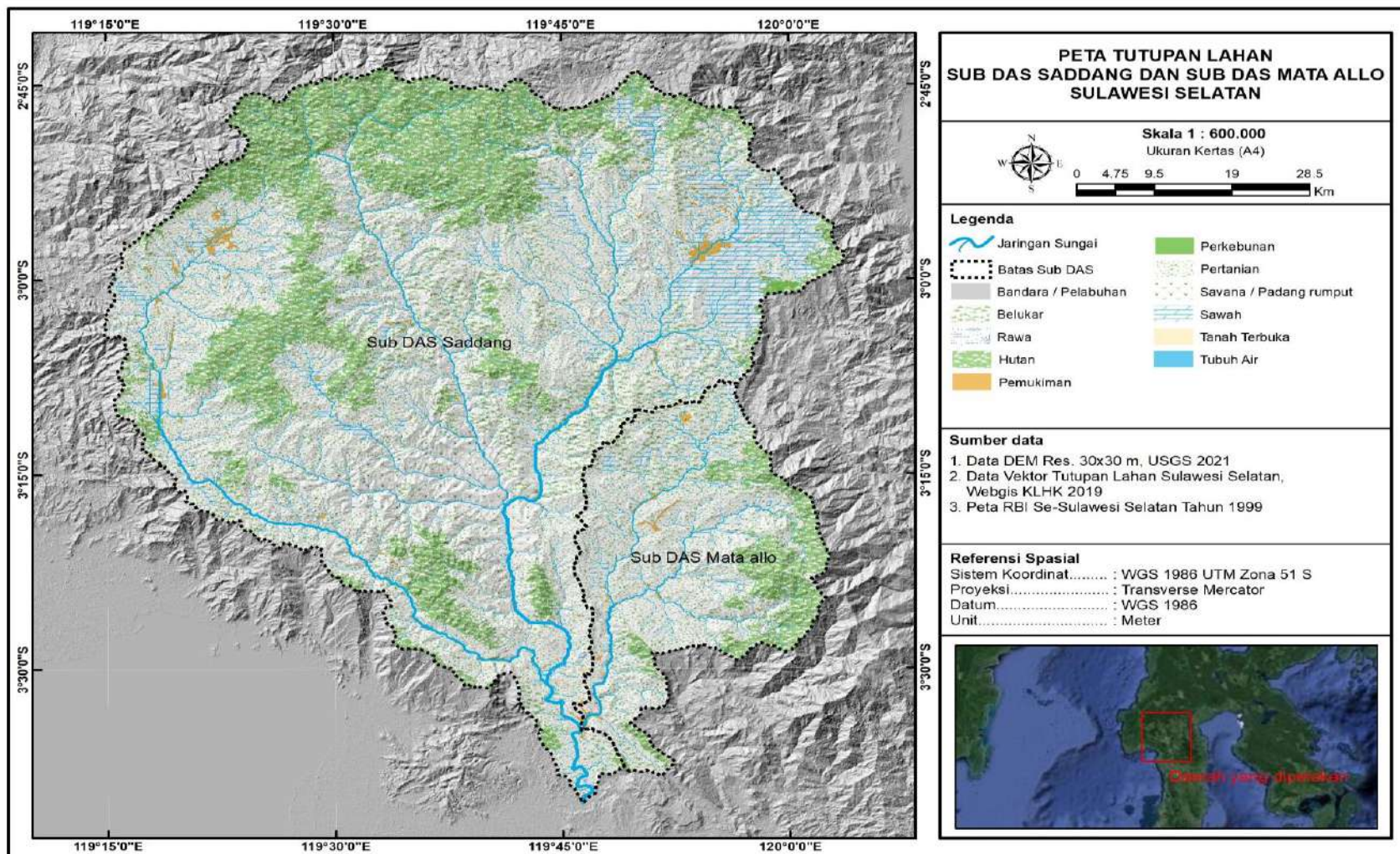
Lahan merupakan lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, topografi, hidrologi dan vegetasi. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi potensi pemanfaatannya. Arsyad berpendapat dalam Setowati (2016) bahwa penggunaan lahan dapat diartikan sebagai intervensi permanen atau teratur manusia di tanah untuk memenuhi kebutuhan material dan spiritual hidup. Penggunaan lahan dalam suatu DAS ialah bagaimana suatu lahan digolongkan berdasarkan aktivitas manusia dalam penggunaannya, sedangkan penutupan lahan adalah properti alamiah dari lahan tersebut. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah. Provinsi Kalimantan Selatan dan Perguruan Tinggi Kehutanan Unlam (2010) mengemukakan bahwa penggunaan lahan merupakan faktor yang mempengaruhi tata air suatu DAS atau sub DAS. Penggunaan lahan digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kerawanan banjir yang diperoleh dari interpretasi citra landsat. Bagian dari karakteristik DAS yang menjadi parameter yang menentukan kerentanan pemasok banjir yang menyebabkan peningkatan siklus kejadian banjir adalah penggunaan dan tutupan lahan. Penggunaan lahan di suatu bentang alam (landscape) DAS sangat beragam, tergantung pada wilayah apakah berada di hulu, tengah, atau hilir DAS. Pada umumnya, wilayah hulu dengan kelerengan yang lebih curam diperuntukkan bagi tanaman kayu-kayuan berakar dalam sebagai wilayah tangkapan air. Wilayah tengah dengan kelerengan relatif landai lebih diperuntukkan bagi tanaman pangan semusim, dan hilir sebagai wilayah urban.

Berdasarkan peta penggunaan lahan Sub DAS Saddang dan Mata Allo, ada 14 jenis penggunaan lahan yang terdapat pada lokasi penelitian. dan luasnya dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Luas Lahan berdasarkan Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan	Luas (Ha)
Pertanian Lahan Kering Campur	168589.5
Belukar	100203.8
Hutan Lahan Kering Sekunder	95980.53
Pertanian Lahan Kering	88534.87
Hutan Lahan Kering Primer	47688.91
Sawah	46637.38
Savana / Padang rumput	43773.41
Pemukiman	4864.411
Tubuh Air	2160.696
Tanah Terbuka	982.7034
Perkebunan	409.1045
Hutan Tanaman	104.6942
Bandara / Pelabuhan	60.68433
Belukar Rawa	35.41983
	600026.1

Sumber : Hasil Analisis Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Saddang dan Mata Allo tahun 2021



Gambar 4.7 Peta Tutupan Lahan

Sumber: Data Vektor Tutupan Lahan Sulawesi Selatan, Webgis KLHK 2019

B. Hasil Penelitian

Data penelitian merupakan data-data sekunder yang dikumpulkan dan diolah dengan tujuan mengetahui karakteristik morfometri Sub DAS Saddang dan Mata Allo di Provinsi Sulawesi Selatan agar nantinya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan dalam pengelolaan kawasan daerah aliran sungai Saddang dan sungai Mata Allo.

Adapun parameter-parameter yang di evaluasi pada penelitian ini adalah Tingkat Percabangan (Orde Sungai), Panjang Aliran Sungai, Rerata Panjang Aliran, Rasio Panjang Aliran, Frekuensi Panjang Aliran, Densitas Drainase, Tekstur Drainase, Rasio Percabangan, Faktor Bentuk, Rasio Pemanjangan, Rasio Pembulatan, Rasio Relief, dan Sinousitas.

1. Tingkat Percabangan (Orde Sungai)

Orde sungai adalah langkah pertama dari analisis kuantitatif pada sungai. Orde sungai dapat diterapkan dengan metode Strahler (yaitu segmen tanpa cabang adalah orde pertama. Ketika kedua segmen bergabung bersama, urutan kedua terbentuk. Dua tahap kedua akan membentuk tahap ketiga. Dua orde ketiga akan membentuk orde keempat, dan seterusnya. Setiap segmen dapat menempatkan pesanan yang lebih kecil, tetapi tidak akan mengubah nilai ordenya).

Muka air sungai atau orde sungai adalah tingkat muka air suatu bagian sungai pada suatu DAS atau Sub DAS, semakin banyak jumlah orde sungai maka semakin lebar DAS tersebut dan semakin panjang aliran sungainya. Untuk dapat mengetahui seluruh nilai parameter morfometri sungai, terlebih dahulu kita harus menentukan orde sungai dari setiap DAS. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui jumlah orde pada daerah penelitian, dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10

a. DAS Saddang

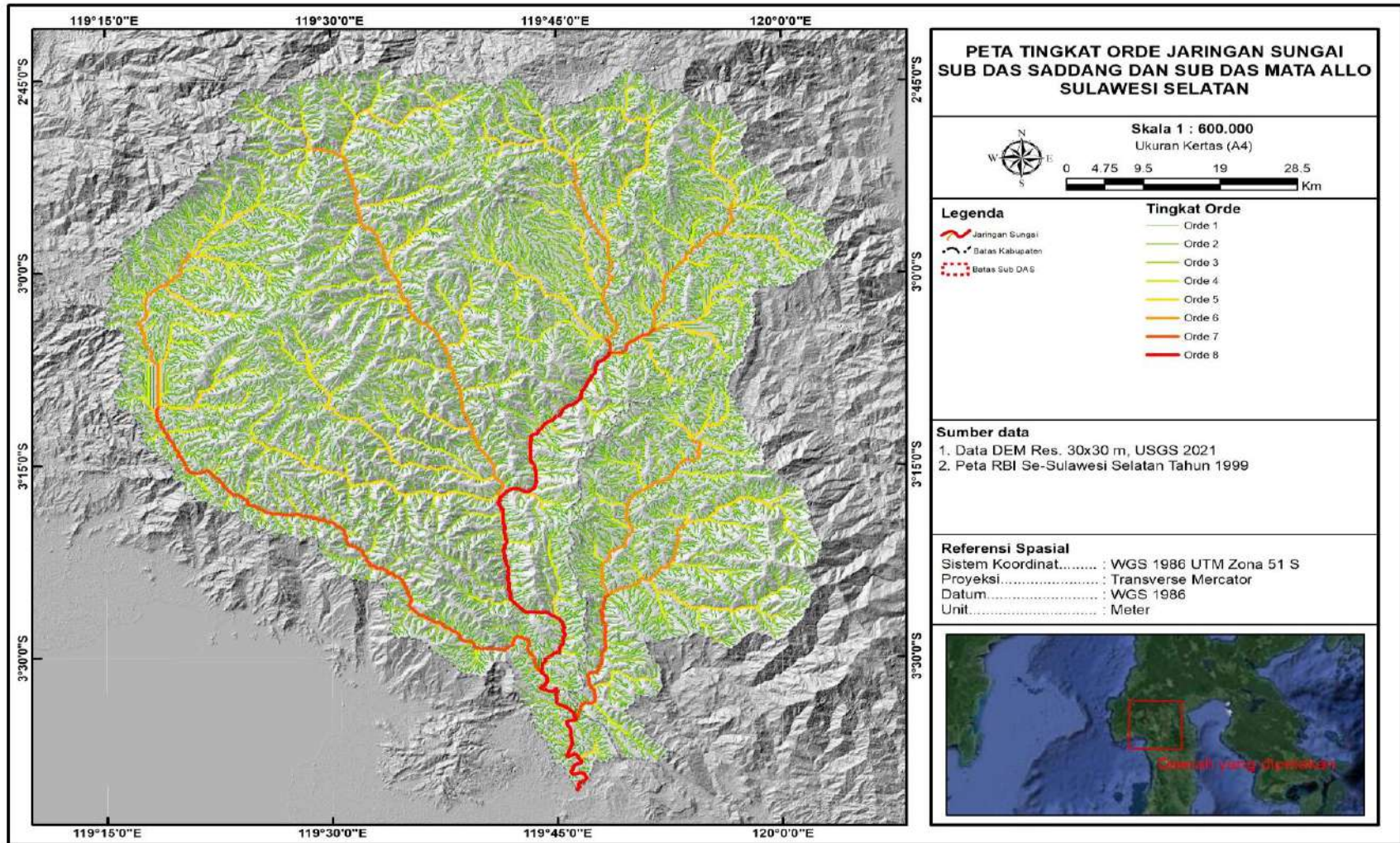
Tabel 4.9 Nilai Tingkat Percabangan DAS Saddang

Orde	Jumlah Orde
1	11.117
2	2.509
3	570
4	128
5	26
6	4
7	2
8	1
Jumlah	14357

b. Sungai Mata Allo

Tabel 4.10 Nilai Tingkat Percabangan DAS Mata Allo

Orde	Jumlah Orde
1	2.375
2	521
3	111
4	22
5	4
6	2
7	1
Jumlah	3.036



Gambar 4.8 Peta Tingkat Orde Jaringan Sungai

Sumber: Analisis Data DEM Res, 30×30 m, USGS 2021

2. Panjang Aliran Sungai (Lu)

Menurut Horton, 1945 Panjang sungai adalah total panjang sungai untuk setiap orde dalam suatu . Secara umum, orde sungai pertama memiliki total panjang sungai (Lu) maksimum dan orde sungai yang semakin tinggi menunjukkan total panjang sungainya semakin kecil. Jika tidak seperti itu maka hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat relief tinggi, lereng cukup curam, ataupun variasi litologi pada suatu DAS (Singh, 1980; Singh dan Singh, 1997; Vittala dkk., 2004). Hasil analisis panjang aliran DAS Saddang dapat dilihat pada tabel 4.11 dan DAS Mata Allo dilihat pada DAS 4.12

a. Sungai Saddang

Tabel 4.11 Nilai Panjang Aliran DAS Saddang

Orde	Panjang Aliran (Km)
1	5848.53
2	2926.97
3	1461.84
4	592.47
5	331.24
6	152.11
7	87.20
8	92.77
Jumlah	11493.13

b. Sungai Mata Allo

Tabel 4.12 Nilai Panjang Aliran DAS Mata Allo

Orde	Panjang Aliran (Km)
1	1244.42
2	608.61
3	283.30
4	122.83
5	44.51
6	50.64
7	22.96
Jumlah	2377.28

3. Rerata Panjang Aliran (Lsm)

Strahler mengemukakan bahwa Rata-rata panjang sungai merupakan karakteristik DAS yang berkaitan dengan jaringan sungai di dalamnya Berbeda dengan nilai panjang sungai (Lu), nilai rata-rata panjang sungai (Lsm) akan mengalami peningkatan dari orde yang rendah ke orde yang tinggi. Nilai rata-rata panjang sungai (Lsm) berbeda antar DAS bergantung ukuran, topografi, litologi, dan lereng DAS masing-masing (Vinutha dan Janardhana, 2014; Rai dkk., 2017). Hasil analisis rerata panjang aliran DAS Saddang dan DAS Mata Allo dapat dilihat pada tabel 4.13 dan 4.14

a. Sungai Saddang

Tabel 4.13 Nilai Rerata Panjang Aliran DAS Saddang

Orde	Rerata Panjang Aliran
1	526.09
2	1166.59
3	2564.62
4	4628.67
5	12740.17
6	38026.92
7	43600.30
8	92773.83

b. Sungai Mata Allo

Tabel 4.14 Nilai Rerata Panjang Aliran DAS Mata Allo

Orde	Rerata Panjang Aliran
1	523.97
2	1168.16
3	2552.26
4	5583.03
5	11128.73
6	50641.75
7	22961.62

4. Rasio Panjang Aliran (RL)

Rasio panjang aliran sungai (RL) adalah rasio panjang total sungai setiap anak tangga (Lu) dengan total panjang sungai anak tangga yang lebih rendah berikutnya (Lu-1). Menurut Sukristiyanti dkk, Nilai rasio panjang sungai (RL) tidak memiliki satuan dan tidak memiliki klasifikasi khusus namun demikian, nilai rasio panjang sungai berkaitan dengan orde sungai. Perubahan rasio panjang sungai dari satu orde ke orde lain yang menunjukkan sungai tersebut memiliki nilai yang meningkat dan menurun menandakan sungai tersebut pada tahap geomorfik muda. Nilai RL antara aliran orde yang berbeda di sungai terjadi karena adanya variasi dalam kemiringan dan topografi (Pareta dkk, 2011).

Adapun hasil analisis rasio panjang aliran DAS Saddang dan DAS Mata Allo disajikan dalam tabel 4.15 dan 4.16

a. Sungai Saddang

Tabel 4.15 Nilai Rasio Panjang Aliran DAS Saddang

Rasio Panjang Aliran	Panjang Aliran (km)	RL
1	5848.53	-
2	2926.97	0.50
3	1461.84	0.50
4	592.47	0.41
5	331.24	0.56
6	152.11	0.46
7	87.20	0.57

8	92.77	1.06
	11493.13	

b. Sungai Mata Allo

Tabel 4.16 Nilai Rasio Panjang Aliran DAS Mata Allo

Rasio Panjang Aliran	Panjang Aliran (km)	Rasio Panjang Aliran
1	1244.42	-
2	608.61	0.49
3	283.30	0.47
4	122.83	0.43
5	44.51	0.36
6	50.64	1.14
7	22.96	0.45
	2377.28	-

5. Frekuensi Aliran (Fs)

Frekuensi sungai berkaitan dengan kerapatan sungai, litologi, dan tekstur pada suatu jaringan sungai (Rai dkk., 2017; Abboud dan Nofal, 2017). Hasil analisis dari penelitian ini maka didapat nilai frekuensi pada kedua DAS tersebut yaitu nilai Fs DAS Saddang sebanyak 2.88 dan masuk kedalam kriteria sangat rendah. Sedangkan nilai Fs DAS Mata Allo sebanyak 2.98 dan masuk kedalam kriteria sangat rendah. Hasil analisis frekuensi aliran dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.17 Nilai Frekuensi Aliran DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Total Aliran	Luas	Frekuensi Aliran
Saddang	14357	4980.62	2.88
Mata Allo	3036	1019.64	2.98

6. Densitas Drainase (Dd)

Salah satu parameter terpenting yang mempengaruhi banjir adalah kerapatan aliran atau kerapatan drainase (Dd). Kerapatan aliran mempengaruhi waktu konsentrasi dan puncak banjir. Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan aliran yang tinggi telah menyebabkan peningkatan banjir puncak. Nilai Densitas Drainase pada masing-masing DAS dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai Densitas Drainase DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Total Panjang Aliran (Km)	Luas	Densitas Drainase
Saddang	11493.13	4980.62	2.31
Mata Allo	2377.28	1019.64	2.33

7. Tekstur Drainase (Rt)

Tekstur drainase merupakan salah satu faktor penting dalam analisis morfometri yang berkaitan dengan litologi penyusun, kapasitas infiltrasi, dan relief lereng (Schumm, 1965).

Tekstur drainase merupakan tingkat kehalusan tanah yang mengalir pada sungai. Tekstur drainase merupakan jarak atau rentang antar alur sungai dalam suatu DAS (Horton, 1945) yang berkaitan dengan iklim, presipitasi, tumbuhan, relief, serta karakteristik tanah dan batuan (Smith, 1950; Dornkamp dan King, 1971; Kale dan Gupta, 2001).

Berdasarkan hasil analisis data pada tekstur drainase maka diperoleh nilai pada masing-masing DAS. Dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19 Nilai Tekstur Drainase DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Total Aliran	Parameter Keliling	Tekstur Drainase
Saddang	14357	414.19	34.66
Mata Allo	3036	185.31	16.38

Nilai tekstur drainase pada DAS Saddang dan DAS Mata Allo masuk kedalam kriteria sangat halus.

8. Rasio Percabangan (Rb)

Rasio percabangan (Rb) sangat penting dalam analisis sungai karena merupakan parameter utama untuk mengatur sistem hidrologi sungai yang berkaitan dengan kondisi topografi dan iklim. Hal ini membantu dalam menentukan bentuk sungai dan memecahkan masalah limpasan permukaan pada sungai (Sidral dkk, 2016). Rasio percabangan berkisar dari < 3 , $3 - 5$ dan > 5 (Soewarno, 2014). Nilai dari rasio percabangan tidak sama dari satu orde ke orde berikutnya, ketidakteraturan ini tergantung pada kondisi geologi dan litologi sungai (Sidral dkk, 2016).

Dari hasil analisis perhitungan penentuan rasio percabangan pada DAS Saddang dapat dilihat pada tabel 4.20 dan rasio percabangan pada DAS Mata Allo dapat dilihat pada tabel 4.21.

a. Sungai Saddang

Tabel 4.20 Nilai Rasio Percabangan DAS Saddang

Rasio Percabangan	Jumlah Orde	Rb
1	11117	4.43
2	2509	4.40
3	570	4.45
4	128	4.92
5	26	6.50
6	4	2.00
7	2	2.00
8	1	-

Keterangan: Rasio percabangan pada orde ke 1-4 masuk kedalam kriteria ada kenaikan atau penurunan tingkat banjir di sungai, tidak terlalu cepat atau terlalu lambat. Rasio percabangan orde ke-5 termasuk dalam standar debit sungai untuk naik turunnya muka air banjir secara

cepat. Laju rasio percabangan orde ke 6-7 termasuk standar aliran sungai untuk kenaikan muka air banjir yang cepat dan muka air banjir lambat.

b. Sungai Mata Allo

Tabel 4.21 Nilai Rasio Percabangan DAS Mata Allo

Rasio Percabangan	Jumlah Orde	Rasio percabangan
1	2375	4.56
2	521	4.69
3	111	5.05
4	22	5.50
5	4	2.00
6	2	2.00
7	1	-
	3036	

Keterangan: Rasio percabangan pada orde ke 1-2 masuk kedalam kriteria ketinggian air banjir sungai tentu saja naik dan turun tidak terlalu cepat atau terlalu lambat. Tingkat percabangan kelas 3-4 termasuk dalam standar untuk cepat dan turunnya tingkat banjir sungai. Tingkat percabangan nilai 5-6 termasuk dalam standar untuk kenaikan cepat dan penurunan lambat dari tingkat banjir sungai.

9. Faktor Bentuk (Rf)

Faktor bentuk digunakan untuk memperkirakan intensitas aliran pada suatu DAS (Horton, 1945). Bentuk DAS memanjang memiliki kerentanan yang rendah terhadap banjir, erosi, dan kemampuan transportasi sedimen demikian sebaliknya (Soni, 2017).

Semakin kecil nilai faktor bentuk maka semakin memanjang bentuk sungai tersebut. Sungai dengan bentuk bulat yang mempunyai nilai faktor bentuk tinggi maka memiliki fluktuasi banjir yang tinggi dan waktu yang diperlukan oleh air sungai lebih singkat. Sungai yang memanjang dengan nilai faktor bentuk rendah maka memiliki fluktuasi banjir yang rendah dan waktu yang diperlukan oleh air sungai lebih lama (Sidral dkk, 2016). Aliran banjir pada sungai dengan bentuk memanjang lebih mudah untuk dikelola dibandingkan sungai dengan bentuk membulat (Zende dkk, 2012).

Hasil analisis data perhitungan untuk menentukan bentuk DAS dapat dilihat pada tabel 4.22

Tabel 4.22 Nilai Faktor Bentuk DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Luas	Lb	Lb ²	Faktor Bentuk
Saddang	4980.62	151.55	22966.83	0.22
Mata Allo	1019.64	70.49	4968.32	0.21

10. Rasio Pemanjangan (Re)

Rasio pemanjangan dapat menentukan faktor bentuk DAS dengan cara membagi luas DAS dengan panjang sungai utama. Semakin panjang bentuk DAS maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk konsentrasi sehingga fluktuasi banjir semakin kecil (Rahayu et al., 2009:12). Hasil analisis penentuan nilai rasio pemanjangan dapat dilihat pada tabel 4.23

Tabel 4.23 Nilai Rasio Pemanjangan DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Luas	Lb	Rasio Pemanjangan
Saddang	4980.62	151.55	0.53
Mata Allo	1019.64	70.49	0.51

Berdasarkan nilai Re yang diperoleh maka dapat menentukan bentuk DAS Saddang dan DAS Mata Allo merupakan DAS lonjong dan tektonik cukup aktif.

11. Rasio Pembulatan (Rc)

Rasio Lingkaran (Rc) dipengaruhi oleh panjang dan frekuensi aliran air, struktur geologi, tutupan lahan, iklim, topografi dan kemiringan sungai (Zende dkk, 2012). Penentuan bentuk DAS dapat menggunakan circulation ratio (rasio pembulatan) yaitu dengan membagi luas dengan keliling DAS. Semakin bulat bentuk DAS berarti semakin sedikit waktu yang konsentrasi, yang menyebabkan tingginya fluktuasi banjir diperlukan sehingga tinggi fluktuasi banjir yang terjadi (Rahayu et al.2009:12). Dari hasil analisis penentuan nilai Rasio Pembulatan maka didapat hasil seperti pada tabel 4.24

Tabel 4.24 Nilai Rasio Pembulatan DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Luas	Keliling	Rasio Pembulatan
Saddang	4980.62	414.19	0.36
Mata Allo	1019.64	185.31	0.37

Berdasarkan nilai Rc yang diperoleh maka dapat menentukan bentuk DAS Saddang dan DAS Mata Allo merupakan DAS membulat atau melonjong, dimana waktu yang diperlukan oleh air sungai semakin singkat sehingga fluktuasi banjir sungai tersebut semakin tinggi.

12. Rasio Relief (Rh)

Rasio Relief merupakan parameter penting dalam DAS. Rasio relief (Rh) didefinisikan sebagai total relief per panjang sungai utama. Rasio relief mengukur keseluruhan sungai dari sebuah aliran dan merupakan indikator dari proses erosi pada kemiringan sungai. Peningkatan medan atau lereng yang curam akan mengurangi waktu untuk mengumpulkan air, sehingga rasio medan juga akan mempengaruhi erosi. Nilai rendah

dari rasio relief menunjukkan kemiringan yang tidak curam dengan relief rendah dan sebaliknya. Nilai rendah rasio relief terutama karena ruang bawah tanah yang resisten dari sungai dengan tingkat lereng rendah (Sidral dkk, 2016).

Dari hasil penelitian dan hasil analisis pada Sub DAS Saddang dan Mata Allo dapat di peroleh Rasio Relief dari masing-masing DAS tersebut, dapat dilihat pada tabel 4.25

Tabel 4.25 Nilai Rasio Relief DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Panjang Sungai Utama	H max (m)	H min (m)	Rasio Relief
Saddang	151.55	2624	24	0.02
Mata Allo	45.18	3292	53	0.07

Berdasarkan hasil Rasio Relief yang diperoleh, dapat di jelaskan bahwa nilai Rh pada DAS Saddang dan nilai Rh pada DAS Mata Allo sama-sama rendah yang artinya nilai Rh pada DAS Saddang nilai dan nilai Rh pada DAS Mata Allo menunjukkan relief rendah dan lereng landai, dimana ruang bawah tanah pada sungai resisten dengan tingkat lereng rendah.

13. Sinuositas (C)

Nilai sinuositas digunakan untuk mengidentifikasi tipe evolusi meander yang disebut dengan sinuosity ratio (SR).

Tabel 4.26 Nilai Sinuositas DAS Saddang dan Mata Allo

Nama DAS	Panjang Sungai Utama (m)	Jarak lembah	Sinuositas
Saddang	151.55	102.51	1.48
Mata Allo	45.18	35.88	1.26

Hasil analisis morfometri sungai menunjukan bahwa DAS Saddang memiliki nilai Sinuositas 1.48 dan DAS Mata Allo 1.26, sehingga kedua DAS tersebut masuk ke dalam tipe evolusi meander sinous dicirikan dengan alur sungai yang sedikit berkelok.

C. Pembahasan

Pembahasan ini bermaksud untuk menjelaskan karakteristik morfometri sub DAS Saddang dan Mata Allo di provinsi Sulawesi Selatan.

1. Tingkat Percabangan (Orde Sungai)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada daerah penelitian, dapat diketahui bahwa tingkat percabangan (Orde sungai) pada DAS Saddang memiliki 8 orde dan DAS Mata Allo memiliki 7 orde. Jumlah total orde pada DAS Saddang sebanyak 14357 sedangkan jumlah total orde pada DAS Mata Allo sebanyak 3036. Panjang masing-masing orde

kedua DAS tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10. Orde sungai adalah tempat bercabangnya saluran-saluran sungai ke sungai-sungai utama dalam suatu DAS secara berurutan. Semakin banyak jumlah orde sungai, semakin lebar DAS dan semakin panjang aliran sungainya. Umumnya total panjang sungai pada setiap orde menurun saat urutan orde meningkat (Sidral dkk, 2016).

2. Panjang Aliran Sungai (Lu)

Secara umum, daerah penelitian pada DAS Saddang memiliki kecenderungan nilai rasio panjang sungai (RL) yang semakin menurun dari orde lebih rendah ke orde lebih tinggi. Nilai Panjang Aliran Sungai DAS Saddang dapat dilihat pada tabel 4.11 yaitu dari orde 1 sampai ke orde 8, nilai panjang aliran sungai mengalami penurunan. Begitupun pada DAS Mata Allo, nilai panjang aliran sungai DAS Mata Allo dapat dilihat pada tabel 4.12 yaitu nilai panjang aliran sungai dari orde 1 sampai orde 5 mengalami penurunan, dan pada orde -6 ke orde-7 juga mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan beberapa DAS di daerah penelitian memiliki tahap geomorfik muda.

3. Rerata Panjang aliran (Lsm)

Nilai rata-rata panjang sungai (Lsm) di daerah penelitian yaitu pada DAS Saddang dapat dilihat pada Tabel 4.13 yaitu pada Orde 1 sampai Orde ke-8 meningkat dilihat dari nilai masing-masing orde yaitu pada orde-1 sebanyak 526.09, Orde-2 sebanyak 1166.59, Orde-3 sebanyak 2564.62, Orde-4 sebanyak 4628.67, Orde-5 sebanyak 12740.17, Orde-6 sebanyak 38026.92, Orde-7 sebanyak 43600.30, dan Orde-8 sebanyak 92773.83. DAS Saddang memiliki kondisi ideal di mana semakin tinggi orde sungai maka nilai rata-rata panjang sungai akan semakin besar. Sedangkan Nilai rata-rata panjang sungai pada DAS Mata Allo dapat dilihat pada Tabel 4.14 yaitu pada Orde 1 sampai Orde ke-5 mengalami peningkatan namun pada Orde ke 6 dan 7 mengalami penurunan, dilihat dari nilai masing-masing orde yaitu pada orde-1 sebanyak 523.97, Orde-2 sebanyak 1168.16, Orde-3 sebanyak 2552.26, Orde-4 sebanyak 5583.03, Orde-5 sebanyak 11128.73, Orde-6 sebanyak 50641.75, Orde-7 sebanyak 22961.62. DAS Mata Allo tidak memiliki kondisi ideal di mana semakin tinggi orde sungai maka nilai rata-rata panjang sungai akan semakin besar. nilai rata-rata panjang sungai yang tidak selalu semakin meningkat walaupun orde sungai semakin meningkat. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh ukuran, topografi, litologi, dan lereng pada DAS tersebut (Raditya Rendra.2020).

4. Rasio Panjang Aliran (RL)

Nilai Panjang Aliran (RL) pada DAS Saddang dapat dilihat pada tabel 4.15. Yaitu pada Orde-1 dan 8 tidak ditemukan panjang aliran, pada Orde-2 dan 3 sebanyak 0,50 , Orde-4 sebanyak 0,41 , Orde-5 sebanyak 0,56 , Orde-6 sebanyak 0,46 , Orde-7 sebanyak 0,57. Sedangkan Nilai Panjang Aliran pada DAS Mata Allo dapat dilihat pada tabel 4.16. Yaitu pada Orde-1 tidak ditemukan panjang aliran, pada Orde-2 sebanyak 0,49 , Orde-3 sebanyak 0,47 , Orde-4 sebanyak 0,43 , Orde-5 sebanyak 0,36 , Orde-6 sebanyak 1,14 , Orde-7 sebanyak 0,45. Pada rasio panjang Aliran Sub DAS Saddang dan Mata Allo Terdapat kenaikan rasio dari orde rendah ke tinggi. .adanya kecenderungan kenaikan nilai rasio panjang sungai dari orde sungai rendah ke tinggi mengindikasikan terdapat tahap geomorfik lanjut pada DAS terkait. (Vinutha dan Janardhana, 2014; Sukristiyanti dkk., 2017; Yosa, 2020). Tahap geomorfik pada sungai diantaranya muda, dewasa dan tua.

5. Frekuensi Aliran (Fs)

Nilai frekuensi aliran (Fs) tidak memiliki klasifikasi khusus dengan rentang nilai yang relatif antar daerah tetapi secara umum dapat dibagi menjadi nilai tinggi dan nilai rendah (Sukristiyanti dkk., 2018). Rai dkk. (2017) menyatakan adanya korelasi positif antara nilai kerapatan sungai dan nilai frekuensi sungai. Menurut (Zende dkk, 2012), umumnya jika daerah aliran sungai memiliki wilayah yang luas di bawah hutan lebat maka frekuensi sungainya rendah dan daerah yang memiliki lebih banyak lahan pertanian frekuensi sungainya tinggi. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan frekuensi aliran maka diperoleh nilai frekuensi aliran DAS Saddang yaitu 2,88 sedangkan nilai frekuensi aliran DAS Mata Allo yaitu 2,98. Jika dilihat dari kriteria Horton (1945) maka kedua DAS tersebut masuk kedalam kriteria Sangat Rendah. Nilai Frekuensi aliran yang rendah akan mengakibatkan aliran permukaan yang dihasilkan tinggi. Fekuensi aliran yang lebih rendah menunjukkan sedikit relief dan porositas tanah yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat frekuensi aliran yang rendah di wilayah DAS (Awad, 2020). Frekuensi aliran yang rendah memiliki geologi permeabel yang tinggi dan kondisi relief yang rendah (Reddy, 2004; Altin, 2011).

6. Densitas Drainase (Dd)

Salah satu parameter terpenting yang mempengaruhi banjir adalah kerapatan aliran atau kerapatan drainase (Dd). Kerapatan aliran mempengaruhi waktu konsentrasi dan puncak banjir. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan aliran yang tinggi telah

menyebabkan peningkatan banjir puncak. Periode konsentrasi yang lama juga memungkinkan air hujan terserap ke dalam tanah (Pallad, Castellarin, dan Montanari, 2009). Karena tersedianya material yang mudah tererosi, maka proses erosi berlangsung secara intensif, dengan gradasi berbukit dan berbukit-bukit seta batuan dasar yang resisten sehingga terjadi insisi yang ditunjukkan dengan nilai densitas aliran yang tinggi (Horton, 1945; Nag, 1998). Nilai kerapatan aliran yang rendah menjelaskan bahwa DAS cenderung sering mengalami banjir. Berdasarkan hasil perhitungan kerapatan aliran di DAS Saddang dan Mata Allo, maka diperoleh nilai densitas drainase(Dd) pada masing-masing DAS tersebut yaitu DAS Saddang 2,31 sedangkan DAS Mata Allo 2,33. Berdasarkan klasifikasi kelas Dd maka kedua DAS tersebut masuk ke dalam kelas sedang, sungai melewati batuan dengan tahanan yang lebih lunak, dan sedimen yang terangkut akan lebih besar. Oleh karena itu, aliran sungai Saddang dan Mata Allo akan menimbulkan potensi erosi, genangan yang cenderung semakin besar, dan digenangi oleh arus yang kuat, sehingga mencapai debit maksimum yang relatif cepat. Nilai Kerapatan Sungai (Dd) yang sedang berarti berada pada area dengan material bawah permukaan yang memiliki permeabilitas yang sedang dan tingkat vegetasi yang tidak terlalu rapat dan banyak (Hayani & Sutriyono, 2020). Ramdan (2004) menyebutkan sungai dengan kerapatan antara 0,73 - 2,74 km/km² cenderung mempunyai kondisi drainase yang baik atau jarang mengalami penggenangan.

7. Tekstur Drainase (Rt)

Tekstur Drainase atau tekstur jaringan sungai sangat dipengaruhi oleh batuan dasar utama, kapasitas infiltrasi dan kemiringan. Kemiringan dan kapasitas infiltrasi yang rendah digambarkan oleh tekstur jaringan sungai yang rendah. Jaringan sungai memiliki tekstur tinggi, kapasitas infiltrasi sungai yang tinggi dan kemiringan yang tinggi. Adapun tekstur jaringan sungai DAS Saddang yaitu sebesar 34,66 sedangkan DAS mata Allo sebesar 16,38 maka kedua DAS termasuk dalam klasifikasi tekstur yang sangat halus sehingga kapasitas infiltrasi DAS tersebut tinggi dan kemiringan DAS-nya yang juga tinggi (Maimunah, 2020). Selain itu, bencana banjir lebih kecil kemungkinannya di cekungan dengan kerapatan drainase dan frekuensi aliran rendah hingga sedang (Taha, 2017).

8. Rasio Pembulatan (Rb)

Rasio Pembulatan (Rb) adalah jumlah alur sungai untuk setiap orde (Nu) yang dijumlah dengan alur sungai dari orde yang lebih tinggi berikutnya (Nu+1). Nilai Rb yang tinggi menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki formasi batuan yang curam dan jarak antar lembah yang sempit dibatasi oleh dinding yang curam (Strahler, 1964) atau dalam artian control geologi utama. Sebaliknya nilai Rb yang rendah menandakan kontrol geologi yang tidak banyak di dominasi. Data yang didapat dari Sungai Saddang memiliki rasio pembulatan berkisar dari 2 – 6,50. Berdasarkan klasifikasi indeks rasio pembulatan pada sungai Saddang untuk orde 1-4 (nilai Rb orde-1 4,43, orde -2 4,40, orde-3 4,45, orde-4 4,95) diklasifikasikan ke dalam Rb 3-5 yaitu kenaikan atau penurunan muka air sungai tidak terlalu cepat atau tidak terlalu lambat. Rasio pembulatan untuk Orde 5 (nilai Rb 6,50) termasuk kedalam kategori Rb > 5, yaitu muka air sungai naik lebih cepat dan turun lebih cepat. demikian pula penurunannya akan berjalan dengan cepat. dan orde 6-7 (nilai Rb 2,00) Rasio pembulatan. Rb < 3, ketinggian banjir sungai naik lebih cepat dan turun perlahan. Sedangkan data yang didapat dari Sungai Mata Allo memiliki rasio pembulatan berkisar dari 2 – 5,50. Berdasarkan klasifikasi indeks rasio pembulatan pada sungai Mata Allo untuk orde 1-2 (nilai Rb orde-1 4,56 dan orde-2 4,69) termasuk dalam kategori Rb 3 – 5, yaitu alur sungai mempunyai kenaikan dan penurunan muka air banjir tidak terlalu cepat atau tidak terlalu lambat. Rasio pembulatan untuk Orde 3-4 (nilai Rb orde-3 5,05 dan orde-4 5,50) termasuk kedalam kategori Rb > 5 yaitu memiliki muka air banjir sungai yang naik dengan cepat dan turun juga dengan cepat. dan orde 4-5 (nilai Rb 2,00) Rasio pembulatan termasuk dalam kategori Rb < 3 yaitu ketinggian banjir pada sungai naik secara cepat dan turun dengan lambat.

9. Faktor Bentuk (Rf)

Nilai dari faktor bentuk dapat dilihat pada tabel 4.22, DAS Saddang mempunyai nilai faktor bentuk berkisar antara 0 – 54. Jika nilai faktor bentuk nol, maka bentuk sungai memanjang dan nilai faktor bentuk 54 maka bentuk sungai membulat. Sungai Saddang memiliki nilai faktor bentuk 0,22, dengan bentuk sungai memanjang. Ini menunjukkan bahwa sungai Saddang memanjang dengan nilai faktor bentuk rendah, dimana sungai memiliki fluktuasi banjir yang rendah untuk waktu yang diperlukan oleh air sungai lama. Sedangkan nilai faktor bentuk DAS Mata Allo yaitu 0,21 yang artinya bentuk sungai juga memanjang dan menunjukkan bahwa DAS Mata Allo memiliki fluktuasi banjir yang rendah untuk waktu yang diperlukan oleh air sungai lama.

10. Rasio Pemanjangan (Re)

Rasio Pemanjangan (R_e) ini adalah rasio diameter lingkaran dengan panjang sungai utama. Semakin tinggi nilai elongasi, semakin bulat bentuknya dan semakin rendah nilai elongasinya maka semakin memanjang bentuknya. Nilai R_e umumnya bervariasi, nilai yang mendekati 0 adalah daerah dengan relief rendah sedangkan nilai yang mendekati 4 umumnya dikaitkan dengan relief yang tinggi dan kemiringan tanah yang curam. Rasio Pemanjangan (R_e) lebih dipengaruhi oleh iklim dan geologi (Asfar et al., 2020). Nilai dari rasio pemanjangan dapat dilihat pada tabel 4.23 Nilai rasio pemanjangan DAS Saddang yaitu 0,53 sedangkan nilai rasio pemanjangan DAS Mata Allo yaitu 0,51 yang menunjukkan bahwa kedua DAS tersebut sangat memanjang/lonjong dengan relief rendah dan tektonik yang cukup aktif.

11. Rasio Pembulatan (Rc)

Rasio pembulatan (R_c) merupakan perbandingan antara luas DAS dan keliling DAS (Miller, 1953; Strahler, 1964). Nilai rasio pembulatan tidak memiliki satuan. Rasio pembulatan berhubungan dengan beberapa aspek seperti frekuensi sungai, struktur geologi, tutupan lahan, iklim, relief, dan lereng suatu DAS. Sukristiyanti dkk. (2018) juga menyebutkan ada hubungan nilai R_c dan R_b dimana nilai R_c rendah menunjukkan tidak ada pengaruh struktur geologi sedangkan nilai R_c tinggi menunjukkan adanya pengaruh struktur geologi. Dari hasil analisis data maka diperoleh nilai rasio pembulatan pada DAS Saddang sebanyak 0,36 sedangkan pada DAS Mata Allo sebanyak 0,37. Berdasarkan nilai R_c yang diperoleh maka dapat menentukan bentuk DAS Saddang dan DAS Mata Allo merupakan DAS membulat atau melonjong, dimana waktu yang diperlukan oleh air sungai semakin singkat sehingga fluktuasi banjir sungai tersebut semakin tinggi.

12. Rasio Relief (Rh)

Rasio relief merupakan perbandingan antara perbedaan ketinggian maksimum relief DAS terhadap panjang DAS (Schumm, 1956). Nilai rasio relief (R_h) tidak memiliki klasifikasi khusus. Sebagian besar para peneliti mengelompokkan nilai rasio relief (R_h) berdasarkan hasil penelitian masing-masing yang relatif berbeda antara satu peneliti dengan peneliti lain (Sukristiyanti dkk., 2018). Berdasarkan hasil Rasio Relief yang diperoleh, dapat dijelaskan bahwa nilai R_h pada DAS Saddang sebanyak 0,02 dan nilai R_h pada DAS Mata Allo sebanyak 0,07 yang artinya nilai R_h pada kedua DAS tersebut sama-sama rendah menunjukkan relief rendah dan lereng landai, dimana ruang bawah

tanah pada sungai resisten dengan tingkat lereng rendah. Nilai rendah dari rasio relief menunjukkan kemiringan yang tidak curam dengan relief rendah dan sebaliknya. Nilai rendah rasio relief terutama karena ruang bawah tanah yang resisten dari sungai dengan tingkat lereng rendah (Pamuji, 2020).

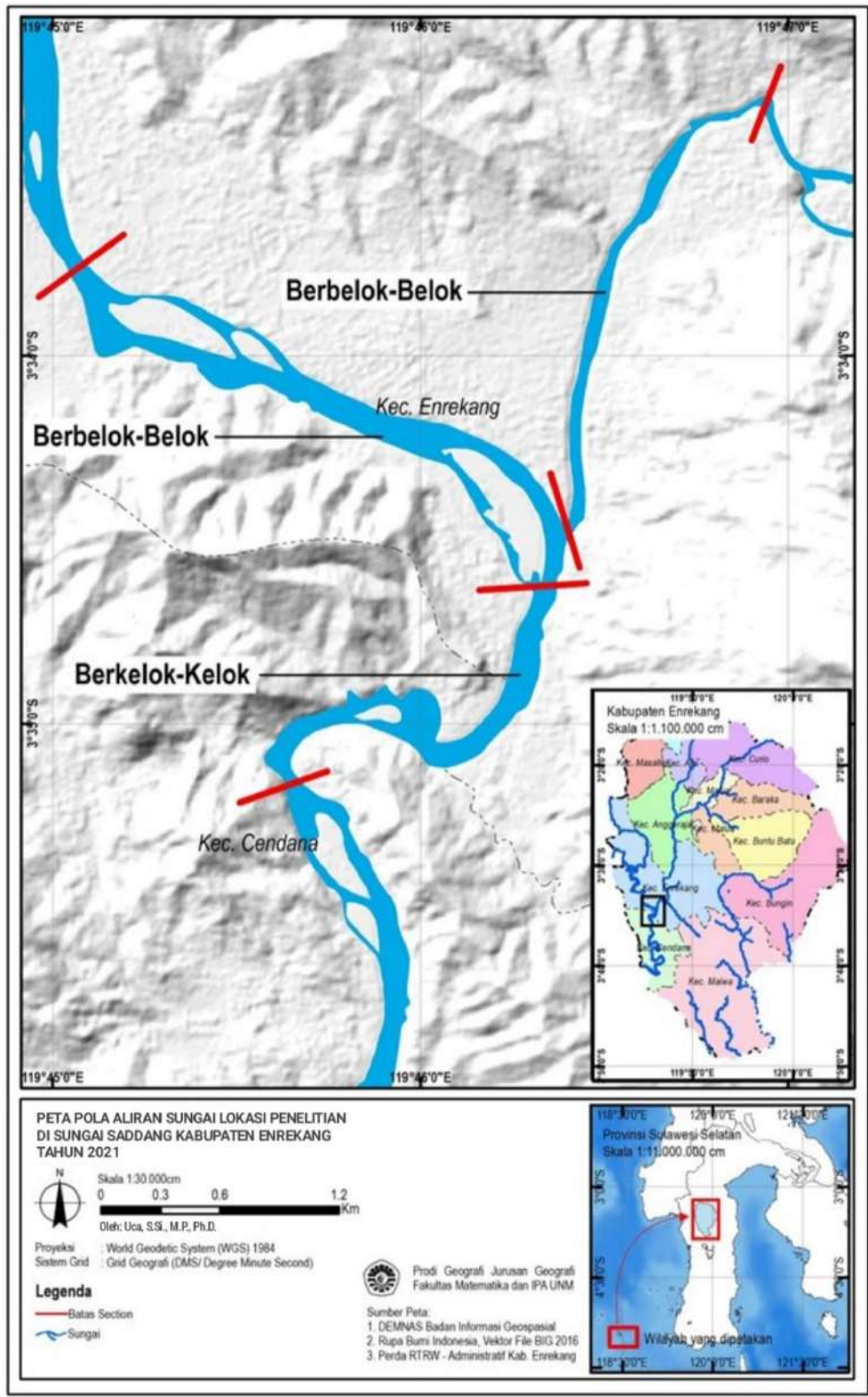
13. Sinuositas (C)

Sinuositas yaitu rasio 34anjang saluran terhadap 34anjang lembah sungai. Semakin tinggi nilai sinuositas © menandakan bawa semakin tinggi juga tingkat degradasi dinding sungai. Hasil analisis morfometri sungai menunjukkan bahwa DAS Saddang dan DAS Mata Allo masuk ke dalam tipe evolusi meander sinous dicirikan dengan alur sungai yang sedikit berkelok. Hasil analisis ini dilihat berdasarkan nilai sinuositas yang diperoleh yaitu nilai sinuositas pada DAS Saddang yaitu 1,48 sedangkan pada DAS Mata Allo sebanyak 1,26. Karakteristik morfometri DAS yang diprioritaskan untuk penanganan banjir adalah kerapatan aliran rendah, frekuensi aliran rendah, 34anjang kuapan permukaan dan nilai C rendah, memberikan karakteristik infiltrasi rendah, limpasan permukaan tinggi dan kecepatan aliran tinggi (Nugraha dan Cahyadi, 2012).

14. Pemodelan Hidrodinamik Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo

14.1. Model Aliran Sungai

Kenampakan pola aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo berdasarkan analisis citra satelit menggunakan Arc GIS yakni sebagai berikut:



Gambar 4.9. Sinusitas Daerah aliran Sungai Saddang dan Mata Allo

Hasil analisis bentuk aliran sungai menggunakan Arc GIS memperlihatkan perkembangan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo berdasarkan sinusitasnya. Hasil analisis diperoleh nilai sinusitas aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Nilai

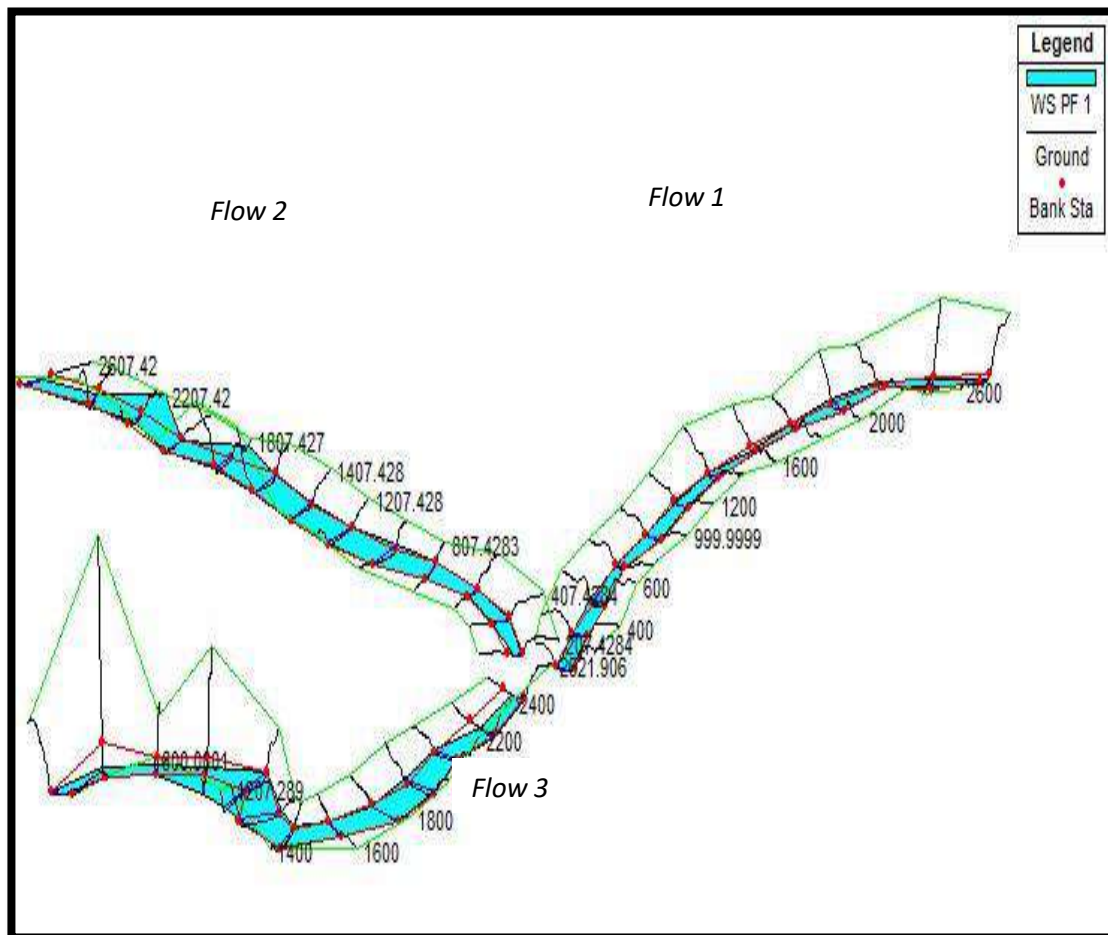
sinousitas berkisar antara 1,04 – 1,5 yang berarti bentuk sungainya berbelok-belok hingga berkelok-kelok.

Tabel 4.27 Sinousitas Aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo

No	Sungai	Aliran Hidrolik	Panjang Aliran (m) (L_s)	Panjang Lembah (L_v)	Rasio Sinousitas (L_s/L_v)	Jenis
1	Mata Allo	1	2682,61	3231,53	1,2	Berbelok-belok (sinous)
2	Saddang Atas	2	4204,11	3685,03	1,1	Berbelok-belok (sinous)
3	Saddang Bawah	3	4270,45	2905,98	1,5	Berkelok-kelok (meandering)

Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

Hasil pemodelan data permukaan TIN (*Triangular Irregular Network*) yang dibuat menggunakan program Infoworks River Simulation dengan bantuan ArcGis menunjukkan model aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada kondisi aktual. Profil aliran yang dihasilkan mewakili bentuk penampang aktual Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Kenampakan dari hasil pemodelan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo beserta letak sebaran penampang dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut;



Gambar 4.10 Model Aliran Sungai Saddang

Model aliran yang terdapat pada Gambar 4.2 menggambarkan alur sungai yang dijadikan sebagai lokasi penelitian terdiri atas 3 sub aliran yaitu *flow 1* yang merupakan bagian Sungai Mata Allo, *flow 2* yang merupakan bagian Sungai Saddang dan *flow 3* yang alirannya berasal dari gabungan input dari *flow 1* dan *flow 2*.

Model aliran Sungai Saddang memiliki kondisi penampang yang bervariasi. Adanya variasi penampang ini menyebabkan kedalaman dan luas pada setiap penampang juga beragam. Untuk lebih jelasnya kondisi setiap stasiun penampang melintang pada daerah penelitian dijabarkan dalam Tabel 4.28 dan tabel 4.29 berikut ini.

Tabel 4.28. Panjang Sungai Wilayah Penelitian (Reach Length Table of Research Area)

No	Sungai	Aliran Hidrolik	Stasiun Penampang	Tepi Kiri (m)	Channel (m)	Tepi Kanan (m)
1	Mataallo	1	2600	192.71	200	200.2
2	Mataallo	1	2500	192.62	200	206.2
3	Mataallo	1	2400	192.53	200	212.2
4	Mataallo	1	2300	197.31	200	205.01
5	Mataallo	1	2200	202.09	200	197.82
6	Mataallo	1	2100	200.205	200	199.66
7	Mataallo	1	2000	198.32	200	201.5

8	Mataallo	1	1900	199.82	200	200.475
9	Mataallo	1	1800	201.32	200	199.45
10	Mataallo	1	1700	198.81	200	201.24
11	Mataallo	1	1600	196.3	200	203.03
12	Mataallo	1	1500	197.53	200	201.99
13	Mataallo	1	1400	198.76	200	200.95
14	Mataallo	1	1300	199.215	200	200.525
15	Mataallo	1	1200	199.67	200	200.1
16	Mataallo	1	1099.5	199.46	200	200.36
17	Mataallo	1	999	199.25	200	200.62
18	Mataallo	1	899.5	198.995	200	200.895
19	Mataallo	1	800	198.74	200	201.17
20	Mataallo	1	700	198.49	200	201.13
21	Mataallo	1	600	198.24	200	201.09
22	Mataallo	1	500	199.735	200	200.12
23	Mataallo	1	400	201.23	200	199.15
24	Mataallo	1	200	217.17	200	166.35
25	SaddangAtas	2	2600	185.66	200	217.42
26	SaddangAtas	2	2400	202.23	200	197.73
27	SaddangAtas	2	2200	201.71	200	198.12
28	SaddangAtas	2	2000	200.5	199.99	199.69
29	SaddangAtas	2	1800	199.08	200	200.66
30	SaddangAtas	2	1600	200.21	200	199.89
31	SaddangAtas	2	1400	200.71	200	199.62
32	SaddangAtas	2	1200	198.38	200	201.93
33	SaddangAtas	2	1000	197	200	204
34	SaddangAtas	2	800	203.32	200	196.16
35	SaddangAtas	2	600	208.03	200	192.02
36	SaddangAtas	2	400	204.63	200	195.59
37	SaddangAtas	2	200	185.22	207.43	202.07
38	SaddangBawah	3	2600	224.44	221.91	220.44
39	SaddangBawah	3	240	197.23	200	201.86
40	SaddangBawah	3	2200	201.81	200	199.27
41	SaddangBawah	3	2000	203.29	200	199.19
42	SaddangBawah	3	1800	209.61	200	195.01
43	SaddangBawah	3	1600	214.36	200	180.47
44	SaddangBawah	3	1400	208.14	192.71	169.56
45	SaddangBawah	3	1200	206.13	221.32	232.73
46	SaddangBawah	3	1000	188.62	198.58	206.75
47	SaddangBawah	3	800	186.28	187.39	188.1
48	SaddangBawah	3	600	197.89	200	203.45
49	SaddangBawah	3	400	182.45	200	218.16
50	SaddangBawah	3	200	193.1	200	204.33

Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

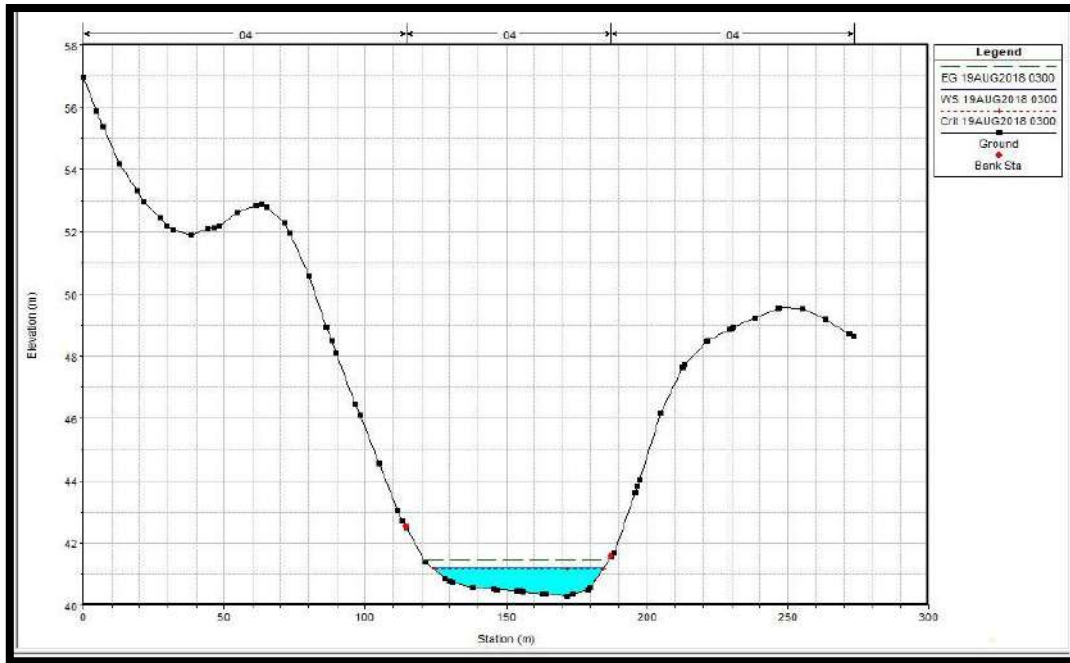
Tabel 4.29 Stasiun Tepi Sungai Wilayah Penelitian (Bank Stasion Table of Research Area)

No	Sungai (River)	Aliran Hidrolik (Reach)	River Station	Stasiun Tepi Kiri	Stasiun Tepi Kanan	Elevasi Tepi Kiri (mdpl)	Elevasi Tepi Kanan (mdpl)
1	MataAllo	1	2600	120.34	177.52	42.4	41.5
2		1	2500	124.96	173.09	41.9	41.35
3	MataAllo	1	2400	129.58	168.66	41.4	41.2
4		1	2300	131.505	172.295	40.85	40.7
5	MataAllo	1	2200	133.43	175.93	40.3	40.2

6		1	2100	128.72	192.125	41.55	41.55
7	MataAllo	1	2000	124.01	208.32	42.8	42.9
8		1	1900	134.91	196.85	43.2	43.2
9	MataAllo	1	1800	145.81	185.38	43.6	43.5
10		1	1700	144.075	183.815	44.3	44.15
11	MataAllo	1	1600	142.34	182.25	45	44.8
12		1	1500	132.925	179.655	45.3	44.9
13	MataAllo	1	1400	123.51	177.06	45.6	45
14		1	1300	121.755	180.645	46.2	45.5
15	MataAllo	1	1200	120	184.23	46.8	46
16		1	1099.5	117.495	183.39	46.9	46.15
17	MataAllo	1	999	114.99	182.55	47	46.3
18		1	899.5	132.42	184.585	46.85	46.2
19	MataAllo	1	800	149.85	186.62	46.7	46.1
20		1	700	137.23	180.76	46.75	46.15
21	MataAllo	1	600	124.61	174.9	46.8	46.2
22		1	500	124.565	177.63	45.9	47.1
23	MataAllo	1	400	124.52	180.36	45	48
24	MataAllo	1	200	114.5	187.44	47.8	48
25	SaddangAtas	2	2607.42	155.61	280.03	43.2	43.6
26	SaddangAtas	2	2407.42	118.14	209.46	43.7	43.7
27	SaddangAtas	2	2207.42	151.83	240.72	44.1	44.4
28	SaddangAtas	2	2007.42	146.45	261.58	44	44.1
29	SaddangAtas	2	1807.42	94.21	197.67	43.6	44
30	SaddangAtas	2	1607.42	78.1	212.3	43.8	43.8
31	SaddangAtas	2	1407.42	105.5	223.35	43.6	43.8
32	SaddangAtas	2	1207.42	94.41	222.55	45	46
33	SaddangAtas	2	1007.42	59.3	205.99	46	45.5
34	SaddangAtas	2	807.42	86.11	184.86	45.8	45.2
35	SaddangAtas	2	607.42	147.07	213.91	45.9	46.4
36	SaddangAtas	2	407.42	135.27	212.48	46	46.2
37	SaddangAtas	2	207.42	133.82	192.23	45.8	45.7
38	SaddangBawah	3	2621.9	126.54	223.86	41	41
39	SaddangBawah	3	2400	88.69	202.66	41	49.5
40	SaddangBawah	3	2200	100.42	194.59	41.9	44
41	SaddangBawah	3	2000	67.09	186.61	42	45.8
42	SaddangBawah	3	1800	61.96	197.31	40	41.8
43	SaddangBawah	3	1600	111.03	211.99	40	40.8
44	SaddangBawah	3	1400	104.92	230.72	40.4	40.7
45	SaddangBawah	3	1207.2	37.36	190.67	42	42.8
46	SaddangBawah	3	985.96	150.77	271.43	42.4	42.6
47	SaddangBawah	3	787.39	130.2	186.41	42	41.2
48	SaddangBawah	3	600	108.32	176.04	42	41.5
49	SaddangBawah	3	400	108.63	183.75	42.5	43.1
50	SaddangBawah	3	199	128.99	211.17	43.5	43.7

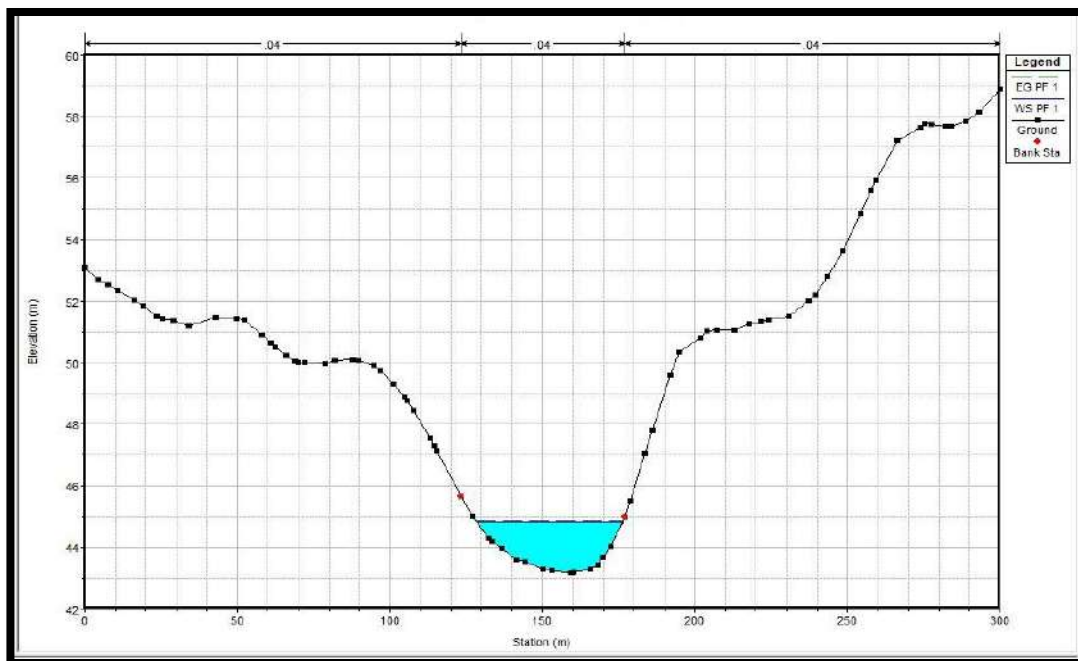
Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

Untuk mengetahui kondisi penampang Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada saat debit minimum maka masing masing penampang dijabarkan dalam bentuk gambar berikut ini;

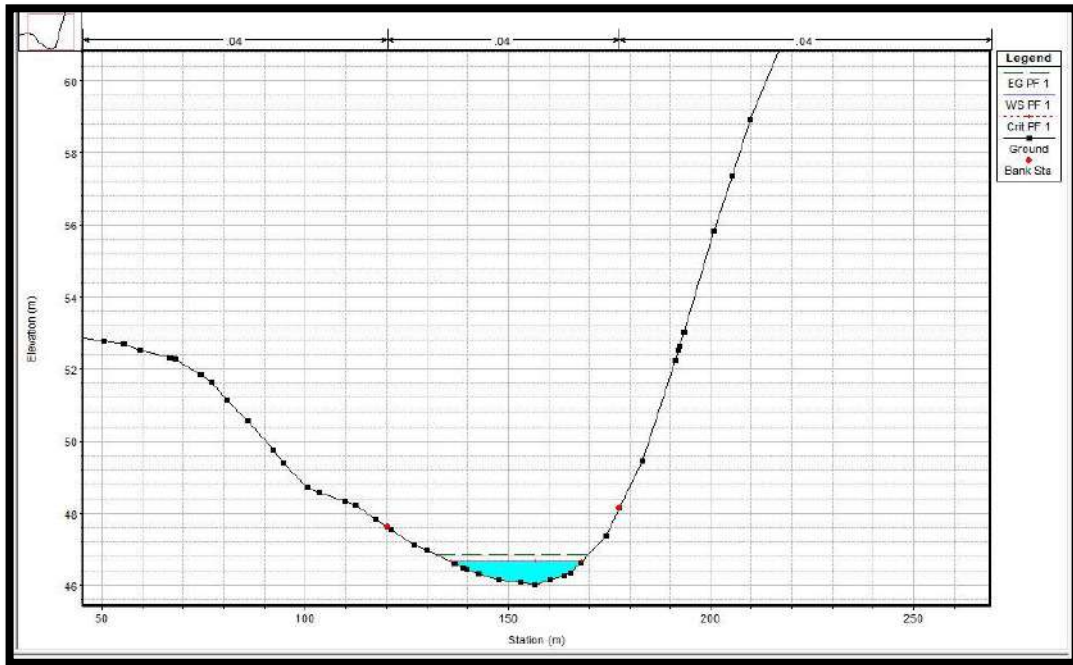


Gambar 4.11 Kondisi Stasiun Penampang MA200 (Debit Min)

Gambar 4.11 di atas menunjukkan kondisi penampang dengan nomor stasiun MA200 pada Sungai Mata Allo. Penampang ini terletak pada bagian paling hilir Sungai Mata Allo yang dipilih sebagai lokasi pemodelan hidrodinamik. Tinggi muka air pada stasiun ini yaitu 40,31 mdpl. Lebar aliran sungai pada penampang ini yaitu 62,42 meter. Pada kondisi debit minimum seperti gambar di atas, terlihat bahwa permukaan air (*water surface*) berada di bawah bagian tepi sungai (*river bank*)



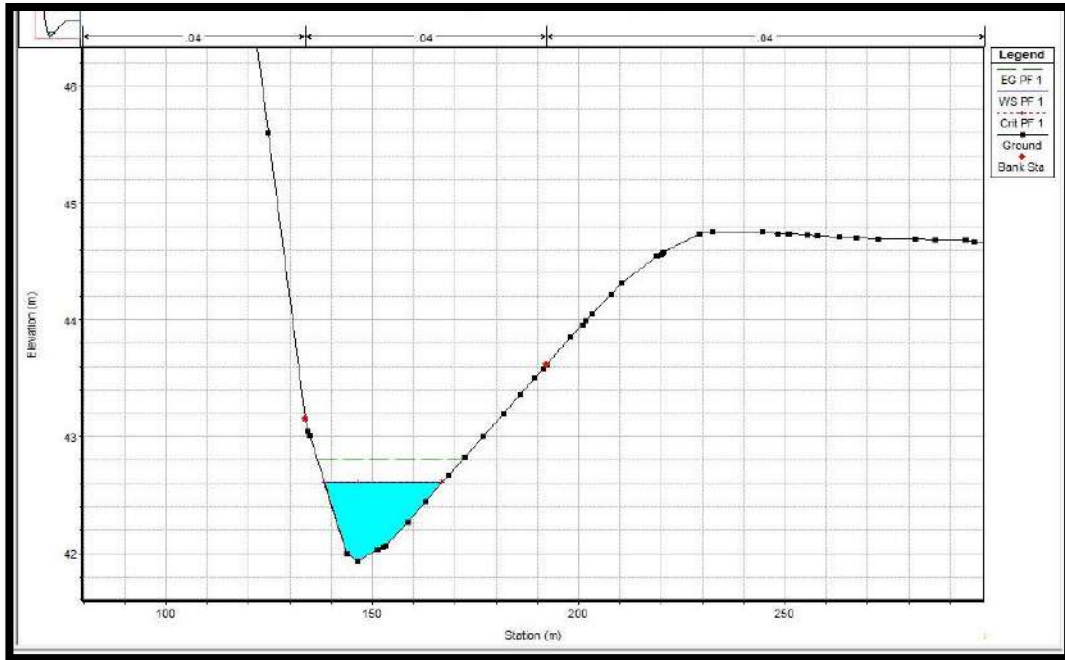
Gambar 4.12 Kondisi Stasiun Penampang MA1400 (Debit Min)



Gambar 4.13 Kondisi Stasiun Penampang MA2600 (Debit Min)

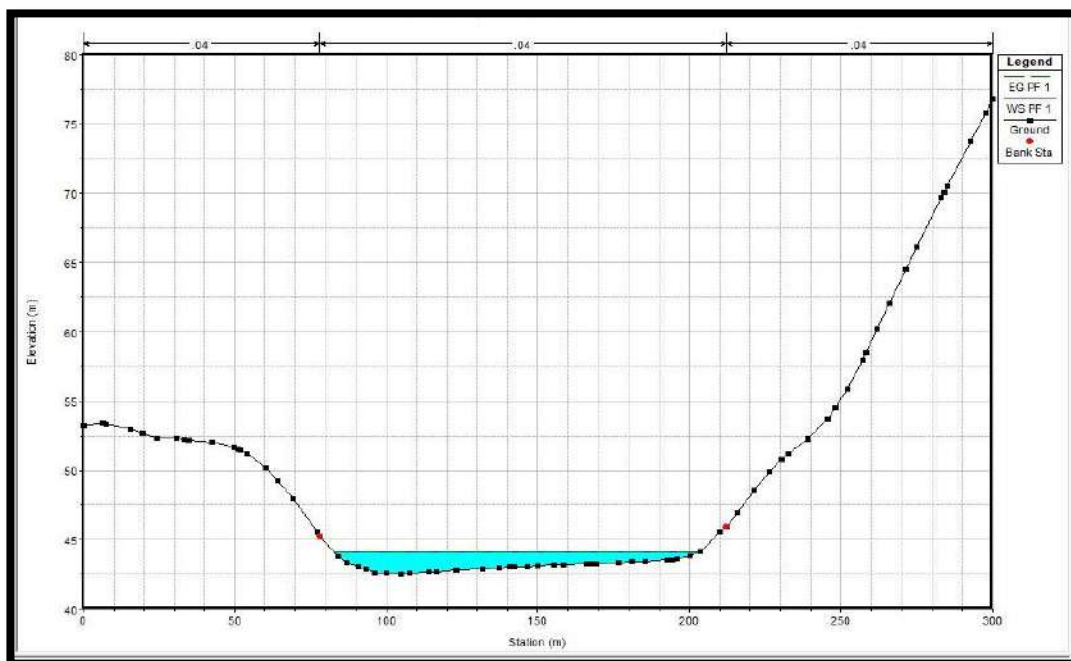
Gambar 4.12 adalah stasiun penampang MA1400. Lokasi penampang juga berada pada Sungai Mata Allo, yakni berjarak ± 1200 meter ke arah hulu dari lokasi stasiun penampang MA200. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 43,16 mdpl dengan lebar aliran sungai 50,2 meter. Pada gambar di atas terlihat bahwa batas permukaan air berada sedikit di bawah *right bank*.

Gambar 4.13 merupakan stasiun penampang MA2600. Lokasi penampang terletak pada bagian paling hulu Sungai Mata Allo yang digunakan dalam pemodelan hidrodinamik. Jarak penampang ini dari penampang MA1400 yaitu ± 1200 meter. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 46,02 mdpl dengan lebar aliran sungai 27,3 meter.



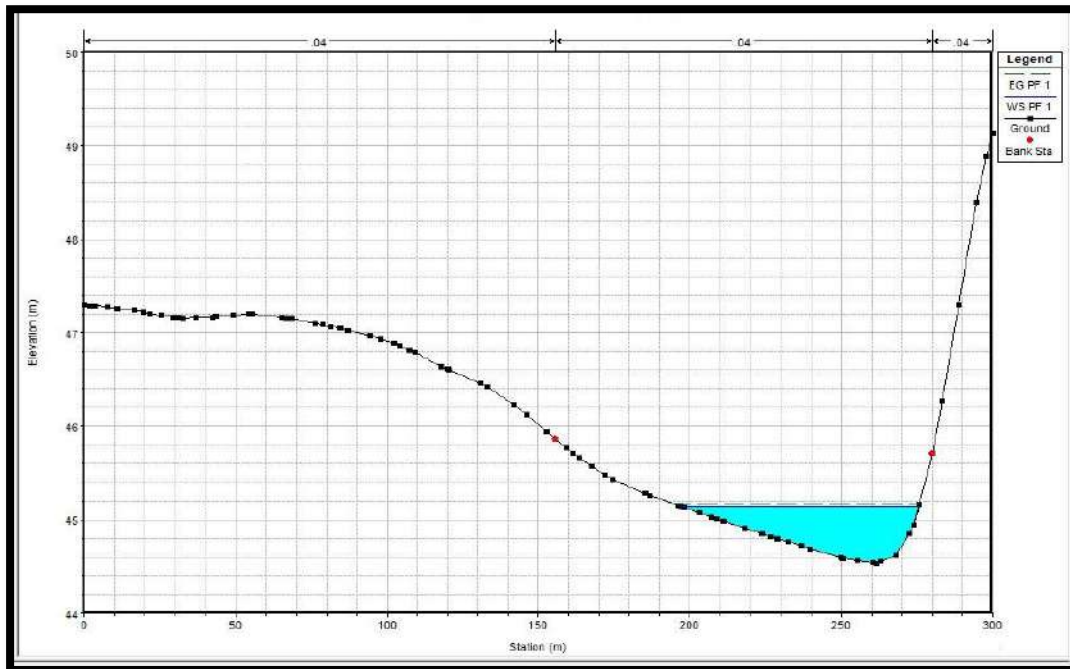
Gambar 4.14 Kondisi Stasiun Penampang S200 (Debit Min)

Gambar 4.14 menunjukkan kondisi penampang dengan nomor stasiun S200 pada Sungai Saddang. Penampang ini terletak pada bagian paling hilir Sungai Saddang yang dipilih sebagai lokasi pemodelan hidrodinamik. Tinggi muka air pada stasiun ini yaitu 41,94 mdpl. Lebar aliran sungai pada penampang ini yaitu 33,6 meter. Pada gambar di atas juga nampak topografi yang lebih curam pada daerah kiri sungai jika dibandingkan dengan topografi pada daerah kanan sungai yang lebih landau



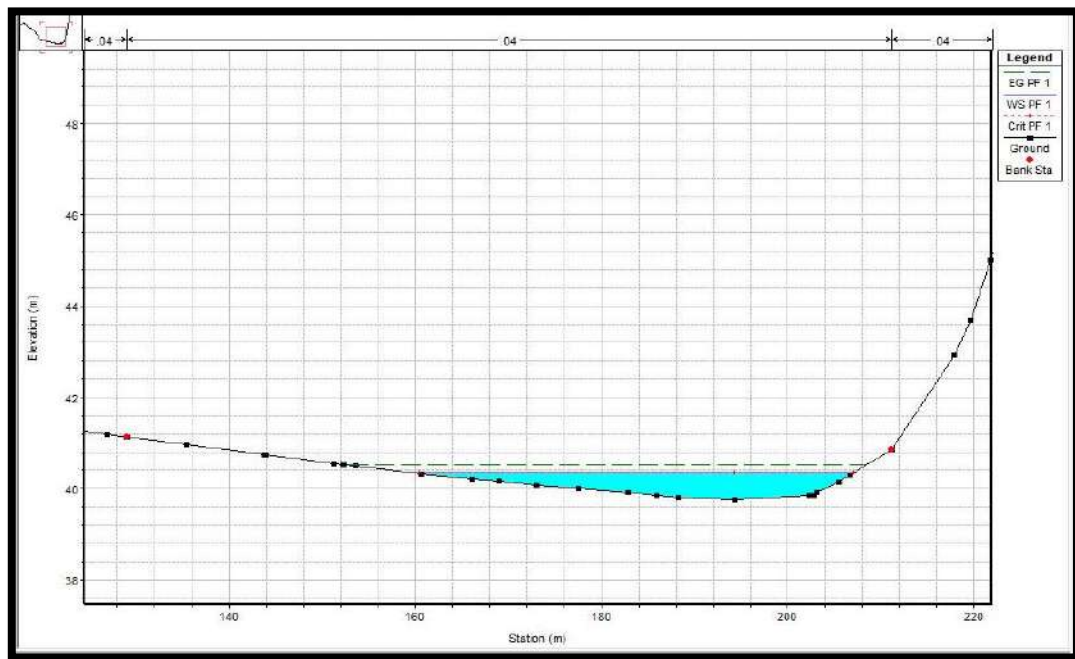
Gambar 4.15 Kondisi Stasiun Penampang S1600 (Debit Min)

Gambar 4.15 adalah stasiun penampang S1600. Lokasi penampang juga berada pada Sungai Saddang, yakni berjarak ± 1400 meter ke arah hulu dari lokasi stasiun penampang S200. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 42,53 mdpl dengan lebar aliran sungai 110,6 meter. Pada gambar di atas terlihat bahwa batas permukaan air berada di bawah *right bank* ataupun *left bank*.



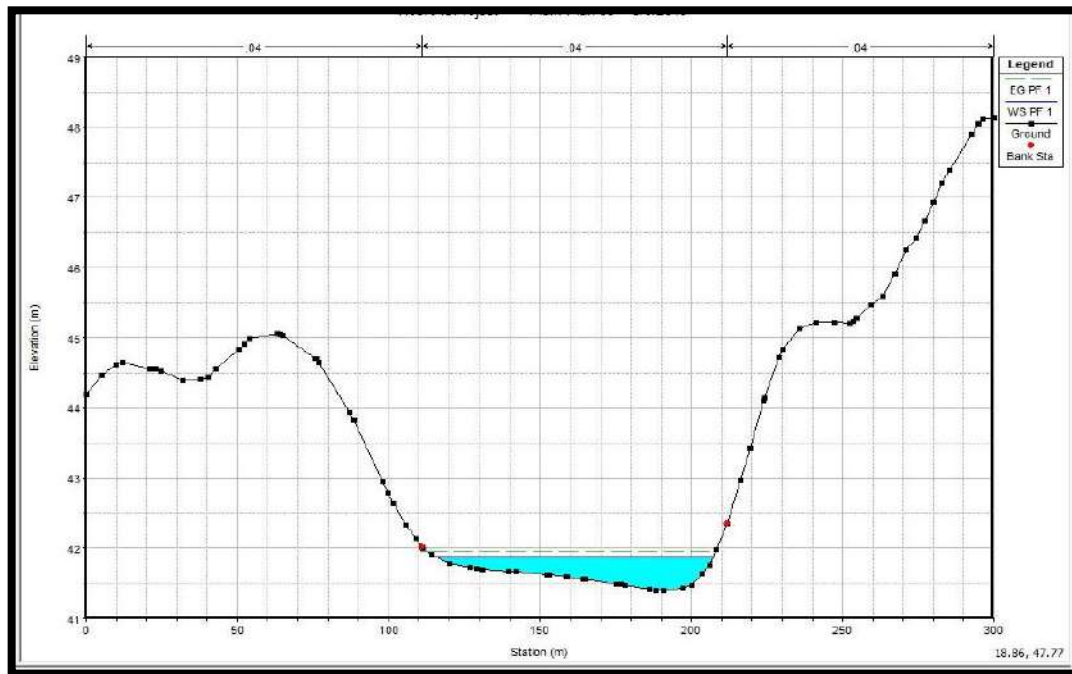
Gambar 4.16 *Kondisi Stasiun Penampang S2600 (Debit Min)*

Gambar 4.16 merupakan stasiun penampang S2600. Lokasi penampang terletak pada bagian paling hulu Sungai Saddang bagian atas yang digunakan dalam pemodelan hidrodinamik. Jarak penampang ini dari penampang S1600 yaitu ± 1000 meter. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 44,53 mdpl dengan lebar aliran sungai 80 meter. Pada gambar di atas juga nampak topografi yang lebih curam pada daerah kanan sungai jika dibandingkan dengan topografi pada daerah kiri sungai yang lebih landai.



Gambar 4.17 Kondisi Stasiun Penampang SB200 (Debit Min)

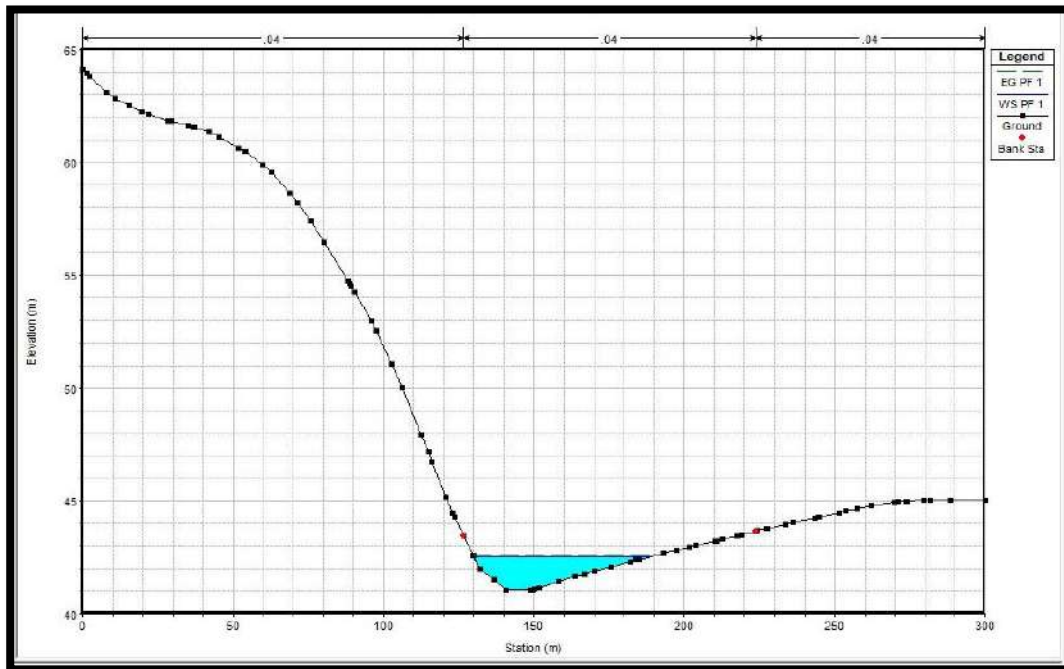
Gambar 4.17 adalah kondisi penampang dengan nomor stasiun SB200 pada Sungai Saddang bagian bawah. Penampang ini terletak pada bagian paling hilir Sungai Saddang yang dipilih sebagai lokasi pemodelan hidrodinamik. Penampang ini berbeda dengan penampang-penampang sebelumnya yang ada pada Sungai Saddang bagian atas, dimana debit air yang melalui penampang ini tidak hanya berasal dari Sungai Saddang bagian atas melainkan juga sangat dipengaruhi oleh input debit air yang berasal dari Sungai Mata Allo. Tinggi muka air pada stasiun ini yaitu 39,75 mdpl. Lebar aliran sungai pada penampang ini yaitu 45 meter. Pada gambar di atas juga nampak topografi yang sangat landai pada daerah kiri sungai jika dibandingkan dengan topografi pada daerah kanan sungai yang lebih curam.



Gambar 4.18 Kondisi Stasiun Penampang SB1600 (Debit Min)

Gambar 4.18 adalah stasiun penampang SB1600. Lokasi penampang juga berada pada Sungai Saddang, yakni berjarak ± 1400 meter ke arah hulu dari lokasi stasiun penampang SB200. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 41,40 mdpl dengan lebar aliran sungai 92,3 meter. Pada gambar di atas terlihat bahwa batas permukaan air berada sedikit di bawah *left bank*.

Gambar 4.19 merupakan stasiun penampang SB2600. Lokasi penampang terletak pada bagian paling hulu Sungai Saddang bagian bawah yang digunakan dalam pemodelan hidrodinamik. Jarak penampang ini dari penampang SB1600 yaitu ± 1000 meter. Tinggi permukaan air pada penampang ini yaitu 44,05 mdpl dengan lebar aliran sungai 58,4 meter.

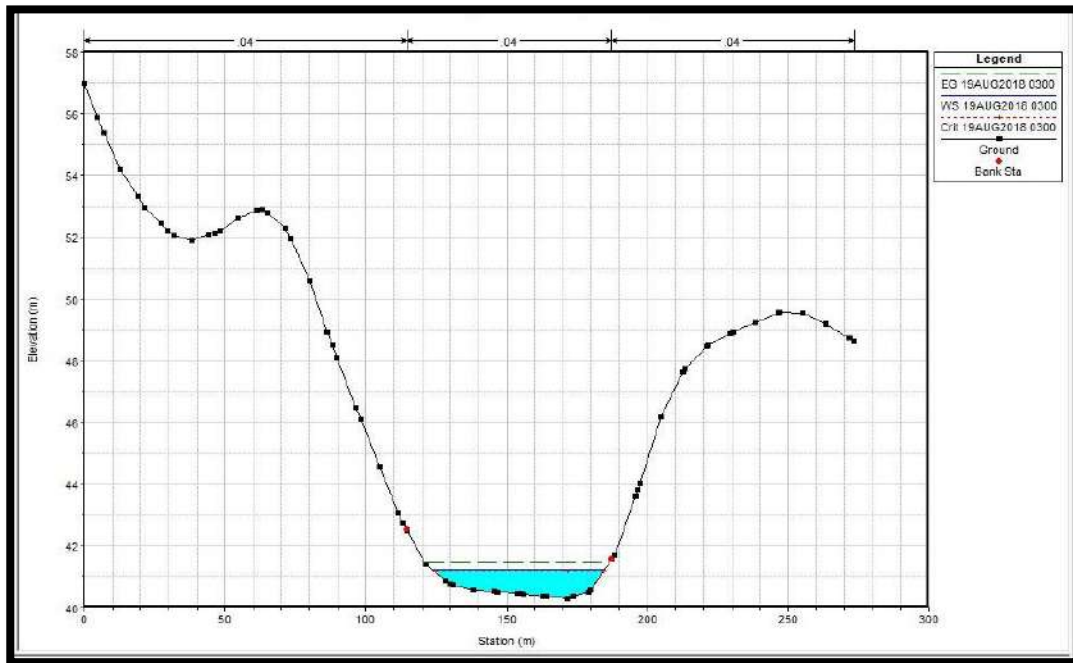


Gambar 4.19 Kondisi Stasiun Penampang SB2600 (Debit Min)

1. Model Banjir

Luapan air sungai pada musim penghujan seringkali terjadi pada daerah yang landai di sisi kanan dan kiri alur Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Hal tersebut menyebabkan limpasan air banjir sungai terus mengalir hingga ke daerah pemukiman dan perkebunan di sekitar sungai. Untuk mengetahui daerah yang terendam banjir tersebut dilakukan pemodelan banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo dalam kondisi *unsteady*.

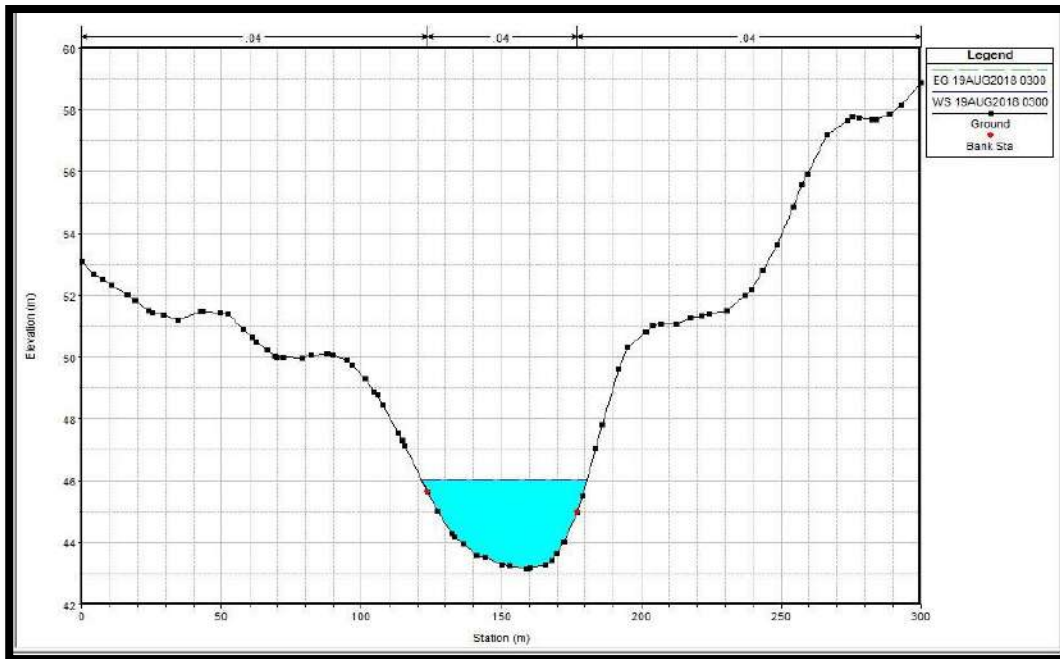
Hasil simulasi menunjukkan kondisi Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada saat terjadi debit maksimum. Berikut ini dipaparkan gambar yang menunjukkan luapan air Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo di sisi kanan dan kiri sungai.



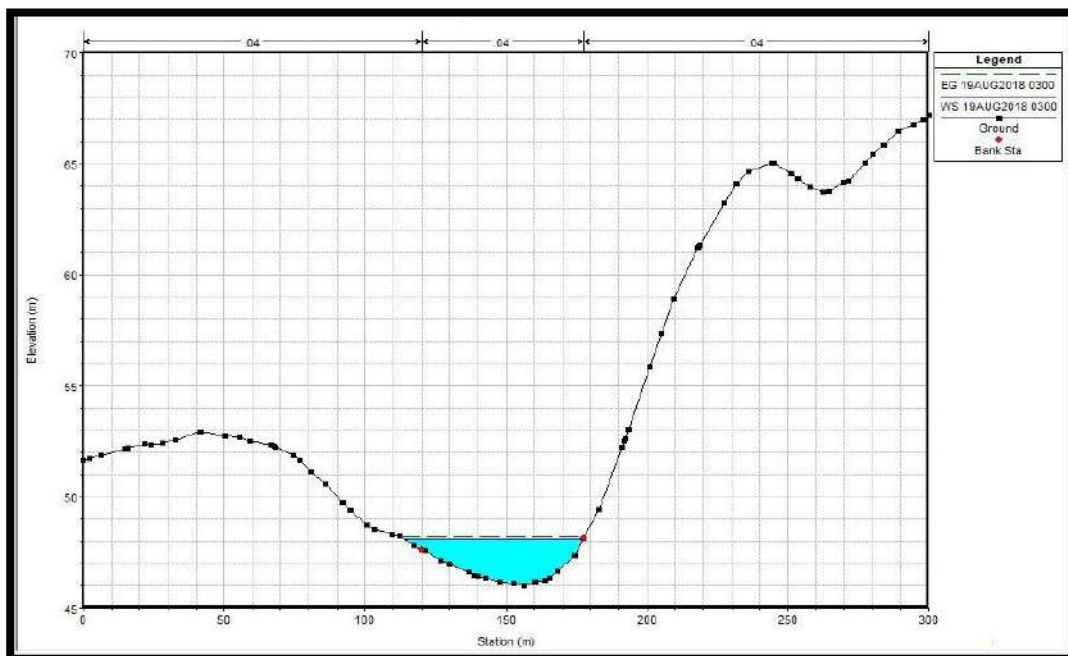
Gambar 4.20 Kondisi Stasiun Penampang MA200 (Debit Max)

Gambar 4.20 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang MA200 pada saat debit maksimum sebesar 41,24 mdpl dengan lebar aliran sungai 60,2 meter. Pada gambar tersebut *right bank* hanya berjarak $\pm 0,5$ meter di atas permukaan air. Sedangkan jarak antara *left bank* dengan permukaan air ± 1 meter.

Untuk stasiun penampang MA1400, ketinggian muka air pada saat debit maksimum yaitu 46,1 mdpl. Lebar aliran sungai pada stasiun ini adalah 60,05 meter. Pada stasiun ini permukaan air sungai berada ± 1 meter di atas *river bank* yang mengakibatkan aliran sungai meluap ke sisi kiri dan kanan Sungai Mata Allo. Berikut ini Gambar 4.21 yang menggambarkan kondisi penampang Sungai Mata Allo dengan nomor stasiun penampang MA1400.

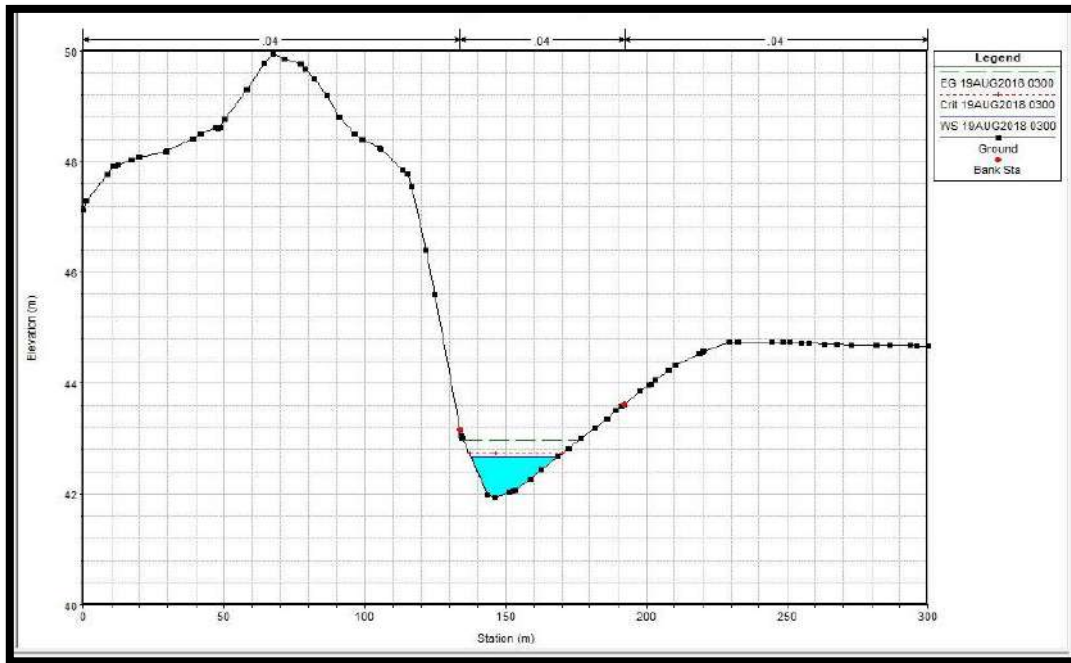


Gambar 4.21 Kondisi Stasiun Penampang MA1400 (Debit Max)



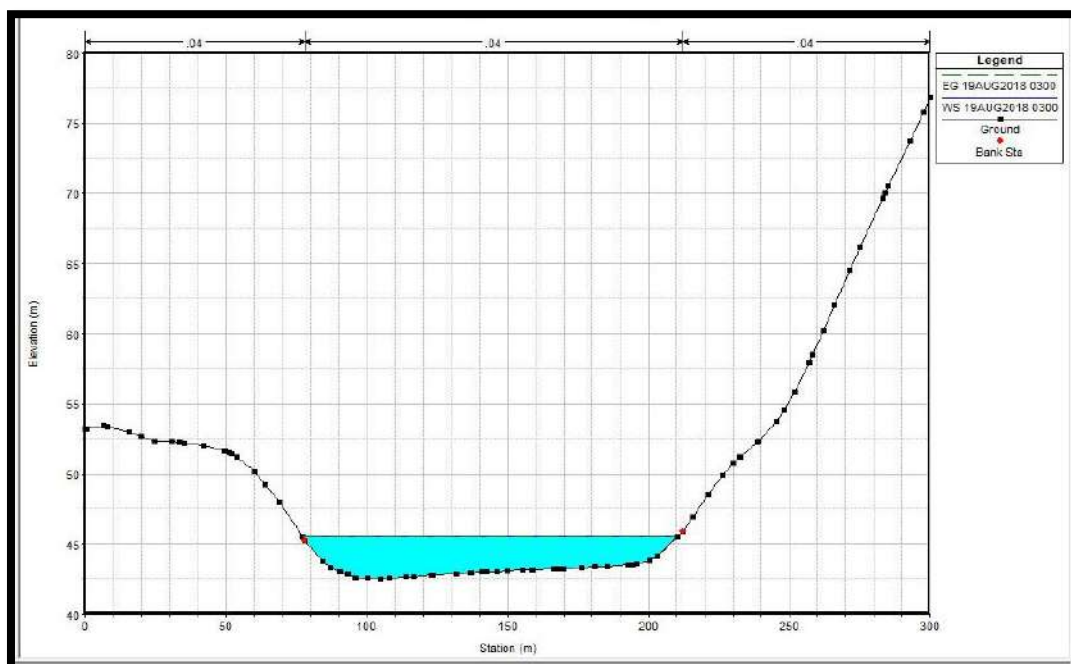
Gambar 4.22 Kondisi Stasiun Penampang MA2600 (Debit Max)

Gambar 4.22 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang MA2600 pada saat debit maksimum sebesar 48,11 mdpl dengan lebar aliran sungai 60,3 meter. Pada gambar tersebut permukaan air sudah melampaui *left bank* sehingga terjadi limpasan di bagian kiri sungai.



Gambar 4.23 Kondisi Stasiun Penampang S200 (Debit Max)

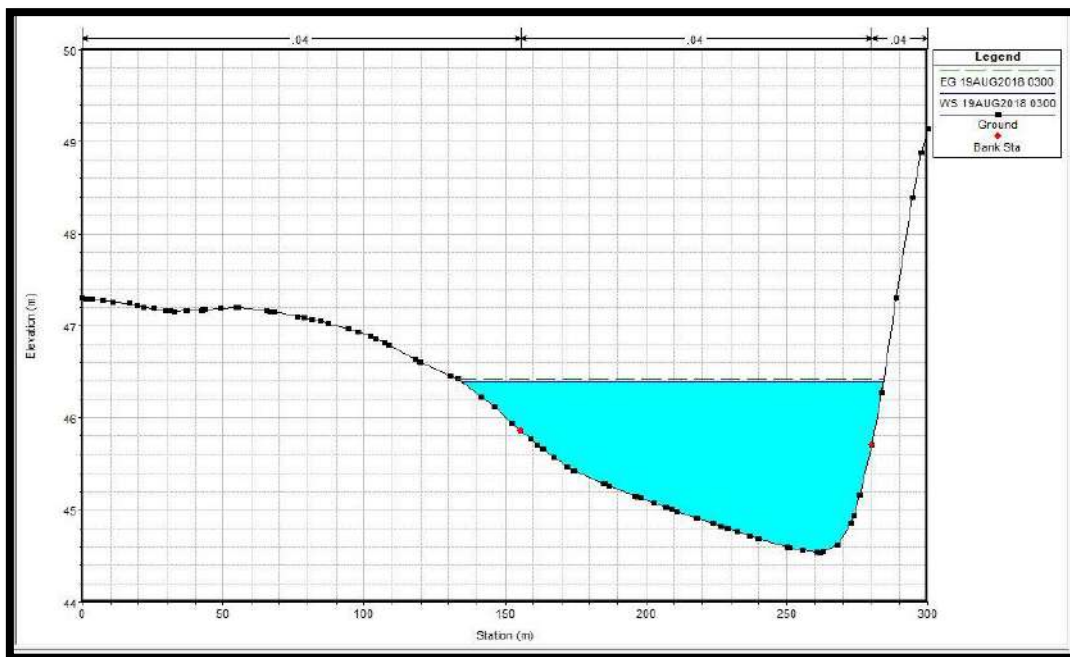
Gambar 4.23 di atas merupakan kondisi salah satu penampang Sungai Saddang bagian atas dengan nomor stasiun penampang S200. Pada penampang ini ketinggian permukaan air pada saat debit maksimum sebesar 46,39 mdpl dengan lebar aliran sungai 30 meter. Pada gambar tersebut sungai masih dapat menampung debit maksimum yang masuk karena permukaan air tidak mencapai *river bank*.



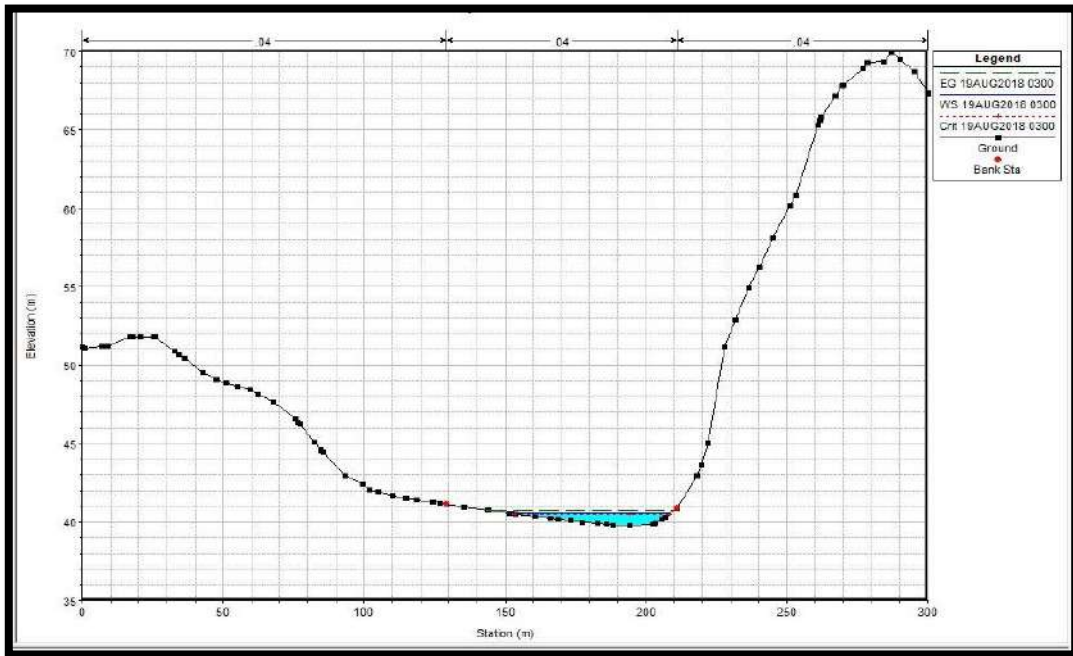
Gambar 4.24 Kondisi Stasiun Penampang S1600 (Debit Max)

Gambar 4.24 di atas merupakan kondisi salah satu penampang Sungai Saddang bagian atas dengan nomor stasiun penampang S1600. Pada penampang ini ketinggian permukaan air pada saat debit maksimum sebesar 46,27 mdpl dengan lebar aliran sungai 132 meter. Pada penampang ini channel sungai sangat 50ea ra dengan aliran yang lebar dibandingkan penampang yang lain. Simulasi banjir menggunakan Infowork River Simulation memperlihatkan permukaan air yang mencapai batas *river bank* pada saat debit maksimum..

Untuk penampang Sungai Saddang dengan nomor stasiun S2600 yang berjarak 1000 meter 50ea rah hulu dari penampang S1600 sebelumnya, permukaan air melampaui *river bank* sehingga aliran sungai meluap ke sisi kiri dan sisi kanan sungai. Tinggi muka air pada penampang ini yaitu 45,39 meter dengan lebar aliran 150 meter. Berikut ini Gambar 4.25 yang menggambarkan kondisi stasiun penampang S2600 pada saat debit maksimum

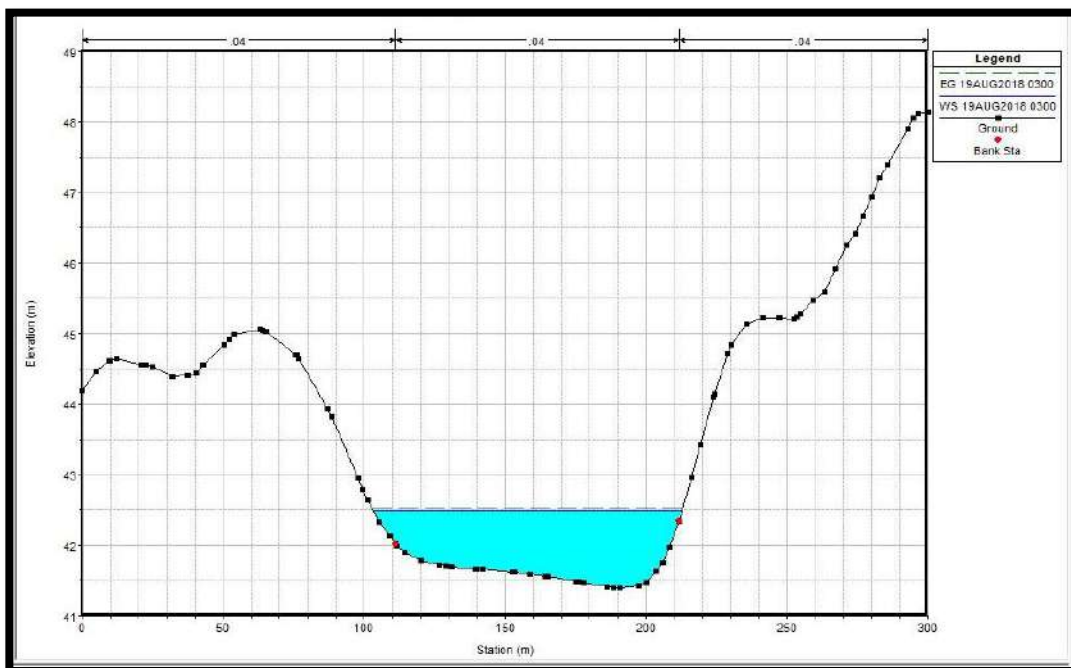


Gambar 4.25 Kondisi Stasiun Penampang S2600 (Debit Max)



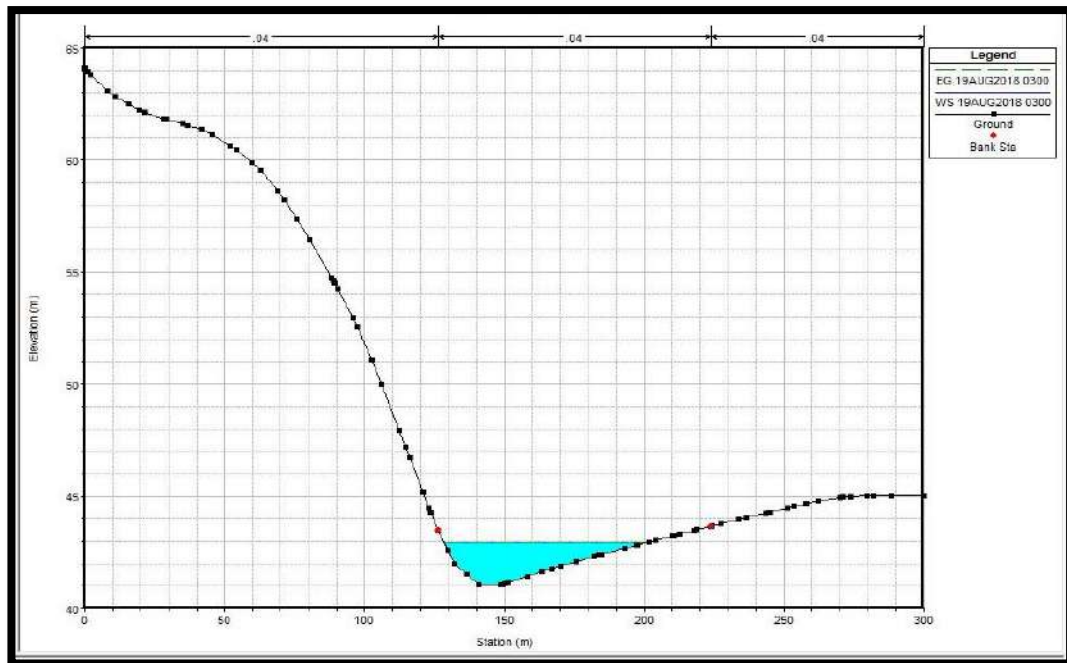
Gambar 4.26 Kondisi Stasiun Penampang SB200 (Debit Max)

Gambar 4.26 menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang SB200 pada saat debit maksimum sebesar 40,55 mdpl dengan lebar aliran 50 meter. Pada saat terjadi debit maksimum penampang sungai pada stasiun ini masih mampu menampung debit air yang masuk sehingga tidak terjadi luapan banjir.



Gambar 4.27 Kondisi Stasiun Penampang SB1600 (Debit Max)

Gambar 4.27 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang MA2600 pada saat debit maksimum sebesar 42,60 mdpl dengan lebar aliran sungai 109,8 meter. Pada gambar tersebut permukaan air sudah melampaui *river bank* sehingga terjadi limpasan di sisi kanan dan sisi kiri sungai. Ketinggian muka air pada bagian kiri sungai yaitu $\pm 0,5$ meter di atas *left bank*, sementara di bagian kanan sungai permukaan air berjarak $< 0,5$ meter di atas *right bank*



Gambar 4.28 Kondisi Stasiun Penampang SB2600 (Debit Max)

Gambar 4.28 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang SB2600 pada saat debit maksimum sebesar 42,97 mdpl dengan lebar aliran 72,1 meter. Pada gambar tersebut permukaan air tidak melampaui *river bank* sehingga tidak terjadi limpasan di bagian kiri dan kanan sungai.

2. Model Rencana Tanggul

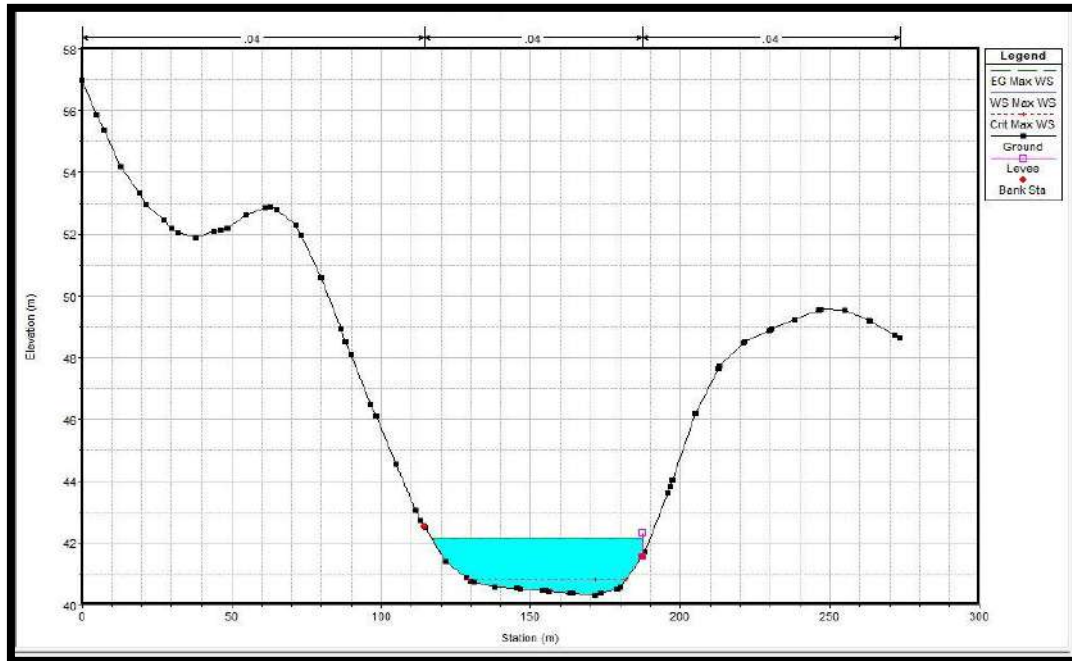
Pemodelan rencana tanggul dengan metode *run analysis* menggunakan program Infoworks River Simulation sebagai upaya untuk mencegah terjadinya luapan pada Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo ketika terjadi debit maksimum. Setelah diketahui tinggi muka air (TMA) pada saat terjadi *water surface maximal* (WS Max), selanjutnya dilakukan pemodelan tanggul (*leeves*) untuk mencegah luapan di sisi kiri dan kanan sungai. Berikut ini sebaran letak rencana model tanggul yang dibuat;

Tabel 4.30 Model Rencana Tanggul Wilayah Penelitian

No	Sungai (River)	Aliran hidrolik (Reach)	River Station	Stasiun Tanggul Kiri	Elevasi Tanggul Kiri (mdpl)	Stasiun Tanggul Kanan	Elevasi Tanggul Kanan (mdpl)
1	MataAllo	1	2600	120.34	48.62	-	-
2	MataAllo	1	2500	124.27	48.525		
3	MataAllo	1	2400	128.2	48.43	168.66	48.82
4	MataAllo	1	2300	130.815	48.375	172.295	48.51
5	MataAllo	1	2200	133.43	48.32	175.93	48.2
6	MataAllo	1	2100	128.72	48.51	192.125	48.21
7	MataAllo	1	2000	124.01	48.7	208.32	48.22
8	MataAllo	1	1900	134.91	48.175	197.19	47.935
9	MataAllo	1	1800	145.81	47.65	186.06	47.65
10	MataAllo	1	1700			184.155	47.26
11	MataAllo	1	1600	-	-	182.25	46.87
12	MataAllo	1	1500			179.655	46.605
13	MataAllo	1	1400	123.51	46.34	177.06	46.34
14	MataAllo	1	1300	121.755	45.97	180.645	45.97
15	MataAllo	1	1200	120	45.6	184.23	45.6
16	MataAllo	1	1100	117.495	45.3	183.39	45.3
17	MataAllo	1	1000	114.99	45	182.55	45
18	MataAllo	1	900	132.42	44.46	184.585	44.46
19	MataAllo	1	800	149.85	43.92	186.62	43.92
20	MataAllo	1	700	137.23	43.7	180.76	43.7
21	MataAllo	1	600	124.61	43.48	174.9	43.48
22	MataAllo	1	500	124.565	43.48	177.63	43.48
23	MataAllo	1	400	124.52	43.48	180.36	43.48
24	MataAllo	1	200	-	-	187.44	42.33
25	SaddangAtas	2	2600	155.61	46.7	280.03	46.7
26	SaddangAtas	2	2400	118.14	46.6	-	-
27	SaddangAtas	2	2200	151.83	46.54	-	-
28	SaddangAtas	2	2000	146.45	46.62	261.58	46.62
29	SaddangAtas	2	1800	94.21	46.84	197.67	46.84
30	SaddangAtas	2	1600	78.1	46.67	212.3	46.67
31	SaddangAtas	2	1400	105.5	46.58	223.35	46.58
32	SaddangAtas	2	1200	94.41	46.64	222.55	46.64
34	SaddangAtas	2	1000	59.3	46.57	205.99	46.57
35	SaddangAtas	2	800	86.11	46.61	184.86	46.61
36	SaddangAtas	2	600	147.07	46.61	213.91	46.61
37	SaddangAtas	2	400	135.27	46.66	212.48	46.66
38	SaddangAtas	2	200	-	-	-	-
39	SaddangDown	3	2600	-	-	-	-
40	SaddangDown	3	2400	88.69	43.01	-	-
41	SaddangDown	3	2200	100.42	42.91	194.59	42.91
42	SaddangDown	3	2000	67.09	42.88	186.61	42.88
43	SaddangDown	3	1800	61.96	42.89	197.31	42.89
44	SaddangDown	3	1600	111.03	42.82	211.99	42.82
45	SaddangDown	3	1400	104.92	42.81	230.72	42.81
46	SaddangDown	3	1200	37.36	43.1	190.67	43.1
47	SaddangDown	3	1000	150.77	43.25	271.43	43.25
48	SaddangDown	3	800	130.2	42.81	-	-
49	SaddangDown	3	600	108.32	42.65	-	-
50	SaddangDown	3	400	108.63	43.04	-	-

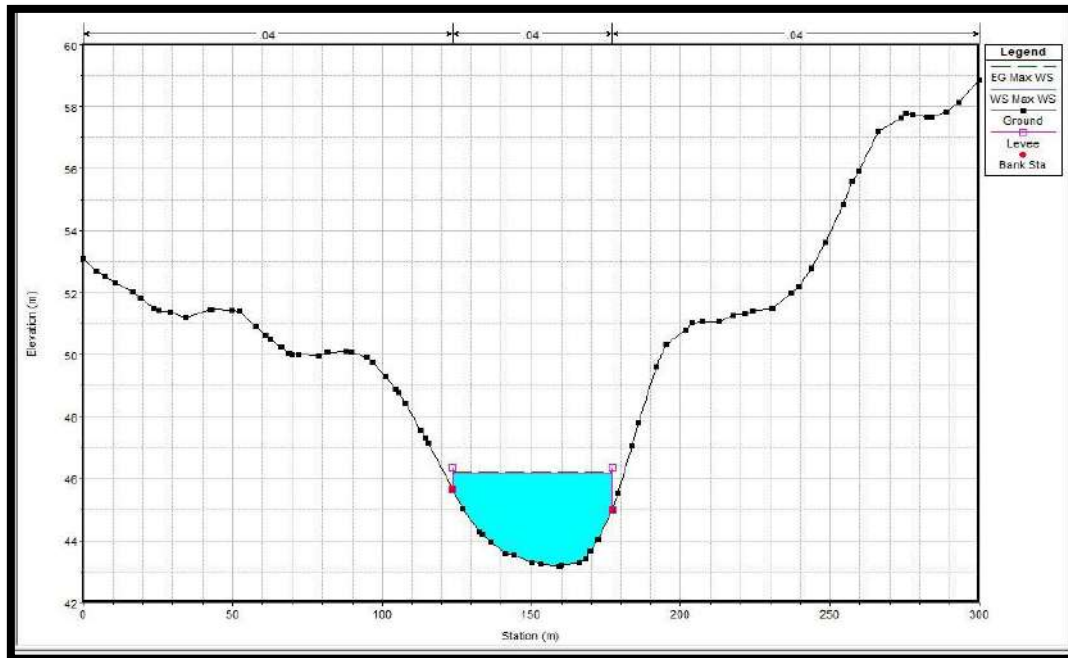
Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

Hasil *run analysis* pemodelan rencana tanggul menggunakan program Infoworks River Simulation dapat dilihat pada gambar di bawah ini;



Gambar 4.29 *Kondisi Stasiun Penampang MA200 (dengan Tanggul)*

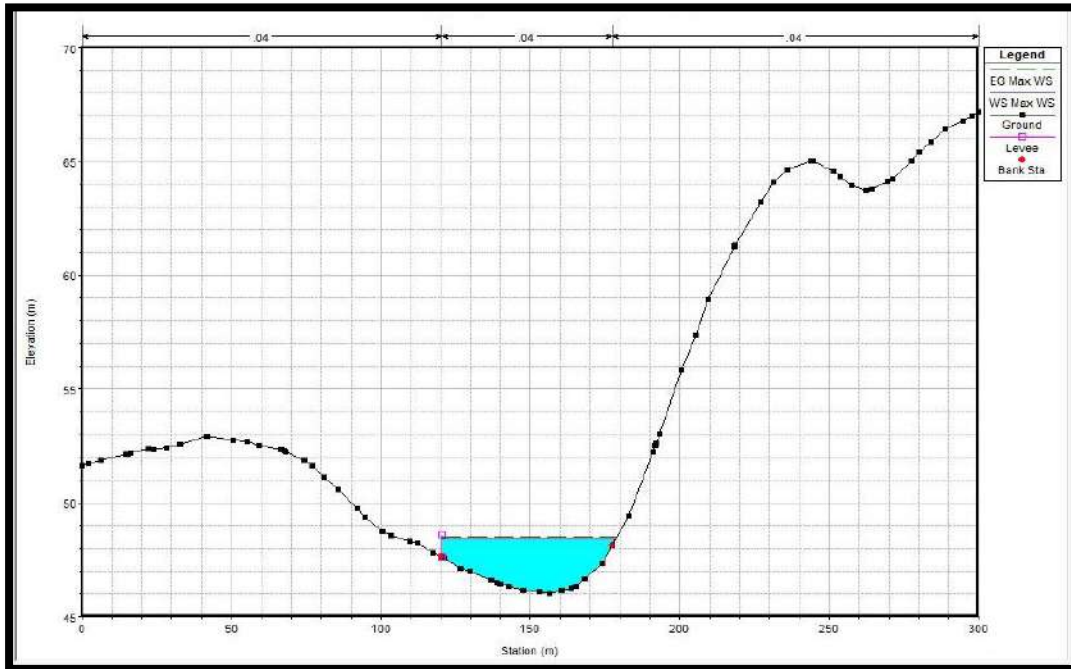
Gambar 4.29 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang MA200 pada saat debit maksimum. Perbedaannya dengan gambar penampang sebelumnya yaitu terdapat pembuatan model tanggul pada bagian *river bank*. Hasil *running* menunjukkan adanya kenaikan tinggi muka air pada penampang sungai setelah ditanggul. Ketinggian permukaan air pada penampang ini mencapai 42,17 mdpl dengan lebar aliran 70,6 meter. Untuk bagian sisi kiri sungai, permukaan air tidak mencapai *left bank* sehingga pada bagian ini tidak diberi tanggul.



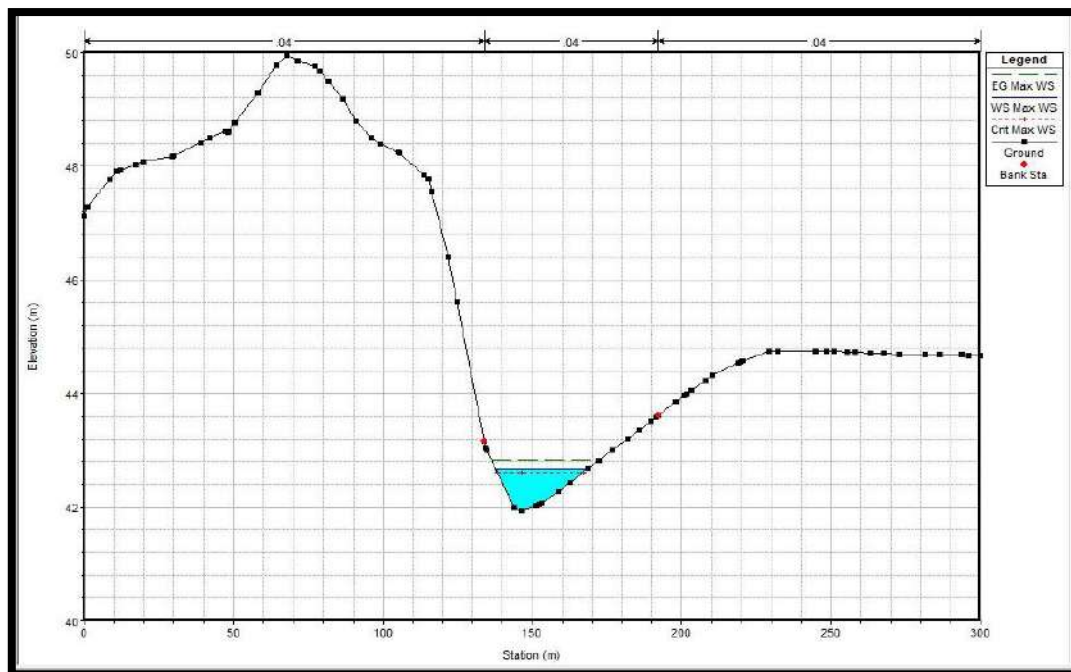
Gambar 4.30 Kondisi Stasiun Penampang MA1400 (dengan Tanggul)

Gambar 4.30 menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang MA1400 bertanggul pada saat debit maksimum sebesar 46,16 mdpl dengan lebar aliran 51,8 meter. Pada bagian *river bank* nampak permukaan air yang melampaui *left bank* dan *right bank* sehingga model rencana tanggul dibuat pada kedua sisi sungai.

Untuk Gambar 4.30 juga terjadi kenaikan tinggi muka air pada saat dilakukan *running* debit maksimum pada penampang sungai bertanggul. Hasilnya permukaan air melampaui *left bank* dengan ketinggian permukaan air mencapai 48,41 mdpl, sedangkan pada sisi kanan sungai permukaan air tidak melampaui *right bank* sehingga tidak diberi tanggul. Lebar aliran pada stasiun penampang ini yaitu 59,2 meter.



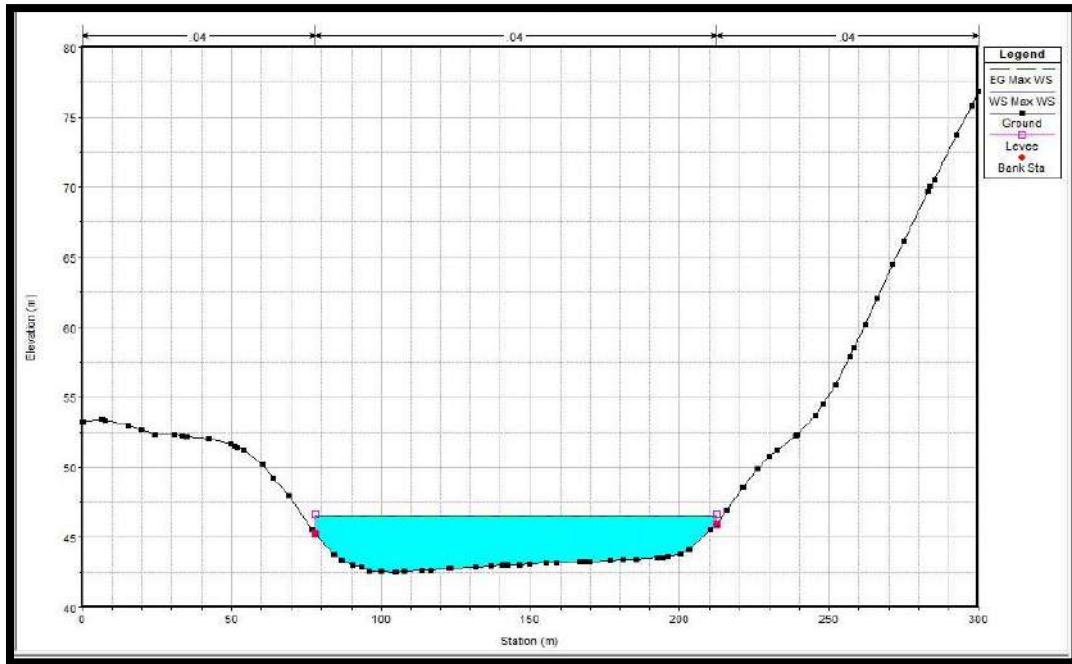
Gambar 4.31 Kondisi Stasiun Penampang MA2600 (dengan Tanggul)



Gambar 4.32 Kondisi Stasiun Penampang S200 (dengan Tanggul)

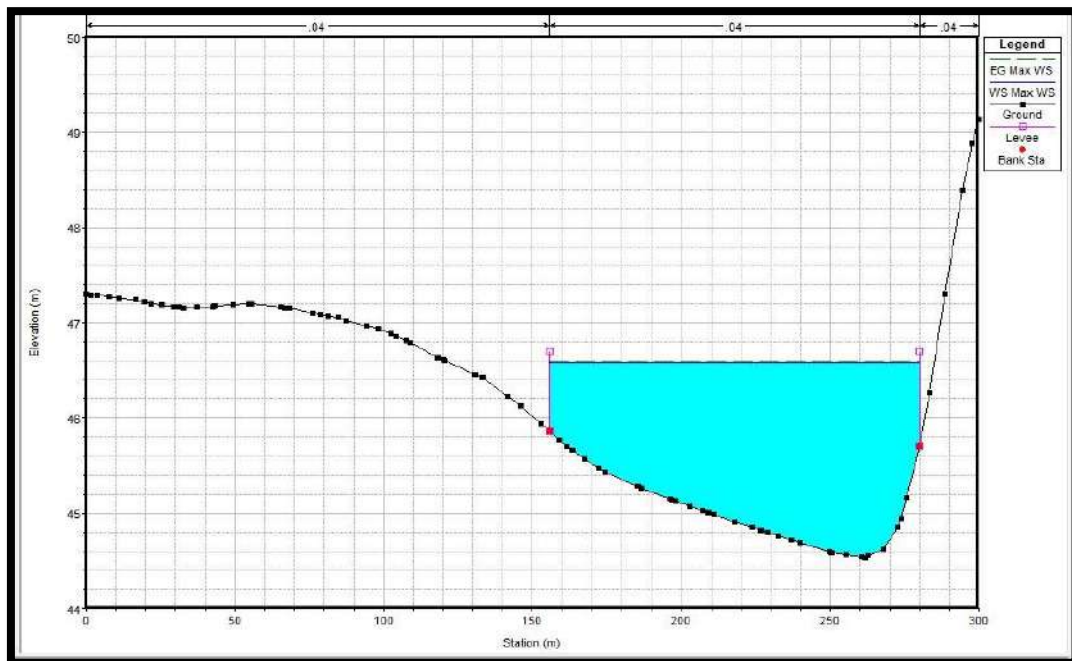
Gambar 4.32 menunjukkan kondisi stasiun penampang S200 pada saat dilakukan *running* debit maksimum penampang bertanggul. Tinggi muka air pada penampang ini 42,68 mdpl dengan lebar aliran 30,8 meter. Pada penampang ini tidak dibuat tanggul pada kedua

sisi sungai karena penampang masih dapat menampung debit air yang masuk atau dengan kata lain permukaan air tidak melampaui *river bank*.



Gambar 4.33 Kondisi Stasiun Penampang S1600 (dengan Tanggul)

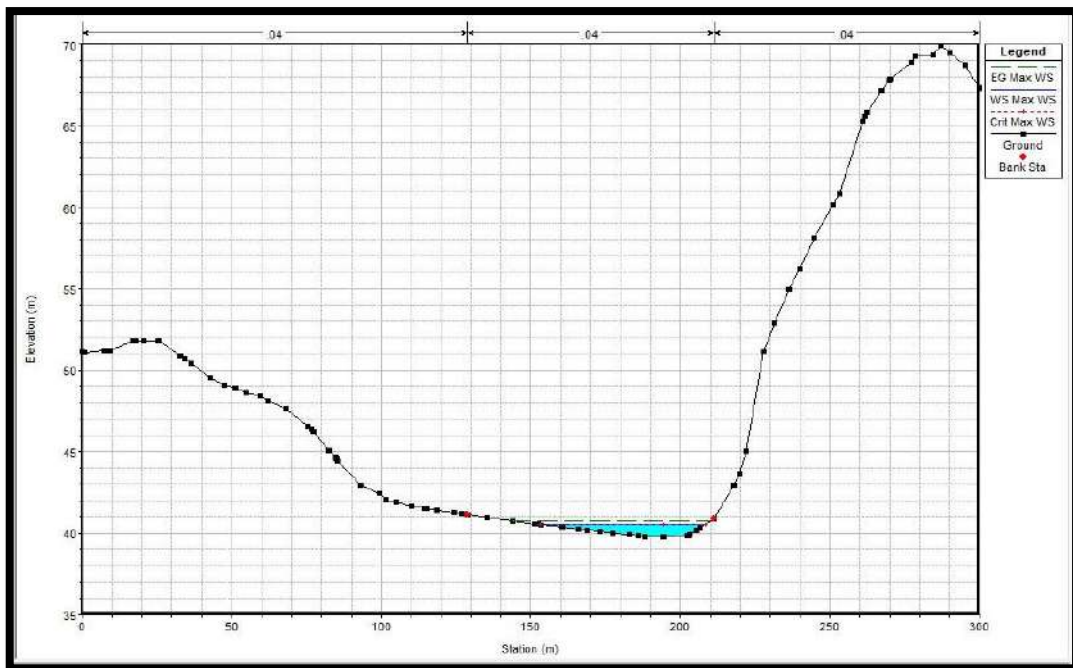
Gambar 4.33 di atas menunjukkan tinggi muka air pada stasiun penampang S1600 bertanggul pada saat debit maksimum sebesar 46,53 mdpl dengan lebar aliran 131 meter. Pada bagian *river bank* nampak permukaan air yang melampaui *left bank* dan *right bank* sehingga model rencana tanggul dibuat pada kedua sisi sungai.



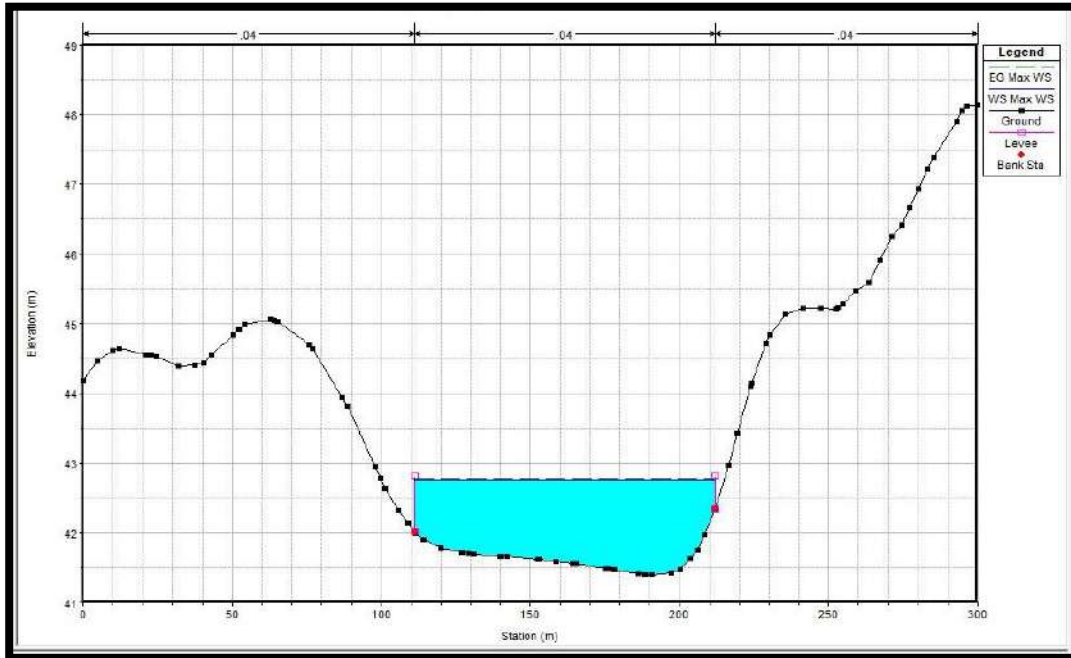
Gambar 4.34 Kondisi Stasiun Penampang S2600 (dengan Tanggul)

Gambar 4.34 adalah kondisi stasiun penampang S2600 pada saat dilakukan *running* debit maksimum penampang bertanggul. Tinggi muka air pada penampang ini 42,68 mdpl dengan lebar aliran 125 meter. Hasil *running* menunjukkan adanya kenaikan tinggi muka air setelah ditanggul sehingga kedalaman air juga bertambah. Pada penampang ini dibuat model rencana tanggul di kedua sisi sungai karena permukaan air melampaui *river bank*.

Untuk penampang sungai pada Gambar 4.35 juga terjadi kenaikan tinggi muka air pada saat dilakukan *running* debit maksimum pada penampang sungai bertanggul. Akan tetapi penambahan kedalaman air tidak begitu besar yakni hanya 0,06 meter. Tinggi muka air pada penampang ini yaitu 41,01 mdpl dengan lebar aliran 50,1 meter. Karena permukaan air tidak melampaui *river bank*, maka tidak dibuat rencana tanggul pada penampang ini

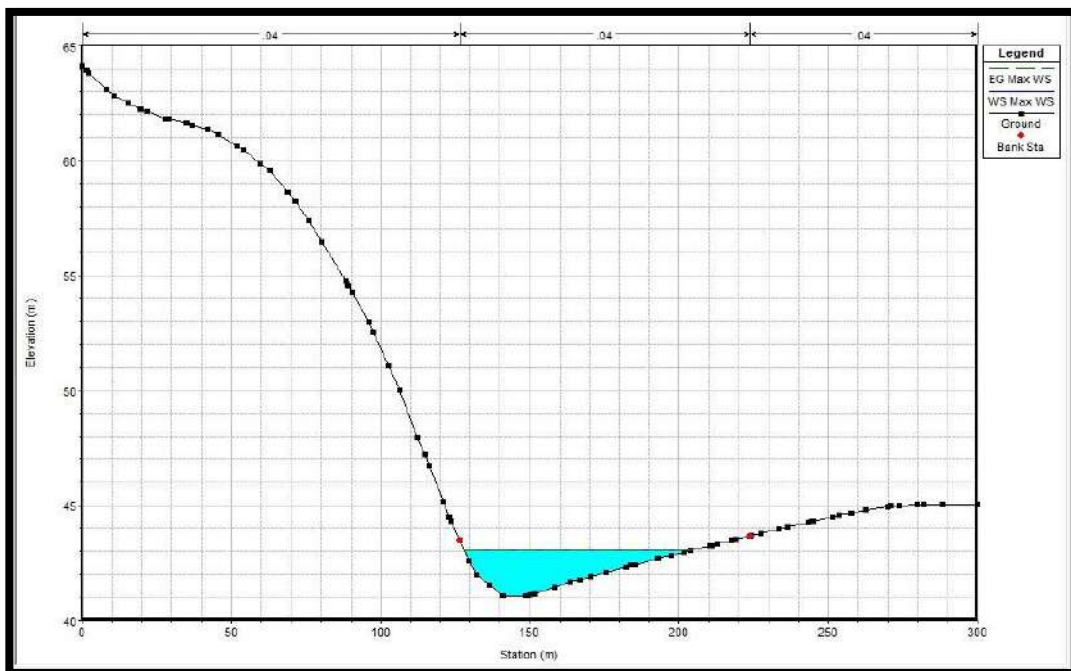


Gambar 4.35 *Kondisi Stasiun Penampang SB200 (dengan Tanggul)*



Gambar 4.36 Kondisi Stasiun Penampang SB1600 (dengan Tanggul)

Gambar 4.36 menunjukkan kondisi stasiun penampang SB1600 pada saat dilakukan *running* debit maksimum penampang bertanggul. Tinggi muka air pada penampang ini 42,76 mdpl dengan lebar aliran 100,05 meter. Pada penampang ini permukaan air melampaui *river bank* sehingga kedua sisi penampang sungai perlu ditanggul.



Gambar 4.36 Kondisi Stasiun Penampang SB2600 (dengan Tanggul)

Gambar 4.36 menunjukkan kondisi stasiun penampang SB2600 pada saat dilakukan *running* debit maksimum penampang bertanggul. Tinggi muka air pada penampang ini 43,04 mdpl dengan lebar aliran 73,3 meter. Pada penampang ini tidak dibuat tanggul pada kedua sisi sungai karena penampang masih dapat menampung debit air yang masuk atau dengan kata lain permukaan air tidak melampaui *river bank*.

Model tanggul yang dibuat pada sisi sungai menyebabkan kenaikan muka air di sepanjang penampang sungai. Berikut ini tabel kondisi masing masing penampang Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo setelah dilakukan *run analysis* dengan tanggul;

Tabel 4.31 Kenaikan Tinggi Muka Air

No.	Sungai (River)	Aliran Hidrolik (Reach)	Stasiun Penampang	Profile	Q Total (m ³ /s)	Tinggi Muka Air Minimum (mdpl)	Tinggi Muka Air Tanggul (mdpl)	Tinggi Muka Air Maksimum (mdpl)	Kenaikan Muka Air (m)
1	MataAllo	1	200	Max WS	27.86	40.31	42.17	41.24	0.93
2	MataAllo	1	300	Max WS	85.05	40.4	42.68	41.875	0.805
3	MataAllo	1	400	Max WS	142.24	40.49	43.19	42.51	0.68
4	MataAllo	1	500	Max WS	142.295	40.05	43.215	42.66	0.555
5	MataAllo	1	600	Max WS	142.35	39.61	43.24	42.81	0.43
6	MataAllo	1	700	Max WS	142.445	40.77	43.42	43.195	0.225
7	MataAllo	1	800	Max WS	142.54	41.93	43.6	43.58	0.02
8	MataAllo	1	899.5	Max WS	142.655	42.405	44.29	44.05	0.24
9	MataAllo	1	999	Max WS	142.77	42.88	44.98	44.52	0.46
10	MataAllo	1	1099.5	Max WS	143.05	43.46	45.21	44.86	0.35
11	MataAllo	1	1200	Max WS	143.33	44.04	45.44	45.2	0.24
12	MataAllo	1	1300	Max WS	143.58	43.6	45.8	45.65	0.15
13	MataAllo	1	1400	Max WS	143.83	43.16	46.16	46.1	0.06
14	MataAllo	1	1500	Max WS	143.92	43.755	46.35	46.25	0.1
15	MataAllo	1	1600	Max WS	144.01	44.35	46.54	46.4	0.14
16	MataAllo	1	1700	Max WS	144.12	44.895	47.01	46.82	0.19
17	MataAllo	1	1800	Max WS	144.23	45.44	47.48	47.24	0.24
18	MataAllo	1	1900	Max WS	144.315	44.76	47.77	47.515	0.255
19	MataAllo	1	2000	Max WS	144.4	44.08	48.06	47.79	0.27
20	MataAllo	1	2100	Max WS	144.875	44.52	48.085	47.81	0.275
21	MataAllo	1	2200	Max WS	145.35	44.96	48.11	47.83	0.28
22	MataAllo	1	2300	Max WS	145.98	44.16	48.195	47.895	0.3
23	MataAllo	1	2400	Max WS	146.61	43.36	48.28	47.96	0.32
24	MataAllo	1	2600	Max WS	147.99	46.02	48.41	48.11	0.30
25	SaddangAtas	2	200	Max WS	22.18	41.94	42.68	42.68	0.00
26	SaddangAtas	2	400	Max WS	37.44	42.68	46.53	46.27	0.26
27	SaddangAtas	2	600	Max WS	37.47	42.88	46.53	46.27	0.26
28	SaddangAtas	2	800	Max WS	37.49	43.42	46.53	46.27	0.26
29	SaddangAtas	2	1000	Max WS	37.79	40.88	46.53	46.27	0.26
30	SaddangAtas	2	1200	Max WS	37.83	42.64	46.53	46.27	0.26
31	SaddangAtas	2	1400	Max WS	37.85	42.49	46.53	46.27	0.26
32	SaddangAtas	2	1600	Max WS	37.85	42.53	46.53	46.27	0.26
33	SaddangAtas	2	1800	Max WS	38.27	41.78	46.53	46.27	0.26
34	SaddangAtas	2	2000	Max WS	38.3	42.99	46.53	46.27	0.26
35	SaddangAtas	2	2200	Max WS	39.85	44.28	46.53	46.28	0.25
36	SaddangAtas	2	2400	Max WS	50.16	43.3	46.55	46.29	0.26
37	SaddangAtas	2	2600	Max WS	90.04	44.53	46.58	46.39	0.19
38	SaddangDown	3	200	Max WS	53.85	39.75	41.01	40.55	0.06
39	SaddangDown	3	400	Max WS	57.02	39.79	42.4	42.39	0.01
40	SaddangDown	3	600	Max WS	57.07	40.6	42.45	42.43	0.02

41	SaddangDown	3	800	Max WS	57.23	40.65	42.59	42.52	0,07
42	SaddangDown	3	1000	Max WS	53.85	38.2	42.73	42.55	0,18
43	SaddangDown	3	1200	Max WS	53.85	38.31	42.73	42.55	0,18
44	SaddangDown	3	1400	Max WS	53.85	40	42.73	42.55	0,18
45	SaddangDown	3	1600	Max WS	53.85	41.4	42.76	42.6	0,16
46	SaddangDown	3	1800	Max WS	54.58	41.56	42.81	42.68	0,13
47	SaddangDown	3	2000	Max WS	54.66	40.26	42.84	42.72	0,12
48	SaddangDown	3	2200	Max WS	54.46	40.85	42.85	42.73	0,12
49	SaddangDown	3	2400	Max WS	53.85	41.09	42.91	42.81	0,10
50	SaddangDown	3	2600	Max WS	53.85	41.05	43.04	42.97	0,07

Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

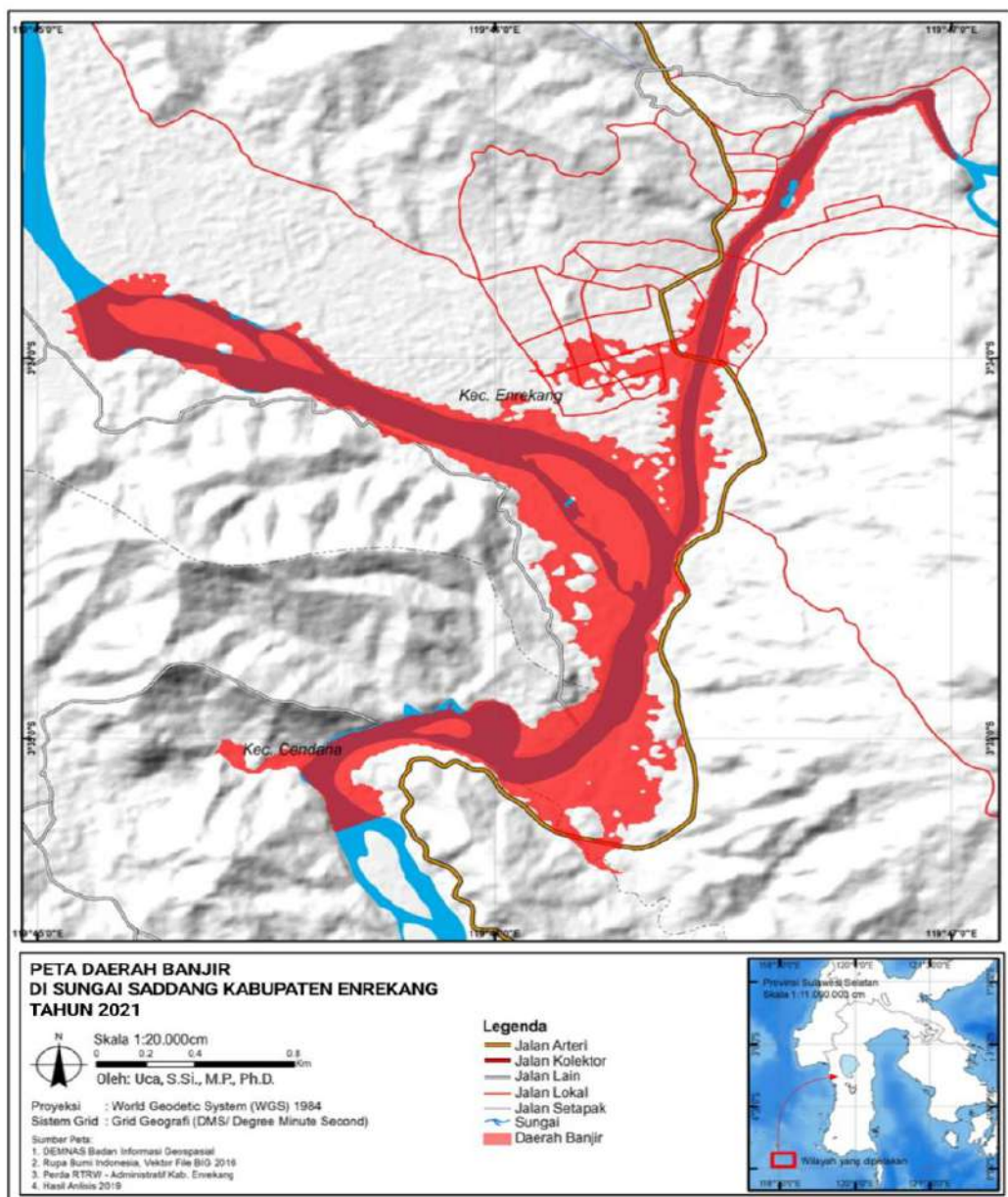
Tabel 4.32 Rencana Tinggi Tanggul

No	River Sta	levees Elev (mdpl)		Bank Elev (mdpl)		Tinggi Tanggul (m)	
		Left	Right	Left	Right	Left	Right
1	Mata Allo 200	-	42.33	42.4	41.5	-	0.83
2			42.905	41.9	41.35		1.555
3	Mata Allo 400	43.48	43.48	41.4	41.2	2.08	2.28
4		43.48	43.48	40.85	40.7	2.63	2.78
5	Mata Allo 600	43.48	43.48	40.3	40.2	3.18	3.28
6		43.7	43.7	41.55	41.55	2.15	2.15
7	Mata Allo 800	43.92	43.92	42.8	42.9	1.12	1.02
8		44.46	44.46	43.2	43.2	1.26	1.26
9	Mata Allo 1000	45	45	43.6	43.5	1.4	1.5
10		45.3	45.3	44.3	44.15	1	1.15
11	Mata Allo 1200	45.6	45.6	45	44.8	0.6	0.8
12		45.97	45.97	45.3	44.9	0.67	1.07
13	Mata Allo 1400	46.34	46.34	45.6	45	0.74	1.34
14			46.605	46.2	45.5		1.105
15	Mata Allo 1600	-	46.87	46.8	46	-	0.87
16			47.26	46.9	46.15		1.11
17	Mata Allo 1800	47.65	47.65	47	46.3	0.65	1.35
18		48.18	47.94	46.85	46.20	1.33	1.74
19	Mata Allo 2000	48.7	48.22	46.7	46.1	2	2.12
20		48.51	48.21	46.75	46.15	1.76	2.06
21	Mata Allo 2200	48.32	48.2	46.8	46.2	1.52	2
22		48.375	48.51	45.9	47.1	2.475	1.41
23	Mata Allo 2400	48.43	48.82	45	48	3.43	0.82
24	Mata Allo 2600	48.62	-	47.8	48	0.82	-
25	Saddang Atas 200	-	-	43.2	43.6	-	-
26	Saddang Atas 400	46.66		43.7	43.7	2.96	-
27	Saddang Atas 600	46.61	46.66	44.1	44.4	2.51	2.26
28	Saddang Atas 800	46.61	46.61	44	44.1	2.61	2.51
29	Saddang Atas 1.000	46.57	46.57	43.6	44	2.97	2.57
30	Saddang Atas 1.200	46.64	46.64	43.8	43.8	2.84	2.84
31	Saddang Atas 1.400	46.58	46.58	43.6	43.8	2.98	2.78
32	Saddang Atas 1.600	46.67	46.67	45	46	1.67	0.67
33	Saddang Atas 1.800	46.84	46.84	46	45.5	0.84	1.34
34	Saddang Atas 2000	46.62	46.62	45.8	45.2	0.82	1.42
35	Saddang Atas 2200	46.54	-	45.9	46.4	0.64	-
36	Saddang Atas 2400	46.6	-	46	46.2	0.6	-
37	Saddang Atas 2600	46.7	46.7	45.8	45.7	0.9	1
38	Saddang Bawah 200	-	-	41	41	-	-
39	Saddang Bawah 400	43.04	-	41	49.5	2.04	-

40	Saddang Bawah 600	42.65	-	41.9	44	0.75	-
41	Saddang Bawah 800	42.81	-	42	45.8	0.81	-
42	Saddang Bawah 1000	43.25	43.25	40	41.8	3.25	1.45
43	Saddang Bawah 1200	43.1	43.1	40	40.8	3.1	2.3
44	Saddang Bawah 1400	42.81	42.81	40.4	40.7	2.41	2.11
45	Saddang Bawah 1600	42.82	43.82	42	42.8	0.82	1.02
46	Saddang Bawah 1800	42.89	42.89	42.4	42.6	0.49	0.29
47	Saddang Bawah 2000	42.88	42.88	42	41.2	0.88	1.68
48	Saddang Bawah 2200	42.91	42.91	42	41.5	0.91	1.41
49	Saddang Bawah 2400	43.01	-	42.5	43.1	0.51	-
50	Saddang Bawah 2600	-	-	43.5	43.7	-	-

Sumber: Hasil Olah Data Tahun 2021

Mata Allo



Gambar 4.30 Peta Sebaran Banjir di Sekitar Wilayah Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo

Gambar 4.30 merupakan sebaran wilayah di sekitar Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo yang mengalami banjir setelah dilakukan running debit maksimum menggunakan Infoworks River Simulation. Hasil analisis menunjukkan adanya luapan banjir di sisi kiri dan sisi kanan sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.

1. Analisis Kenaikan Tinggi Muka Air Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo Tanpa Tanggul

Penambahan volume debit air yang masuk pada Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo secara terus menerus menyebabkan saluran sungai tidak dapat menampung debit air yang masuk. Dalam penelitian ini luapan air Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo dapat dilihat setelah dilakukan *run analysis* debit maksimum menggunakan program Infoworks River Simulation. Adapun data berupa Data debit yang diperoleh menggunakan rumus manning, selanjutnya ditingkatkan sebanyak 15 kali pada saat melakukan simulasi banjir dengan metode *run analysis*. Setelah data debit dan data model *cross section* sejumlah 39 titik diinput, maka selanjutnya dimasukkan nilai koefisien kekasaran (n) manning. Karena sungai yang dijadikan sebagai lokasi penelitian merupakan sungai alami maka penentuan nilai koefisien kekasaran (n) manning mengacu kepada *HEC-RAS Hydrolic Reference Manual for n Manning Value*. Koefisien yang digunakan senilai 0,04 dengan asumsi sungai bersih berluk, berceruk, bertebing dengan tanaman pengganggu dan bebatuan, tidak terisi penuh, banyak kemiringan dan penampang tidak beraturan.

Luapan banjir pada lahan di sisi kiri dan kanan yang dilalui oleh Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada Gambar 4.30 menunjukkan bahwa secara keseluruhan terjadi kenaikan tinggi muka air pada semua penampang sungai yang digunakan dalam pemodelan pada saat diberi input debit melebihi kondisi normal (debit max). Pada stasiun penampang MA200 ketinggian permukaan air pada saat dilakukan simulasi debit maksimum meningkat dari 40,31 mdpl menjadi 41,24 mdpl. Kenaikan tinggi muka air sebesar 0,93 meter. Ketinggian muka air pada stasiun penampang MA1400 meningkat sebesar 2,94 meter yakni dari 43,16 mdpl menjadi 46,10 mdpl. Ketinggian muka air juga meningkat pada stasiun penampang MA2600 sebesar 2,09 meter yakni dari 46,02 mdpl menjadi 48,11 mdpl.

Kenaikan tinggi muka air tidak hanya terjadi pada stasiun penampang Mata Allo (MA). Pada stasiun penampang Saddang 200 (S200) terjadi kenaikan tinggi muka air dari 41,94 mdpl menjadi 42,68 mdpl. Tinggi muka air pada stasiun ini meningkat sebesar 0,74 meter. Pada stasiun penampang S1600 ketinggian muka air pada saat debit minimum yaitu

42,53 mdpl. Ketika debit maksimum ketinggian muka air pada stasiun ini yaitu 46,27 mdpl. Kenaikan tinggi muka air pada stasiun S1600 sebesar 3,47 meter. Adapun untuk stasiun penampang S2600 ketinggian muka air meningkat dari 44,53 mdpl menjadi 46,39 mdpl atau setara dengan 1,86 meter.

Tinggi muka air juga mengalami kenaikan pada stasiun penampang Saddang Bawah. Pada stasiun Saddang Bawah 200 (SB200) mengalami kenaikan tinggi muka air sebesar 0,8 meter yakni dari 39,75 mdpl meningkat menjadi 40,55 mdpl. Ketinggian muka air untuk stasiun penampang SB1600 pada saat debit maksimum mencapai 42,60 mdpl sedangkan pada saat debit minimum ketinggiannya 41,40 mdpl. Hal tersebut menunjukkan bahwa tinggi muka air pada stasiun ini meningkat sebesar 1,2 meter. Untuk stasiun penampang SB2600 terjadi kenaikan tinggi muka air sebesar 1,92 meter. Ketinggian muka air yang awalnya hanya 41,05 mdpl meningkat menjadi 42,97 mdpl pada saat debit maksimum.

Selain beberapa stasiun penampang di atas terdapat penampang lain yang memiliki kenaikan tinggi muka air lebih dari 3 meter (> 3 meter), diantaranya yaitu stasiun penampang MA600, MA2000, MA2400, S200, S400, S1000, S1400, S1600, S1800, S2000, SB 1000 dan SB 1200. Kenaikan tinggi muka air yang paling besar terdapat pada stasiun penampang S1000 yakni sebesar 5,39 meter. Adapun kenaikan tinggi muka air untuk stasiun penampang yang tidak disebutkan di atas ialah kurang dari 3 meter (< 3 meter). Angka kenaikan muka air paling kecil terdapat pada stasiun penampang SB200 yaitu senilai 0,8 meter.

2. Analisis Kenaikan Tinggi Muka Air Sungai Saddang dengan Tanggul

Perencanaan tanggul dibuat sebagai upaya pencegahan agar tidak terjadi luapan sungai Saddang pada saat debit maksimal. Usaha ini dimaksudkan agar air banjir senantiasa berada di dalam sungai dan menghindari terjadinya luapan banjir melalui sistem pengendalian banjir.

Perencanaan model tanggul di sisi kiri dan kanan Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo mengakibatkan adanya kenaikan tinggi muka air pada setiap penampang. Untuk stasiun penampang MA200 terjadi kenaikan tinggi muka air sebesar 0,93 meter terhadap tinggi muka air debit maksimal setelah dilakukan *running analysis* penampang dengan tanggul menggunakan program Infoworks River Simulation. Tinggi muka air pada stasiun penampang MA200 sebelum ditanggul yaitu 41,24 mdpl kemudian meningkat menjadi 42,17 mdpl setelah ditanggul.. Kenaikan tinggi muka air juga terjadi pada penampang yang lain seperti pada stasiun penampang MA1400 (0,06 meter), stasiun penampang MA2600 (0,3 meter), stasiun penampang S1600 (0,26 meter), S2600 (0,19 meter), SB1000 (0,18 meter).

Kenaikan tinggi muka air yang paling besar pada penampang sungai setelah ditanggul terhadap *water surface maximum* terdapat pada stasiun penampang MA200 yaitu senilai 0,93 meter. Sedangkan kenaikan air yang paling kecil terdapat pada stasiun penampang SB400 yaitu senilai 0,01 meter.

Perencanaan model tanggul pada sisi kiri dan kanan sungai harus mempertimbangkan perkiraan kenaikan tinggi muka air setelah tanggul dibangun. Kenaikan tinggi muka air diperoleh berdasarkan selisih antara *levees elevation* dengan *bank elevation*. Rencana tanggul yang terdapat pada tabel 4.6 menunjukkan kenaikan tinggi muka air maksimum pada penampang pada saat ditanggul. Dengan kata lain perencanaan tinggi tanggul sekurang kurangnya harus lebih tinggi dari kenaikan tinggi muka air tersebut.

Kenaikan tinggi muka air pada stasiun penampang SB1000 setelah ditanggul sebesar 3.25 meter di sisi kiri sungai dan sebesar 1.45 meter di sisi kanan sungai. Stasiun penampang SB1000 merupakan stasiun dengan kenaikan tinggi muka air paling besar setelah dilakukan pemodelan tanggul. Faktor yang menyebabkan tingginya kenaikan muka air pada stasiun ini yaitu penampang terletak pada wilayah yang sangat landai. Rasio sinousitas aliran sungai pada wilayah ini sebesar 1,5. Dengan kata lain tingkat perkembangan kelengkungan aliran sungai sudah berupa meandering. Pada wilayah ini dijumpai sungai yang berkelok-kelok sehingga aliran air yang melewati penampang ini sangat lambat.

Untuk beberapa bagian penampang sungai tidak direncanakan pemodelan tanggul. Hal tersebut dikarenakan konfigurasi penampang sungai yang masih mampu menahan debit air yang masuk bahkan pada saat terjadi debit maksimal. Misalnya yang terdapat pada stasiun penampang S200, SB200 dan SB2600. Pada stasiun tersebut ketinggian muka air maksimum tidak mencapai *river bank* sehingga pemodelan tanggul tidak diperlukan.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Luaran Wajib 1 Dokumen Pendaftaran Hak Cipta

Status : Terbit Sertifikat


REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202155929, 18 Oktober 2021

Pencipta

Nama : Uca S.Si, MP, Ph.D., Dr, Mustari S. Lamada, S.Pd., M.T. dkk
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90222
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90222
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Peta
Judul Ciptaan : PEMETAAN DAN ZONASI DAERAH RAWAN GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN INDEKS KEBASAHAN TOPOGRAFI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX) DAERAH ALIRAN SUNGAI MATA ALLO

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 September 2021, di Makassar

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000286853

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri


Dr. Syarifuddin, S.T., M.H.
NIP.197112182002121001

Diselaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



Luaran Wajib 2 Dokumen Pendaftaran Hak Cipta

Status : Menunggu Approval

FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN CIPTAAN

DATA PERMOHONAN	
Nomor Pengajuan	EC00202164419
Tanggal Pengajuan	15-11-2021
Jenis Ciptaan	PETA
Judul Ciptaan	Pemodelan Struktural Daerah Rawan Banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang
Tanggal dan Tempat Diumumkan Pertama Kali	Makassar, 2021-10-01

PENCIPTA		
Nama Pencipta	Alamat Kantor	Kebangsaan
<ul style="list-style-type: none">• Uca S.Si, MP, Ph.D.• Dr. Mustari S. Lamada, S.Pd., M.T.• Dr. Moh. Ahsan S. Manra, S.T.	Jln. A.P.Pettarani, Makassar	Indonesia

PEMEGANG HAK CIPTA		
Nama Ketua	Alamat Kantor	Kebangsaan
Universitas Negeri Makassar	Jln. A.P.Pettarani, Makassar	Indonesia

Biaya Pendaftaran	Status
IDR 500.000	Menunggu Approval

Jakarta, 15-11-2021

Pemohon/Kuasa

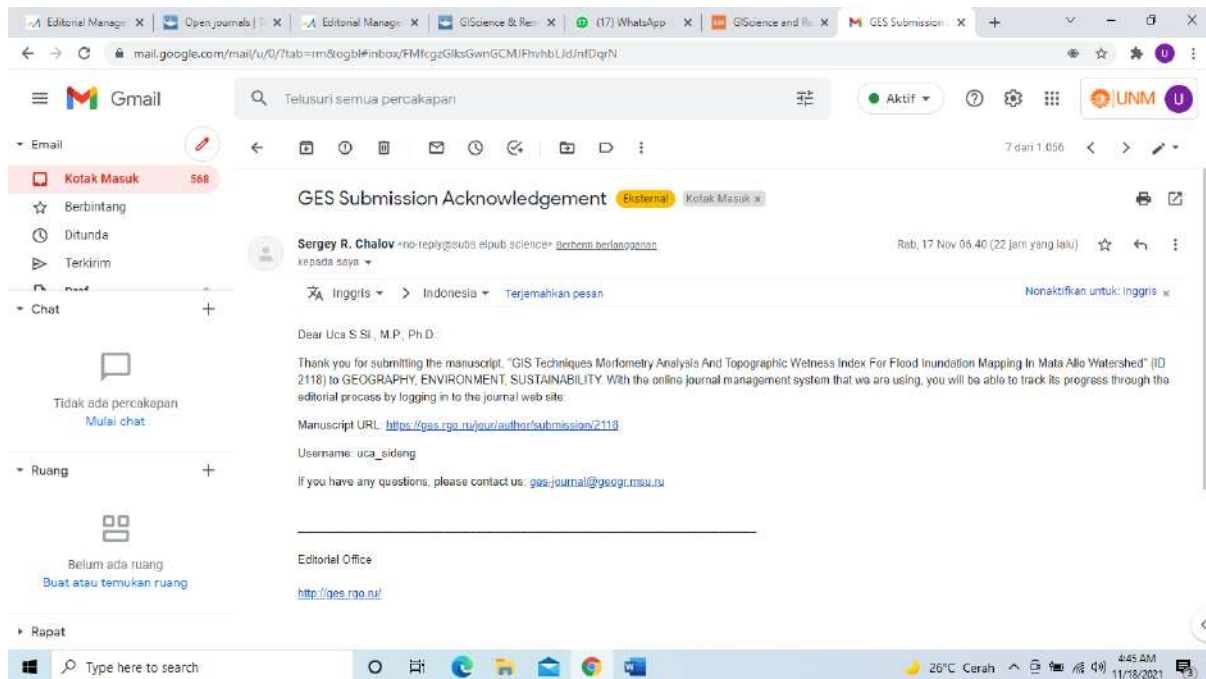


LP2M Universitas Negeri Makassar

Catatan: Jika dalam jangka waktu 5(lima) hari kerja belum mendapatkan surat pencatatan ciptaan, agar menghubungi email: permohonan.ciptadesain@djip.go.id



Luaran Tambahan: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi
Status: Submit.



Luaran wajib pada penelitian ini adalah Hak Cipta Peta. PETA ZONASI DAERAH RAWAN GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN INDEKS KEBASAHAN TOPOGRAFI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX) DAERAH ALIRAN SUNGAI MATA ALLO. Status ketercapaian telah terbit SURAT PENCATATAN CIPTAAN, Nomor pencatatan: 000286853, Tanggal: 1 September 2021. Sedangkan Peta Kawasan Banjir Bagian I, Sungai Saddang dan Mata Allo Menggunakan HEC-RAS, Infowork River Simulation dan ArcGis, sementara menunggu sertifikasi Hak Cipta dengan Judul: Pemodelan Struktural Daerah Rawan Banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang. Luaran Tambahan berupa Jurnal Internasional bereputasi sudah di submit di Jurnal: Geography Environment Sustainability.

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

Peran mitra pada penelitian ini adalah dalam bentuk In-kind. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Enrekang membantu menyiapkan Perahu dan 1 orang tenaga lapangan untuk menelusuri dan mengukur parameter penampang melintang sungai, kedalaman sungai dan lebar sungai. Di samping itu juga membantu memberikan data kejadian Bencana Alam Kabupaten Enrekang Mulai Tahun 2014 sampai 2020 (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1pB75GLHg3lyh4fCjtFNEHM8EVopqvwzq/edit?usp=sharing&oid=100142874966910029674&rtpof=true&sd=true>) bisa di buka di link ini . Demikian juga dengan BAPPEDA membantu memberikan data sekunder berupa data Geologi, Penggunaan Lahan, data Curah hujan serta bersedia menjadikan hasil penelitian sebagai bahan masukan untuk membuat perencanaan dan menyusun kebijakan penanggulangan bencana alam di Kabupaten Enrekang berkerja sama dengan BNPB untuk mitigasi bencana banjir di Kabupaten Enrekang.



Gambar 1. Mengukur kedalaman, lebar, dan kecepatan aliran Sungai Saddang, 2021



Gambar 2. Banjir besar melanda Ibukota Kabupaten Enrekang Tahun 2019.

F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Pada awal bulan Mei mulai turun ke lapangan mengukur kedalaman aliran, kecepatan arus sungai, penampang melintang sungai, tetapi mengalami kendala karena memasuki musim hujan, sehingga arus sangat kuat, sehingga beresiko untuk keselamatan jiwa peneliti dan anggota tim peneliti, kalau mau di paksakan untuk turun mengukur karena sungai besar, arus kuat dan debit sangat besar. Beberapa kendala yang dihadapi adalah pada saat pengukuran arus sungai terlalu deras, keruh sehingga mengalami kesulitan mengukur kedalaman menggunakan fisfender. Dengan demikian nanti di awal Juli 2021 baru memungkinkan untuk turun mengambil data. Kendala tersebut berimbas pada keterlembatan memperoleh data, yang juga berimbas pada pemenuhan luaran tambahan berupa Jurnal Internasional bereputasi.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

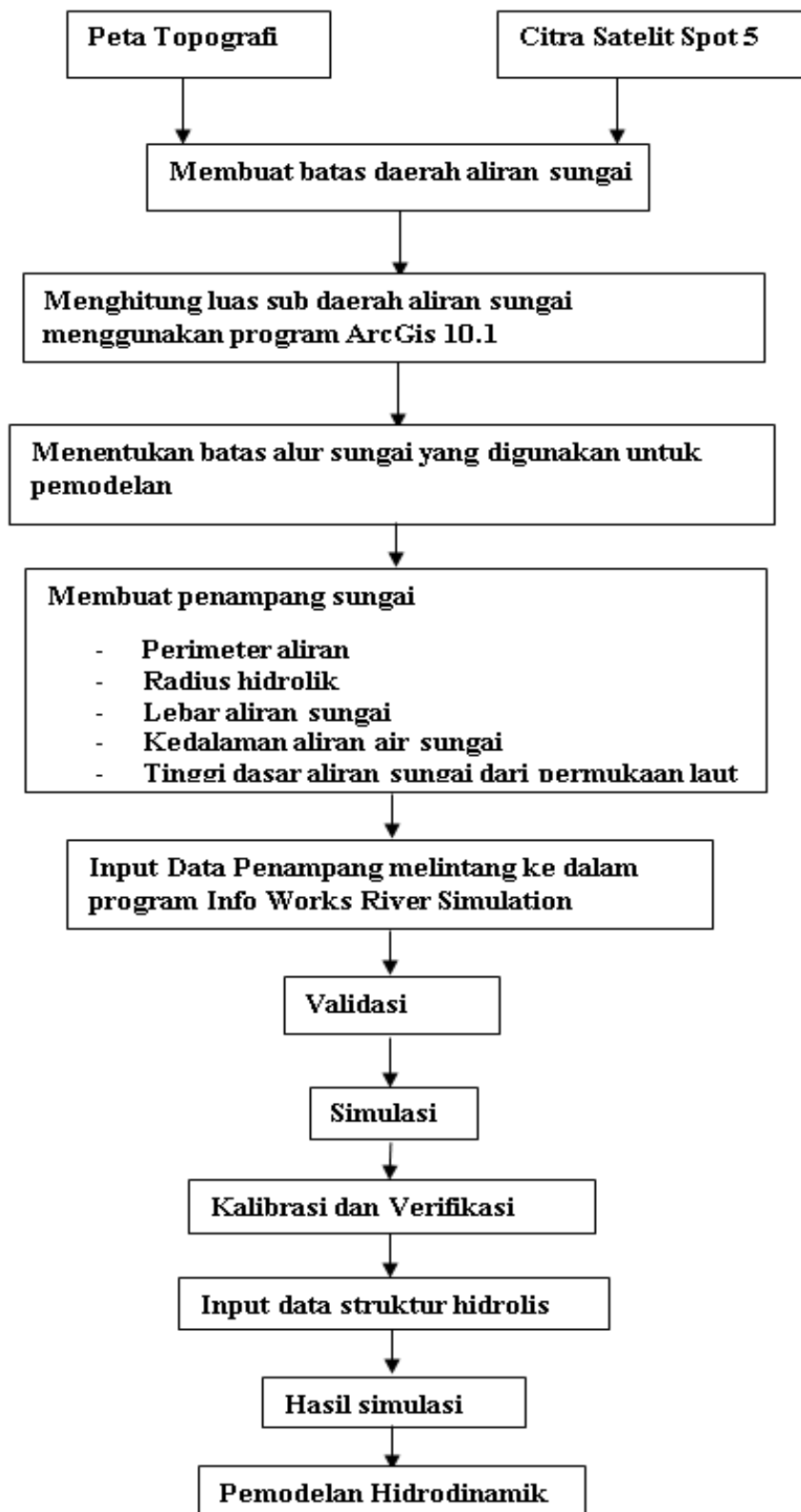
A. Rencana penelitian di TAHUN KEDUA adalah:

1. Mengukur kemiringan aliran, kedalaman sungai, lebar sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada titik penampang melintang sungai. Titik penampang akan di mulai dari titik 51 sampai dengan titik panampang melintang 100. Jarak setiap titik penampang sebesar 500 meter, sehingga jarak yang diambil 25, kilometer. Hal ini dilakukan karena topografi Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo di dominasi oleh bukit dan pegunungan.
2. Menghitung luas penampang basah dan perimeter Sungai Saddang dan Mata Allo sebanyak 50 titik pada pada setiap jarak 500 meter (Total Jarak 25 km).
3. Menghitung debit aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada titik panampang melintang 50 sampai dengan titik 100.
4. Membuat model mitigasi struktural banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo, dengan cara menggabungkan data pada tahun Pertama (2021) dan data pada tahun 2022.
5. Membuat Peta Kerawanan Banjir Hasil Pemodelan dengan cara menggabungkan Data Tahun I dan data Tahun II, sepanjang 50 km.
6. Membuat Jurnal Kedua untuk di terbitkan di Jurnal Internasional bereputasi yang terindeks Scopus pada Quartil Q2 (*Accepted*)
7. Melanjutkan membuat Buku Ajar dengan cara menambahn data dan materi Draf Buku Ajar di Tahun I.

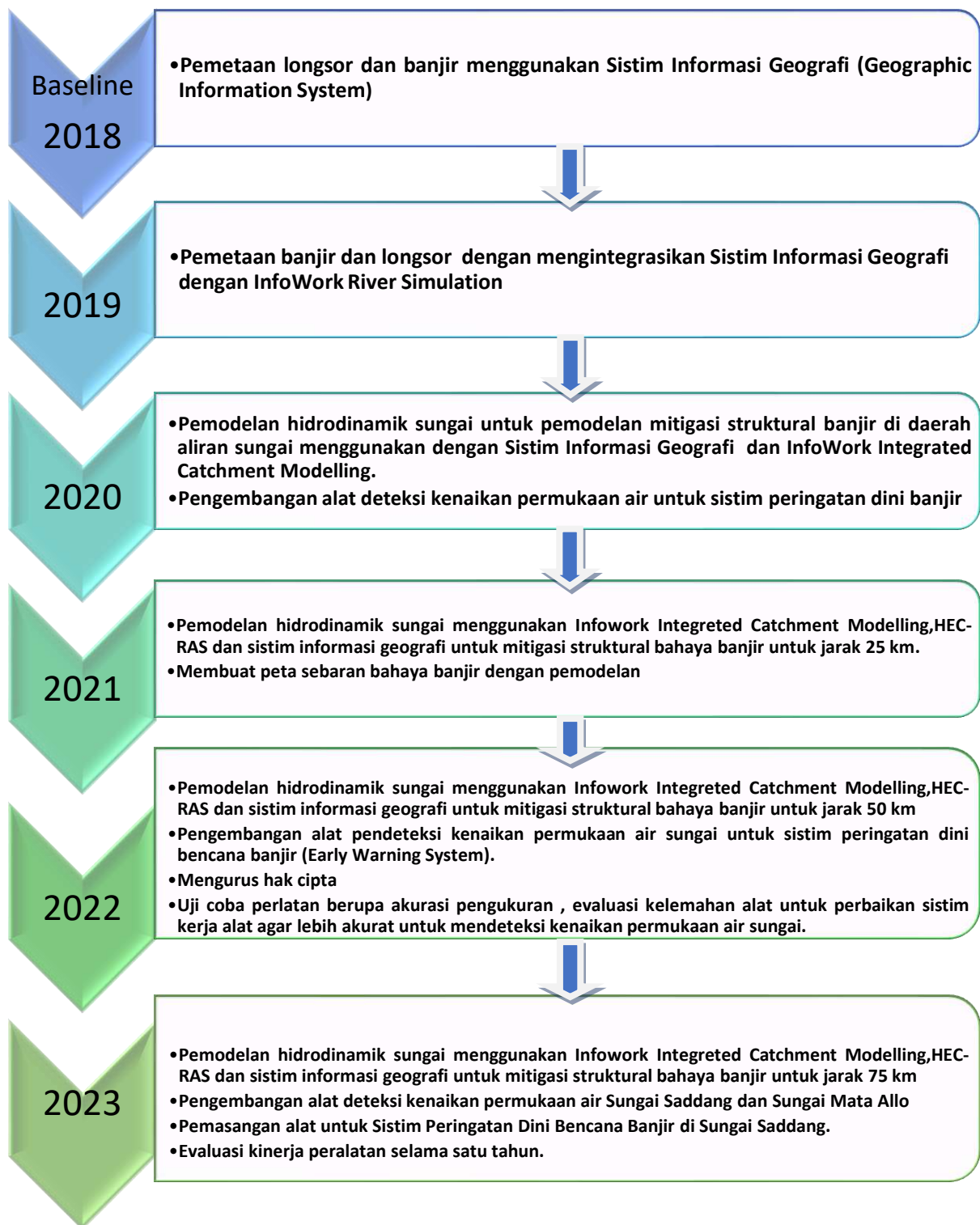
B. Rencana Penelitian TAHUN KETIGA adalah:

1. Mengukur kemiringan aliran, kedalaman sungai, lebar sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada titik penampang melintang sungai. Titik penampang akan di mulai dari titik 101 sampai dengan titik panampang melintang 150. Jarak setiap titik penampang sebesar 500 meter, sehingga jarak yang diambil 25, kilometer. Hal ini dilakukan karena topografi Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo di dominasi oleh bukit dan pegunungan.

2. Menghitung luas penampang basah dan perimeter Sungai Saddang dan Mata Allo sebanyak 101 titik pada setiap jarak 500 meter (Total Jarak 25 km).
3. Menghitung debit aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada titik penampang melintang 101 sampai dengan titik 150.
4. Membuat model mitigasi struktural banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo, dengan cara menggabungkan data pada tahun Pertama (2021), data tahun KEDUA (2020) dan data pada tahun 2023.
5. Membuat Peta Kerawanan Banjir Hasil Pemodelan dengan cara menggabungkan Data Tahun I, data Tahun II dan data Tahun III.
6. Total Jarak untuk pemodelan hidrodinamik tahun I sampai Tahun Kedua adalah 75 km, yang akan di jadikan acuan untuk pemodelan struktural banjir, karena merupakan kawasan yang sering terjadi banjir pada saat musim hujan.
7. Membuat Jurnal ketiga untuk di terbitkan di Jurnal Internasional bereputasi yang terindeks Scopus pada Quartil Q2 (*Accepted*)
8. Melanjutkan membuat Buku Ajar dengan cara menambah data dan materi Draf Buku Ajar di Tahun I, Tahun II dan Tahun III.
9. Panjang Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo untuk Pemodelan Hidrodinamik untuk mitigasi sruktural sepanjang 75 pada Tahun III.
10. Tahapan Pemodelan seperti gambar 1.
11. Merancang alat pemantauan ketinggian Air Sungai untuk Tujuan Sistim Peringatan Dini Banjir Kota Enrekang (Early Warning System).



Gambar 3. Diagram alir pemodelan Hidrodinamik Sungai.



Gambar 1. Roadmap Penelitian 2018-2023

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aaron Cook and Venkatesh Merwade. 2009. Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping. *Journal of Hydrology* 377 (2009) 131-142.
2. Barnali Dixon, Julie Earls. 2012. Effect of urbanization on streamflow using SWAT with real and simulated meteorological data. *Applied Geography* 35 (2012) 174-190.
3. Bisht S., Chaudhry S., Sharma S., and Son S. (2018). Assessment Of Flash Flood Vulnerability Zonation Through Geospatial Technique In High Altitude Himalayan Watershed. *Remote sensing Applications: Society and Environment* ,12 (2018), 35-47.
4. Chang L., Shen H.Y., Chang F.J. (2014). Regional flood inundation nowcast using hybrid SOM and dynamic neural networks. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 476–489.
5. Choi W. (2007). Estimating Land Use Change Impacts on Direct Runoff and non-point Source Pollutant Loads in the Richland Creek Basin Illinois USA by Applying the Long-Term Hydrologic Impact Assessment. *Journal of Spatial Hydrology*, 7 (1), 47-65.
6. Cook A., Merwade V. (2009). Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping. *Journal of Hydrology*, 377 (2009), 131–142.
7. Das, G. 2009. *Hydrology and Soil Conservation Engineering: Including Watershed Management*. PHI Learning Private Limited, New Delhi.
8. El-Hames, A.S. 2012. An empirical method for peak discharge prediction in ungauged arid and semi-arid region catchment based on morphological parameters and SCS curve number. *Journal of Hydrology* 456-457, 94-100.
9. Eui Hoon lee and Joong Hoon Kim. 2018. Development of flood-damage-based flood forecasting technique. *Journal of Hydrology* Volume 563, ougust 2018, page 181-194.
10. Erkan Turan M., M. Ali Yurdusev. 2009. River flow estimation from upstream flow records by artificial intelligence methods. *Journal of Hydrology* 369 (2009) 71-77.
11. Eze, Eze Bassaey and Joel Efiiong. 2010. Morphometric Parameters of the Calabar River Basin: Implication for Hydrologic Processes. *Journal of Geography and Geology* Vol 2 No.1; September 2010.
12. Fernandes, D.S., and M.A. Lutz. 2010. Urban flood hazard zoning in Tucuman Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Journal Engineering Geology* 111(2010) 90-98.

13. Jasmin I., and Mallikarjuna P. (2013). Morphometric analysis of Araniar river basin using remote sensing and geographical information system in the assessment of groundwater potential. *Arab J Geosci*, 6 (2013), 3683–3692.
14. Jonathan L., Carrivick, (2006). Application of 2D hydrodynamic modelling to high-magnitude outburst floods: An example from Kverkfjörll, Iceland. *Journal of Hydrology*, 321 (2006), 187–199.
15. Jonathan W.F., Remo A.B., Nicholas Pinter A.B., Reuben Heine C. (2009). The Use Of Retro- And Scenario-Modeling To Assess Effects Of 100+ Years River Of Engineering And Land-Cover Change On Middle And Lower Mississippi River Flood Stages. *Journal of Hydrology*, 376 (2009), 403–416.
16. Kisi, O. 2010. River suspended sediment concentration modeling using a neural differential evolution approach. *Journal of Hydrology* 389 (2010) 227-235.
17. Krzhizhanovskaya V.V, N.B. Melnikova, A.M. Chirkin, S.V. Ivanov, A.V. Boukhanovsky, P.M.A. Sloot. 2013. Distributed simulation of city inundation by coupled surface and subsurface porous flow for urban flood decision support system. *Procedia Computer Science* 18 (2013) , 2013 International Conference Computational Science.
18. Marco Borga; Markus Stoffel; Lorenzo Marchi; Francesco Marra and Matthias Jacob. 2014. Hydrogeomorphic response to extreme rainfall in headwater systems: Flash floods and debris flows. *Journal of Hydrology* 518 (2014) 194-205.
19. Mahboubeh Ebrahimian, Lai Food See, Mohd Hasmadi Ismail, Ismail Abdul Malek. 2009. Application of natural resources conservation service-curve number method for runoff estimation with GIS in the Kardeh watershed, Iran. *European Journal of Scientific Research* Vol. 34 No.4 pp.575-590.
20. Mohd. Ekhwan Toriman; Othman A. Karim; Mazlin Mokhtar; Muhammad Barzani Gazim. 2008. *Use of Info Work RS in Modelling the Impact of Urbanisation on Sediment Yield in Cameron Highlands*.
21. Nageswara Rao. K; Swarna Latha.P; Arun Kumar.P; Hari Krishna.M. 2010. Morphometric Analysis of Gostani River Basin in Andhra Pradesh State, India Using Spatial Information Technology. *International Journal of Geomatics and Geosciences* Volume 2, No2, 2010.
22. Philip B. Bedient, Wayne C. Huber, Baxter E.Vieux. 2008. *Hydrology and Flooplain Analysis*. Prentice Hall Fourt Edition.
23. Pourali S.H., Arrowsmith C., Chrisman N., Matkan A.A., and Mitchel, D., (2014). Topography Wetness Index Application In Flood -Risk-Based Land Use Planning, *Appl. Spat. Journal Water*, 13 (2080), 1-21
24. Qiang Zhang; Xihui Gu; Vijay P. Singh and Mingzhong Xiao. 2014. Flood frequency analysis with consideration of hydrological alterations: Changing properties, causes and implications. *Journal of Hydrology* 519 (2014) 803-813.

25. Rafael Navas and Guy Delrieu. 2018. Distributed hydrological modeling of floods in the C'evennes-Vivarais region, France: Impact of uncertainties related to precipitation estimation and model parameterization. *Journal of Hydrology* Volume 565, October 2018, page 276-288.
26. Sahu, S.K. Mishra, T.I. Eldho. 2010. Comparative evaluation of SCS-CN-inspired in applications to classified datasets. *Agricultural Water Management* 97, 749-756.
27. Tramblay Y., Ernest Amoussou B,C, Wouter Dorigo D., Gil Mahé A. (2014). Flood Risk Under Future Climate In Data Sparse Regions: Linking Extreme Value Models And Flood Generating Processes. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 549–558.
28. Xiao Bo, Wang Qing-Hai, Fan Jun, Han Feng-Peng and Dai Quan-Hou. 2011. Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. *Pedosphere* 21, 738-749.
29. Zhang Xiaoming, Cao Wenhong, Guo Qingbao and Wu Sihong. 2009. Effect of landuse change on surface runoff and sediment yield at different watershed scales on the Loess Plateau. *International Journal of Sediment Research*, Vol. 25, No. 3, pp. 283-293.
31. Zhang Q., Xihui G., Singh V.P., Xiao M. (2014). Flood Frequency Analysis With Consideration Of Hydrological Alterations: Changing Properties, Causes And Implications. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 803–813.

Dokumen pendukung luaran Wajib #1

Luaran dijanjikan: Peta

Target: Telah bersertifikat

Dicapai: Tersedia

Dokumen wajib diunggah:

1. Dokumentasi Luaran

Dokumen sudah diunggah:

1. Dokumentasi Luaran

Dokumen belum diunggah:

- Sudah lengkap

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202155929, 18 Oktober 2021

Pencipta

Nama : Uca S.Si, MP, Ph.D., Dr. Mustari S. Lamada, S.Pd., M.T. dkk
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90222
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
Alamat : Jln. A.P.Pettarani, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90222
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : Peta
Judul Ciptaan : PEMETAAN DAN ZONASI DAERAH RAWAN GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN INDEKS KEBASAHAN TOPOGRAFI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX) DAERAH ALIRAN SUNGAI MATA ALLO

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 1 September 2021, di Makassar
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000286853

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Dr. Syarifuddin, S.T., M.H.
NIP.197112182002121001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Uca S.Si, MP, Ph.D.	Jln. A.P. Pettarani
2	Dr. Mustari S. Lamada, S.Pd., M.T.	Jln. A.P. Pettarani
3	Dr. Moh. Ahsan S. Manra, S.T.	Jln. A.P. Pettarani
4	Fijar Rhobbany Amir	Jln. A.P. Pettarani



Dokumen pendukung luaran Tambahan #1

Luaran dijanjikan: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi

Target: Accepted

Dicapai: Submitted

Dokumen wajib diunggah:

1. Naskah artikel
2. Bukti submit

Dokumen sudah diunggah:

1. Naskah artikel
2. Bukti submit

Dokumen belum diunggah:

-

GIS Techniques Morphometry Analysis And Topographic Wetness Index For Flood Inundation Mapping In Mata Allo Watershed

Uca¹, Mustari Lamada², and Mohammad Ahsan S. Mandra³

* Corresponding author: ucasideng@unm.ac.id

¹Geography Department, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

²Informatic and Computer Engineering Department, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

³Automotive Engineering Education Department, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Abstract

The Mata Allo watershed, forming an elongated. The elongated shape of the watershed has a slow response to peak discharge and time lag. The Mata Allo watershed is dominated by slopes above 25% - >45% (65%) and agricultural land use 53%. This will have an impact on the amount of runoff and erosion that occurs. The eroded soil will be carried away by surface runoff and deposited in the plains between mountains and floodplains around rivers. The topographic wetness index in the section between the mountains and the floodplain around the Mata Allo Tinggi river. A high Topographic Wetness Index (TWI) value indicates a high vulnerability to anticipate flooding in the event of an overflowing rain from the Mata Allo River. River morphometry, land use, and hydrological behavior in a watershed are closely related to the TWI value in the Mata Allo watershed.

1. Introduction

Global climate change causes extreme rains and floods. Floods have become an increasing threat in Indonesia and around the world over the last few decades and the associated disasters are also increasing markedly due to extensive urbanization and subsequent development around rivers (*Li-Chiu Chang, Hung-Yu Shen, Fi-John Chang, 2014*). The Mata Allo watershed passes through several residential areas located on the banks of the river which are at risk of being affected in the event of a flood. The Mata Allo watershed area which is dominated by hills and mountains with high rainfall causes a lot of flooding around the watershed (Regional Disaster Management Agency (BPBD) Enrekang Regency/Enrekang Regency Regional Disaster Management Agency 2021. All areas on the earth's surface close to settlements, agriculture and industry, there is a need for future projections of flood risk in order to improve the possible mitigation actions (*Yves Trambly, Ernest Amoussou, Wouter Dorigo, Gil Mahe, 2014*). Under coupled influences of human activities, land use/landcover change, global climate change, hydrological alterations are unavoidable and should be addressed in the evaluation of flood risk (*Qiang Zhang, Xihui Gu, Vijay P. Singh, Mingzhong Xiao, 2014*). The risk of flooding is defined as a function of both the probability of a flood happening and its impact (*D.S. Fernández a,b, , M.A. Lutz a*). Floods can cause death and loss of property (Sapna Bisht, Smita Chaudhry, Subrat Sharma and Sandeep Soni). The identification, mapping and zoning of flood prone areas is a critical becoming more, challenging and pressing for our society (*Salvatore Grimaldi a, b, c, Andrea Petroselli d, Ettore Arcangeletti d, Fernando Nardi e. 2013*). High rainfall and lasting for a long time can trigger major floods (Mazari and Sah, 2004). High-strength floods can cause damage to settlements, agricultural land, road infrastructure, bridges and human deaths (*Jonathan L. Carrivick, 2006*). Flood inundation modeling in watersheds and urban areas is important for mitigation and for

development planning (*Jian Chen**, *Arleen A. Hill*, *Lensyl D. Urbano*. 2009). Floods that occur in an area are strongly influenced by the duration of the rain, the distribution of rainfall, the topography of the watershed and land use (*D. Zoccatelli a*, , *M. Borga a*, *F. Zanoni a*, *B. Antonescu b*, *G. Stancalie b*.2010). Changes in use of forest land to agricultural land will increase 7% of surface runoff when it rains (*Choi*, 2007). 57.18% of the Mata Allo watershed is agricultural land, this will trigger flooding during the rainy season, which in general agricultural land is located on a slope of 15-25%.

2. Study Areas.

The Saddang and Mata Allo watersheds are located in the central part of South Sulawesi. The total area of the Mata Allo watershed is 923,090 km². Located at 3° 14' 36" to 3° 50' 00" South Latitude and 119° 40' 53" to 120° 06' 33" East Longitude. The dry season lasts from August to October, while the rainy season lasts from November to July. The area of Enrekang Regency has a tropical climate with air temperatures ranging from 21°–32°C. The relative humidity level ranges from 77%–83%. Rainfall in the Mata Allo watershed tends to be high throughout the year, ranging from 2,300–2,900 mm per year with the number of rainy days ranging from 160 to 220 rainy days per year. Geomorphology in general, the Allo watershed consists of hilly, mountainous and karst topographic areas. The hilly area extends from north to south, with an altitude between 200-1000 meters above sea level. The mountainous area is in the east with an altitude of more than 1000 meters above sea level. While the karst topography is in the middle of Allo's eye das. The geology of the study area is composed of a latimojong formation consisting of shale, fillite, chert, marble, quartzite and quartzite which is intruded by medium to alkaline igneous rocks with a formation thickness of more than 1000 meters, which is estimated to be limestone age. The western part consists of reef limestone, marl, conglomerate, shale which is part of the Toraja formation. In the limestone found large foraminifera formed in shallow seas, so it is estimated that the age is Eocene-Miocene. Lava flows, andesite, pillow lava, pyroxene andesite breccia, trachyte andesite breccia, and felspatoids estimated to be Pliocene in age. The landuse/landcover consists of settlements, shrubs, primary forest, secondary forest, dry land agriculture, savanna/grassland, rice fields, open land, mixed gardens. and forest. The Mata Allo watershed is dominated by hilly and mountainous topography. On the other hand there are alluvial plains and flood plains along the edge a river.

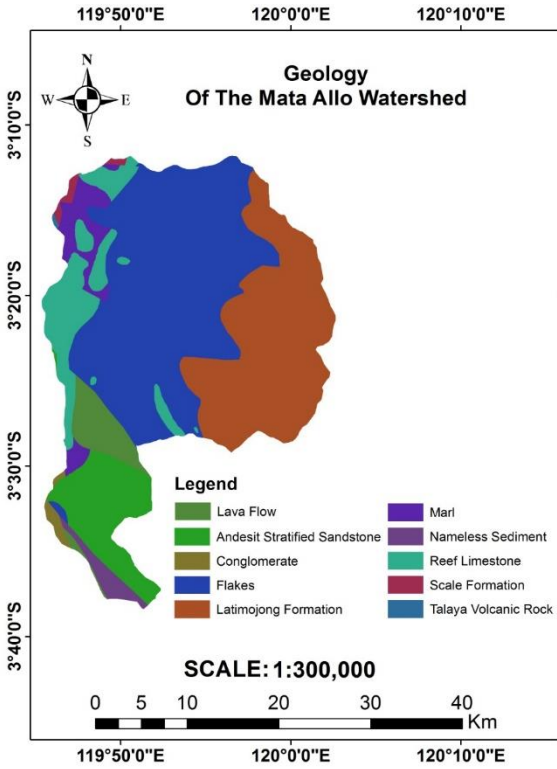


Fig 1. Map of geologi Mata Allo Watershed

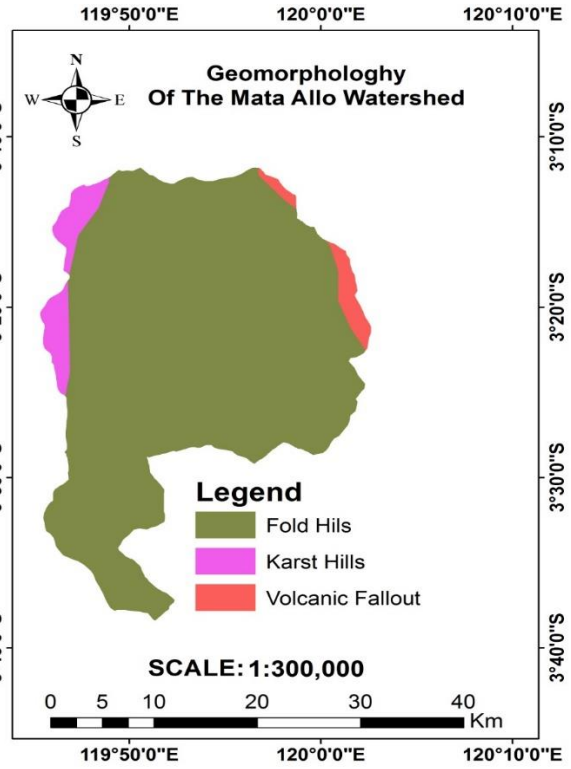


Fig 2. Geomorfology of Mata Allo Watershed

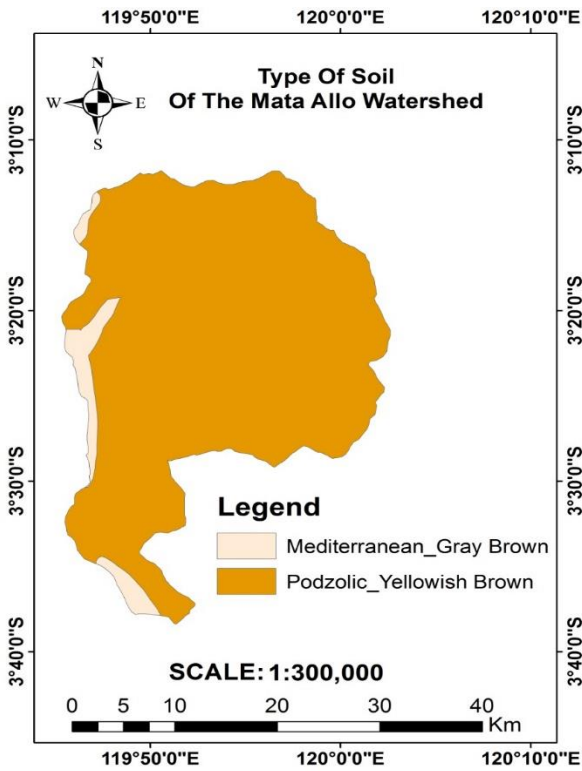


Fig 3. Type of Soil Mata Allo Watershed

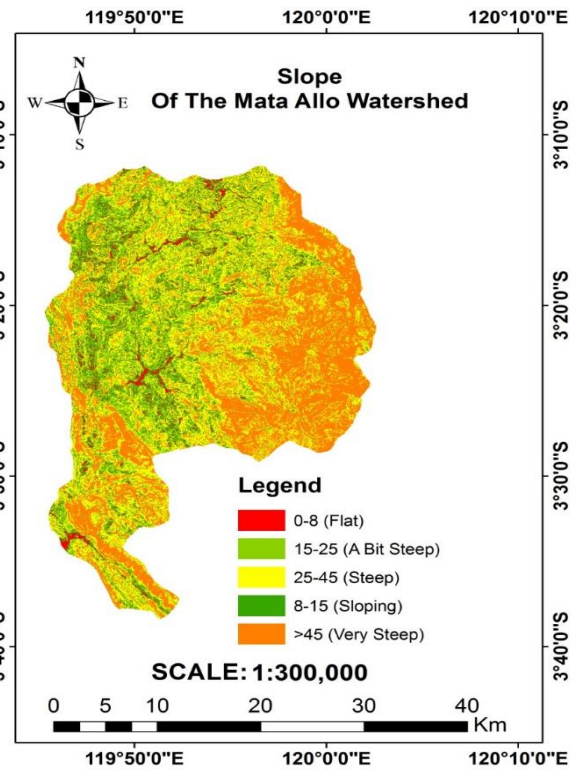


Fig 4. Slope class Mata Allo watershed

Tabel 1. Percent of Slope area Mata Allo Watershed

No	Slope	Area (km ²)	%
1	0-8	40.56	0.04
2	8-15	97.53	0.10
3	15-25	192.44	0.20
4	25-45	313.60	0.33
5	>45	302.03	0.32

Tabel 2. Percent landuse/landcover area Mata Allo Watershed

No	Landuse/landcover	Area (ha)	%
1	Water body	205	0.21
2	Primary dryland forest	12,201	12.79
3	Secondary dryland forest	7,466	7.83
4	Plantation Forest	106	0.11
5	Settlement	711	0.75
6	Open ground	127	0.13
7	savanna/grassland	3,712	3.89
8	Dryland farming	54,071	56.70
9	mixed dry land farming	2,366	2.48
10	Scrub	10,961	11.49
11	Ricefield	3,439	3.61

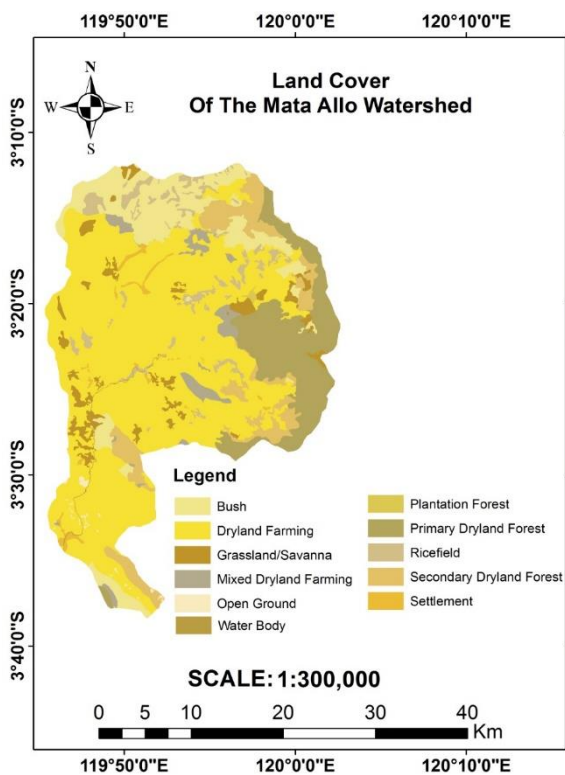


Fig 5. Landuse/landcover Mata Allo Watershed

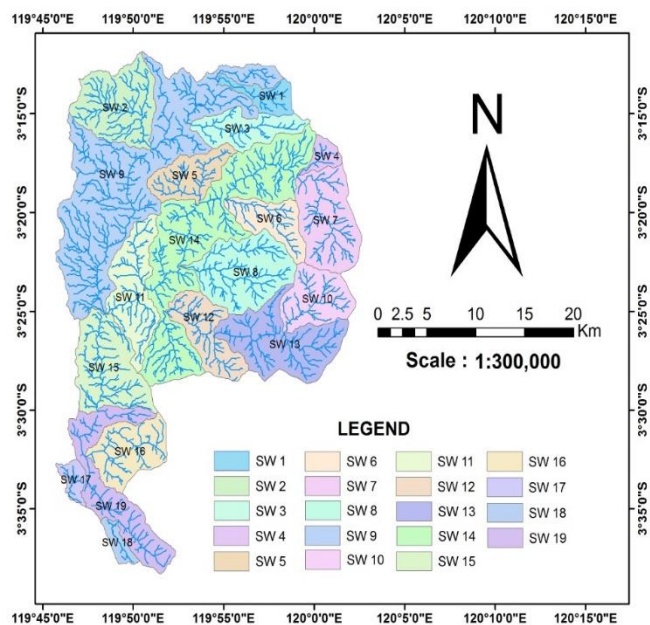


Fig 6. Sub watershed Mata Allo

3. Research Method

This study uses primary data and secondary data. The land use map was obtained from the Enrekang Regency development planning agency. The geological data of the Mata Allo watershed was obtained from the Geological map of Enrekang Regency with a scale of 1:50,000. Rainfall data was obtained from the Department of Agriculture of Enrekang Regency. To obtain the area of each land use, it is processed using ArcGis 10.4. To obtain river morphometry data, using a 30 meter resolution Digital Elevation Model downloaded from the website: <http://tides.big.go.id/DEMNAS>. DEM data, used to create slope data and elevation data from sea level. DEM is used to define sub-watershed boundaries, parameter areas, linear parameters, drainage network characteristics and relief parameters. Topographical Wetness Index (TWI) is calculated using Digital Elevation Model data processed using ArcGIS 10.4 software. The Topographical Wetness Index is used to determine the condition of the ground water table and was calculated using the following formula (Beven, K.J.; Kirkby, M. J. 1979., Sapna Bisht, Smita Chaudhry, Subrat Sharma and Sandeep Soni):

$TWI = \ln(\alpha/\tan\beta)$, where α is the upslope contributing area per unit contour length and $\tan\beta$ is the slope. TWI using make the class of prone area inundation.

Table 3. Formulae Used for the Computation of Areal Parameters

No.	Parameters	Formula	Definition	Units	References
1	Form Factor (S_b)	$R_f = \frac{A}{L^2 b}$	A/Lb^2	Dimensionless	Horton (1945)
2	Shape Factor (S_b)	$S_b = L^2 b/A$	L =Basin Length (km), A =Area of the basin (km ²)	Dimensionless	Horton (1945)
4	Circulatory Index (I_c)	$I_c = \frac{A}{A_c} = \frac{4\pi A}{P^2}$	A = Area of the basin (km ²), A_c = Area of circle having equal perimeters as that of drainage basin (km ²)	Dimensionless	Miller (1953), Strahler (1964)
5	Compactness Coefficient (C_c)	$C_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$	Perimeter/Perimeter of Circle of Watershed	Dimensionless	Gravelius (1914)
6	Elongation Ratio (R_e)	$R_e = \left(\frac{D_c}{L_b}\right) = \left(\frac{2}{L_b}\right) \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	D_c = Diameter of the circle having same area as that of the basin (km), L_b = basin length (km)	Dimensionless	Schumm (1956)
7	Texture Ratio (R_t)	$R_t = \frac{N_2}{P}$	N_1 = number of first order streams and P = Basin Parimeter (km)	No.km ⁻¹	Horton (1945)
8	Drainage Density (D_d)	$D_d = (\sum Lt)/A$	$\sum Lt/A$, where $\sum Lt$ is the total length of all the ordered streams $1/2Dd$	Km/km ²	Horton (1932, 1945)
9	Stream Frequency (F_s)	$F_u = \left(\frac{N}{A}\right)$	N =total number of stream segments of all orders, A =basin area (km ²)	km ⁻¹	Horton (1932, 1945)
10	Constant of Channel Maintenance (C)	$C = \frac{1}{Dd}$	C = Constant of chanel maintenance Dd = drainage density (km ⁻¹)	km ² /km	Schumm (1956)

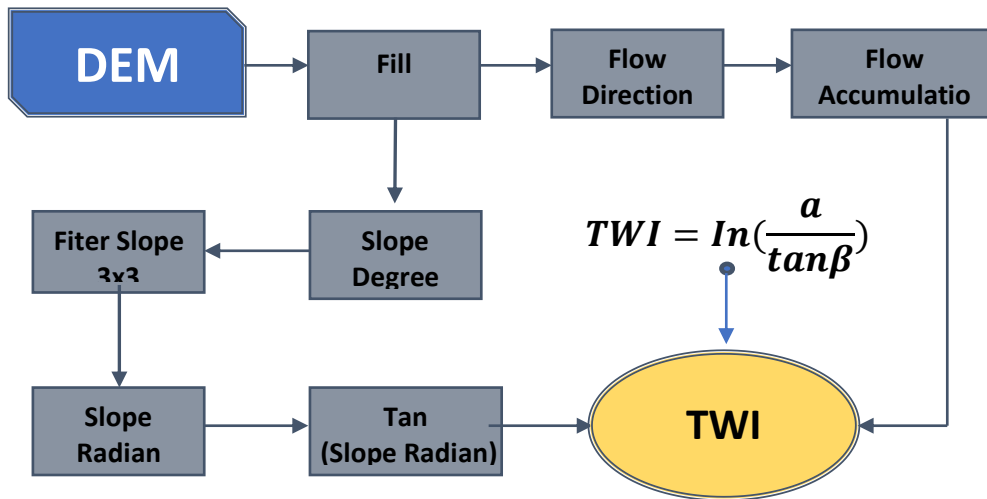
Table 4. Formula Used for the Computation of Linear Parameters

No.	Parameters	Formula	Definition	Units	References
1	Stream Order	-	Hierarchical Rank	Dimensionless	Strahler (1964)
2	Basin Length (L_b)	-	Maximum Length Of The Basin measured from the outlet	km	Schumm (1956)
3	Average Basin Widht (B)	$B = \left(\frac{A}{L_b}\right)$	A=basin area (km ²) and L_b =basin lenght	km	-
4	Bifurcation Ratio (R_b)	$R_b = \left(\frac{N_u}{N_{u+1}}\right)$	N_u =Number of stream segments of next higher order $u+1$	Dimensionless	Schumm (1956)
5	Stream Length (L_u)		Length of the stream	km	Horton (1945)
6	Stream Length Ratio (R_L)	$R_L = \frac{\bar{L}_u}{\bar{L}_{u-1}}$	L_u =average length of stream of order u L_{u-1} =average length of stream of order u-1	Dimensionless	Horton (1945)
7	Length of Overland Flow (L_o)	$L_o = \frac{1}{2D_d}$	L_o =length of overland flow D_d =drainage density (km/km ²)	Km	Horton (1945)

Table 5. Formulae Used for the Computation of Relief Parameters

No.	Parameters	Formula	Definition	Units	References
1	Watershed Relief (H)	$H = H_h - H_l$	Elevation difference between highest and the lowest point	M	Strahler (1952)
2	Relative relief (R_R)	$=R_R \times 100$	R_R =Relative relief (%) H = Watershed relief (m) and L_p =Length of parimeter (m)	%	Melton (1957)
3	Relief ratio (R_r)	$R_r = \left(\frac{H}{L_b}\right)$	H =Watershed relief (m) and L_b =basin length (m)	Dimensionless	Schumm (1956)
4	Ruggedness number (R_n)	$R_n = HxD_d$	H = Watershed relief (km) and D_d = drainage density (km/km ²)	Dimensionless	Schumm (1956)
5	Geometric number	Geometric number $= \frac{HxD_d}{S_g}$	H = watershed relief (km) D_d = drainage density (km/km ²) S_g Slope of ground surface ($sg=2.H.D_d$)	Dimensionless	Suresh (2012)

Procces Flow Program



Where A, is the local unslope area draining through a certain point per unit contour length and β is the local slope

4. Result and discussion

1. Watershed Area (A)

The area of Mata Allo watershed its devided in 19 segment . The division of each sub watershed (SW) is create with using ArcGis 10.4. The total area of the Mata Allo watershed is 923,090 km², which is included in the large watershed category because it is more than 100 km² (Horton, 1945). For the analysis of morphometric characteristics, the Mata Allo watershed is divided into 19 sub watersheds. The area of each sub-basin is between 7,200 km² – 179.579 km².

2. Stream Length (Lu)

The length of the flow in the watershed affects the peak discharge time and lag time. The stream length is hence an indicator of relation between vegetation, climate, physical properties of rock and intensity of soil erosion (S. Bajabaa, M. Masoud and N. Al-Amri). The total length of order 1 to order five of the 19 sub watersheds is 1460.11 km. Based on the data, the total length of each suborder is almost 2 times greater than the length of the order one level lower. Trendline analysis using logarithmic , between the order level and the total length of the suborder stream, the value of R² (coefficient of determination) = 0.9784, r (coefficient of correlation) = 0.881.

Using y=-485 ln(x)+757.81(1)

Orde stream (Nu)	Nu1	Nu2	Nu3	Nu4	Nu5
Actual length of stream	797.76	374.50	166.46	119.47	5.13
Prediction length of stream	757.81	461.03	224.1	84.35	-24.05

The correlation coefficient value shows that the order level and the total length have a very significant relationship (0.88), with a coefficient of determination 0.97.

3. Drainage Texture (Dt) and Drainage density (Dd)

The distance between streams is an important geomorphological aspect (Sapna Bisht, Smita Chaudhry, Subrat Sharma, Sandeep Soni). Drainage texture for the 19 Mata Allo subbasin is influenced by rock type, rock weathering level, rainfall, temperature, vegetation, soil type, relief, infiltration capacity and weathering depth of rock and soil solum depth. Landuse/landcover, its types and density also play an important role in determining the drainage texture (Kale and Gupta, 2001). Drainage texture is classified into 5 classes namely: very coarse (<2), course (2-4), moderate (4-6), fine (6-8) and very fine (.8).

Tabel 6. Classification drainage density and drainage texture Mata Allo Watershed.

No.	Drainage density (km/km ²)	Drainage texture
1	< 2	Very course
2	2 - 4	Course
3	4 - 6	Moderate
4	6 - 8	Fine
5	>8	Very fine

The drainage density is defined as the total length of all the streams and rivers in a drainage basin divided by the total area of the drainage basin or as the ratio of total stream length of all orders per unit basin area (Horton 1945). For 19 sub basin Mata Allo the all value of drainage density is included in low (<2). Low drainage density in Mata Allo watershed its indicates highly permeable subsoil material. Base on geology Mata Allo watershed is dominated by igneous rock and sediment.

4. Form factors (f) and Shape factors (Sf).

Basin form influences the connectivity between landscape units and hence the potential to store sediment. Implies form-process interaction. The form factor it represents the dimensionless ratio of the area at divide the square of its maximum length watershed. The form factor is equal to 1 if the basin shape circular, and decreases according to the extent of elongation. The value of form factor between 0 until to 1. Form factor indicates about the flood formation, degree of erosion and transport capacities of sediment load in a watershed (Sapna Bisht, Smita Chaudhry, Subrat Sharma, Sandeep Soni). The shape factor affects the time of increasing and decreasing peak discharge when it rains. In a spherical watershed, the flow chart increases rapidly, while in an elongated basin the hydrograph peak rises slowly. This happens because when it rains in the basin, the time it takes for surface runoff to arrive at the old outlet extends. The value of form factor for 19 sub watershed the all between 0.154-0.569. It's the shows all basin shapes elongated to slightly rounded.

Tabel 7. Classification form factor and shape of Watershed

No.	Form factor	Shape of basin
1	< 0.22	Very long
2	0.22 - 0.30	elongated
3	0.30 - 0.37	Slightly elongated
4	0.37 - 0.45	Neither elongated nor widened
5	0.45 - 0.60	Slightly widened
6	0.60 - 0.80	widened
7	0.80 - 1.20	Very widened
8	>1.20	Surrounding the drain

Mata Allo's subwatershed form factors which are very long are SW1, SW3, SW9, SW11, SW14 (very long). The hydrological response to this form is the peak discharge time and the long lag time. This also occurs in SW17 and SW18 (elongated) which have long peak discharge hydrological response characteristics. While SW2, SW7, SW10 and SW16 have a response time of reaching peak discharge and faster lag time. The response of basin to overland flow, surface runoff, peak flow, lag time, flood at during and after rainfall influenced by shape factor. The circular basin has the response is greater after rainfall.

5. Length overland flow (Lo)

The length of overland flow can be defined as the length of flow of water over the ground before it becomes concentrated in definite stream channels (*Vijay P.Sing, 1989*). The average length of overland flow ((Lo)) is approximately half the average distance between stream channels (*Horton, 1932*). Horton recommended using the half the reciprocal of drainage density D for (Lo) for the entire watershed (*Vijay P.Sing, 1989*). The length overland flow its categorization in to 3 groups namely: low (< 0.2), moderate (0.2 -0.3) and high (> 0.3). The all sub basin of Mata Allo (SW1 – SW19) belongs to the high category (0.61-0.91). This shows that the Mata Allo sub basin has the characteristics of gentle slope, long flow pat, more infiltration and reduced runoff.

6. Circularity ratio (Rc)

Circularity ratio (Rc) is the ratio between the area of a watershed to the area area of the circle having the same circumference as the perimeter of the watershed. In Mata Allo's sub watershed, the Rc value varies between 0.149 – 0.717. Low values occur in SW9, SW14 and SW19 (0.149, 0.172 and 0.185), this indicates that the influence of geological and geomorphological structures is low. While high Rc values are found in SW7 and SW10 (Rc values are 0.717 and 0.681, respectively), this indicates that the area is strongly influenced by geological structures. Meanwhile, SW1, Sw2, SW3, SW4, Sw5, Sw6, SW8, SW11, SW12 and SW13 were only slightly influenced by geological and geomorphological structures (*Strahler, 1964*).

7. Elongation Ratio (Re)

Schumm (1956), suggested that the shape of a drainage basin be describe in the same manner as the shape rock grain by using the Wadell sphericity ratio. The ratio of all sub watershed Mata Alla varies from 0.44 to 0.87. The Re ratio the general varies between 0.60 to 1.0 (*Vijay P. Singh, 1989*). Based on Re Mata Allo Watershed of strong relief and steep ground slopes. The Re show (Table...) increase in elongation with increasing drainage area. Smaller values mean the watershed is elongated. Shows more elongation and is more susceptible to erosion and sediment loads with a smaller infiltration capacity. This happened to SW3, SW9, SW14 and SW19.

8. Ruggedness number (Rn)

Rn values are low at SW17 and SW 18 (0.75 and 0.59). This shows a relatively flat basin area. In these areas the drainage density is relatively lower and less susceptible to erosion and tends to deposition. Rn values are moderate at SW5, SW11 and SW16 (1.04, 1.83 and 1.77). This sub watershed shows a hilly area with a moderate slope. Meanwhile, SW7, SW13 and SW14 have high scores (3.52, 3.86 and 3.64). This indicates an area whose topography is steep. Very susceptible to erosion, thin soil thickness and low TWI value.

9. Compactness Coefficient (Cc)

Coefficient of Compactness (Cc) – According to Gravelius (1914), the coefficient of watershed compactness is the ratio of the circumference of the watershed to the circumference of a circle equal to the area of the watershed (Gravelius 1914). The compaction coefficient (Cc) is defined as the circumference of the basin divided by the circumference of the equivalent circular area (Eze, 2010). This is the ratio between the circumference of the basin with the circumference of a circle to the area of the same watershed (Horton, 1945). Cc is independent of watershed size and only depends on slope (Rai et al., 2017a & 2017b; Rai et al., 2018). The cohesiveness coefficient is directly proportional to the erosion risk assessment i.e. lower values imply less vulnerability to risk factors, while higher values indicate greater vulnerability and represent the need for implementing conservation measures. Lower values of this parameter indicate more basin elongation and less erosion, while higher values indicate less elongation and high erosion (Patel et al., 2012). Altaf A., Meraj G., and Romshoo S. A., (2013) mention that the shape parameters of this watershed provide an overview of the circular character of the basin.

10. Texture Ratio (Rt)

Texture ratio is expressed as ratio between 1st order stream number to perimeter of basin.. It indicates the underlying lithology, infiltration capacity and relief aspects of the terrain (Jasmin, 2013). It is actually influenced by rocks and slope of the basin. If the values of relief ratio are high it indicates hilly region and low ratio indicates pediplain and valley region (Kumar et al., 2011). According to Schumm (1956), the relief ratio is a ratio between basin relief and basin length. The relief ratio is an effective measure of gradient aspects of the basin (Schumm 1956;). The texture ratio is expressed as the ratio between the first order stream and perimeter of the basin i.e. and it is mainly dependent on the underlying lithology, infiltration capacity and relief aspects of the topography. (Rai et al., 2017a & 2017b; Rai et al., 2018). The Rr value in the Mata Allo watershed is 2.30 at SW 7. This indicates that in SW7, the erosion process by surface runoff is intensive, due to the area of agricultural land. In addition, the parent rock is marl which tends to weather more quickly. According to Schumm (1965), texture ratio is an important factor in drainage morphometric analysis which is depending on underlying lithology, infiltration capacity and relief aspect of the terrain.

11. Stream Frequency (Fs)

Stream Frequency may be directly related to the solum deep of soil, rock weathering rate, and intensity of soil erosion. It mainly depends upon the lithology of the watershed and reflects the texture of drainage network. Horton (1945) states that, the total number of stream segments of all orders per unit area is the stream frequency. The stream frequency for the all sub watershed Mata Allo 2.19 – 3.16, wit the everage 2.67. The high Fs is 3.16 on SW5, due to the predominantly agricultural area. In agriculture land the stream has a high frequency, because land processing activities facilitate erosion, as the initial process of channel formation. While in SW12 the lowest is 2.19, because the area is forest. In the subwatershed that has a high channel frequency, it will accelerate the accumulation of surface runoff into the channel, thereby accelerating the occurrence of peak discharge and vice versa. Generally if the watershed having large area under dense forest have low stream frequency and the area having more agriculture land have high stream frequency (Zende et al., 2012). Stream frequency (Fs) is related to permeability, infiltration capacity and relief of a sub watershed (Singh, 2020). If

the drainage density and relief are high and the slope is steep and long then the ruggedness number is also high (Strahler, 1956; Waikar and Nilawar, 2014).

12. Constant of Channel Maintenance (Cc)

Constant of channel maintenance is a measure of basin texture. The Cc is the inverse of drainage density. The Cc represents the square kilometer of subwatershed surface required to maintain one kilometer of the subwatershed. The higher the value of Cc, the greater the value of soil permeability in the basin. Low value indicates rocky impermeable underlying strata. Constant channel maintenance shows how many km², of the watershed area needed for conservation and sustainability of the river along 1 km. The low value of constant channel maintenance (C) in each sub-watershed indicates that the runoff is greater than the permeability. This means that rainwater that falls to the surface tends to run off rather than seep into the ground.

13. Relief Ratio

Relief influences steepness, which controls the energy available for driving forces (runoff, gravity). The relief ratio is also an indicator of the intensity of the erosion process and solute transport, suspended sediment and bed load. Relief ratio values are low in SW5, SW9, SW11, SW14 and SW18. A lower Re value indicates the presence of bedrock that is resistant to weathering, forming small hills and low slopes. While the high relief ratio values are found in the subwatershed in SW4 and SW10, these results indicate that in these areas there are strong erosion processes, the bedrock is relatively easily weathered, while the other subwatersheds are categorized as moderate values. Relief ratio is also important in assessing flood especially in hydrological and physiographic control.

Tabel 8. Bifurcation ratio Mata Allo sub watershed

Sub	Orde	SW1	(Rb)	SW2	(Rb)	SW3	(Rb)	SW4	(Rb)	SW5	(Rb)	SW6	(Rb)
Total Orde	1	17	2.13	70	2.12	45	2.50	10	2.00	45	2.05	34	1.89
	2	8	1	33	1.74	18	0.90	5	1.25	22	1.16	18	4.50
	3	8	0	19	1.12	20	4.00	4	0	19	9.50	4	0.40
	4	0	0	17	0	5	0	0	0	2	0	10	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sub	Orde	SW7	(Rb)	SW8	(Rb)	SW9	(Rb)	SW10	(Rb)	SW11	(Rb)	SW12	(Rb)
Total Orde	1	69	2.23	78	2.05	245	2.19	51	2.43	61	1.69	51	1.89
	2	31	2.07	38	1.58	112	1.67	21	1.40	36	2.57	27	1.80
	3	15	0.79	24	1.60	67	1.76	15	1.07	14	1.75	15	3.00
	4	19	0	15	0	38	2.24	14	0	8	0	5	0
	5	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0

Sub	Orde	SW13	(Rb)	SW14	(Rb)	SW15	(Rb)	SW16	(Rb)	SW17	(Rb)
Total Orde	1	87	2.12	201	2.01	79	1.84	48	2.00	12	2.00
	2	41	1.52	100	2.22	43	5.38	24	1.26	6	1.20
	3	27	1.80	45	0.94	8	0.33	19	9.50	5	0
	4	15	0	48	0	24	0	2	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sub	Orde	SW18	(Rb)	SW19	(Rb)
Total Orde	1	9	1.50	63	3.32
	2	6	3.00	19	0.48
	3	2	0	40	0
	4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0

SW= sub watershed.

Tabel 9. Length of order river Mata Allo watershed

Parameters	Area (km ²)	highest point (m)	lowest point (m)	Length of watershed (km)	Perimeter (km)	Main River Length (km)	Total Length of Orde (Nu) sub watershed (km)				
							Nu ₁	Nu ₂	Nu ₃	Nu ₄	Nu ₅
SW 1	14.13	2352	847	8.42	22	9	10.26	4.47	6.72	-	-
SW 2	52.07	1959	811	9.35	34	15	57.86	20.11	8.70	7.38	-
SW 3	28.86	2648	824	12.60	32	14	18.89	8.96	11.37	2.63	-
SW 4	8.13	2486	924	4.96	14	5	5.56	2.26	3.52	-	-
SW 5	27.83	1212	552	9.76	27	12	24.95	10.83	7.28	0.60	-
SW 6	25.80	2932	594	10.11	27	12	22.22	10.20	2.70	2.55	-
SW 7	51.35	3429	915	10.33	30	14	35.83	18.23	8.28	9.80	-
SW 8	56.61	2863	468	12.16	35	14	47.59	19.23	14.98	8.09	-
SW 9	179.57	1917	394	31.08	123	41	165.93	79.29	16.92	38.20	5.13
SW 10	33.90	3431	1125	8.13	25	10	27.56	10.26	6.28	5.75	-
SW 11	44.82	1537	391	14.94	40	18	38.84	24.44	4.88	0.36	-
SW 12	44.82	1951	465	10.30	40	18	38.84	24.44	4.88	3.57	-
SW 13	61.25	3206	632	13.80	45	17	52.00	19.93	14.46	5.72	-
SW 14	134.57	2622	427	29.52	99	38	120.19	62.37	20.64	19.85	-
SW 15	54.21	1601	146	11.92	35	19	45.47	28.00	5.91	9.61	-
SW 16	37.26	1316	89	8.65	27	16	28.81	13.75	8.96	2.16	-
SW 17	7.69	565	32	5.12	14	5	6.64	2.26	1.87	-	-
SW 18	7.20	659	173	5.54	14	5	3.58	4.41	0.70	-	-
SW 19	53.02	1247	55	8.42	60	29	46.73	11.07	17.42	-	-
Total	923.09			9.35	743	311	797.76	374.50	166.46	116.26	5.13

Relief Parametere

Tabel 10. The value of relief parameters

Parameters	<i>H</i>	<i>Rr</i>	<i>Lo</i>	<i>Rn</i>
SW 1	0.36	0.18	0.76	2.29
SW 2	0.00	0.12	0.91	2.08
SW 3	0.31	0.14	0.73	2.64
SW 4	0.37	0.31	0.70	2.19
SW 5	0.46	0.07	0.79	1.04
SW 6	0.20	0.23	0.73	3.41
SW 7	0.27	0.24	0.70	3.52
SW 8	0.16	0.20	0.80	3.81
SW 9	0.21	0.05	0.85	2.59
SW 10	0.33	0.28	0.74	3.39
SW 11	0.25	0.08	0.80	1.83
SW 12	0.24	0.14	0.80	2.38
SW 13	0.20	0.19	0.75	3.86
SW 14	0.16	0.07	0.83	3.64
SW 15	0.09	0.12	0.82	2.39
SW 16	0.07	0.14	0.72	1.77
SW 17	0.06	0.10	0.70	0.75

SW 18	0.26	0.09	0.61	0.59
SW 19	0.04	0.14	0.71	1.69

Tabel 11. The value of areal parameters

Parameters	<i>R_f</i>	<i>S_b</i>	<i>R_c</i>	<i>Compacness of coefficient</i>	<i>R_e</i>	<i>R_t</i>	<i>D_d</i>	<i>F_s</i>	<i>Constant of channel maintainanceCc</i>
SW 1	0.20	5.01	0.37	1.65	0.50	0.77	1.52	2.34	0.66
SW 2	0.60	1.68	0.57	1.33	0.87	2.06	1.81	2.67	0.55
SW 3	0.18	5.50	0.35	1.68	0.48	1.41	1.45	3.05	0.69
SW 4	0.33	3.03	0.52	1.39	0.65	0.71	1.40	2.34	0.72
SW 5	0.29	3.42	0.48	1.44	0.61	1.67	1.57	3.16	0.64
SW 6	0.25	3.96	0.45	1.50	0.57	1.26	1.46	2.56	0.68
SW 7	0.48	2.08	0.72	1.18	0.78	2.30	1.40	2.61	0.71
SW 8	0.38	2.61	0.58	1.31	0.70	2.23	1.59	2.74	0.63
SW 9	0.19	5.38	0.15	2.59	0.49	1.99	1.70	2.67	0.59
SW 10	0.51	1.95	0.68	1.21	0.81	2.04	1.47	2.98	0.68
SW 11	0.20	4.98	0.35	1.69	0.51	1.53	1.60	2.66	0.62
SW 12	0.42	2.37	0.35	1.69	0.73	1.28	1.60	2.19	0.62
SW 13	0.32	3.11	0.38	1.62	0.64	1.93	1.50	2.78	0.66
SW 14	0.15	6.48	0.17	2.41	0.44	2.09	1.66	2.93	0.60
SW 15	0.38	2.62	0.56	1.34	0.70	2.26	1.64	2.84	0.61
SW 16	0.50	2.01	0.64	1.25	0.80	1.78	1.44	2.50	0.69
SW 17	0.29	3.40	0.49	1.43	0.61	0.86	1.40	2.99	0.71
SW 18	0.24	4.26	0.46	1.47	0.55	0.64	1.21	2.36	0.83
SW 19	0.18	5.72	0.19	2.33	0.47	1.05	1.42	2.30	0.70

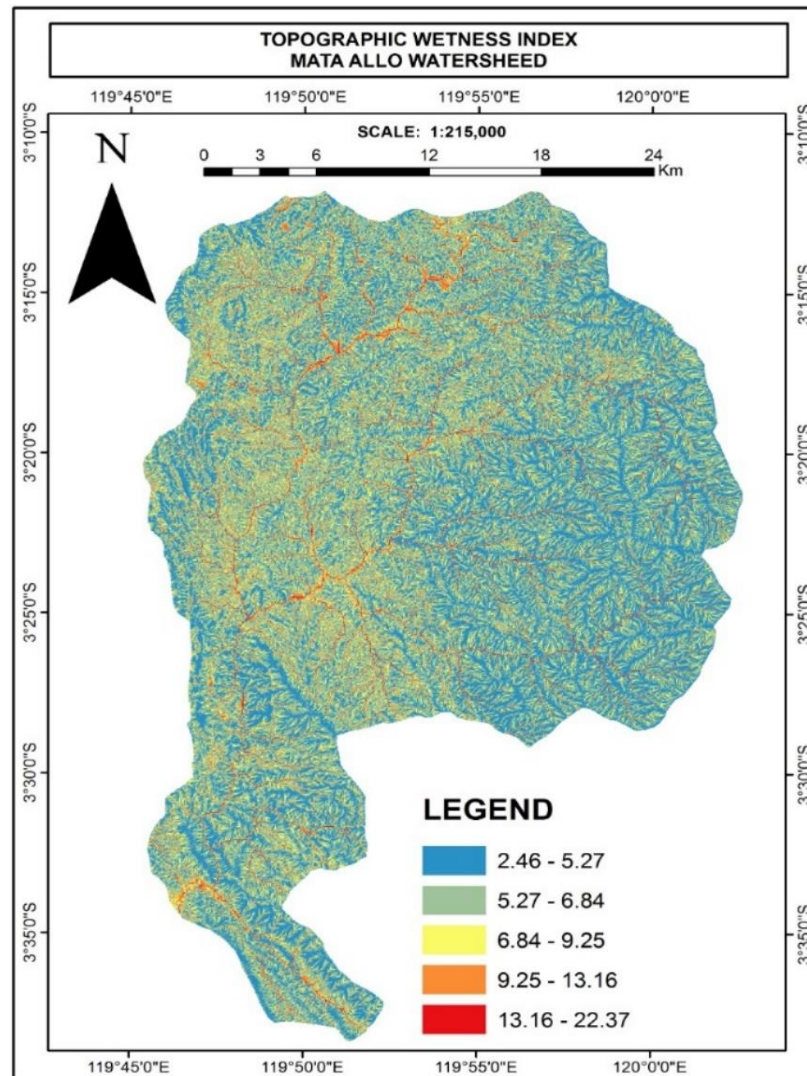


Fig 7. Topographic Wetness Index Mata Allo Watersheed

The topographical wettability index (TWI), also known as the compound topographic index (CTI), is the steady-state wettability index. It is commonly used to measure topographical control of hydrological processes. The index is a function of the slope and upstream area that contributes per unit width orthogonal to the flow direction. The index is designed for hillside catenas. The amount of accumulation in flat areas will be very large, so TWI will not be a relevant variable. The index is highly correlated with several soil attributes such as horizon depth, silt percentage, organic matter content, and phosphorus. The method of calculating this index differs mainly in how to calculate the contribution area of the upslope. Soils formed on alluvial plains from exogenous energy processes include temperature, rainfall, topography and rock types. The alluvial plain in the Mata Allo watershed, occupies the area between the mountain and the river valley plain, whose material comes from the upstream or upper part of the slope. The groundwater potential in the Mata Allo watershed on alluvial plains is higher, so that the moisture index is higher than the soil on the steep slopes. The polar nature of water results the attraction of water molecules for each other (cohesion) and the attraction of water for other surfaces, such as clay (adhesion). Adhesion and cohesion are important because among other things, they provide the soil with ability to store water. The capillarity than water will move up into the tube, can to increase the wetness soil in surface (*R.G. McLaren and K.C.*

Cameron 2004). The movement of water on the slopes of the Mata Allo watershed is strongly influenced by the total potential energy of the water. Total potential energy of water: $t = g + \Psi_p + \Psi_m + \Psi_o$ (Ψ_t : total potential, g : gravitational potential, p : pressure potential, m : matrix potential and o : osmotic potential). The potential energy of gravity is high on steep slopes (low TWI values), indicating that the movement of water will always go to the flat lower slope (high)

Tabel 12. Area of TWI Mata Allo Watershed

No.	TWI	Area (km ²)	Inundation susceptibility level
1	2.46 - 5.27	366.79	Very low inundation susceptibility
2	5.27 - 6.84	363.68	Low inundation susceptibility
3	6.84 - 9.25	144.78	Moderate inundation susceptibility
4	9.25 - 13.16	57.30	High inundation susceptibility
5	13.16 - 22.37	13.63	Very high inundation hazard

TWI in the Mata Allo watershed, in response to earth's gravity (*Purali et al., 2014*). This is related to the high TWI value of the Mata Allo River which is spread around the alluvial plains around the riverbanks and the alluvial plains between the mountains. This is also related to the condition of alluvial plains where the material has a relatively coarse texture, has many macro pores, so that the effect of gravitational potential is higher, compared to the effect of the matrix potential. The highest TWI value is 13.16 - 22.37 with a percentage of 1.44% (13.63) km². In 2021, agricultural land use will reach 59.18%. The use of agricultural land in the Mata Allo Watershed which has reached 59.18% will increase the amount of runoff. Research in the Richland Creek Basin (Illinois, USA) shows that land use change increases the average annual runoff by 7% (*Choi, 2007*). The TWI index is reliable information to the public about the flood risk to identify future flood prone areas (*Aaron Cook I, Venkatesh Merwade *. 2009*). TWI is one of the factors that shows the potential for accumulation of surface runoff, intermediate flow and base flow. The higher the TWI value, the higher the occurrence of runoff, so it can be used as a quick method for identify flood prone areas In addition, in flood risk assessment this factor can be used as a quick method to identify flood prone areas. The amount of accumulated water flow in flat areas is higher than on steep slopes. TWI is highly correlated with several soil attributes such as the depth of the soil horizon, the percentage of dust and the content of organic matter (*Sørensen, R.; Zinko, U.; Seibert, J. (2006)*). Soil that has a high organic matter content, has the ability to bind water well. high because it has a high outer charge, as well as soils containing clay and dust have high water binding abilities and are difficult to release water because the bond between water and soil is very strong because it is dominated by micro pores and the surface charge on clay and dust is high.

5. Conclusion

The Mata Allo watershed is elongated. The morphometric characteristics that have a response to rain are peak discharge and lag time which takes a long time to achieve. The slope of the slope is 25->45%, the area is 65%, this triggers the velocity of surface flow, intermediate flow and base flow to the bottom of the slope due to the influence of gravitational potential energy. Likewise, the change in forest land use to agriculture has reached 59.18%, will increase surface runoff, erosion on the upper slopes and upstream of the river, while on the plains in the area between the mountains and the riverbanks there will be sedimentation in the Mata Allo watershed. Increased erosion and deposition processes will thicken the sedimentary material which will become the parent material for soil formation. Sedimentary material that is mixed

between coarse and clay materials will increase the ability to bind and store groundwater. The ability to bind and store groundwater (aquifer) will increase the value of soil moisture. Soil that has high humidity will reduce the infiltration capacity, so that if the rainfall intensity is higher than the infiltration capacity, there will be inundation. Thus the area in the Mata Allo watershed that has a high TWI value has a risk of inundation when it rains (13.63 km²).

6. References

Beven K.J., and Kirkby M. J. (1979). A Physically Based, Variable Contributing Area Model Of Basin Hydrology. *Hydrological Science Bulletin*, 24 (1), 43–69.

Bisht S., Chaudhry S., Sharma S., and Son S. (2018). Assessment Of Flash Food Vulnerability Zonation Through Geospatial Technique In High Altitude Himalayan Watershed. *Remote sensing Applications: Society and Environment*, 12 (2018), 35-47.

Chang L., Shen H.Y., Chang F.J. (2014). Regional flood inundation nowcast using hybrid SOM and dynamic neural networks. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 476–489.

Chen J., Hill A., Urbano L.D. (2009). A GIS-based model for urban flood inundation. *Journal of Hydrology*, 373 (2009), 184–192.

Choi W. (2007). Estimating Land Use Change Impacts on Direct Runoff and non-point Source Pollutant Loads in the Richland Creek Basin Illinois USA by Applying the Long-Term Hydrologic Impact Assessment. *Journal of Spatial Hydrology*, 7 (1), 47-65.

Cook A., Merwade V. (2009). Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping. *Journal of Hydrology*, 377 (2009), 131–142.

Fernández S., Lutz M.A., (2010). Urban flood Hazard Zoning In Tucumán Province, Argentina, Using GIS And Multicriteria Decision Analysis. *Engineering Geology*, 111 (2010), 90-98.

Horton R.E. (1932). Drainage-Basin Characteristics. *Eos, Trans Am Geophys Union*, 13 (1), 350–361.

Horton R.E. (1945). Erosional Development of Streams and their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *GSA Bull*, 56 (3), 275–370.

Jasmin I., and Mallikarjuna P. (2013). Morphometric analysis of Araniar river basin using remote sensing and geographical information system in the assessment of groundwater potential. *Arab J Geosci*, 6 (2013), 3683–3692.

Jonathan L., Carrivick, (2006). Application of 2D hydrodynamic modelling to high-magnitude outburst floods: An example from Kverkfjo" ll, Iceland. *Journal of Hydrology*, 321 (2006), 187–199.

Jonathan W.F., Remo A.B., Nicholas Pinter A.B., Reuben Heine C. (2009). The Use Of Retro-And Scenario-Modeling To Assess Effects Of 100+ Years River Of Engineering And Land-

Cover Change On Middle And Lower Mississippi River Flood Stages. *Journal of Hydrology*, 376 (2009), 403–416.

Kale V.S., and Gupta A. (2001). *Introduction to geomorphology*. New Delhi: Academic.

Mazari R.K., Sah M.P. (2004). *A Technical Report On Pulia Nal Cloud Bursts Of July 16 2003 Hurla Valley*. Himachal Pradesh, India: Technical Report of WIHG, Dehradun.

McLaren R.G., and Cameron K.C. (2004). *Soil Science: Sustainable Production And Environmental Protection*. English: Oxford University Press.

Moore I.D., Gessler P.E., Nielsen G.A., and Petersen, G.A. (1993). *Terrain Attributes: Estimation Methods And Scale Effects*. In: Jakeman A.J., Beck M.B., McAleer M. (eds.). *Modelling Change in Environmental Systems*. London: Wiley, 189–214.

Pourali S.H., Arrowsmith C., Chrisman N., Matkan A.A., and Mitchel, D., (2014). *Topography Wetness Index Application In Flood -Risk-Based Land Use Planning*, *Appl. Spat. Journal Water*, 13 (2080), 1-21

Quinn P., Beven K., Chevallier P., and Planchon O. (1991). *The Prediction Of Hillslope Flow Paths For Distributed Hydrological Modelling Using Digital Terrain Models*. *Hydrological Processes*, 5 (1), 59-79.

Singh V.P. (1989). *Hydrologic Systems: Watershed Modeling*. Volume II. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Sørensen R., Zinko U., and Seibert J. (2006). *On The Calculation Of The Topographic Wetness Index: Evaluation Of Different Methods Based On Field Observations*. *Hydrology and Earth System Sciences*. 10 (1), 101–112.

Strahler A.N. (1964). *Quantitative Geomorphology Of Drainage Basin And Channel Networks*. McGraw-Hill, New York: *Handbook of applied hydrology*.

Tramblay Y., Ernest Amoussou B,C, Wouter Dorigo D., Gil Mahé A. (2014). *Flood Risk Under Future Climate In Data Sparse Regions: Linking Extreme Value Models And Flood Generating Processes*. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 549–558.

Zhang Q., Xihui G., Singh V.P., Xiao M. (2014). *Flood Frequency Analysis With Consideration Of Hydrological Alterations: Changing Properties, Causes And Implications*. *Journal of Hydrology*, 519 (2014), 803–813.

mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgzGksGwnGCMJFhvhbLJdJnfDqrN

Gmail

Telusuri semua percakapan

Aktif

UNM U

1 dari 1.050

GES Submission Acknowledgement Eksternal Kotak Masuk x

Sergey R. Chalov <no-reply@subs.elpub.science> Berhenti berlangganan kepada saya 06.40 (12 menit yang lalu)

Dear Uca S Si., M.P., Ph.D.:

Thank you for submitting the manuscript, "GIS Techniques Morfometry Analysis And Topographic Wetness Index For Flood Inundation Mapping In Mata Allo Watershed" (ID 2118) to GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <https://ges.rgo.ru/jour/author/submission/2118>

Username: uca_sideng

If you have any questions, please contact us: ges-journal@geogr.msu.ru

Editorial Office
<http://ges.rgo.ru/>

JURNAL BAHASA....docx

Type here to search

25°C Berawan 6:53 AM 11/17/2021

mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgzGksGwnClqkPgWqKZJZLzBpTI

Gmail

Telusuri semua percakapan

Aktif

UNM U

2 dari 1.050

GES Journal Registration Eksternal Kotak Masuk x

no-reply@reg.elpub.science kepada saya 06.08 (46 menit yang lalu)

Uca S.Si., M.P., Ph.D.

You have now been registered as a user with GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY. We have included your username and password in this email, which are needed for all work with this journal through its website. At any point, you can ask to be removed from the journal's list of users by contacting me.

Username: uca_sideng
Password: ucasideng0304

Thank you,
Sergey R. Chalov

Editorial Office
<http://ges.rgo.ru/>

JURNAL BAHASA....docx

Type here to search

25°C Berawan 6:54 AM 11/17/2021

Dokumen Realisasi Mitra



**PEMERINTAH KABUPATEN ENREKANG
BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH (BPBD)**

Jl. Jend. Sudirman No. 1 Pinang- Enrekang, Hotline : 085242957036, Email: hpbid_enrekang@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

Nomor: 106 / BPBD / XI / 2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Abdullah, MM
NIP : 19631231 198903 1 214
Jabatan : Kepala Pelaksana BPBD Kab. Enrekang
Alamat Kantor : Jl. Jend. Sudirman No.1 Pinang - Enrekang

Sebagaimana Surat Pernyataan Kesediaan sebagai Mitra dalam Pelaksanaan Program Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi pada tahun 2021, bahwa Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Kabupaten Enrekang bersedia bekerja sama untuk pelaksana kegiatan Penelitian PTUPT dan akan memanfaatkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan ini menyatakan bahwa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama Ketua Pengusul : Uca, S.Si., M.P., Ph.D.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar
Judul Penelitian : **Pemodelan Hidrodinamik Sungai Menggunakan *Infowork Integrated Catchment Modelling* dan Sistem Informasi Geografi untuk Mitigasi Struktural Bahaya Banjir di Sulawesi Selatan.**

Benar telah melakukan penelitian dan koordinasi dengan BPBD, Kabupaten Enrekang mengenai lokasi penelitian, judul penelitian, memberikan data bencana alam Kabupaten Enrekang dan memberikan masukan-masukan tentang pelaksanaan penelitian serta hal-hal yang perlu dimasukkan dalam laporan hasil penelitian. Berdasarkan penelitian diatas, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Enrekang berperan sebagai mitra yang memanfaatkan hasil penelitian mitigasi bencana alam di Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang dan Mata Allo sebagai bahan untuk membuat perencanaan dan kebijakan penanggulangan bencana alam di Kabupaten Enrekang.

Demikian surat pernyataan in dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggungjawab tanpa adanya unsur pemaksaan di dalam pembuatan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya

Enrekang, 2 November 2021
Kepala BPBD Kabupaten Enrekang



Drs. ABDULLAH, MM
PKT. Pembina Utama Muda / IV.c
NIP. 19631231 198903 1 214



**PEMERINTAH KABUPATEN ENREKANG
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN, PENELITIAN, DAN
PENGEMBANGAN DAERAH**

Jln. Jenderal Sudirman No. 3 , Enrekang

SURAT KETERANGAN

Nomor: **050/112/XI/2021**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr.Ir.Chaidar Bulu,ST,MT
NIP : 197505282002121005
Jabatan : Kepala Bappelitbangda Kab. Enrekang
Alamat Kantor : Jln. Jenderal Sudirman No. 3 Enrekang

Sebagaimana Surat Pernyataan Kesiediaan sebagai Mitra dalam Pelaksanaan Program Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT), pada tahun 2021, bahwa Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian, dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) Kabupaten Enrekang bersedia bekerja sama untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian PTUPT dan akan memanfaatkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dengan ini menyatakan bahwa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama Ketua Pengusul : Uca, S.Si., M.P., Ph.D.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar
Judul Penelitian : **Pemodelan Hidrodinamik Sungai Menggunakan *Infowork Integrated Catchment Modelling* dan Sistem Informasi Geografi untuk Mitigasi Struktural Bahaya Banjir di Sulawesi Selatan.**

Benar telah melakukan penelitian dan berkoordinasi dengan Bappelitbangda Kabupaten Enrekang mengenai lokasi penelitian, judul penelitian, dan memberikan masukan-masukan tentang pelaksanaan penelitian serta hal-hal yang perlu dimasukkan dalam laporan hasil penelitian. Berdasarkan penelitian diatas, Bappelitbangda Kabupaten Enrekang berperan dalam:

1. Membantu data untuk penelitian mitigasi bencana di Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang dan Mata Allo.
2. Memanfaatkan hasil penelitian sebagai bahan untuk membuat perencanaan dan kebijakan penanggulangan bencana alam di Kabupaten Enrekang.

Demikian surat pernyataan in dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggungjawab tanpa adanya unsur pemaksaan di dalam pembuatan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya

Enrekang, 1 November 2021
Kepala Bappelitbangda Kabupaten Enrekang



DR. Ir. Chaidar Bulu, ST, MT
NIP. 197505282002121005





PEMERINTAH KABUPATEN ENREKANG
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN,
PENELITIAN, DAN PENGEMBANGAN DAERAH
Jl. Jend. Sudirman No. 3 Telp. 0420 – 21222, Enrekang

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN KERJA SAMA DENGAN MITRA DALAM
PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN KOMPETITIF NASIONAL**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsuddin, S.Pt, M.Si
Nama Institusi : Sekretaris Bappeda-Litbang Kabupaten Enrekang
Alamat Institusi : Jln. Jenderal Sudirman, Kel. Leoran Kec. Enrekang

Dengan ini menyatakan **Bersedia untuk Bekerja Sama** dengan Pelaksana Kegiatan
Penelitian Stranas Institusi :

Nama Ketua Tim Pengusul : Uca S.Si., MP., Ph.D
Nama Institusi : Universitas Negeri Makassar
Judul Penelitian : Pemodelan Hidrodinamik Sungai menggunakan
Infowork Integrated Catchment Modelling dan Sistem
Informasi Geografi untuk Mitigasi Struktural Bahaya
Banjir di Sulawesi Selatan.

Untuk terlibat sebagai anggota dengan tugas dan kewajiban yang sudah pula disepakati
bersama sebelumnya.

Dengan ini menyatakan bersedia untuk membantu kegiatan selama program Penelitian
Stranas Institusi berjalan dalam bentuk dana *in kind* dalam bentuk dana penelitian dan
atau dana *in cash* sebesar Rp. 25.000.000 (dua puluh lima juta rupiah)

Bersama ini pula kami nyatakan dengan sebenarnya bahwa di antara kami dengan
Mitra dan Pelaksana Kegiatan Penelitian Stranas Institusi tidak terdapat ikatan
kekeluargaan dan ikatan usaha dalam wujud apapun juga.

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab
tanpa ada unsur pemaksaan di dalam pembuatannya untuk dapat digunakan
sebagaimana mestinya.

Enrekang, 19 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,
Kepala Bappeda-Litbang
Sekretaris


Syamsuddin, S.Pt, M.Si
Pangkat : Pembina Tk. I, IV/b
NIP. 197101152000031007



PEMERINTAH KABUPATEN ENREKANG
BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH (BPBD)

Jl. Jenderal Sudirman No.1 Pinang-Enrekang 91716, Telp/Fax (0420)-21864, Email: bpbid_kab.enrekang@gmail.com

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN KERJA SAMA DENGAN MITRA
DALAM PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN KOMPETITIF NASIONAL

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lukman Dering, S.AP
Nama Institusi : Kepala Bidang Kedaruratan dan Logistik
Alamat Institusi : Jl. Jenderal Sudirman No.1 Pinang Kec. Enrekang

Dengan ini menyatakan **Bersedia menjadi Pengguna** hasil Kegiatan Penelitian Terapan

Nama Ketua Tim Pengusul : Uca, S.Si., MP., Ph.D
Nama Institusi : Universitas Negeri Makassar
Judul Penelitian : Pemodelan Hidrodinamik Sungai menggunakan Infowork Integrated Catchment Modelling dan Sistem Informasi Geografi untuk Mitigasi Struktural Bahaya Banjir di Sulawesi Selatan

Untuk terlibat sebagai anggota dengan tugas dan kewajiban yang sudah pula disepakati bersama sebelumnya.

Dengan ini menyatakan bersedia untuk membantu kegiatan selama program Penelitian Stranas Institusi berjalan dalam bentuk dana *in kind* dalam bentuk:

Dana penelitian dan atau dana *in cash* sebesar Rp. 25.000.000 (dua puluh lima juta rupiah)

Bersama ini pula kami nyatakan dengan sebenarnya bahwa di antara kami dengan Mitra dan Pelaksana Kegiatan Penelitian Stranas Institusi tidak terdapat ikatan kekeluargaan dan ikatan usaha dalam wujud apapun juga.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan di dalam pembuatannya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Enrekang, 19 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,

An. Kepala Pelaksana BPBD

Kepala Bidang Kedaruratan dan Logistik


Lukman Dering, S.AP
Jabatan: Penata Tk.I, III/d
NIP. 19690602 199102 1 001