



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Rektorat Kampus Gunung Kelua Jalan Kuaro, Samarinda 75119, Kotak Pos 1068
Telepon (0541) 741118 Faximile (0541) 747479-732870
Laman : <http://www.unmul.ac.id> Surel : rektorat@unmul.ac.id

KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS MULAWARMAN

NOMOR 1723 /SK/2020

TENTANG

PENERIMA DANA BANTUAN HIBAH PENELITIAN IMPLEMENTATION UNIT (PIU)
IsDB UNIVERSITAS MULAWARMAN TAHUN ANGGARAN 2020

REKTOR UNIVERSITAS MULAWARMAN,

Menimbang : a. bahwa Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Kerja Sama, dan Hubungan Masyarakat Universitas Mulawarman telah mengusulkan Penerima Dana Bantuan Hibah Penelitian Implementation Unit (PIU) IsDB Universitas Mulawarman Tahun Anggaran 2020 kepada Rektor Universitas Mulawarman melalui Surat Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Kerja Sama, dan Hubungan Masyarakat Universitas Mulawarman Nomor 121/UN.17/WR/2020, tanggal 11 September 2020, perihal Usulan Penerima Dana Bantuan Hibah Penelitian Implementation Unit (PIU) IsDB Universitas Mulawarman Tahun Anggaran 2020;

b. bahwa untuk keperluan huruf a di atas, perlu diterbitkan, diatur dan ditetapkan dengan Keputusan Rektor Universitas Mulawarman.

Mengingat : 1. Undang-Undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;

2. Undang-Undang RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;

3. Peraturan Pemerintah RI Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;

4. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2019 tentang Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;

5. Keputusan Presiden RI Nomor 65 Tahun 1963 tentang Pendirian Universitas Mulawarman;

6. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 9 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Mulawarman sebagaimana diubah dengan Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Mulawarman;

7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2015 tentang Tata Naskah Dinas Di Lingkungan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia;

8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2018 tentang Statuta Universitas Mulawarman;
9. Keputusan Menteri Keuangan RI Nomor 51/KMK/2009 tentang Penetapan Universitas Mulawarman sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
10. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 661/M/KPT.KP/2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Mulawarman Periode Tahun 2018-2022;
11. Peraturan Rektor Universitas Mulawarman Nomor 06 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat.

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan : KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS MULAWARMAN TENTANG PENERIMA DANA BANTUAN HIBAH PENELITI IMPLEMENTATION UNIT (PIU) IsDB UNIVERSITAS MULAWARMAN TAHUN ANGGARAN 2020
- KESATU : Penerima Dana Bantuan Hibah Penelitian Implementation Unit (PIU) IsDB Universitas Mulawarman Tahun Anggaran 2020, dengan susunan nama sebagaimana tercantum pada lampiran yang tidak terpisahkan dari Keputusan ini.
- KEDUA : Pembiayaan yang diakibatkan dengan diterbitkannya Keputusan ini, dibebankan DIPA BLU Universitas Mulawarman Tahun 2020.
- KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.
- KEEMPAT : Apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini, akan diperbaiki sebagaimana mestinya


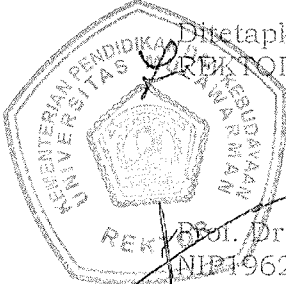
Ditetapkan di Samarinda
pada tanggal 30 September 2020



REKTOR,
Prof. Dr. H. Masjaya, M.Si
NIP.196212311991031024

LAMPIRAN
 KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS MULAWARMAN
 NOMOR 1723 /SK/2020
 TANGGAL 30 SEPTEMBER 2020
 TENTANG
 PENERIMA DANA BANTUAN HIBAH PENELITI
 IMPLEMENTATION UNIT (PIU) IsDB UNIVERSITAS
 MULAWARMAN TAHUN ANGGARAN 2020

No.	Nama Peneliti	Asal Fakultas	Judul Penelitian	Dana yang Diberikan
1	Prof. Dr. Mukhamad Nurhadi, M.Si	Keguruan dan Ilmu Pendidikan	Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Karbon dari Tulang Ikan yang Terdukung Logam Transisi (Ti, Fe dan Co) untuk Mengoksidasi Stirena dengan Hidrogen Peroksida sebagai Pengoksidasi	Rp 45.000.000
2	Dr. Sifriyani, M.Si.	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam	Mitigasi Bencana Banjir Kota Samarinda	Rp 38.000.000
3	Dr. Ir. Erwin, S.St., M.Si	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam	Potensi Senyawa Aktif sebagai Antioksidan dan Antikanker dari Kulit Batang Mentawa (<i>Artocarpus arisophyllus</i> Var.)	Rp 45.000.000
4	Ritbey Ruga, S.Si, M.P. Ph.D	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam	Hubungan Struktur dengan Aktivitas Antibakteri dari Senyawa Turunan Kalkon	Rp 45.000.000
5	Dima Lusiana Setyowati, SKM., M.Kes	Kesehatan Masyarakat	Faktor Perilaku dan <i>Active Cases Finding</i> Dalam Upaya Pencegahan Penyebaran COVID-19 pada Ojek Online di Samarinda	Rp 38.000.000
6	Risva, SKM., M.Kes	Kesehatan Masyarakat	Dampak Pandemi Covid 19 Terhadap Kecemasan Ibu Hamil dilihat dari Tingkat Kerawanan Pangan Rumah Tangga	Rp 38.000.000
7	Dr. Nova Harizani, M.Si	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam	Potensi Antibakteri Madu Kelulut <i>Tetragonula laeviceps</i> Smith dari Kalimantan Timur	Rp 45.000.000
8	Dewi Embong Bulan, S.Kel., M.P., Ph.D.	Perikanan dan Ilmu Kelautan	Pandemi Covid-19: Dampak Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir di Kalimantan Timur	Rp 45.000.000

Ditetapkan di Samarinda
 REKTOR, 

 Dr. H. Masjaya, M.Si
 NIP 196212311991031024

PROPOSAL PENELITIAN

HIBAH PENELITIAN IDB 2020



MITIGASI BENCANA BANJIR KOTA SAMARINDA

TIM PENGUSUL

Dr. Sifriyani, M.Si.

Yohanes Budi Sulistioadi, S.Hut, M.Sc, M.S, Ph.D.

Dr. Ruslan, S.Pd., M.Pd.

UNIVERSITAS MULAWARMAN

Agustus, 2020

**HALAMAN PENGESAHAN
HIBAH PENELITIAN PERGURUAN TINGGI**

Judul Penelitian : **MITIGASI BENCANA BANJIR KOTA SAMARINDA**

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Sifriyani, S.Pd., M.Si.
b. NIDN : 0023118203
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman
e. Jurusan : Matematika FMIPA
f. No HP : 085242592527
g. Alamat surel : sifriyanistatistika@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Yohanes Budi Sulistioadi, S.Hut, M.Sc, M.S, Ph.D.
b. NIDN : 0026127604
c. Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Dr. Ruslan, S.Pd., M.Pd.
b. NIDN : 0013038002
c. Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman

Lembaga Pengusul

a. Nama Lembaga : PIU IsDB Universitas Mulawarman
b. Nama Pimpinan Lembaga : Dr. Sc. Mustaid Yusuf, M.Si
c. Alamat : Rectorate Building 3rd fl. Jalan Kuaro
Gunung Kelua Campus Mulawarman University
Samarinda

Usulan Penelitian

Biaya Penelitian diusulkan ke IDB tahun 2020 : Rp.50.000.000,-

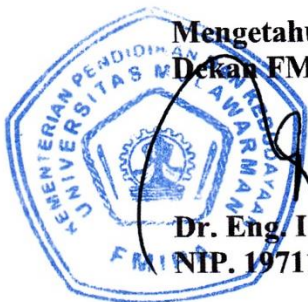
Samarinda, 18 Agustus 2020

**Mengetahui,
Dekan FMIPA UNMUL**

Peneliti Utama



**Dr. Sifriyani, M.Si
NIP. 198211232008122005**



**Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si
NIP. 197110081998021001**

**Menyetujui,
Direktur Eksekutif PIU IsDB
Universitas Mulawarman**

**Dr. Sc. Mustaid Yusuf, M.Si
NIP. 197209042000121001**

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. **Judul Penelitian** : MITIGASI BENCANA BANJIR KOTA SAMARINDA

2. **Target Luaran**

No	Jenis Luaran	Luaran	
		Tahun ke-1	Tahun ke-2
1.	Publikasi ilmiah ¹⁾	Internasional/ bereputasi Internasional	Accepted/ Published
		Nasional terakreditasi	
		Proceeding (Conference International)	Accepted/ Published
2.	Kekayaan Intelektual (KI) ²⁾	Paten	
		Paten sederhana	
		Hak cipta	Terdaftar
		Perlindungan varietas tanaman	
3.	Model/Purwarupa (Prototipe)/Desain ³⁾		

3. **Publikasi Ilmiah yang Menjadi Sasaran**

Luaran Tahun ke-1 terdiri dari **Luaran Wajib** Publikasi Jurnal International Terindeks *Science direct dan Thomson Reuters*. Nama Jurnal *Spatial Statistics*, Publisher Elsevier BV, Quartiles Q1, Scientific Journal Rankings 0,923. Isi artikel tentang “Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Samarinda Menggunakan Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis”. **Luaran Tambahan** Kekayaan intelektual (HKI) berupa program Komputer Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis dan Pemetaan.

Penelitian ini dapat berlanjut pada Tahun ke-2, dengan target **Luaran Tahun ke-2** yaitu **Luaran Wajib** adalah Publikasi Jurnal International Terindeks *Science direct dan Thomson Reuters* dengan nama Jurnal *Statistics and Computing*, Publisher Springer Netherlands, Quartiles Q1 dan Scientific Journal Rankings 1,878. Isi artikel : Evaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan pemukiman pada kawasan rawan banjir di Kota Samarinda dengan menggunakan metode spasial nonparametrik pembobot geografis. **Luaran Tambahan** Prosiding Seminar International, tentang zonasi risiko banjir dan pola ruang pada kawasan sesuai untuk pemukiman di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	1
LATAR BELAKANG	2
Bidang Fokus Penelitian	3
Tujuan Penelitian	3
Urgensi Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
<i>State Of The Art</i>	4
Road Map Penelitian	5
Indikator Capaian	6
METODE	7
BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	11
DAFTAR PUSTAKA	13
Lampiran 1 Rencana Anggaran dan Biaya	15
Lampiran 2 Biodata Ketua/Peneliti Utama dan Anggota Tim Peneliti	17

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

RINGKASAN

Banjir yang melanda Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur di bulan Juni 2019 merupakan bencana banjir terbesar dalam 10 tahun terakhir. Banjir di Kota Samarinda merupakan masalah yang belum dapat teratasi secara maksimal. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini mengusulkan mitigasi bencana banjir di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Mitigasi tersebut berdasarkan letak area pada 10 lokasi kecamatan dan 59 lokasi kelurahan di Kota Samarinda. Bidang penelitian adalah Kebencanaan dan bidang unggulan sesuai dengan Renstra Universitas Mulawarman yaitu perlindungan dan pengelolaan lingkungan dan SDA tropis.

Penelitian ini menggunakan Metode Spasial Nonparametrik dengan pembobot geografis yang ditinjau dari bidang keilmuan Stistika dan zonasi pemetaan menggunakan GIS yang ditinjau dari bidang keilmuan Geospasial. Kelebihan metode Spasial Nonparametrik dengan pembobot geografis akan menghasilkan informasi dan pengetahuan tentang pengaruh dan penyebab banjir untuk setiap lokasi, sehingga lokasi kecamatan yang satu dan lainnya dapat memiliki penyebab bencana banjir yang berbeda dengan bencana banjir yang terjadi dikecamatan lainnya. Hal ini karena masing-masing kecamatan memiliki masalah lingkungan yang berbeda dan karakteristik spasial yang berbeda.

Tujuan penelitian (1). Membuat sistem aplikasi komputasi untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi rawan banjir, (2) Menemukan faktor-faktor yang mengakibatkan bencana banjir untuk setiap Kecamatan di Kota Samarinda dengan menggunakan metode analisis spasial nonparametrik dengan pembobot geografis, (3) Memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan dan teknologi dimana dalam hal ini ilmu dibidang Statistika, Geospasial dan computer dapat menghasilkan suatu teknologi berupa system komputer yang dapat digunakan untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi. **Metode penelitian** pada tahapan analisis dibedakan atas empat jenis analisis yaitu Identifikasi faktor-faktor penyebab banjir dengan menggunakan analisis spasial nonparametrik, analisis zonasi kawasan rawan banjir, analisis risiko banjir dan analisis mitigasi untuk kawasan pemukiman rawan banjir.

Luaran Tahun ke-1 untuk **Luaran Wajib** Publikasi Jurnal International Terindeks *Scince direct dan Thomson Reuters*. Nama Jurnal *Spatial Statistics*, Publisher Elsevier BV, Quartiles Q1, Scientific Journal Rankings: 0,923. Isi artikel tentang “Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Samarinda Menggunakan Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis”. **Luaran Tambahan** Kekayaan intelektual (HKI) berupa program Komputer Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis dan Pemetaan.

Penelitian ini dapat berlanjut pada Tahun ke-2, dengan target **Luaran Tahun ke-2** untuk **Luaran Wajib** adalah Publikasi Jurnal International Terindeks *Scince direct dan Thomson Reuters* dengan nama Jurnal *Statistics and Computing*, Publisher Springer Netherlands, Quartiles Q1 dan Scientific Journal Rankings: 1,878. Isi artikel : Evaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan pemukiman pada kawasan rawan banjir di Kota Samarinda dengan menggunakan metode spasial nonparametrik pembobot geografis. **Luaran Tambahan** Prosiding Seminar International, tentang zonasi risiko banjir dan pola ruang pada kawasan sesuai untuk pemukiman di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

Kata kunci maksimal 5 kata

Banjir; Kebencanaan; Nonparametrik; Mitigasi; Spasial

Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus, dan urgensi penelitian. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi khusus terkait dengan skema.

LATAR BELAKANG

Kota Samarinda sedang berkembang dengan pesat, namun di tengah perkembangan ini Kota Samarinda masih selalu didera dengan permasalahan banjir yang masih belum teratasi. Banjir di Kota Samarinda berdurasi relatif singkat antara 1-5 jam, dan sering terjadi pada musim hujan. Selain itu Kota Samarinda berada di daerah Aluvial dengan ketinggian antara 0–246 mdpl [2]. Kondisi di Kota Samarinda saat ini menunjukkan bahwa bencana banjir dari tahun ke tahun meningkat perlahan. Salah satu penyebab banjir di kota Samarinda adalah perubahan penggunaan lahan yang membawa dampak terhadap infiltrasi tanah, daerah yang awalnya pedesaan kemudian berkembang menjadi daerah urban (perkotaan) maka sebagian daerahnya akan menjadi kedap air dan menjadi daerah limpasan. Ketika terjadi hujan, maka daerah yang sudah dipadati bangunan dan aspal jalan terkena dampak genangan banjir. Gambar 1 dan 2 memperlihatkan kondisi banjir kota samarinda pada Juni Tahun 2019.



Gambar 1. Banjir di Lembuswana Pusat Kota Samarinda. Sumber : Dokumentasi 10 Juni 2019



Gambar 2a. Pemandangan Dari Udara Suasana Banjir di Kawasan Jl Dr Soetomo Samarinda. Sumber : Dokumentasi 9 Juni 2019



Gambar 2b. Kawasan Banjir disekitar Stadion Sempaja Samarinda. Sumber : Dokumentasi 11 Juni 2019

Perkembangan kota merupakan efek dari peningkatan jumlah populasi penduduk. Perubahan dari daerah yang tidak terbangun ke daerah terbangun berpotensi menyebabkan banjir dikarenakan memiliki efek terhadap kapasitas drainase dan infiltrasi tanah. Apabila dimensi drainasenya tidak sesuai dengan perhitungan debit air hujan dan ditambah dengan kondisinya yang tidak terawat dengan baik seperti terisi sampah dan endapan sedimen, maka menyebabkan kemampuan drainase untuk mengalirkan limpasan menjadi berkurang. Banjir ini merupakan masalah yang serius, karena merupakan banjir tahunan.

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Samarinda mencatat warga korban banjir pada tanggal 11 Juni 2019 sebanyak 30.580 jiwa dari 9.358 kepala keluarga yang tersebar pada tiga kecamatan, yakni Kecamatan Samarinda Utara, Sungai Pinang, dan Kecamatan Samarinda Ulu. Warga korban banjir paling

banyak terjadi di Kecamatan Sungai Pinang sebanyak 23.261 jiwa, Sedangkan di Kecamatan Samarinda Ulu terdapat 1.201 jiwa. Selanjutnya di Kecamatan Samarinda Utara ada 13.794 jiwa dan korban lain menyebar di beberapa lokasi di Kota Samarinda [2].

Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini mengusulkan mitigasi bencana banjir di Kota Samarinda. **Mitigasi tersebut berdasarkan letak area pada 10 lokasi kecamatan dan 59 lokasi kelurahan di Kota Samarinda.** Penelitian ini menggunakan metode Spasial Nonparametrik dengan pembobot geografis yang ditinjau dari bidang keilmuan Stistika dan zonasi pemetaan menggunakan GIS yang ditinjau dari bidang keilmuan geografi. Kelebihan metode Spasial Nonparametrik dengan pembobot geografis akan menghasilkan informasi dan pengetahuan tentang pengaruh dan penyebab banjir untuk setiap lokasi, sehingga lokasi kecamatan yang satu dan lainnya dapat memiliki penyebab bencana banjir yang berbeda dengan bencana banjir yang terjadi dikecamatan lainnya. Hal ini karena masing-masing kecamatan memiliki masalah yang berbeda dan karakteristik lingkungan yang berbeda.

a. Bidang Fokus Penelitian

Bidang penelitian adalah kebencanaan dengan bidang unggulan yang telah sesuai **Renstra Universitas Mulawarman** yaitu Perlindungan dan pengelolaan Lingkungan dan SDA tropis. Topik riset prioritas adalah pemberdayaan mitigasi banjir berbasis komunitas dan recovery kehidupan social, ekonomi dan budaya masyarakat pasca banjir. Penelitian ini nantinya akan mengembangkan model dan system informasi mitigasi bencana banjir di Kota Samarinda Kalimantan Timur.

b. Tujuan Penelitian

- (1) Membuat sistem aplikasi komputasi untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi rawan banjir
- (2) Menemukan faktor-faktor yang mengakibatkan bencana banjir untuk setiap Kecamatan di Kota Samarinda dengan menggunakan metode analisis spasial nonparametrik dengan pembobot geografis.
- (3) Memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan dan teknologi dimana dalam hal ini ilmu dibidang Statistika, Geospasial dan computer dapat menghasilkan suatu teknologi berupa system komputer yang dapat digunakan untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi.
- (4) Memperbanyak pustaka khusus Mitigasi Bencana Banjir Kota Samarinda.
- (5) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi di bidang ilmu Statistika, Geospasial, Kebencanaan, Pakar Kota dan Pemerintah Daerah Samarinda untuk mengatasi dan mencegah bencana banjir.

c. Urgensi Penelitian

- (1) Memiliki kebaharuan dan kontribusi keilmuan kolaborasi antara ilmu dibidang statistika, Ilmu Komputer dan Geospasial yang akan menambah khazanah keilmuan dibidang sains
- (2) Penelitian ini akan menghasilkan mitigasi bencana banjir untuk setiap kecamatan di Kota Samarinda Kalimantan Timur dengan menggunakan metode Analisis spasial nonparametrik dengan pembobot geografis
- (3) Penelitian ini akan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab banjir untuk setiap kecamatan di Kota Samarinda
- (4) Menghasilkan sistem aplikasi komputasi untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi rawan banjir

Tinjauan pustaka tidak lebih dari 1000 kata dengan mengemukakan *state of the art* dan peta jalan (*road map*) dalam bidang yang diteliti. Bagan dan *road map* dibuat dalam bentuk JPG/PNG yang kemudian disisipkan dalam isian ini. Sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini. Disarankan penggunaan sumber pustaka 10 tahun terakhir.

TINJAUAN PUSTAKA

State Of The Art

Penelitian yang berhubungan dengan permasalahan bencana banjir masih terbatas, berikut beberapa penelitian tentang banjir. Penelitian Arvish *et al* [1] menemukan bahwa perubahan penggunaan lahan dan pengembangan lahan perkotaan merupakan faktor utama peningkatan banjir di Northwest Iran. Penelitian Miharja *et al* [16] memanfaatkan Sistem Informasi Geografi (GIS) untuk upaya pengurangan risiko banjir di Kalimantan Barat. Penelitian Haryani *et al* [9] mengidentifikasi bahwa banjir di Kabupaten Sampang disebabkan oleh system lahan seperti muara dan rawa, penyebab lainnya adalah intensitas curah hujan. Selanjutnya, penelitian Kadri [13] menemukan bahwa pertumbuhan penduduk yang tinggi memiliki hubungan yang signifikan terhadap perubahan penggunaan lahan di Kota Bekasi dan perubahan kondisi biofisik sangat berpengaruh terhadap resiko banjir. Penelitian mengidentifikasi bahwa penggunaan lahan di DAS Garang hulu periode 1995-2010 dilakukan oleh Susilowati *et al* [28], hasil penelitian diperoleh penggunaan lahan di DAS telah mengalami konversi dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun sebagai penyebab terjadinya banjir. Selain itu, penelitian Indriatmoko [12] mengembangkan model SDDP yang dimanfaatkan untuk mengetahui debit puncak dalam penentuan dan memprediksi terjadinya banjir. Gunawan [8] menggunakan penginderaan jauh untuk mengenal karakteristik DAS dalam rangka menelusuri faktor pendorong terjadinya banjir. Penelitian Mustafa [20] menemukan terdapatnya kaitan antara struktur social dengan kerentanan banjir. Selanjutnya, Penelitian tentang faktor penyebab banjir lainnya dilakukan oleh Chan dan Parker [6] yang menemukan bahwa urbanisasi dan perubahan lahan di Semenanjung Malaysia diyakini menjadi faktor utama dalam naik potensi kerugian bencana banjir.

Penelitian ini mengusulkan mitigasi bencana banjir di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur menggunakan Metode regresi spasial nonparametrik pembobot geografis dan zonasi pemetaan menggunakan GIS. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah, kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan, DAS Sungai karang mumus, drainase, ruang terbuka hijau, frekuensi banjir dll. Berikut Road Map Penelitian

Road Map Penelitian

Tabel 1. Road Map Penelitian

“MITIGASI BENCANA BANJIR DI KOTA SAMARINDA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR MENGUNAKAN METODE SPASIAL NONPARAMETRIK PEMBOBOT GEOGRAFIS”				
Pengembangan			2028-2029 Pengembangan Analisis Statistika spasial pada Penanggulangan Bencana Banjir di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Arahan kebijakan Mitigasi Bencana Banjir di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur	2029-2030 Pengembangan Analisis Statistika spasial pada Strategi penanganan banjir berbasis Mitigasi bencana pada kawasan rawan bencana banjir di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur
Terapan			2024-2025 Penerapan statistika Spasial pada Analisis Pengaruh Kerentanan Banjir dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur	2025-2026 Penerapan Spatio Temporal <i>Geographically and Temporally Weighted regression</i> untuk prediksi Mitigasi bencana banjir untuk setiap kecamatan di Kota Samarinda 2026-2027 Menentukan hirarki kelembagaan untuk mitigasi Banjir pada kawasan Pemukiman di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.
Dasar	2020-2021 ➤ Membuat sistem aplikasi komputasi untuk Zonasi dan Pemetaan lokasi rawan banjir 2021 – 2022 ➤ Mitigasi bencana banjir untuk setiap kecamatan di Kota Samarinda dengan menggunakan metode regresi spasial nonparametrik pembobot geografis	2022-2023 ➤ Mengevaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan pemukiman pada kawasan rawan banjir di Kota Samarinda dengan menggunakan metode regresi spasial nonparametrik pembobot geografis 2023-2024 ➤ Menzonasi risiko banjir dan pola ruang pada Kawasan sesuai untuk Pemukiman di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.		
Penelitian yang diusulkan		Penelitian Selanjutnya		

Tabel 2. Indikator Capaian Penelitian

Indikator Capaian
<p>➤ Tahun ke-1 Luaran Wajib</p> <p>Publikasi Jurnal International Terindeks Scince direct dan Thomson Reuters. Nama Jurnal : Spatial Statistics Publisher : Elsevier BV Quartiles : Q1 Scientific Journal Rankings : 0,923 Isi artikel tentang “Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Samarinda Menggunakan Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis”</p> <p>Luaran Tambahan</p> <p>Kekayaan intelektual (HKI) berupa program Komputer Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis dan Pemetaan.</p> <p>➤ Tahun ke-2 Luaran Wajib</p> <p>Publikasi Jurnal International Terindeks Scince direct dan Thomson Reuters. Nama Jurnal : Statistics and Computing Publisher : Springer Netherlands Quartiles : Q1 Scientific Journal Rankings : 1,878 Isi artikel : Evaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan pemukiman pada kawasan rawan banjir di Kota Samarinda dengan menggunakan metode spasial nonparametrik pembobot geografis.</p> <p>Luaran Tambahan</p> <p>Prosiding Seminar International, tentang zonasi risiko banjir dan pola ruang pada kawasan sesuai untuk pemukiman di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.</p>

Metode spasial merupakan suatu metode untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi oleh efek geografis. Selama kurang lebih satu abad, para pakar geografi, perencana kota, pakar kebencanaan alam, para ilmuwan sosial lainnya dan para ahli strategis bisnis telah mencoba meneliti tentang pengaruh spasial. Para ahli statistik mengembangkan penelitian tentang statistika spasial *Geographically Weighted Regression* (GWR) [4], [5], [14], [15]. Nakaya et al menemukan model baru dalam GWR yaitu *Geographically Weighted Poisson Regression Models* [21], selanjutnya Mei et al menghasilkan model baru yang menggabungkan model regresi global dan GWR yang dikenal *Mixed Geographically Weighted Regression Models* [17]. Model GWR juga dikembangkan dalam bidang spasial yang berhubungan dengan *timeseries* yang dikenal dengan *spatio-temporal*, eksplorasi data *spatio-temporal* dianalisis dengan menggunakan GWR dan analitic geovisual [7]. Penelitian *spatio-temporal* juga dikembangkan oleh Huang et al tentang *Geographically And Temporally Weighted Regression Model* [11]. Selanjutnya penelitian pada data panel spasial [33] menemukan metode *Geographically Weighted Panel Regression*. Penelitian Wrenn dan sam menemukan model *Geographically and Temporally Weighted Likelihood Regression* [32].

Aplikasi statistika spasial diterapkan pada membandingkan model regresi klasik dan GWR untuk menduga pencemaran udara di New Jersey, USA. Hasil GWR menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antara kepadatan penduduk, banyaknya industri, kepadatan transportasi dan kondisi lingkungan terhadap peningkatan pencemaran udara di daerah tersebut [18]. Selanjutnya, aplikasi metode GWR pada pengelompokkan kepadatan penduduk berdasarkan jarak rumah di Philadelphia, Pennsylvania, USA [19]. Penelitian tentang spatial spline regression [22], [31], [10] yang mengembangkan penelitian spatial spline regression untuk klasifikasi dan pengelompokan data. Penelitian terbaru yang mengembangkan Metode regresi spasial nonparametrik pembobot geografis dimulai dari Estimasi model regresi [12], Pengujian

hipotesis kesesuaian model [13], pengujian hipotesis signifikansi parameter simultan [15] dan parsial [18]. Metode tersebut akan digunakan untuk **Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur**. Berikut Indikator Capaian Penelitian Tahun pertama dan kedua serta beberapa penelitian dibidang Statistika Spasial.

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 600 kata. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Bagan penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan. Di bagian ini harus juga mengisi tugas masing-masing anggota pengurus sesuai tahapan penelitian yang diusulkan.

METODE

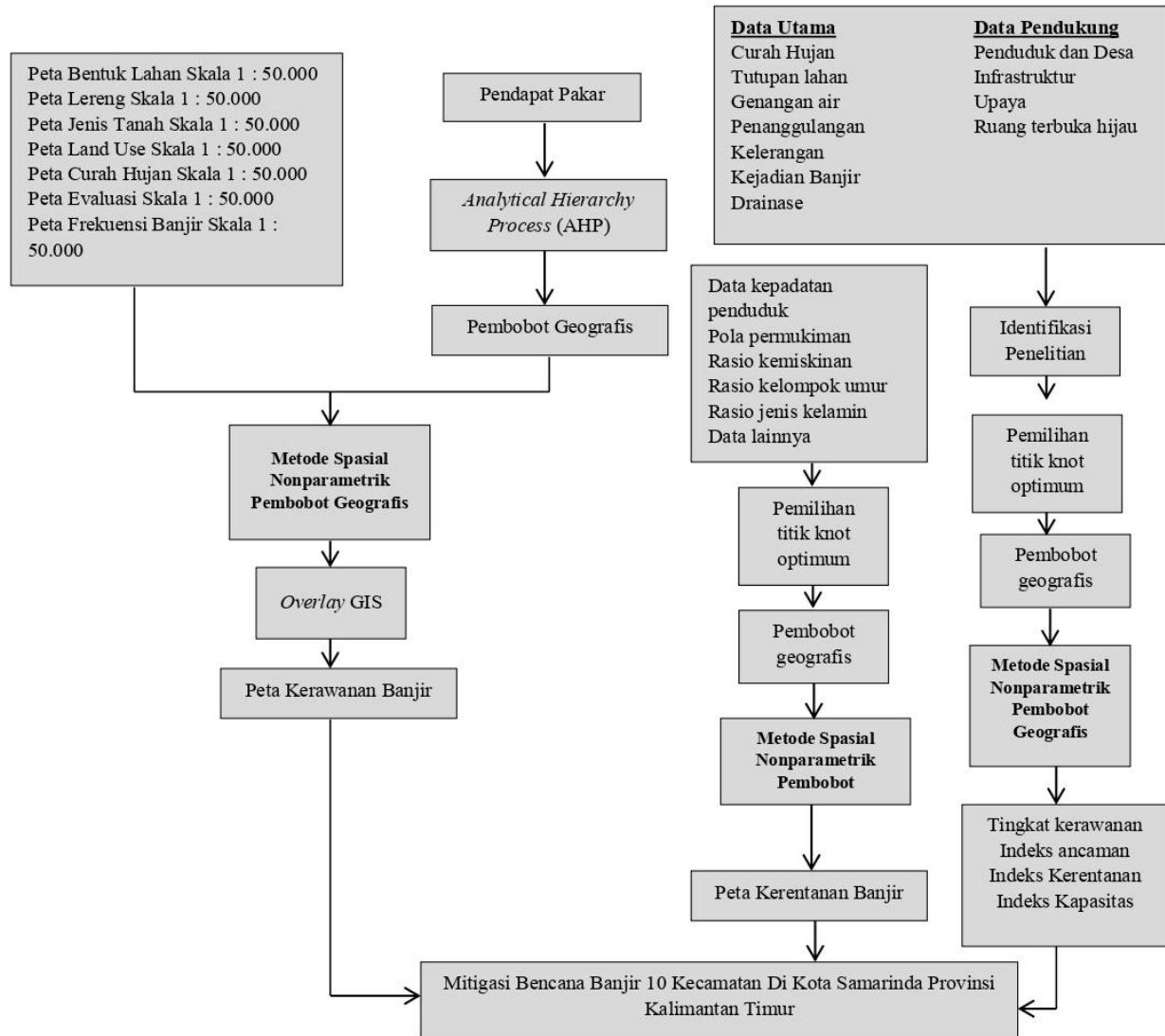
Penelitian ini dilaksanakan di Kota Samarinda dengan pertimbangan pada tahun 2019 mengalami bencana banjir yang hampir menenggelamkan beberapa wilayah dikota samarinda, wilayah tersebut memiliki kawasan rawan dan berisiko banjir yang telah dimanfaatkan sebagai wilayah pemukiman dan lokasi terpilih mempunyai karakteristik wilayah yang mendukung terjadinya banjir.

Data yang dikumpulkan berupa data primer yang ditunjang dengan Data Sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung yang berupa pengamatan dan wawancara dengan para pakar. Data sekunder diperoleh dari berbagai pustaka berupa buku, jurnal dan data lainnya yang bersumber dari berbagai instansi/lembaga yang berkaitan dengan penelitian mitigasi untuk kawasan pemukiman rawan dan berisiko banjir. Jenis dan sumber data secara ringkas dalam Tabel 1.

Tabel 3. Matriks Jenis, Sumber Data dan Metode Analisis Model Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur

No	Tujuan dan Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Metode Analisis
1.	MITIGASI BENCANA BANJIR DI KOTA SAMARINDA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR MENGGUNAKAN METODE SPASIAL NONPARAMETRIK PEMBOBOT GEOGRAFIS (Penelitian Tahun 2020-2021)			
	a. Faktor-faktor yang mempengaruhi bencana banjir untuk setiap Kecamatan di Kota Samarinda Data Primer dan Data Sekunder	a. Jenis Tanah b. Drainase c. Kemiringan lereng d. Curah Hujan e. Penggunaan Lahan f. Bentuk Lahan g. DAS Sungai karang mumus h. Ruang terbuka hijau i. frekuensi banjir j. Tutupan lahan k. Genangan air l. Kelerangan	<ul style="list-style-type: none"> • BPS Samarinda dan BPS Provinsi Kalimantan Timur • DPUTR Provinsi Kalimantan Timur • BPBD Samarinda • Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Jakarta • BMKG 	Metode Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis
	b. Zonasi Kawasan Rawan Banjir Data Sekunder	a. Variabel faktor-faktor penyebab Bencana Banjir di beberapa area di Kota Samarinda. b. Peta Samarinda skala 1:50.000 c. Peta Penggunaan lahan skala 1:50.000 d. Peta lereng skala 1:50.000 e. Peta jenis tanah skala 1:50.000 f. Peta administrasi skala 1:50.000 g. Peta curah hujan h. Demografi i. Peta bentuk lahan skala 1:50.000 j. Peta rawan banjir skala 1:50.000	a. BPS, Dinas Pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur b. BIG c. Interpretasi citra <i>Landsat</i> d. Peta RBI e. Puslit tanah f. Bappeda Kota Samarinda g. BMG h. SRTM i. RePPPProT j. BPBD Kota Samarinda k. BNPB Jakarta l. BMKG	MCE AHP GIS
c. Zonasi Kawasan Rentan Banjir d. Zonasi Kawasan Aman Banjir Data Sekunder	a. Kepadatan Penduduk b. Kelompok Umur c. Persentase Kemiskinan d. Jenis Kelamin e. Pola Permukiman	a. BPS Provinsi Kaltim b. BPS Provinsi Kaltim c. BPS Provinsi Kaltim d. BPS Provinsi Kaltim e. Interpretasi Citra <i>Landsat</i> 2019/2020, RBI, dan google eart	GIS	

Berikut Metode dalam Tahapan Penelitian yang dideskripsikan pada Gambar 1, rancangan dari tahapan-tahapan penelitian yang tersusun dari awal sampai akhir penelitian pada usulan penelitian tahun 2020-2021.



Gambar 3. Tahap Penelitian dan Alat Analisis

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan:

1. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan penelitian, peneliti melakukan beberapa kegiatan meliputi wawancara dengan pakar dalam penentuan bobot dan harkat dalam menzonasi kawasan rawan banjir; mengumpulkan data kerentanan banjir meliputi: jumlah penduduk, kepadatan penduduk, rasio kelompok umur, dan persentase kemiskinan; wawancara dengan pakar dan staf camat se Kota Samarinda dalam penentuan upaya penanggulangan; wawancara dengan pakar dalam penentuan bobot kesesuaian lahan pemukiman.

2. Tahap analisis

Tahap analisis dibedakan atas: analisis statistika spasial: metode regresi spasial nonparametrik pembobot geografis, analisis zonasi kawasan rawan banjir, analisis kerentanan, analisis risiko banjir,

analisis kesesuaian lahan untuk pemukiman dan analisis perbandingan kesesuaian lahan untuk pemukiman dan resiko banjir dan pola ruang.

3. Tahap validasi

Pada tahap ini dilakukan pengecekan ke lapangan untuk melihat tingkat keakuratan peta yang dihasilkan. Peta yang dilakukan validasi antara lain peta bahaya banjir, peta kerentanan banjir, risiko banjir dan peta kesesuaian lahan untuk pemukiman.

4. Tahap penulisan laporan

Tahapan ini merupakan tahapan penulisan hasil penelitian

Tugas masing-masing anggota peneliti sesuai tahapan yang diusulkan

Tabel 4. Tugas Ketua dan Anggota Peneliti

Ketua	Anggota 1	Anggota 2
<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan arahan yang berhubungan dengan semua tahapan proses yang akan dilakukan - Melakukan analisis statistika spasial : Metode Regresi Spasial Nonparametrik Pembobot Geografis - Melakukan <i>Overlay GIS</i> - Melakukan analisis terhadap hasil semua tahapan proses - Membuat draft artikel ilmiah - Membuat laporan kemajuan dan laporan akhir 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan koordinasi terkait survey lokasi dan proses akusisi data - Melakukan tahap <i>analytical hierarchy process</i> - Melakukan <i>Overlay GIS</i> - Membuat draft artikel ilmiah - Membuat laporan kemajuan dan laporan akhir 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan tahap <i>pre-processing</i> - Melakukan survey lapangan - Menganalisis aspek fisik dalam hal morfologi, curah hujan dan penutupan lahan - Memetakan kawasan rentan dan rawan banjir - Mengurus ijin untuk akusisi data citra.

11	Pembuatan Laporan Penelitian (Kemajuan dan Akhir)								
----	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arvish A, Hosseini M, Einollah G. 2014. On The Simulation of The Effect of Changing The Use of Urban Land on Basin Flood Rise (Case Study: Basin of Germi Town, Iran). *International Journal of Marketing and Technology*, 4(1): 102-110.
2. [BPBD] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Samarinda. 2019. Catatan Bencana Banjir Kota Samarinda
3. Bechtol dan Laurian, 2005, Restoring Straightened Rivers for Sustainable Flood Mitigation, *Disaster Prevention and Management*, 14(1): 6 – 19.
4. Brunson dan Fotheringham, 1999, Some notes on parametric significance test for Geographically Weighted Regression, *Journal of Regional Science*, 39(3), 497-524
5. Crespo, R., Fotheringham, A. Dan Charlton, M., 2007, Application of geographically weighted regression to a 19-year set of house price data in London to calibrate local hedonic price models. *Proceeding of the 9th International Conference on Geocomputation*.
6. Chan N, Parker D. 1996. Response to Dynamic Flood Hazard Factors In Peninsular Malaysia. *The Geographical Journal*, 162: 313-325.
7. Demser, Fotheringham dan Charlton, 2008, Exploring the spatio-temporal dynamics of geographical processes with geographically weighted regression and geovisual analytics, *Inference Vis*, 7. 181–197.
8. Gunawan T. 1991. Penggunaan Teknik Penginderaan Jauh untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS (Studi Kasus di DAS Benganwan Solo Hulu Jawa Tengah) [disertasi]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana IPB.
9. Haryani NS, Zubaidah A, Dirgahayu D, Yulianto HF, Pasaribu J. 2012. Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 9(1): 52-66.
10. Hien D. Nguyen, Nguyen, Geoffrey J. McLachlan dan Ian A. Wood, 2014, Mixtures Of Spatial Spline Regressions For Clustering And Classification. *Computational Statistics and Data Analysis*. 93 Issue C, 76-85.
11. Huang, Wu, dan Barry, 2010, Geographically and temporally weighted regression for modeling spatio-temporal variation in house prices. *International Journal Geographical Inference Science*. 24, 383–401
12. Indriatmoko RH. 2009. Membangun Sistem Dinamis untuk Menghitung Debit Puncak dengan Menggunakan Stella Versi 9.02. *Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan*, 5(1): 78-28.
13. Kadri T. 2011. Analisis Penanggulangan Banjir Kota Bekasi dengan Pengelolaan DAS Bekasi Hulu [disertasi]. Bogor (ID): Program Pascasarjana IPB.
14. Leung, Y., Mei, C.L. dan Zhang, W.X., 2000a, Statistic Test for Spatial Non stationarity Based on the Geographically Weighted Regression Model, *Journal Environment and Planing A*, 32, 9-32.
15. Leung, Y., Mei, C.L. dan Zhang, W.X., 2000b, Testing for spatial autocorrelation among the residuals of the geographically weighted regression. *Environment and Planing A*, 32, 871-890.
16. Miharja N, Panjaitan SD, Sumiyattinah. 2013. Analisis Kerawanan dan Pengurangan Resiko Banjir di Kalimantan Kalimantan Barat Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG). *jurnal Teknik Sipil Untan*, 13: 176-196.
17. Mei, Wang dan Zhang, 2006, Testing the importance of the explanatory variables in a mixed geographically weighted regression model, *Journal Environment and Planning*, 38(3), 587-598.

18. Mennis, J dan Jordan, L., 2005, The Distribution of Enviromental Equity: Exploring Spatial Nonstationarity in Multivariate Models of Air Toxic Releases, *Annals of the Association of American Geographers*, 95, 249-268.
19. Mennis, J., 2006, Mapping the Results of Geographically Weighted Regression, *The Cartographic Journal*, 43(2), 171-179.
20. Mustafa D. 1998. Structural Causes of Vulnerability to Flood Hazard In Pakistan. *Economic Geography*, 74(3): 289-305.
21. Nakaya, Fotheringham, Brunson dan Charlton, 2005, Geographically Weighted Poisson Regression for disease association mapping, *Journal Statistics Medicine*, 24(17), 2695-2717.
22. Ramsay, J.O., Ramsay, T.O. dan Sangalli, L.M., 2011, Spatial functional data analysis. In: Ferraty, F. (Ed.), *Recent Advances in Functional Data Analysis and Related Topics*. Springer, 269–275.
23. Sifriyani, Haryatmi, I.N Budiantara, and Gunardi. 2017. Geographically Weighted Regression with Spline Approach. *Far East Journal of Mathematical Sciences*. 101(6). 1183-1196.
24. Sifriyani, S. H. Kartiko, I. N. Budiantara and Gunardi. 2018a. Development Of Nonparametric Geographically Weighted Regression Using Truncated Spline Approach. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 40(4). 909-920.
25. Sifriyani, I.N. Budiantara, S.H. Kartiko and Gunardi. 2018b. A New Method of Hypothesis Test for Truncated Spline Nonparametric Regression Influenced by Spatial Heterogeneity and Application. *Abstract and Applied Analysis*. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9769150>
26. Sifriyani, Budiantara, I. N., Kartiko, S.H., and Gunardi. 2019. Evaluation of Factors Affecting Increased Unemployment in East Java Using NGWR-TS Method. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 49(1). 123-142.
27. Sifriyani. 2019. Simultaneous Hypothesis Testing of Multivariable Nonparametric Spline Regression in the GWR Model. *International Journal of Statistics and Probability*, Vol 8(4).
28. Susilowati E. 2007. Kebijakan Perumahan dan Pemukiman Bagi Masyarakat Urban. *Jurnal Ekonomi dan Manajemen Dinamika*, 16(1):105-124.
29. Utomo W. 2013. Analisis Potensi Rawan (hazard) dan Resiko (risk) Bencana Banjir dan Longsor (Studi Kasus Provinsi Jawa Barat) [tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana IPB.
30. Sifriyani, 2018c, ‘Multivariable Nonparametric Regression Truncated Spline in The Geographically Weighted Regression Models’, Unpublished Ph.D, Dissertation, Universitas Gadjah Mada, Dept of Mathematics.
31. Sangalli, L.M., Ramsay, J.O. dan Ramsay, T.O., 2013, Spatial spline regression models. *Journal Royal Statistics Soc. Ser. B*, 75, 681–703.
32. Wrenn, D.H. dan Sam, A.G., 2014, Geographically and temporally weighted likelihood regression : Exploring the spatiotemporal determinants of land use change. *Regional Science and Urban Economics* 44. 60-74.
33. Yu, D., 2010, Exploring spatiotemporally varying regressed relationships: the geographically weighted panel regression analysis. *Proceedings of the Joint International Conference on Theory, Data Handling and Modeling in GeoSpatial Information Science*, 134–139.

LAMPIRAN 1
RAB PENELITIAN

Item Kegiatan	Tahun 1			
	Volume	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
BAHAN				6.300.000
ATK	1	Paket	900.000	900.000
Bahan Penelitian (Habis Pakai)	270	Unit	20.000	5.400.000
Barang Persediaan	-	Unit	-	-
PENGUMPULAN DATA	-	-	-	18.230.000
FGD persiapan penelitian	1	Paket	3.000.000	3.000.000
HR Pembantu Peneliti	8	OB	250.000	2.000.000
HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	3	OB	300.000	900.000
Uang Harian	10	OH	300.000	3.000.000
Penginapan	4	OH	570.000	2.280.000
Uang harian rapat di dalam kantor	15	OH	250.000	3.750.000
Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	-	-
Biaya konsumsi	15	OH	60.000	900.000
HR Pembantu Lapangan	30	OH	80.000	2.400.000
SEWA PERALATAN	-	-	-	-
Peralatan penelitian	-	Unit	-	-
Kebun Percobaan	-	Unit	-	-
Obyek penelitian	-	Unit	-	-
Ruang penunjang penelitian	-	Unit	-	-
Transport penelitian	-	OK (kali)	-	-
ANALISIS DATA	-	-	-	16.390.000
HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	4	OB	300.000	1.200.000
HR Pengolah Data	1	OP(penelitian)	1.000.000	1.000.000
Honorarium narasumber	2	OJ	1.500.000	3.000.000
Biaya analisis sampel	270	Unit	25.000	6.750.000
Uang Harian	10	OH	250.000	2.500.000

Transport Lokal	1	OH	150.000	150.000
Penginapan	2	OH	570.000	1.140.000
Biaya konsumsi	10	OH	65.000	650.000
PELAPORAN, LUARAN WAJIB DAN TAMBAHAN	-	-	-	9.080.000
HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	4	OB	300.000	1.200.000
Uang harian rapat di dalam kantor	5	OH	72.000	360.000
Uang harian rapat di luar kantor	5	OH	72.000	360.000
Biaya konsumsi rapat	5	OH	65.000	325.000
Biaya seminar nasional				
Biaya seminar internasional				
Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional				
Publikasi artikel di Jurnal Internasional				4.835.000
Luaran KI (paten, hak cipta dll)				2.000.000
Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	-	-
Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	-	Paket	-	-
TOTAL	-	-	-	50.000.000

LAMPIRAN 2
BIODATA PENELITI

BIODATA KETUA PENELITI



I. IDENTITAS DIRI

1. Nama Lengkap : Dr. Sifriyani, S.Pd. M.Si.
2. NIP : 19821123 200812 2 005
3. NIDN : 0023118203
4. Tempat & Tanggal lahir : Raha, 23 November 1982
5. Jenis Kelamin : Wanita
6. Agama : Islam
7. Golongan/ Pangkat : Penata/III/c
8. Jabatan Akademik : Lektor
9. Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman
10. Alamat : Universitas Mulawarman Kampus
Gunung Kelua
Jl. Kuaro Kotak Pos 1068, Samarinda 75119
11. Telp/Faks : (0541)749343
12. Alamat Rumah : Jl. Damanhuri II Peumahan SKM Borneo Blok F No
57 Samarinda Kalimantan Timur.
13. Telp/Faks : +6285242592527
14. Email : sifriyani@fmipa.unmul.ac.id
sifriyani@mail.ugm.ac.id
sifriyanistatistika@gmail.com
sifri.stat.unmul@gmail.com

II. RIWAYAT PENDIDIKAN.

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Negeri Makassar (UNM)	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya	Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta
Bidang Ilmu	Pendidikan Matematika	Statistika	Prodi Matematika Bidang Ilmu Statistika
Tahun Masuk dan Lulus	Tahun Masuk 2000 Tahun Lulus 2004	Tahun Masuk 2005 Tahun Lulus 2007	Tahun Masuk 2014 - 2018
Judul Skripsi/Tesis	Pembelajaran Matematika dengan Metode Realistik	Pendekatan Spline Pada Fungsi Variansi	Regresi Nonparametrik Spline <i>Truncated</i> dalam model <i>Geographically Weighted Regression</i> .

Nama Pembimbing	Pembimbing 1. Prof. Dr. Hamzah Upu, M.Si.	Pembimbing 1. Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, S.Si. M.Si.	Promotor. Prof. Dr. Sri Haryatmi Kartiko, S.Si. M.Sc.
	Pembimbing 2 Dr. Drs. Dinar, M.Si.	Pembimbing 2 Dr. I Nyoman Latra, M.Si.	Co Promotor 1. Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, S.Si. M.Si. Co Promotor 2. Dr. Gunardi. M.Si.

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Penelitian
1.	2019	Evaluasi Peningkatan Produktivitas Hutan Hujan Tropis di Kalimantan dengan menggunakan Metode Regresi Geospasial.	IsDB UNMUL
2.	2019	Model Penilaian Multi Group Decision Making (MGDM) untuk Kesesuaian Lahan Perkebunan Sawit	Penelitian Terapan RISTEKDIKTI
3.	2019	Faktor-faktor Pendukung Produksi Pangan di Setiap Kabupaten/Kota di Kalimantan Menggunakan Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Pembobot Geografis.	PNBP FMIPA UNMUL
4.	2017	Multivariable Nonparametric Regression Truncated Spline in The Geographically Weighted Regression Models	Penelitian Disertasi Doktor RISTEKDIKTI
5.	2017	Nonparametric Truncated Spline in the Geographically Weighted Regression NGWR-TS: An application to Modeling Unemployment Rate	Program Peningkatan Kualitas Publikasi International RISTEKDIKTI

IV. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2019	Evaluation of Forest Productivity and Governance on the Preservation of Tropical Rain Forests in Kalimantan Using The NGWR-TS Nonparametric Geospatial Method.	<i>EurAsian Journal of BioSciences, Vol 13 Issue 2, pp. 2373-2379</i>
2019	Identification of Factors Affecting Food Productivity Improvement in Kalimantan using Nonparametric Spatial Regression Method	<i>Modern Applied Science, Vol 13(11)</i>
2019	Simultaneous Hypothesis Testing of Multivariable Nonparametric Spline Regression in the GWR Model	<i>International Journal of Statistics and Probability, Vol 8(4), 123-142</i> DOI: 10.5539/ijsp.v8n4p32
2019	Mapping and Analysis Factors of Affecting Productivity Tropical Rain Forests in East Kalimantan	<i>Modern Applied Science, Vol 13(10)</i>
2019	Evaluation of Factors Affecting Increased Unemployment in East Java using NGWR-TS Method	<i>International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, Vol 49(1), 123-142.</i>
2018	A New Method of Hypothesis Test for Truncated Spline Nonparametric Regression Influenced by Spatial Heterogeneity and Application	<i>Abstract and Applied Analysis.</i> https://doi.org/10.1155/2018/9769150
2018	Development Of Nonparametric Geographically Weighted Regression Using Truncated Spline Approach	<i>Songklanakarinn Journal of Science And Technology, 40(4), 909-920.</i>
2017	Geographically Weighted Regression with Spline Approach	<i>Far East Journal of Mathematical Sciences, 101(6), 1183-1196.</i>

V. HKI

No	Jenis Ciptaan	Judul Ciptaan	No Sertifikat	Tahun
1.	Program Komputer	Program Nonparametric Geographically Weighted Regression Use Truncated Spline Approach	000117078	2018
2.	Program Komputer	Analisis Regresi Nonparametrik Smoothing Spline	000131105	2019

Fungsi Variansi,

3.	Program Komputer	Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Kelompok Pemilihan Lahan Sawit	000160118	2019
----	------------------	--	-----------	------

VI. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

N	Nama Kegiatan	Peran Sebagai	Tempat	Waktu
1.	The 3 rd International Conference on Tropical Studies and its Application	Pemakalah	Mesra International Business and Resort Hotel. IsDB Universitas Mulawarman, Samarinda	26-27 Agustus 2019
2.	International Conference on Robust Statistics 2017	Pemakalah	University of Sydney, Australia	3-7 juli 2017
3.	International Conference on Statistics & Big Data Bioinformatics in Agricultural Research 2016	Pemakalah	ICRISAT India	21-23 November 2016
4.	SEAMS UGM International Conference on Mathematics and Its Applications 2015	Pemakalah	Departemen Matematika FMIPA UGM	18-21 Agustus 2015
5.	International Conference on Mathematics, Statistics, Computer Sciences, Mathematics Education (ICMSCSME) 2015	Pemakalah	Jurusan Statistika Universitas Hasanuddin (UNHAS)	2-3 October 2015
6.	The 3rd IndoMS International Conference on Mathematics and Its Applications	Pemakalah	Jurusan Statistika Universitas Indonesia (UI)	3-4 November 2015
7.	International Conference on Science and Technology (ICST) 2015	Pemakalah	Badan Penerbit dan Publikasi (BPP) UGM	11-12 November 2015
8.	AMC The Asian	Pemakalah	Bali Nusa Dua	25-29 July

Mathematical
Conference 2016

Convention
Center Bali
Indonesia

2016

Semua data yang saya isi kan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Samarinda, 20 Agustus 2020

Yang bertanda tangan



Dr. Sifriyani, S.Pd., M.Si.

NIP: 19821123 200812 2 005

LAMPIRAN

Biodata Anggota Tim Pengusul 1

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Yohanes Budi Sulistioadi, S.Hut, M.Sc, M.S, Ph.D
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	NIP	19761226 200604 1 001
4	NIDN	0026127604
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Balikpapan, 26 Desember 1976
6	E-mail	bsulistioadi@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	0811596300
8	Nama Institusi Tempat Kerja	Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
9	Alamat Kantor	Jl Penajam Gedung B14 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
10	Nomor Telepon/Faks	(0541) 749068

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Mulawarman	International Institute of Geo-information and Earth Observation (ITC), Netherlands	Ohio State University	Ohio State University
Bidang Ilmu	Manajemen Hutan	Geoinformatika	Geodesi	Geodesi
Tahun Lulus	1999	2004	2012	2013
Judul Skripsi/ Thesis/ Disertasi	Aplikasi Metode Variogram-Fraktogram dalam Sebaran Keruangan Pohon-pohon Komersil Hutan Tropika Humida Pasca Tebang Pilih pada Areal HPH PT Limbang Ganeca	<i>Identification of High Conservation Value Forest (HCVF) Related to Soil and Water Conservation. The Use of Remote Sensing and GIS to Support Forest Certification in Indonesia</i>	-	<i>Satellite Altimetry and Hydrology Modeling of Poorly-gauged Tropical Watershed</i>
Nama Pembimbing/ Promotor	Dr. Ir. H. Sumaryono, M.Sc	Youssif Ali Hussin, PhD	-	C.K. Shum, PhD

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2019	Review Kajian Risiko Bencana Kota Samarinda	Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Samarinda	587

2	2019	Penyusunan Basis Data Infrastruktur Berbasis Geospasial untuk Kabupaten Berau	Bidang Fisik dan Prasarana Badan Perencanaan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Berau	599
3	2019	Studi Baseline Area Hibah Yayasan Belantara Provinsi Kalimantan Timur	Yayasan Belantara	510
4	2017-2018	Pemodelan Tambak Berkelanjutan dengan Sistem Wanamina di Delta Mahakam, Kalimantan Timur	Kemenristek dikti	180
5	2017	Monitoring dan Evaluasi Keberhasilan Penanaman Mangrove oleh Total E&P Indonesia di Delta Mahakam, Kalimantan Timur	Total E&P Indonesia	487
6	2016-2017	Identifikasi Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (HCV) pada Skala Bentang Lahan di Provinsi Kalimantan Timur	Center for International Forestry Research (CIFOR) dan The Nature Conservancy (TNC) Indonesia Program	300
7	2017	Identifikasi Kawasan Delta Kayan-Sembakung sebagai Kawasan Budidaya Perikanan dan Konservasi Mangrove	Bappeda dan Litbang Provinsi Kalimantan Utara	499
8	2016	Evaluasi Data Spasial dari OpenStreetMap untuk Wilayah Kota Samarinda dan Balikpapan	Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) dan Wikimedia Indonesia	35

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2020	Inventarisasi Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam Wilayah Ekoregion dan Kajian <i>Human Modification Index</i> (HMI) di Kalimantan Barat	Pusat Pengendalian Pembangunan (P3E) Ekoregion Kalimantan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan/KLHK	14
2	2020	Remote Sensing Analyst for improving quality and accuracy of spatial database in Manggar watershed on FMU Balikpapan	Global Green Growth Institute (GGGI)	44
3	2020	Development of Standard Operation Procedure (SOP) for Land Cover Changes Controlling and Monitoring	Low-Emissions Oil Palm Development in Berau District, East Kalimantan (LEOPALD), Deutsche Gesellschaft für Internationale	98

			Zusammenarbeit (GIZ)	
4	2020	Studi Pemetaan Usaha Perikanan di Wilayah Kerja Pertamina Hulu Mahakam	Division of Sustainable Development and Societal Relation (SDS), Pertamina Hulu Mahakam	499
5	2019-2020	Studi Verifikasi <i>Development by Design</i> pada Perencanaan Konservasi di Hutan Tanaman Industri	The Nature Conservancy (Yayasan Konservasi Alam Nusantara)	100

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1	Modeling and mapping aboveground biomass of the restored mangroves using ALOS-2 PALSAR-2 in East Kalimantan, Indonesia	International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation	91/2020
2	Floral Composition of the Kayan-Sembakung Delta in North Kalimantan (Indonesia) in Different Disturbance Regimes	Journal of Coastal Research	2020
3	Satellite radar altimetry for monitoring small rivers and lakes in Indonesia.	Hydrol. Earth Syst. Sci.	19/1/2015

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Temu Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	2 nd International Symposium on Tropical Forestry and Environmental Sciences	Estimation of river capacity through multi-temporal drone imagery (Main author)	Berau, 2019
2	2 nd International Symposium on Tropical Forestry and Environmental Sciences	The dynamics of wetlands in the Karangmumus Sub-Watershed of Samarinda (Co-author)	Berau, 2019
3	4th International Conference on Tropical and Coastal Region Eco-Development (ICTCRED)	Assessing the Iron Concentration on the Water Surface from Drone Imagery	Semarang, 2018
4	1 st International Symposium on Tropical Forestry and Environmental Sciences	Rainfall-runoff Modeling of Upper Mahakam Watershed in Indonesia	Samarinda, 2018
5	7th ESA Advanced Training Course on Land Remote Sensing	Utilization of ESA's Sentinel Satellite Missions to Support Integrated Management of Mahakam and Kayan-Sembakung Deltas in East and North Kalimantan, Indonesia	Godollo, Hungary, 2017
6	Prosiding Seminar Nasional Silvikultur ke-4	Identifikasi Lahan Terganggu akibat Pertambangan di Kota Samarinda	Balikpapan, 2016

7	Prosiding Indonesia Focus	Satellite Altimetry and Hydrological Modeling for Indonesia	Samarinda, 2015
---	---------------------------	---	-----------------

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
-	-	-	-	-

H. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Sarana dan Sistem Pembenihan dan Penggemukan Kepiting Bakau pada Tambak Sistem Silvofishery di Ekosistem Mangrove	15 Nov 2019	Paten Sederhana	IDS 00000 2656

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	Memberi masukan kepada Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Timur No 41 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan One Data One Map Provinsi Kalimantan Timur	2016	Provinsi Kalimantan Timur	Pergub telah diundangkan pada tahun 2016
2	Penyusunan Status Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup (DDDT-LH) Kota Samarinda Tahun 2018	2018	Kota Samarinda	Status DDDT-LH dalam proses menuju Perda

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari Pemerintah, Asosiasi, atau Institusi Lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Instansi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Ambassador Award for Academic Excellence	The Embassy of Indonesia in the United States	2015
2	ORAU/NASA Postdoctoral Program Fellowship	NASA Goddard Space Flight Center	2013-2015
3	School of Earth Sciences Graduate Book Award	Ohio State University	2013
4	Pursuing PhD in the United States	Fulbright Presidential Scholarship	2012
5	OSU Mayers Travel Fellowship	OSU Mayers	2010

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program Teknologi yang Didiseminasikan kepada Masyarakat.

Samarinda,
10 Juli
2020
Anggota
Tim
Pengusul



Yohanes Budi Sulistioadi, S.Hut, M.Sc,
M.S, Ph.D

BIODATA ANGGOTA PENELITI 2

Nama : Dr.Ruslan, S.Pd., M.Pd.
 NIDN : 0013038002
 NIP/NIK : 198003132006041003
 Tempat dan Tanggal Lahir : Ujung Pandang, 13 Maret 1980
 Golongan / Pangkat : Penata / III C
 Jabatan Fungsional Akademik : Lektor
 Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman
 Alamat Kantor : Jl. Muara Pahu No.. Kampus Gn. Kelua Samarinda,
 75123
 Telp.faks. : 0541-743651, 743929, Fax: 0541-743651, 743929
 Alamat Rumah : Jl. Damanhuri 2 Perumahan SKM Blok F 57
 Samarinda Kaltim
 Telp. Faks. : 082313453623
 Alamat e-mail : ruslan@fkip.unmul.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI			
Tahun Lulus	Program Pendidikan (diploma, Magister, spesialis dan doctor)	Perguruan tinggi	Jurusan/bidang Ilmu
1998-2003	S1	UNM Makassar	Penjaskesrek/Penjaskes
2008-2010	S2	UNM Makassar	Penjas dan olahraga/Penjaskes
2014-2017	S3	UNJ Jakarta	Pendidikan Olahraga
SI	Studi Analisis Kemampuan Teknik Dasar Bermain Sepak Takraw	Drs. Hasanuddin, M.Kes	Drs A. arifuddin, M.Kes
S2.	Analisis Kondisi Fisik Atlet PPLP Di Kalimantan Timur.	Dr. Sudirman, M.Kes	Dr. Andi. Suyuti, M.Pd
S3	Kemampuan hasil Belajar Sepak Sila Dalam Permainan Sepak Takraw	Profesor. Dr.Much Asmawi, M.Pd	Prof. Dr. Sopyan Hanif, M.Pd

PENGALAMAN PENELITIAN			
Tahun	Judul Penelitian	Sumber	Dana
2017	Perbandingan Teknik pegangan Forehand grip dan Frying pan grip terhadap kemampuan servis panjang bulutangkis	Fkip Unmul	Rp. 5.000.000

Publikasi artikel Ilmiah Dalam jurnal dalam 5 tahun terakhir

A. Buku/Bab Buku/Jurnal

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2013	Kontribusi Panjang tungkai, daya ledak tungkai dan kelentukan terhadap kemampuan smash pada permainan sepak takraw	Jurnal ILARA, ISSN : 2086-4124, Vol. II, No. 1, Edisi Juni 2013
2016	<i>The Of Learning Ability In The Game Sepaktakraw</i>	Jurnal JIPESS, ISSN : 2242-4900, Vol. I, No. 1, Edisi Desember 2016

Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 tahun terakhir

Tahun	Judul	Penyelenggara
2015	Looked position Of Women In Sport (Controversy Between Achievment Or Exploitation Sexsuality	Universitas Negeri Jakarta
2018	METHOD of PLAY and COMMAND AGAINST an INCREASE in VO2max	Universitas Negeri Semarang
2018	Sepak Sila Basic Technique Learning Through Hoop Technique in Sepak Takraw Games	Universitas Mulawarman
2018	Analysis Of Energy Expenditure, oxygen Consumption, And Training load of Sepaktakraw Athletes	Universitas Negeri Malang

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apa bila di kemudian hari ternyata di jumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, sanggup menerima sanksi .
Demikian Biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi sala satu persyaratan dalam pengajuan penelitian .

Samarinda, 26 Maret 2020

Yang Menyatakan,



Dr. Ruslan, S.Pd., M.Pd.
NIP: 19800313 200604 1 003

RESEARCH ARTICLE | JANUARY 25 2023

Analysis of the causes of flooding in Samarinda City using spatial statistics: Geographically weighted regression

Sifriyani ✉; Ruslan



AIP Conference Proceedings 2554, 030002 (2023)

<https://doi.org/10.1063/5.0104009>



CrossMark

Articles You May Be Interested In

Geographically temporally weighted regression model for GIS mapping of influence COVID-19 in East Kalimantan

AIP Conference Proceedings (October 2022)

Non-structural measures for landslide (creeping type) in Selili Hill Samarinda

AIP Conference Proceedings (June 2018)

Automatic identification system (AIS) in the Mahakam river ship to prevent accident to zero accident

AIP Conference Proceedings (May 2023)

Time to get excited.
Lock-in Amplifiers – from DC to 8.5 GHz

[Find out more](#)

Analysis of The Causes of Flooding in Samarinda City Using Spatial Statistics: Geographically Weighted Regression

Sifriyani^{1, a)} and Ruslan²

¹Statistics Study Program, Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University, Samarinda, Indonesia

²Faculty of Teacher Training and Education, Mulawarman University, Samarinda, Indonesia

^{a)} Corresponding author: sifriyani@fmipa.unmul.ac.id

Abstract. This study discusses the analysis of the causes of flooding in Samarinda City using geographically weighted regression (GWR) method of spatial statistics. Samarinda City has an area that is prone to flooding. Floods in Samarinda City occur due to excess surface runoff and not being accommodated in the Mahakam watersheds so that water overflows. The factors that cause flooding in Samarinda City are natural factors such as high rainfall, the topography of the area, and the tides of the Mahakam watersheds. The second factor is humans, mainly due to the element of population growth followed by an increase in the need for infrastructure, housing, clean water facilities, education, and other community services. The results of spatial statistical analysis obtained that the best model was the GWR model with R^2 of 0.92 and MSE value of 0.202. Based on these results, the concept of flood control in Samarinda City was divided into three parts, namely flood control in the upstream, middle and downstream areas. The upstream flood control concept could be implemented by repairing damaged watersheds conditions and increasing watersheds resistance. The concept of flood control in the middle area could be implemented by reducing flooding and reducing surface runoff. Meanwhile, the concept of flood control in the downstream area could be implemented by facilitating the flow of existing drainage done by increasing the capacity of the drainage channel water and protecting the flow in the channel from the influence of the tide of the Mahakam River.

INTRODUCTION

Samarinda as the capital of East Kalimantan Province is one of the cities in Indonesia which has rapid growth and development. The development of this city is influenced by the rate of population growth which results in an increase in the need for urban land. The development of urban areas with changes in vegetation cover, the soil becoming a watertight surface with little or no water storage capacity, has resulted in Samarinda City still suffering from flood problems. The phenomenon of flooding that occurs in Samarinda City does not only occur during the rainy season but also when it rains with a duration of 3 hours it can cause flooding, as happened at Pramuka Street, Simpang Empat Sempaja Selatan, PM. Noor Street, Antasari Street, Lambung Mangkurat Street, and Panjaitan Street. These conditions are very concerning to Samarinda City residents and also disrupt community activities.

Based on its geography, Samarinda City has an area of 718 square kilometers, of which 180,000 square meters is a water catchment area, making Samarinda City potential to cause flooding [1]. Based on the hydrological conditions, Samarinda City was built by around 20 watersheds. Apart from the Mahakam watershed, there is the Karang Mumus River with a watershed area of about 218.80 km, where up to now the Karang Mumus River has been used by the people of Samarinda City as a place to live, bathe, wash and dispose of rubbish, this condition has worsened Samarinda City to become prone to flooding.

Flood prevention efforts in Samarinda that have been carried out by the Samarinda Regional Government include the construction of flood canals, river normalization, river maintenance, and others. The prevention was technical in nature and has not yet met any significant results. One solution was based on theoretical aspects, where the relationship between the Mahakam watersheds in Samarinda City was used as a sample with the resulting flood discharge.

Rivers have an important role in human life, because there are many benefits that can be taken from rivers. These benefits are as a source of irrigation water for agricultural areas, a source of drinking water, etc. Rivers are places and containers as well as water drainage networks from springs to estuaries limited to the right and left and along their flow by boundary lines [2]. Rivers can have a bad impact on human life due to human actions that do not maintain the balance of nature. Losses caused by flooding can have a systematic impact because the floods that occur, especially in the Samarinda area, last a long time and have a large discharge [3].

Based on the above background, research was conducted on the analysis of the causes of flooding in Samarinda City based on data from the Mahakam watershed in Samarinda, climate and rainfall in the Mahakam watershed, hydrology, physiological and topographic conditions, and water discharge in the Mahakam watershed in Samarinda. In this study, the Geographically Weighted Regression (GWR) method was used. Mapping was carried out based on the GWR method and as a comparison the Nonparametric GWR method was used. The purpose of this study was to determine the distribution of floods in Samarinda City and to identify the causes of flooding in Samarinda City.

CHARACTERISTICS OF THE MAHAKAM WATERSHED IN SAMARINDA

Geographical Location of the Mahakam Watershed

The Mahakam Watershed is one of the areas in East Kalimantan which includes the districts of West Kutai, East Kutai, Malinau, Kutai Kartanegara and Samarinda City. Mahakam River is the main river that divides Samarinda City. The sub-watersheds that include the tributaries that empties into the Mahakam river are the Karang Mumus River, the Palaran River, and other tributaries, namely the Loa Bakung River, Lao Bahu, Bayur, Betepung, Muang, Pampang, Buffalo, Sambutan, Lais, Tas, Anggana, Loa Janan, Handil Bhakti, Loa Hui, Rapak Dalam, Mangkupalas, Bukuan, Ginggaang, Pulung, Payau, Balik Buaya, Banyuur, Sakatiga, and Bantuas River [4].

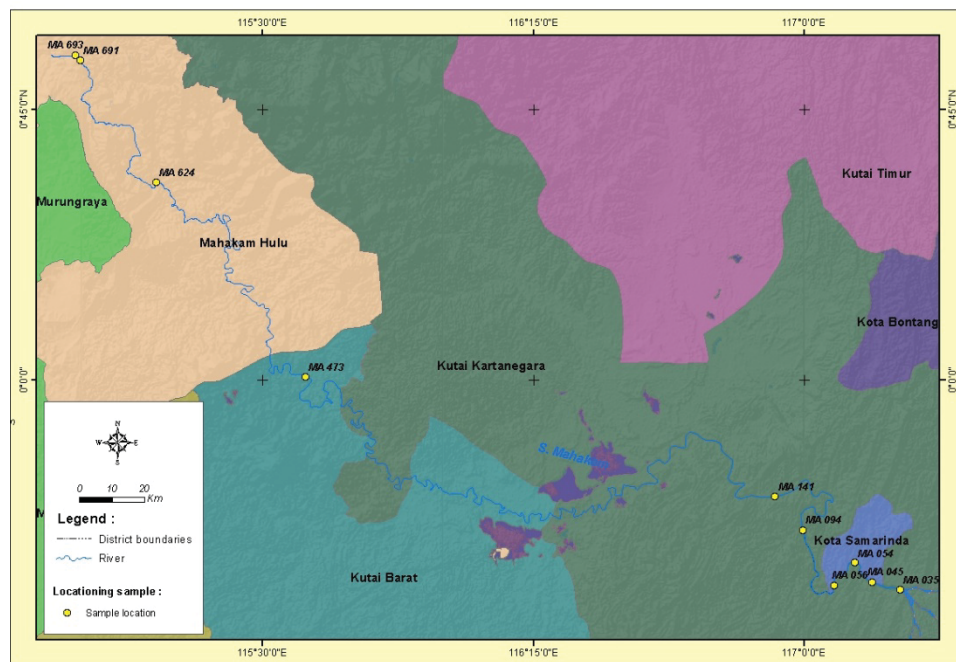


FIGURE 1. Map of Monitoring Point Distribution of Mahakam Watershed in East Kalimantan Province

The Mahakam watershed has an area of approximately 7,724,365 hectares. Geographically it is located 01°55' North Latitude and 01°09' South Latitude, and between 113°49' East Longitude and 117°41' West Longitude [5]. Figure 1 shows the image of the location of the Mahakam watershed and the surrounding government administration areas. The Mahakam watershed in Samarinda City consists of 10 sub-watershed points, namely Mahakam Nyan River, Mahakam Boh, Long Bangun, Tering, Bloro, Kumala Island, Kalamur, Governor's Office, Palaran, and Anggana [5,6].

Climate and Rainfall

The climatic conditions in the Mahakam watershed are relatively the same as the climatic conditions in the East Kalimantan Province in general, namely tropical climates and have two seasons: the dry season and the rainy season. The dry season usually occurs from May to October, while the rainy season occurs from November to April. This situation continues every year which is interspersed with a transitional season in certain months. However, in recent years, the seasonal conditions in the region have been at times erratic. In the months that should be rainy, in reality there is no rain at all or vice versa in the months that should be dry, there is rain with a much longer season.

In general, the values of the climate elements such as air temperature, air humidity, atmospheric pressure, wind velocity, monthly rainfall and duration of sunshine at several meteorological stations in the East Kalimantan Province are presented in detail in Table 1.

TABLE 1. Meteorological Data of Several Stations in East Kalimantan Province

The Climate Element	Meteorological Station		
	Samarinda	Balikpapan	Tanjung Redeb
1 Temperature (°C)			
Minimum	22.2	22.3	22.3
Maximum	35.2	33.8	34.4
2 Relative Humidity (%)	80	82	85
3 Atmospheric Pressure (mb)	1,012.9	1,011.7	1,010.9
4 Wind Velocity (Knot)	4	4	4
5 Rainfall (mm)	2,097.8	2,149.8	1,363.4
6 Duration of Sunshine (%)	46.8	52.5	50.8

Source: BPS [7]

Table 1 shows that in general the area of East Kalimantan Province has a hot climate with air temperatures ranging from 22.2°C to 35.2°C especially at the Samarinda Meteorology Station. The tropical area with forest habitats that have the lowest humidity is at the Samarinda Meteorological Station by 80%, while the highest is at the Tanjung Redeb Meteorological Station by 85%. The lowest air pressure is at the Tanjung Redeb Meteorological Station of 1,010.9 mb and the highest is at the Samarinda Meteorological Station of 1,012.9 mb [7].

Physiology and Topography of the Mahakam Watershed

The physiographic and topographic conditions of the Mahakam watershed were described using the altitude of sea level and the clarity data of the Mahakam watershed. Table 2 shows the area according to the altitude in the Mahakam watershed in detail.

TABLE 2. Altitude and Area in the Mahakam Watershed

Obs.	Altitude (m)	Area (Ha)	Area (%)
1.	≤ 75	2.709.037	35.1
2.	> 75 - 150	1.271.891	16.5
3.	> 150 - 300	792.730	10.3
4.	> 300 - 450	560.320	7.3
5.	> 450 - 600	521.057	6.7
6.	> 600 - 750	520.440	6.7
7.	> 750 - 1000	703.631	9.1
8.	> 1000 - 1500	557.653	7.2
9.	> 1500 - 2000	72.968	0.9
10.	> 2000	14.638	0.2
	Total	7.724.365	100.0

Source: Directorate General of Land Rehabilitation and Social Forestry, Watershed Management Office [5].

Table 3 shows the category of slope in the Mahakam watershed, which is dominated by sloping (2-15%) and slightly steep (15-40%), respectively 46.2% and 26.3% of the Mahakam watershed area [6].

TABLE 3. Map of Slope Range and Area in the Mahakam Watershed

No.	Slope Range (%)	Category	Area (Ha)	Area (%)
1.	0 – 2%	Flat	1.663.993	21.5
2.	2 – 15%	Sloping	3.578.918	46.3
3.	15 – 40%	Slightly Steep	2.032.488	26.3
4.	> 40%	Steep	448.967	5.8
Total			7.724.365	100.0

Source: Directorate General of Land Rehabilitation and Social Forestry, Watershed Management Office [5].

SPATIAL STATISTICS ANALYSIS: GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION METHOD

Geographically Weighted Regression Model

Geographically Weighted Regression (GWR) is a local form of classical linear regression that considers spatial aspects or geographic locations in the form of point coordinates (u_i, v_i) . In GWR, the estimated value of the regression parameters obtained for each observation location is different. One of the objectives of this method is to solve the problem of spatial heterogeneity in the data. Spatial heterogeneity occurs when one predictor variable gives different responses at different locations in one research area. GWR model produces estimates of model parameters that are local for each point or location where the data is observed. In GWR model, the response variable is estimated by a predictor variable, each of which has a regression coefficient depending on the location where the data is observed.

The GWR model [8], [9] for the relationship between the response variable y and the predictor variables x_1, x_2, \dots, x_p at the i -th location:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ki} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

where:

- y_i : The value of the response variable at the i -th observation location
- x_{ki} : The k -th predictor variable in the i -th location observation
- (u_i, v_i) : Geographical coordinates (Longitude and Latitude) of the i -th observation location
- $\beta_0(u_i, v_i)$: The intercept of GWR
- $\beta_k(u_i, v_i)$: The k -th parameter at the i -th location which corresponds to the predictor variable x_{ki} .
- ε_i : The error at the i -th location point which is assumed to be independently, identically and normally distributed with zero mean and variance σ^2

One of the methods of estimating the parameters of GWR model in Equation (1) is Weighted Least Square (WLS) method. The principle of WLS method is to provide different weights for observations at each location where the data is collected. $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ was obtained by using WLS method [8].

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (2)$$

If $\mathbf{x}_i^T = [1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{ip}]$ is the i -th row element of the matrix \mathbf{X} , then the estimated value for y at the i -th observation location:

$$\hat{y}_i = \mathbf{x}_i^T \hat{\beta}(u_i, v_i) = \mathbf{x}_i^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (3)$$

If there are n sample locations, the estimations for each row and local matrix for the parameters of all locations are as follows:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0(u_1, v_1) & \hat{\beta}_1(u_1, v_1) & \hat{\beta}_2(u_1, v_1) & \cdots & \hat{\beta}_p(u_1, v_1) \\ \hat{\beta}_0(u_2, v_2) & \hat{\beta}_1(u_2, v_2) & \hat{\beta}_2(u_2, v_2) & \cdots & \hat{\beta}_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{\beta}_0(u_n, v_n) & \hat{\beta}_1(u_n, v_n) & \hat{\beta}_2(u_n, v_n) & \cdots & \hat{\beta}_p(u_n, v_n) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Geographical weighting used in this research was Gaussian Kernel [11] and Bisquare Kernel [12]. The weighting of Gaussian Kernel is expressed in Equation (5).

$$w_j(u_i, v_i) = \phi\left(\frac{d_{ij}}{\sigma b}\right), j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

where ϕ is the standard normal density function and σ shows the standard deviation of the distance vector d_{ij} . The weighting value approaches one if the distance is less than or equal to the bandwidth value and if the distance between the i -th location and j -th location is greater or equal to the bandwidth, then the location will be assigned a zero value.

Furthermore, $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ in Equation (5) is the eucliden distance between location (u_i, v_i) to location (u_j, v_j) and b is a non-negative parameter called the smoothing parameter (bandwidth) whose value is always positive. The weighting of Bisquare Kernel is expressed in Equation (6).

$$w_j(u_i, v_i) = \left\{ \begin{array}{ll} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{forwhere } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{for } d_{ij} > b \end{array} \right. \quad (6)$$

To obtain the best geographical weighting, an optimum bandwidth value is needed. In this study, the optimum bandwidth value was determined using the following cross validation (CV) method:

$$CV = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_{\neq i}(b))^2 \quad (7)$$

where $\hat{Y}_{\neq i}(b)$ is the estimated values for Y_i at the observation location (u_i, v_i) which is omitted from the estimation process.

Nonparametric Geographically Weighted Regression (NGWR) Model

Mathematically, the form of the relationship between the response variable y_i and the predictor variables $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{li})$ at the i -th location for the NGWR model [10], [12], is shown in Equation (8).

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{l=1}^p \sum_{j=1}^m \beta_{lj}(u_i, v_i) x_{li}^j + \sum_{l=1}^p \sum_{k=1}^r \delta_{l,m+k}(u_i, v_i) (x_{li} - K_{lk})_+^m + \varepsilon_i \quad (8)$$

where y_i is the response variable at the i -th location, for $i = 1, 2, \dots, n$, x_{li} is the i -th predictor variable at the i -th area where $p = 1, 2, \dots, l$, K_{lk} is the l -th knot point, $\beta_{lj}(u_i, v_i)$ is the parameter coefficient of the polynomial component, $\beta_{pj}(u_i, v_i)$ is the j -th parameter from the l -th predictor variable at the i -th area, $\delta_{l,m+k}(u_i, v_i)$ is the parameter coefficients of the nonparametric regression function at the k -th knot point and the l -th predictor variable at the i -th area.

RESULT AND DISCUSSION

Geographically Weighted Regression Model

The first step in GWR analysis is to determine the weighting matrix. The weighting matrices used in this study were the Gaussian Kernel (5) and the Bisquare Kernel (6). Table 4 shows the results of geographical weighting calculations, bandwidth and CV values.

TABLE 4. Geographical Weighting on the GWR Model.

Weighting Functions	Bandwidth	Cross Validation (CV)
Gaussian Kernel	1.6924	26.77
Bisquare Kernel	2.0256	32.28

From the two weighting functions, it was found that the best model was to use Gaussian Kernel weighting with a CV value that is smaller than the CV value of Bisquare Kernel.

In the regression model, the parameter estimator values (coefficients) are taken into account the large contribution of the predictor variable to the response variable. The negative coefficient shows that the predictor variable has a negative contribution to Y, while the positive coefficient shows the predictor variable has a positive contribution to Y. Table 5 shows the results of GWR model parameter estimation for data of Mahakam watershed water discharge.

TABLE 5. Estimation Results of the GWR Model Parameters for Data of Mahakam Watershed Water Discharge

River	Mahakam Watershed Water Discharge (Y)	Estimator of Mahakam Watershed Water Discharge (\hat{y})	Estimator of River Length ($\hat{\beta}_1$)	Estimator of PH ($\hat{\beta}_2$)	Estimator of DHL ($\hat{\beta}_3$)	Estimator of TDS ($\hat{\beta}_4$)	Estimator of BOD ($\hat{\beta}_5$)
Sub Sungai Mahakam Nyan	426.5	425.83	7.24	4510.43	298.19	-640.85	951.94
Sub Mahakam-Boh	1152	1067.36	6.93	4251.82	293.67	-630.73	888.87
Sub Long Bangun	860.5	1061.23	0.15	-1458.17	194.34	-407.86	-519.16
Sub Tering	1829	1815.50	7.24	4512.52	298.23	-640.93	952.45
Sub Bloro	4057	3759.70	-17.50	-18730.94	-51.87	91.30	-11571.42
Sub Pulau Kumala	5326	4640.55	-15.41	-18052.40	-35.49	48.85	-12114.08
Sub Kalamur	3897.5	3892.43	-12.08	-17175.42	-15.81	-1.80	-12807.76
Sub Kantor Gubernur	6476.5	6590.95	-10.66	-16841.79	-9.80	-17.35	-13055.53
Sub Palaran	2948	3990.38	-8.95	-16471.87	-3.37	-33.89	-13329.39
Sub Anggana	5123.5	4814.22	-5.78	-15814.24	4.71	-55.03	-13773.00

Source: Data Processing Results

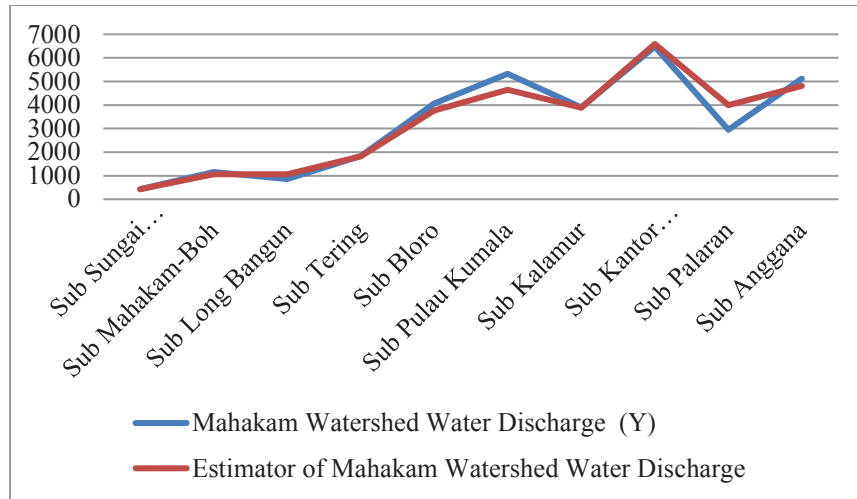


FIGURE 2. GWR Analysis of Water Discharge in the Mahakam Watersheds

The comparison of the y estimator and the actual y value in the GWR Analysis of Water Discharge in the Mahakam Watershed is given in Fig. 2. The best model indicator was determined based on the coefficient of determination R^2 and the smallest value of mean square error (MSE). A summary of the model criteria is given in Table 6.

TABLE 6. Criteria for the Best Model

Model	R^2	MSE	AIC
OLS	0.67	0.465	199.34
GWR	0.92	0.202	16.203
NGWR	0.91	0.214	17.612

The weighting used was Gaussian Kernel. Figure 3 shows the mapping of the Mahakam watershed locations and Fig. 4 shows the mapping of the analysis results of the causes of flooding in the Samarinda City using GWR method.

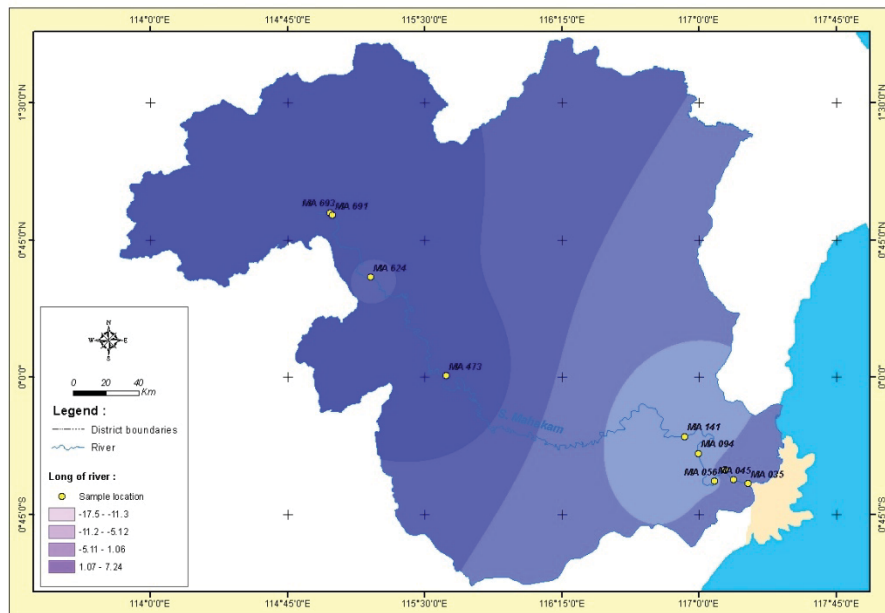


FIGURE 3. Map of the Spatial Distribution of the Mahakam Watershed Locations

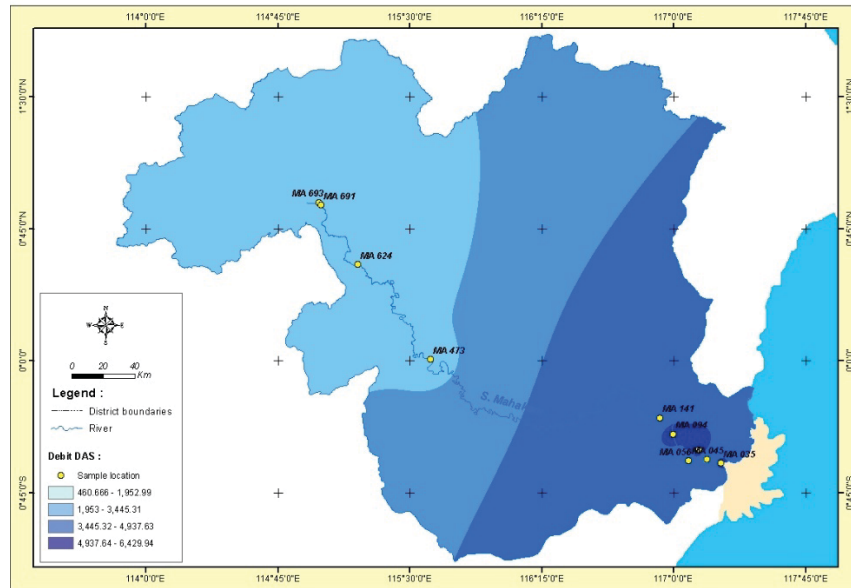


FIGURE 4. Map of the Spatial Distribution of GWR Analysis Result of Water Discharge in Mahakam Watershed

Analysis of the Causes of Flooding in Samarinda City

Samarinda City is a flood-prone area. Floods in Samarinda City occur due to excess surface runoff and not being able to collect the runoff in the river so that the water overflows. The first factor that causes flooding in Samarinda City is natural factor such as high rainfall, the topography of the area, the ebb and flow of the Mahakam watershed. The second factor is humans, mainly due to the element of population growth followed by an increase in the need for infrastructure, housing, clean water facilities, education, and other community services. In addition, population growth will also be followed by the need for business land for agriculture, plantations, and industry. The sources of inundation (flooding) in Samarinda City, especially those that have an impact on community activities, are divided into 3 types, the first is sent flood, the second is local flood, and the third is flooding due to the tide of the Mahakam river.

Analysis of the causes of flooding and the concept of flood control in Samarinda City were divided into three parts, namely flood control in the upstream, middle and downstream areas. The concept of flood control in the upstream area could be implemented by repairing damaged watershed conditions and increasing watershed resistance. Improving watershed conditions aimed to reduce the potential for flooding in the upstream area. The concept of improving watershed conditions could be carried out by creating watershed conservation, development and revitalization of natural reservoirs, currently in the form of swamps and other natural basins and artificial reservoirs. This concept has been applied in flood control in Samarinda City with the development of several dams in the Karangmumus watershed.

The concept of flood control in the middle area could be implemented by reducing flooding and reducing surface runoff done by minimizing changes in land use, including curbing land use that was not in accordance with the spatial layout of Samarinda City. Apart from land conservation, both structural and non-structural, river channel normalization was also carried out. The concept of flood control in the downstream area could be implemented by facilitating the flow of the existing drainage done by increasing the water capacity of the drainage channel and protecting the flow of the channel from the influence of the tide of the Mahakam River.

In addition to the concept of control based on the upstream, middle and downstream watersheds, the concept of flood control could also be carried out by means of a social approach to flood problems and socialization, institutions involving community organizations, private agencies and government agencies as well as regulatory enforcement.

CONCLUSION

The GWR method with a Gaussian Kernel weighting function was more effectively used to model the causes of flooding in Samarinda City. The best GWR model was obtained with R^2 of 0.92 and MSE value of 0.202. Based on the results of the GWR analysis, the causes of flooding and the flood control concept in Samarinda City were divided into three parts, namely flood control in the upstream, middle and downstream areas. The upstream flood control concept could be implemented by repairing damaged watershed conditions and increasing watershed resistance. The concept of flood control in the middle area could be implemented by reducing flooding and reducing surface runoff done by minimizing changes in land use, including curbing land use that was not in accordance with the spatial layout of Samarinda City. Meanwhile, the concept of flood control in the downstream area could be implemented by facilitating the flow of the existing drainage done by increasing the water capacity of the drainage channel and protecting the flow of the channel from the influence of the tide of the Mahakam River.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the funding of Islamic Development Bank (IsDB) Mulawarman University Samarinda Indonesia in 2020 [303/UN17.11/PL/2020].

REFERENCES

1. Pratiwi and A. B. Ndraha, Jurnal MSDM **5**(2), 141-156 (2018). [Bahasa Indonesia].
2. R. Hambali, Jurnal Faktor Exacta **10**(4), 389-400 (2017). [Bahasa Indonesia].
3. BNPB, *Indeks Risiko Bencana Indonesia* [Indonesia Disaster Risk Index] (Direktorat Pengurangan Risiko Bencana Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan Jawa Barat, 2013). [Bahasa Indonesia].
4. Watiningsih, *Daerah Aliran Sungai Mahakam* [Mahakam River Watershed] (Universitas Indonesia, 2009). [Bahasa Indonesia].
5. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur, *Pemantauan Kualitas Air Sungai* [River Water Quality Monitoring] (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur, 2019). [Bahasa Indonesia].
6. Departemen Kehutanan, *Laporan Final Rencana Pengelolaan DAS Terpadu di DAS Mahakam* [Final Report of Integrated Watershed Management Plan at Mahakam River Basin] (Departemen Kehutanan, 2009). [Bahasa Indonesia].
7. BPS, *Kalimantan Timur Dalam Angka 2020* [East Kalimantan in Figures 2020] (Badan Pusat Statistika Kalimantan Timur, 2020). [Bahasa Indonesia].
8. A. S. Fotheringham, C. Brunson and M. Charlton, *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships* (John Wiley and Sons, USA, 2002).
9. Sifriyani, *Spasial Statistika: Geographically Weighted Models* (Mulawarman University Press. Samarinda, 2020).
10. Sifriyani, S. H. Kartiko, I. N. Budiantara, and Gunardi, Journal of Science and Technology **40**(4), 909-920 (2018).
11. Sifriyani, F. H. Ruslan, and Susanty, *Modern Applied Science* **13**(10). (2019).
12. Sifriyani, F. H. Ruslan, and Susanty, *EurAsian Journal of BioSciences* **13**(2). 2373-2379. (2019).

BAB I

PENDAHULUAN

Samarinda sebagai ibukota Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki pertumbuhan dan perkembangan pesat. Perkembangan kota ini dipengaruhi oleh laju pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan meningkatnya pula kebutuhan lahan perkotaan. Pengembangan daerah perkotaan dengan perubahan tutupan vegetasi, tanah menjadi permukaan kedap air dengan kapasitas penyimpanan air kecil atau tidak ada, mengakibatkan Kota Samarinda masih selalu didera dengan permasalahan banjir. Fenomena banjir yang terjadi di Kota Samarinda tidak saja terjadi pada saat musim penghujan namun pada saat terjadi hujan dengan durasi 3 jam saja sudah dapat mengakibatkan banjir, seperti yang terjadi pada Jalan Pramuka, Simpang Empat Sempaja Selatan, Jalan PM. Noor, Jalan Antasari, Jalan Lambung Mangkurat, Jalan Panjaitan, kondisi tersebut sangat memprihatinkan warga Kota Samarinda dan juga mengganggu aktivitas masyarakat.

Kota Samarinda dilihat dari geografi memiliki luas wilayah 718 kilometer persegi, di antaranya dengan luas 180.000 meter persegi merupakan daerah resapan air menjadikan Kota Samarinda berpotensi menimbulkan banjir atau rawan banjir [1]. Dilihat dari kondisi hidrologi Kota Samarinda dipengaruhi oleh sekitar 20 Daerah Aliran Sungai (DAS). Selain Daerah aliran sungai Mahakam, terdapat Sungai Karang Mumus dengan luas DAS sekitar 218,80 km, di mana sampai saat ini di kiri kanan Sungai Karang Mumus dimanfaatkan oleh masyarakat Kota Samarinda sebagai tempat pemukiman, tempat mandi, cuci dan membuang sampah, kondisi ini memperburuk Kota Samarinda menjadi rawan banjir.

Upaya pencegahan banjir di Samarinda yang telah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Samarinda yaitu pembangunan banjir kana, normalisasi sungai,

pemeliharaan sungai, dan lain lain. Pencegahan tersebut bersifat teknis dan hingga kini belum menemui hasil yang signifikan. Salah satu solusi yaitu dilihat dari aspek teoritis dimana hubungan bentuk DAS Mahakam di Kota Samarinda sebagai sampel dengan debit banjir yang dihasilkan.

Sungai memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, karena banyak manfaat yang dapat diambil dari sungai. Manfaat tersebut adalah sebagai sumber air pengairan daerah pertanian, sumber air minum, sarana lalu lintas air, dan lain-lain. Peraturan pemerintah No. 35 Tahun 1991 diuraikan pengertian dari sungai menurut adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan [2]. Sungai dapat berdampak buruk bagi kehidupan manusia dikarenakan perbuatan manusia yang tidak menjaga keseimbangan alam. Kerugian yang diakibatkan oleh banjir dapat berdampak sistematis karena banjir yang ada terutama di daerah samarinda berlangsung lama dan debit yang besar [3].

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan menyusun penelitian tentang Analisis penyebab banjir di Kota Samarinda berdasarkan data DAS Mahakam di Samarinda, Iklim dan curah hujan DAS Mahakam, Hidrologi, kondisi Fisiologi dan Topografi, Debit air DAS Mahakam Samarinda. Dalam penelitian ini digunakan analisis statistika spasial metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) [4], [5] dan Pemetaan berdasarkan metode GWR. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran banjir di Kota Samarinda, Mengidentifikasi penyebab banjir di Kota Samarinda.

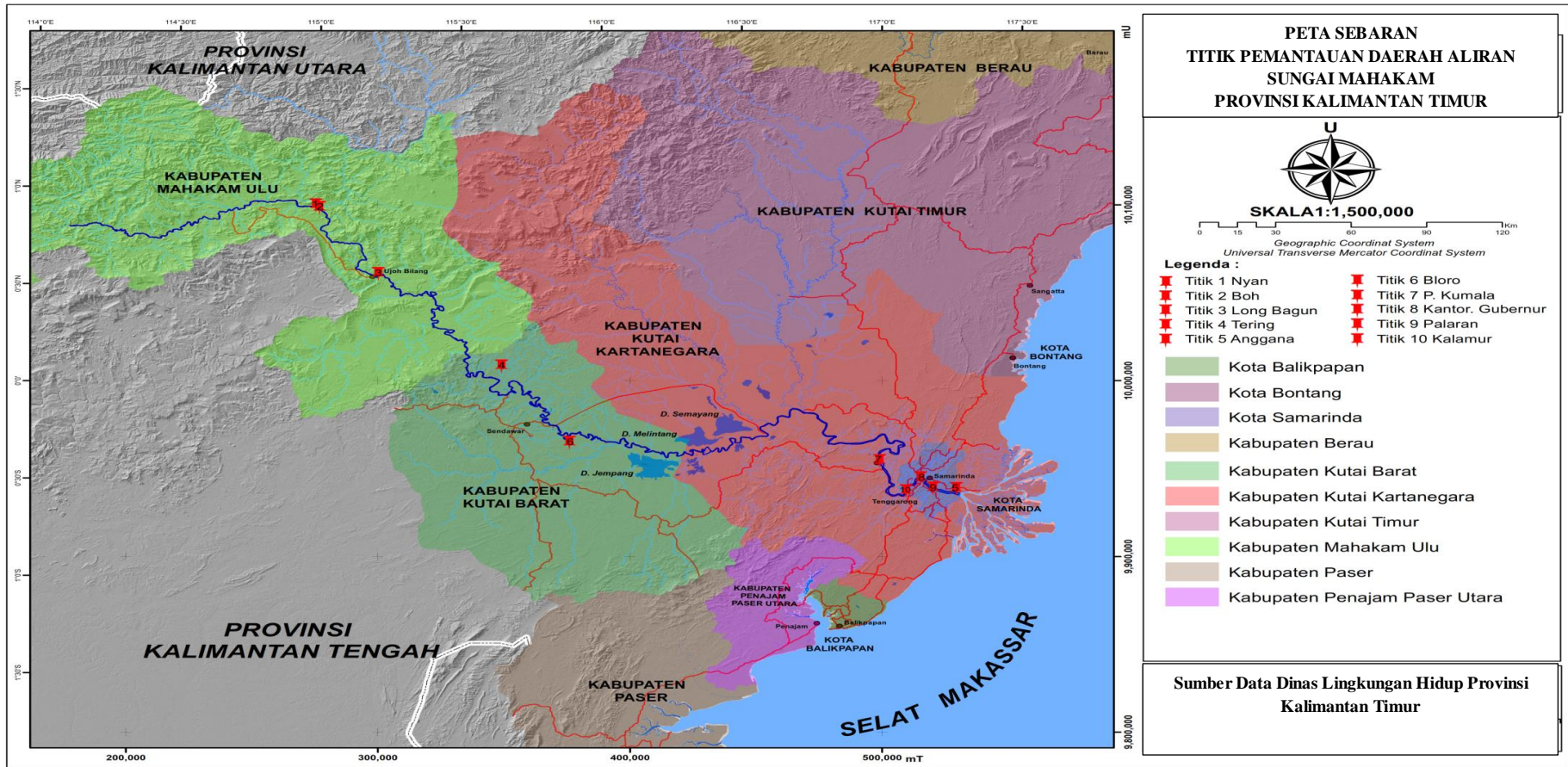
BAB II

KARAKTERISTIK DAS MAHAKAM PADA MITIGASI BANJIR SAMARINDA

1. Letak Geografis DAS Mahakam

Daerah aliran sungai (DAS) didefinisikan sebagai bentang lahan yang dibatasi oleh topografi sebagai bentang lahan yang dibatasi oleh topografi pemisah aliran (topographic divide), yaitu punggung bukit/gunung yang menangkap curah hujan, menyimpan dan kemudian mengalirkannya melalui saluran-saluran pengaliran ke satu titik (outlet), yang umumnya berada di muara sungai atau danau. DAS Mahakam merupakan salah satu kawasan di Kalimantan Timur meliputi wilayah kabupaten Kutai Barat, Kutai Timur, Malinau, Kutai Kertanegara dan kota Samarinda. Sungai Mahakam adalah sungai utama yang membelah Kota Samarinda. Sub DAS meliputi anak2 sungai yang bermuara di sunagai Mahakam yang meliputi Sungai Karang Mumus, Sungai Palaran, dan anak sungai lainnya antara lin , Sungai Loa Bakung, Lao Bahu, Bayur, Betepung, Muang, Pampang, Kerbau, Sambutan, Lais, Tas, Anggana, Loa Janan, Handil Bhakti, Loa Hui, Rapak Dalam, Mangkupalas, Bukuan, Ginggang, Pulung, Payau, Balik Buaya, Banyuur, Sakatiga, dan Sungai Bantuas [6].

DAS Mahakam memiliki luas sekitar 7.724.365 Ha. Secara geografis terletak 01°55' Lintang Utara (LU) dan 01°09' Lintang Selatan (LS), serta antara 113°49' Bujur Timur (BT) dan 117°41' Bujur Barat (BB). Gambar letak/posisi DAS Mahakam dan wilayah administrasi pemerintahan yang berada disekitarnya disajikan pada Gambar 1. DAS Mahakam di Kota Samarinda terdiri dari 10 titik Sub DAS yaitu Sungai Mahakam Nyan, Mahakam Boh, Long Bangun, Tering, Bloro, Pulau Kumala, Kalamur, Kantor Gubernur, Palaran, Anggana [7], [8].



Gambar 1. Peta Sebaran Titik Pemantauan Daerah Aliran Sungai Mahakam Provinsi Kalimantan Timur

2. Iklim dan Curah Hujan

Kondisi iklim pada DAS Mahakam relatif sama dengan kondisi iklim di wilayah Provinsi Kalimantan Timur pada umumnya, yakni beriklim tropis dan mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober, sedangkan musim penghujan terjadi pada bulan November sampai dengan bulan April. Keadaan ini terus berlangsung setiap tahun yang diselingi dengan musim peralihan pada bulan-bulan tertentu. Namun demikian, pada tahun-tahun terakhir ini, keadaan musim di wilayah tersebut kadang kala tidak menentu. Pada bulan-bulan yang seharusnya turun hujan dalam kenyataannya tidak ada hujan sama sekali atau sebaliknya pada bulan-bulan yang seharusnya kemarau justru terjadi hujan dengan musim yang jauh lebih panjang.

Secara umum nilai unsur-unsur iklim seperti suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan angin, curah hujan bulanan dan penyinaran matahari pada beberapa stasiun meteorologi yang terdapat di wilayah Provinsi Kalimantan Timur secara rinci disajikan pada Tabel 1, sedangkan peta curah hujan tahunannya disajikan pada Gambar 2.

Suhu udara di suatu tempat antara lain ditentukan oleh tinggi rendahnya tempat tersebut terhadap permukaan laut dan jaraknya dari pantai. Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum di wilayah Provinsi Kalimantan Timur beriklim panas dengan suhu udara berkisar dari 22,2°C sampai dengan 35,2°C khususnya di Stasiun Meteorologi Samarinda. Sebagai daerah beriklim tropis dengan habitat hutan yang mempunyai kelembaban udara relatif tinggi dari yang paling rendah dapat dipantau melalui Stasiun Meteorologi Samarinda sebesar 80%, sedangkan yang paling tinggi di Stasiun Meteorologi Tanjung Redeb sebesar 85%. Tekanan udara terendah terdapat Stasiun Meteorologi Tanjung Redeb sebesar 1.010,9 mb dan tertinggi pada Stasiun Meteorologi Samarinda sebesar 1.012,9 mb [9].

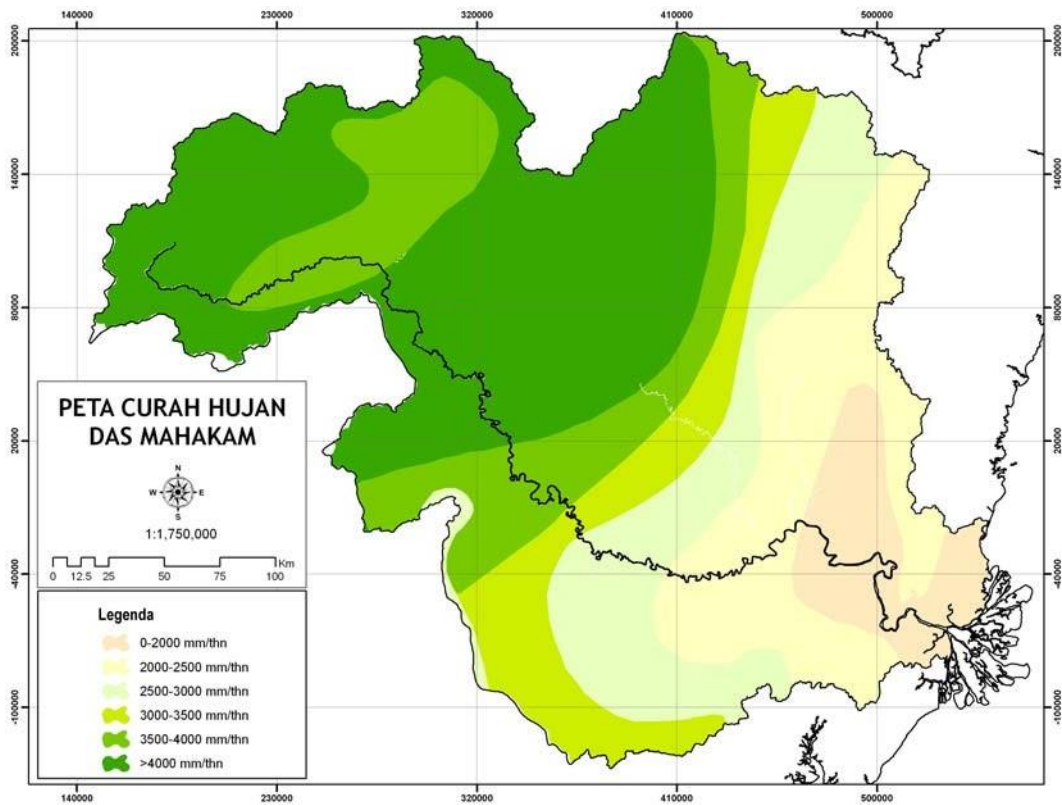
Tabel 1. Data Meteorologi Bebebrapa Stasiun di Provinsi Kalimantan Timur

UnsurIklim	Stasiun Meteorologi		
	Samarinda	Balikpapan	Tanjung Redeb
1 Suhu Udara/ <i>Temperature</i> (OC) - Minimum - Maximum	22,2 35,2	22,3 33,8	22,3 34,4
2 Kelembaban Udara/ <i>Relative Humidity</i> (%)	80	82	85
3 Tekanan Udara <i>Atmospheric Pressure</i> (mb)	1 012,9	1 011,7	1 010,9
4 Kecepatan Angin/ <i>Wind Velocity</i> (Knot)	4	4	4
5 Curah Hujan/ <i>Rainfall</i> (mm)	2 097,8	2 149,8	1 363,4
6 Penyinaran Matahari/ <i>Duration of Sunshine</i> (%)	46,8	52,5	50,8

Sumber: Kalimantan Timur Dalam Angka, 2020

Gambaran sebaran curah hujan tahunan yang terdapat di sekitar DAS Mahakam disajikan pada Gambar 2. Curah hujan bulanan yang tercatat pada beberapa Stasiun Meteorologi dan Geofisika di Kalimantan Timur ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan data secara umum permasalahan banjir di Kota Samarinda terjadi akibat berlebihnya limpasan permukaan dan tidak tertampungnya limpasan tersebut dalam badan sungai sehingga air meluap. Faktor alam seperti tingginya curah hujan, topografi wilayah, pasang surut air sungai Mahakam, dan lain-lain.



Gambar 2 Peta Sebaran Spasial Curah Hujan di DAS Mahakam

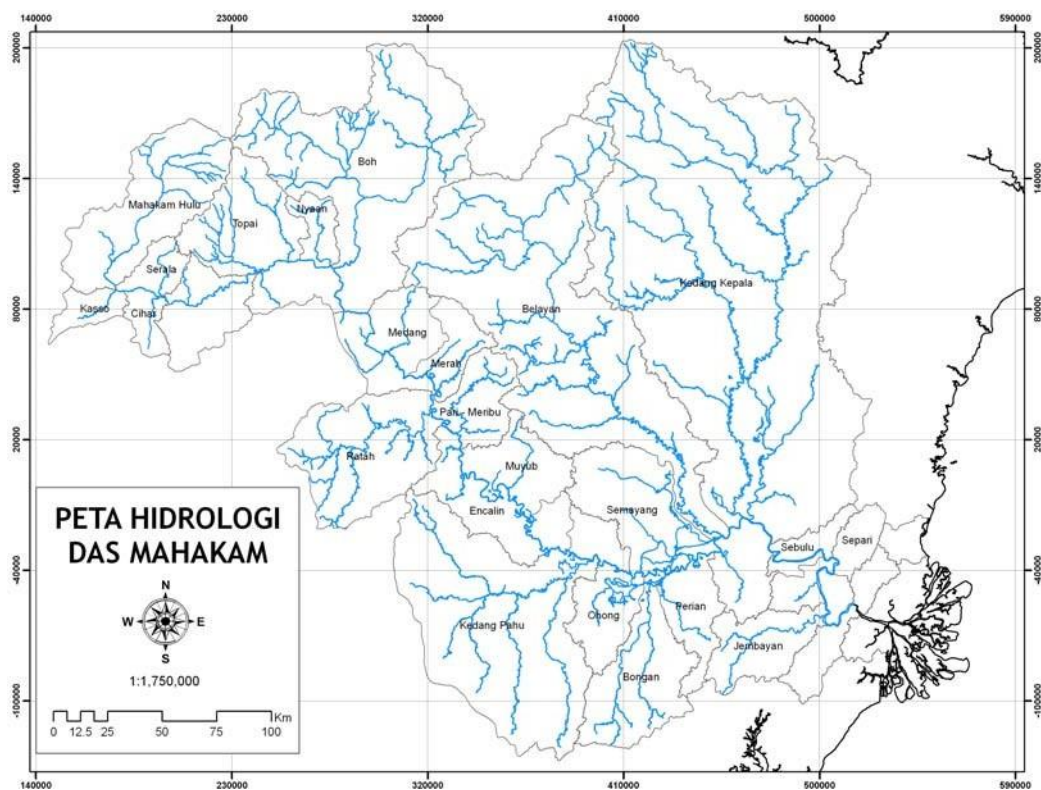
Tabel 2. Curah Hujan yang Tercatat pada Beberapa Stasiun Meterologi dan Geofisika di Kalimantan Timur

Bulan <i>Month</i>	Suhu Udara <i>Temperature</i>			Kelembaban Udara <i>Relative Humidity</i>	Tekanan Udara <i>Atmospheric Pressure</i>	Kecepatan Angin <i>Wind Velocity</i>	Curah Hujan <i>Rain Fall</i> (mm)	Penyinaran Matahari <i>Duration of Sunshine</i>
	Min	Max	Rata-rata					
	(°C)	(°C)	(°C)					
-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
1. Januari	23,2	33,2	26	91	1012,9	4	350,4	24
2. Februari	21,2	34,6	26	89	1012,2	4	87,3	34
3. Maret	21,6	34,4	26,1	89	1013,8	4	229,4	41
4. April	23,4	35,3	27,2	86	1011,1	4	119,7	75
5. Mei	21,6	36	27,3	86	1011,2	4	140,6	65
6. Juni	21,6	36,2	26,4	85	1010,6	4	128,4	57
7. Juli	21,6	36,4	27,5	80	1009,3	5	27	74
8. Agustus	21,4	36,6	27,3	78	1010,8	5	72,4	72
9. September	21	37	28	79	1009,6	4	138	28
10. Oktober	20,4	36,6	27,3	82	1010,2	4	190,7	34
11. November	23	35,8	26,1	87	1008,9	4	178,2	50
12. Desember	23	35,4	27,3	86	1010	4	164,8	56

Sumber: Kalimantan Timur Dalam Angka, 2020

3. Hidrologi Daerah Aliran Sungai Mahakam

Peta jaringan Sungai pada DAS di wilayah Provinsi Kalimantan Timur dapat diperoleh gambaran pola sebaran dan jaringan sungai-sungai besar beserta anak-anak sungainya. Karakteristik pola ini adalah gerakan limpasan air sungainya relative cepat dari bagian hulu menuju ke hilir atau muara sungai dari suatu DAS. Selain itu, peta hidrologi (pola jaringan sungai) di wilayah Provinsi Kalimantan Timur [8] disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Spasial Hidrologi di DAS Mahakam

4. Fisiologi dan Topografi DAS Mahakam

Kondisi fisiografi dan topografi daerah aliran sungai Mahakam dapat dideskripsikan dengan data kelas ketinggian tempat di atas permukaan laut dan data kelerengan DAS Mahakam. Tabel 3 luas wilayah menurut kelas ketinggian di atas permukaan laut pada DAS Mahakam secara rinci dan

Gambar 5 merupakan Peta Sebaran Spasial Ketinggian DAS Mahakam berdasarkan nilai pada Tabel 3

Tabel 3 Kelas Ketinggian Tempat Di Atas Permukaan Laut dan Luasannya pada DAS Mahakam

No.	Kelas Ketinggian Tempat/dpl (m)	Luas (Ha)	Luas (%)
1.	≤ 75	2.709.037	35,1
2.	> 75 - 150	1.271.891	16,5
3.	> 150 - 300	792.730	10,3
4.	> 300 - 450	560.320	7,3
5.	> 450 - 600	521.057	6,7
6.	> 600 - 750	520.440	6,7
7.	> 750 - 1000	703.631	9,1
8.	> 1000 - 1500	557.653	7,2
9.	> 1500 - 2000	72.968	0,9
10.	> 2000	14.638	0,2
Total		7.724.365	100,0

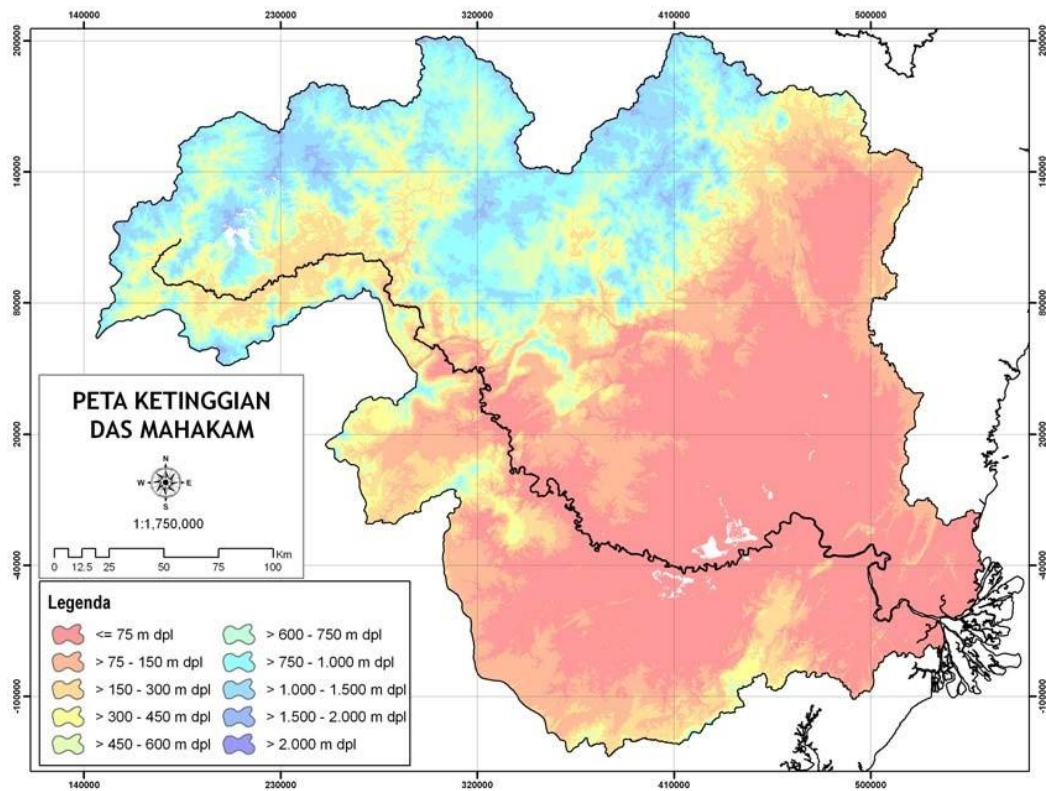
Sumber : Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Kelas kelerengan pada DAS Mahakam tersebar mulai datar sampai curam, Tabel 4. Menampilkan data kelas kelerengan pada DAS Mahakam didominasi oleh kelas kelerengan landau (2-15%) dan agak curam (15-40%) yang secara berurutan sebesar 46,2% dan 26,3% dari luas DAS Mahakam [8]. Gambar 6 mengaktualisasikan nilai dari Tabel 4 untuk memetakan kelas kelerengan DAS Mahakam

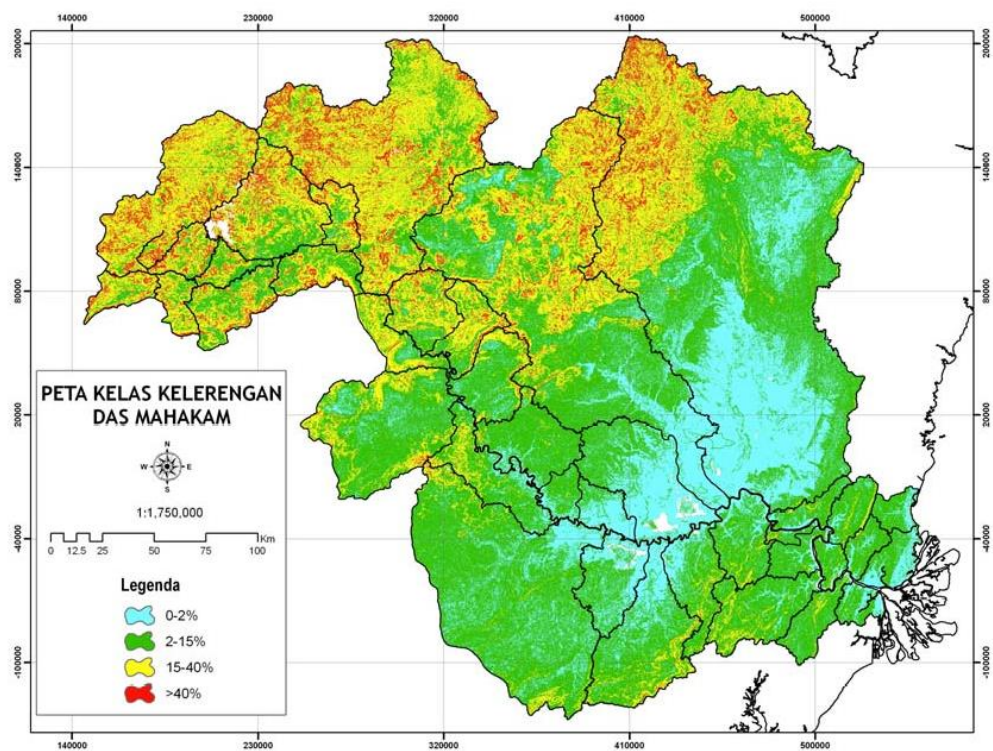
Tabel 4. Peta Kelas Kelerengan dan Luasannya di DAS Mahakam

No.	Kelas Kelerengan (%)	Kategori	Luas (Ha)	Luas (%)
1.	0 – 2%	Datar	1.663.993	21,5
2.	2 – 15%	Landai	3.578.918	46,3
3.	15 – 40%	Agak Curam	2.032.488	26,3
4.	> 40%	Curam	448.967	5,8
Total			7.724.365	100,0

Sumber : Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai



Gambar 5. Peta Sebaran Spasial Ketinggian DAS Mahakam



Gambar 6. Peta Sebaran Spasial Kelas Kelerengan DAS Mahakam

5. Debit Air DAS Mahakam

Debit dalam hidrologi adalah laju alir volumetrik air dengan sejumlah sedimen padatan misal pasir, mineral dan bahan biologis yang ikut bersama air melalui luas penampang melintang tertentu. Debit air pada DAS dapat dihitung dengan formulasi rumus [10] berikut:

$$Q = \frac{1,49}{n} A R_h^{2/3} S_f^{1/2} \quad (1)$$

dimana : Q adalah Debit air DAS (m^3/S)

n adalah koefisien Manning

A adalah Luas Penampang Sungai (m^2)

R adalah Radius Hidraulik (m)

S adalah River Bed Slope (%)

Istilah debit juga digunakan dalam bidang lain, misal aliran gas, yang juga merupakan ukuran volumetrik per satuan waktu. Istilah debit dalam hidrologi digunakan pakar hidrologi sungai dan digunakan dalam sistem penampungan air. Debit air pada 10 titik Sub DAS Mahakam ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Air di 10 DAS Mahakam Samarinda

Nama Titik Sampling	Parameter Utama									
	Debit	Temp(°C)		pH	DHL	TDS	TSS	DO	BOD	COD
	m ³ / detik	Udara	Air		us/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Sungai Mahakam Nyan	358	27	31,0	7,33	124	70,7	29	6,71	1,84	4,12
Sungai Mahakam Nyan	495	29	27,0	6,51	39,4	22,2	8	6,29	0,4	0,7
Rata-rata	426,50	28,00	29,00	6,92	81,70	46,45	18,50	6,50	1,12	2,41
Mahakam -Boh	643	31	27,0	7,41	59	37,6	22	4,99	0,81	1,84
Mahakam -Boh	1661	30	27,0	6,57	50,9	27,9	3	7,26	0,4	0,7
Rata-rata	1152,00	30,50	27,00	6,99	54,95	32,75	12,50	6,13	0,61	1,27
Long Bagun	916	31	27,0	7,27	62,5	40,4	66	4,8	0,4	0,70
Long Bagun	805	27	26,0	6,5	40,5	22,2	15	6,12	0,81	3,55
Rata-rata	860,50	29,00	26,50	6,89	51,50	31,30	40,50	5,46	0,61	2,13
Tering	2887	32	28,0	6,56	63	40,4	91	3,66	0,4	0,70
Tering	771	29	27,0	6,18	39,9	22	43	6,06	1,21	4,12
Rata-rata	1829,00	30,50	27,50	6,37	51,45	31,20	67,00	4,86	0,81	2,41
Bloro	7545	31	28	6,44	62,2	29,1	44	5,22	0,81	1,84
Bloro	569	33	28	6,68	65,5	29,6	21	4,61	1,21	4,69
Rata-rata	4057,00	32,00	28,00	6,56	63,85	29,35	32,50	4,92	1,01	3,27
Pulau Kumala	9472	31	29	6,39	58,8	28,7	58	7,14	0,4	1,27
Pulau Kumala	1180	32	29	6,68	58,6	26,3	22	4,38	1,61	5,83
Rata-rata	5326,00	31,50	29,00	6,54	58,70	27,50	40,00	5,76	1,01	3,55
Kalamur	6116	32	29	6,4	40,1	18,8	95	6,39	0,81	1,84
Kalamur	1679	32	29	6,79	57,7	25,9	29	4,16	1,21	4,12
Rata-rata	3897,50	32,00	29,00	6,60	48,90	22,35	62,00	5,28	1,01	2,98
Kantor Gubernur	10357	31	28	6,51	67,9	31,8	90	6,17	0,81	1,84
Kantor Gubernur	2596	32	28	6,64	60,6	27,2	24	5,1	0,81	2,41
Rata-rata	6476,50	31,50	28,00	6,58	64,25	29,50	57,00	5,64	0,81	2,13
Palaran	2152	31	28	6,52	58,9	27,6	77	6,97	0,81	1,86
Palaran	3744	32	28	6,6	92,4	40,7	21	5,06	1,21	4,12
Rata-rata	2948,00	31,50	28,00	6,56	75,65	34,15	49,00	6,02	1,01	2,99
Anggana	5715	29	28	6,49	59,4	27,8	36	5,09	0,4	1,27
Anggana	4532	34	29	6,8	158	69	49	4,98	1,21	4,69
Rata-rata	5123,50	31,50	28,50	6,65	108,70	48,40	42,50	5,04	0,81	2,98

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur

Faktor kualitas air di daerah aliran sungai juga memegang peranan dalam penentuan Debit air seperti PH, DHL, TDS dan BOD. Berikut

dijabarkan dengan analisis statistika deskriptif pada Tabel 6 dengan menghitung ukuran pemusatan dan penyebaran masing-masing variabel.

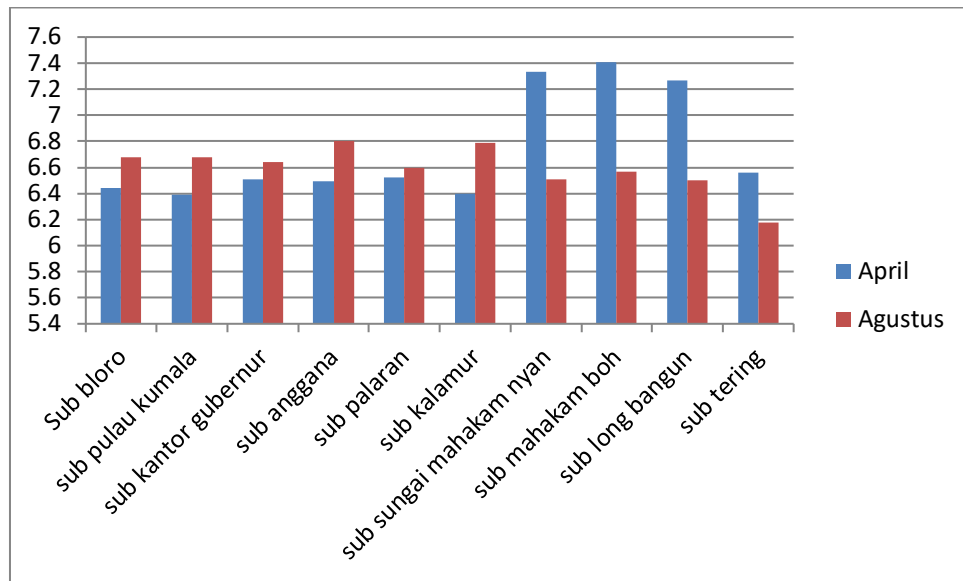
Tabel 6. Tabel Statistika Deskriptif Debit Air di 10 Sub DAS Mahakam

Variabel	Mean	Maksimum	Minimum	Simpangan Baku
Debit DAS Mahakam	3209,7	6476,5	426,5	2094,39
Panjang Sungai	64,9034	472,3098	0,0144	144,8529
PH	6,663	6,990	6,370	0,1995558
DHL	65,97	108,70	48,90	18,44008
TDS	33,30	48,40	22,35	8,123712
BOD	0,8785	1,1200	0,6050	0,1799082

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Bedasarkan Tabel 6. Analisis statistika deskriptif dapat diketahui untuk masing-masing variabel dari 10 DAS sungai, rata-rata debit air DAS Mahakam sebesar 3209,7 m³/detik dengan simpangan baku sebesar 2094,39. m³/detik. Debit DAS Mahakam untuk nilai maksimum adalah sebesar 6476,5 m³/detik yang berada di Das titik kantor gubernur dan debit DAS minimum berada di titik Sungai Mahakam Nyan sebesar 426,5 m³/detik. Panjang DAS Mahakam di 10 sub DAS memiliki rata rata panjang 64,9034 km² dengan simpangan baku sebesar 2094,39 km². Serta panjang maksimum sungai adalah 472,3098 km² yang berada di Sub DAS tering dan panjang minimum sungai sebesar 0,0144 km² yang berada di Sub DAS Sungai Mahakam Nyan.

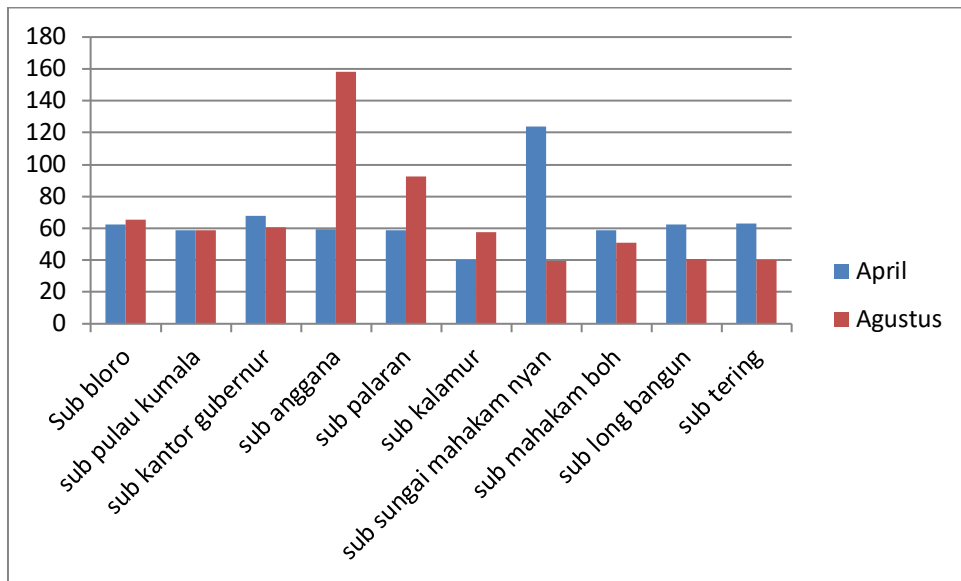
PH DAS Mahakam di 10 sub DAS memiliki rata-rata sebesar 6,663° dengan simpangan baku sebesar 0,1995558 °. Nilai PH maksimum sebesar 6,990 ° yang berada di titik Sub DAS Mahakam Boh sedangkan PH minimum sebesar 6,370°. berikut ditampilkan diagram batang dari kondisi PH DAS Mahakam pada bulan April dan Agustus 2019.



Gambar 7. Diagram Batang PH di DAS Mahakam

Bedasarkan Gambar 7 dapat dilihat pergerakan PH di aliran sungai cukup varaitif, bahwa nilai PH tertinggi pada bulan April berada di titik Sub DAS Sungai Mahakam Boh dan nilai PH terendah berada pada titik Sub Pulau Kumala. Sedangkan nilai PH tertinggi pada bulan Agustus terdapat di titik Sub DAS Anggana dan nilai PH terendah berada pada titik Sub DAS Tering.

Daya Hantar Listrik (DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik, oleh karena itu semakin banyak garam-garam (mineral) terlarut yang dapat terionisasi semakin tinggi pula nilai DHL nya. Untuk faktor DHL di DAS Mahakam pada 10 sub DAS memiliki rata-rata sebesar 65,97 us/m dengan simpangan baku sebesar 18,44008 us/m. DHL maksimum sebesar 108,70 us/m yang berada di titik Sub DAS Anggana sedangkan DHL minimum berada di titik Sub DAS kalamur dengan nilai sebesar 48,90 us/m. berikut disajikan dalam diagram batang pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Batang DHL di DAS Mahakam

Bedasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai DHL tertinggi pada bulan April berada di titik sub sungai Mahakam Nyan dan nilai DHL terendah berada pada titik sub DAS Kalamur. Sedangkan nilai DHL tertinggi pada bulan Agustus terdapat di titik Sub DAS Anggana dan nilai DHL terendah berada pada titik Sub DAS sungai Mahakam Nyan, Sungai Long Bangun, dan Sungai Tering.

BAB III

KAJIAN ANALISIS STATISTIKA SPASIAL: DENGAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*

1. Model *Geographically Weighted Regression*

Geographically Weighted Regression (GWR) adalah bentuk lokal dari regresi linear klasik yang memperhatikan aspek spasial atau lokasi geografis yang berupa koordinat titik (u_i, v_i) . Dalam GWR nilai estimasi parameter regresi yang diperoleh untuk setiap lokasi pengamatan akan berbeda beda. Salah satu tujuan analisis digunakan untuk menyelesaikan masalah heterogenitas spasial pada data. Heterogenitas spasial adalah apabila satu variabel prediktor yang sama memberikan respon yang tidak sama pada lokasi yang berbeda dalam satu wilayah penelitian. Model GWR menghasilkan penaksiran parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi di mana data tersebut diamati. Dalam model GWR, variabel respon ditaksir dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya tergantung pada lokasi di mana data tersebut diamati.

Model GWR dari hubungan antara variabel respon y dan variabel prediktor x_1, x_2, \dots, x_p pada lokasi ke- i adalah [4], [5]:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ki} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

dimana:

y_i : Nilai variabel respon pada titik lokasi pengamatan ke- i

x_{ki} : Variabel prediktor ke- k pada pengamatan lokasi ke- i

(u_i, v_i) : Menyatakan koordinat letak geografis (*Longitude* dan *Latitude*) dari lokasi pengamatan ke- i

$\beta_0(u_i, v_i)$: Konstanta/*intercept* GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$: Parameter ke- k pada lokasi ke- i yang berhubungan dengan variabel prediktor x_{ki} .

ε_i : *Error* pada titik lokasi ke- i yang diasumsikan independen, identik dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan variansi σ^2

Salah satu metode penaksiran parameter model GWR (2) adalah metode kuadrat terkecil yang diboboti atau *Weighted Least Square* (WLS). Prinsip dari metode WLS yaitu memberikan pembobot yang berbeda untuk pengamatan di setiap lokasi di mana data tersebut dikumpulkan. $\beta(u_i, v_i)$ diperoleh dengan menggunakan metode WLS dan diperoleh

$$\beta(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (3)$$

Misalkan $\mathbf{x}_i^T = [1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{ip}]$ adalah elemen baris ke- i dari matriks \mathbf{X} , maka nilai penaksiran untuk y pada lokasi pengamatan ke- i adalah

$$y_i = \mathbf{x}_i^T \beta(u_i, v_i) = \mathbf{x}_i^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (3)$$

Sehingga estimasi parameter model GWR [11] untuk setiap lokasinya yaitu:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (4)$$

Jika terdapat n lokasi sampel maka estimasi ini merupakan estimasi setiap baris dan matriks lokal parameter seluruh lokasi dan matriksnya adalah sebagai berikut:

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \beta_2(u_1, v_1) & \dots & \beta_p(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \beta_2(u_2, v_2) & \dots & \beta_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \beta_1(u_n, v_n) & \beta_2(u_n, v_n) & \dots & \beta_p(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Analisis GWR sesuai data pada Tabel 5 dan Hasil estimasi parameter dengan menggunakan persamaan (2) dan estimator $\hat{\beta}$ (4) ditampilkan pada Tabel 8. Pembobot geografis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobot dengan fungsi kernel *Gaussian* dan fungsi kernel *Bisquare* [12], [13]. Masing-masing fungsi pembobot tersebut dapat ditulis.

$$w_j(u_i, v_i) = \phi\left(\frac{d_{ij}}{\sigma b}\right), j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

dimana ϕ adalah fungsi densitas normal standar dan σ menunjukkan simpangan baku dari vektor jarak d_{ij} . Fungsi pembobot *Gaussian* (nilai pembobot mendekati satu) jika jarak kurang dari atau sama dengan nilai *bandwidth* dan jika jarak antara lokasi ke- i dengan lokasi ke- j lebih besar atau sama dengan *bandwidth*, maka lokasi tersebut akan diberi nilai nol.

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak *eucliden* antara lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j) dan b adalah parameter non negatif yang diketahui atau biasa disebut dengan parameter penghalus (*bandwidth*) fungsi yang nilainya selalu positif. Pembobot dengan Fungsi Kernel *Bisquare* dinyatakan pada persamaan (6).

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (6)$$

Hasil analisis pembobot geografis disajikan pada Tabel 7 Berikut.

Untuk mendapatkan pembobot geografis yang terbaik, dibutuhkan nilai *bandwith* yang optimum. Pada penelitian ini penentuan nilai *bandwith* optimum menggunakan metode *cross validation* (CV) berikut:

$$CV = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_{\neq i}(b))^2 \quad (7)$$

dengan $\hat{Y}_{\neq i}(b)$ adalah taksiran nilai Y_i pada pengamatan di lokasi (u_i, v_i) yang dihilangkan dari proses estimasi. Berikut hasil perhitungan nilai bandwidth dan CV yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Pembobot Geografis pada Model GWR.

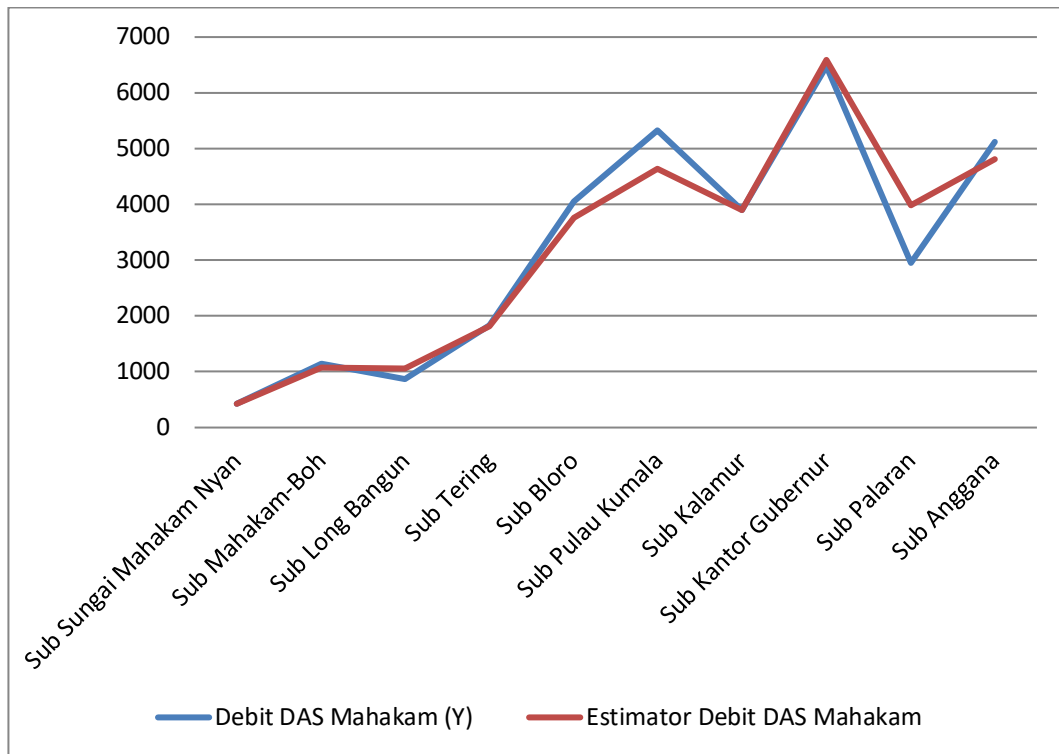
Fungsi Pembobot	Nilai Bandwidth	Cross Validation (CV)
Fungsi Kernel Gaussian	1,6924	26,77
Fungsi Kernel Bisquare	2,0256	32,28

Dari dua fungsi pembobot tersebut didapatkan model terbaik adalah menggunakan pembobot fungsi Kernel Gaussian dengan nilai CV lebih kecil dibandingkan dengan nilai CV dari fungsi Kernel Bisquare.

Tabel 8. Hasil Estimasi Parameter Model GWR untuk Data Debit Air DAS Mahakam

No	Nama Sungai	Latitude	Longitude	Debit DAS Mahakam (Y)	Estimator Debit DAS Mahakam (\hat{y})	Estimator Panjang Sungai ($\hat{\beta}_1$)	Estimator PH ($\hat{\beta}_2$)	Estimator DHL ($\hat{\beta}_3$)	Estimator TDS ($\hat{\beta}_4$)	Estimator BOD ($\hat{\beta}_5$)
1	Sub Sungai Mahakam Nyan	0,9005	114,9822278	426,5	425,8298178	7,236288679	4510,425462	298,193955	-640,85013	951,937792
2	Sub Mahakam-Boh	0,88575	114,9954167	1152	1067,355398	6,928528373	4251,822674	293,665542	-630,73101	888,873462
3	Sub Long Bangun	0,549138889	115,2046111	860,5	1061,23013	0,14819586	-1458,16558	194,3399	-407,86047	-519,160595
4	Sub Tering	0,900555556	114,9821111	1829	1815,504437	7,238787026	4512,52406	298,230724	-640,93225	952,449001
5	Sub Bloro	-0,325916667	116,9197222	4057	3759,700418	-17,49520025	-18730,9445	-51,8745504	91,3036315	-11571,4219
6	Sub Pulau Kumala	-0,413944444	116,9921389	5326	4640,546491	-15,41319349	-18052,4042	-35,4890145	48,8465853	-12114,0803
7	Sub Kalamur	-0,568666667	117,0869167	3897,5	3892,432491	-12,08117927	-17175,4196	-15,8132502	-1,797748	-12807,7582
8	Sub Kantor Gubernur	-0,501833333	117,1390833	6476,5	6590,948192	-10,66027165	-16841,7923	-9,79939957	-17,347554	-13055,5262
9	Sub Palaran	-0,562083333	117,1813889	2948	3990,383812	-8,94576993	-16471,8711	-3,368623	-33,893934	-13329,3866
10	Sub Anggana	-0,575611111	117,2664444	5123,5	4814,223366	-5,780614877	-15814,2473	4,70834616	-55,033833	-13773,0013

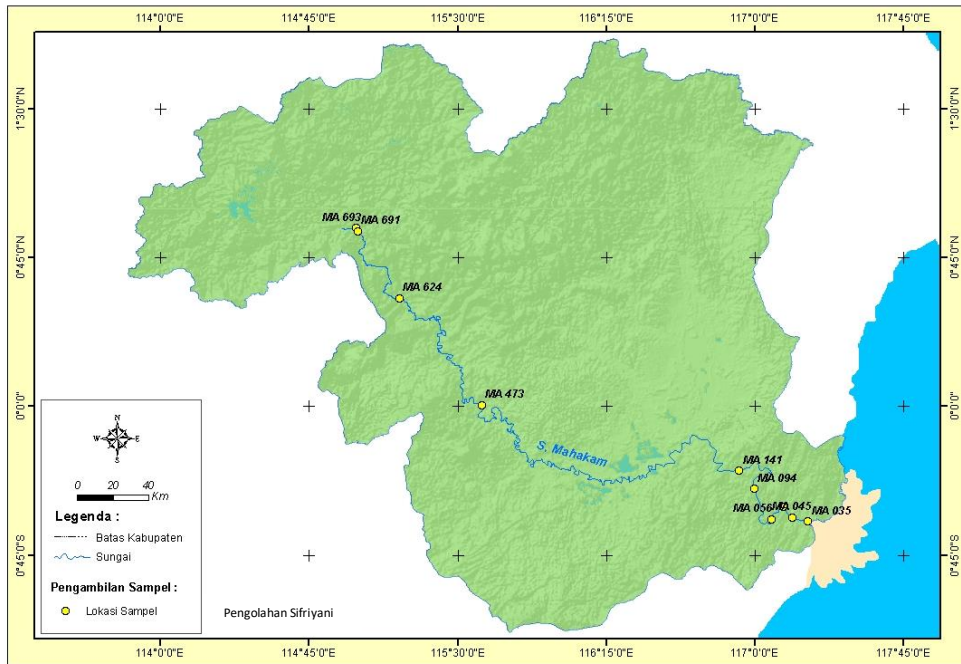
Sumber : Hasil Pengolahan Data



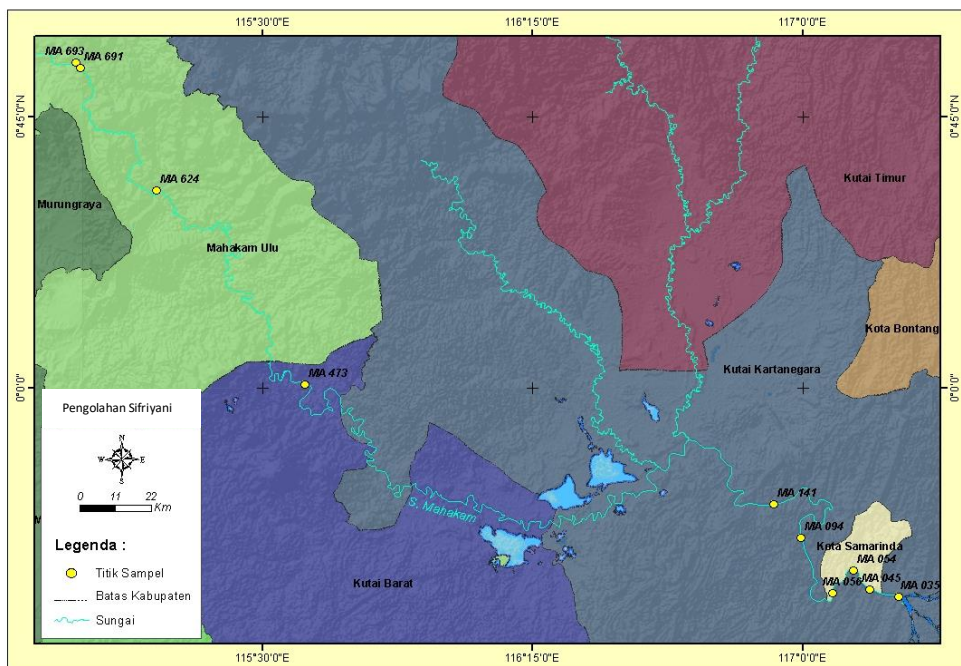
Gambar 9. Analisis GWR Debit Air DAS Mahakam

2. Pemetaan Hasil Analisis *Geographically Weighted Regression*

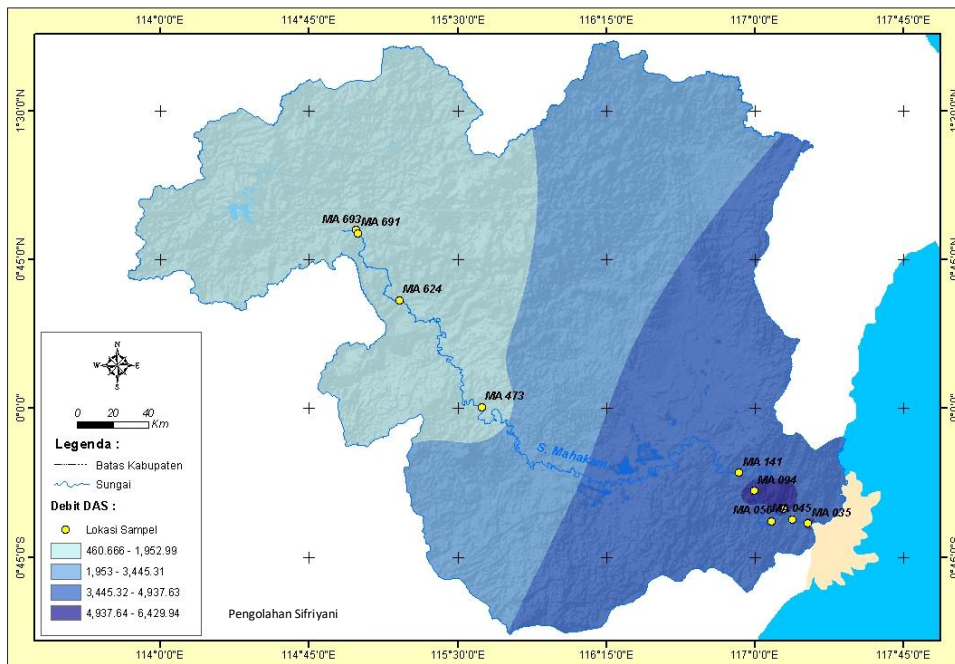
Data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumihan (georeference) di mana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial. Data spasial menjadi media penting untuk perencanaan pembangunan dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan pada cakupan wilayah continental, nasional, regional maupun lokal. Pemetaan spasial hasil analisis model GWR yang telah ditampilkan pada Tabel 7 disajikan pada Gambar 10 hingga Gambar 15. Penjelasan gambar akan diuraikan pada artikel yang akan dipublish pada Jurnal International Bereputasi.



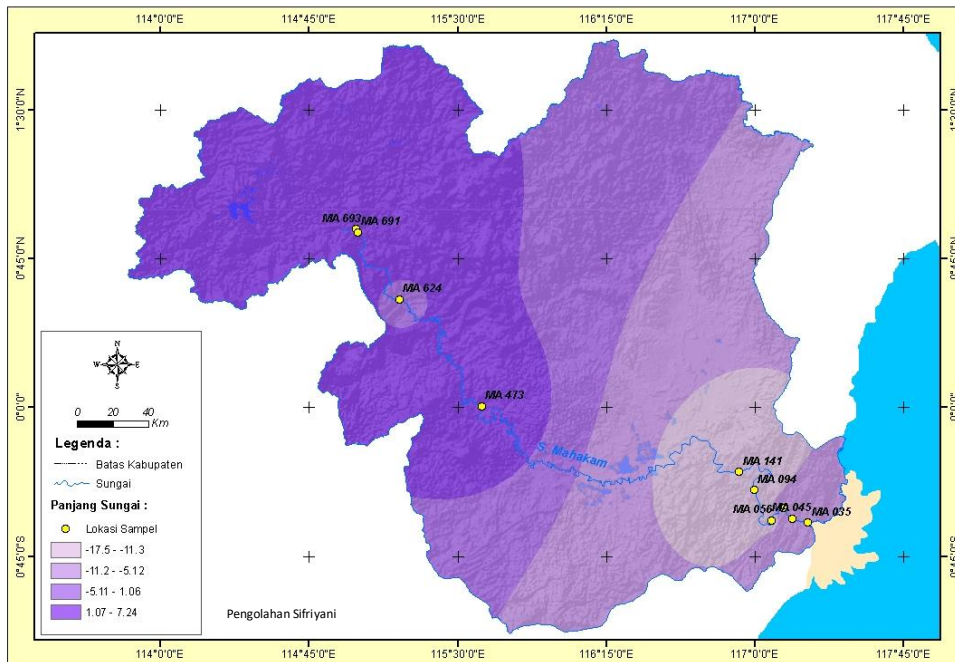
Gambar 10. Peta Sebaran Spasial Lokasi DAS Mahakam



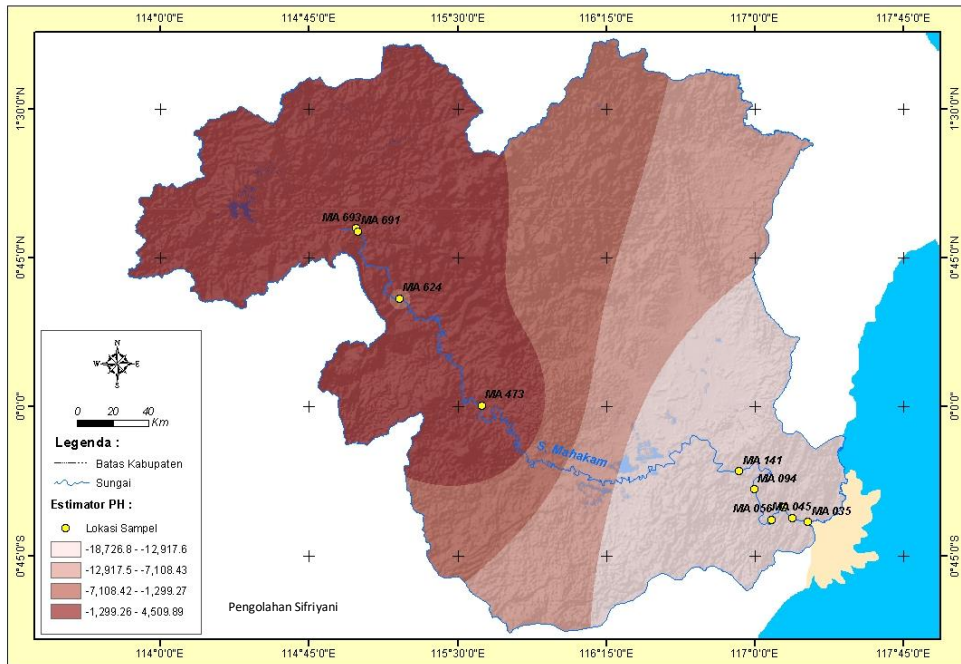
Gambar 11. Peta Sebaran Spasial Lokasi Beberapa Sub DAS Mahakam



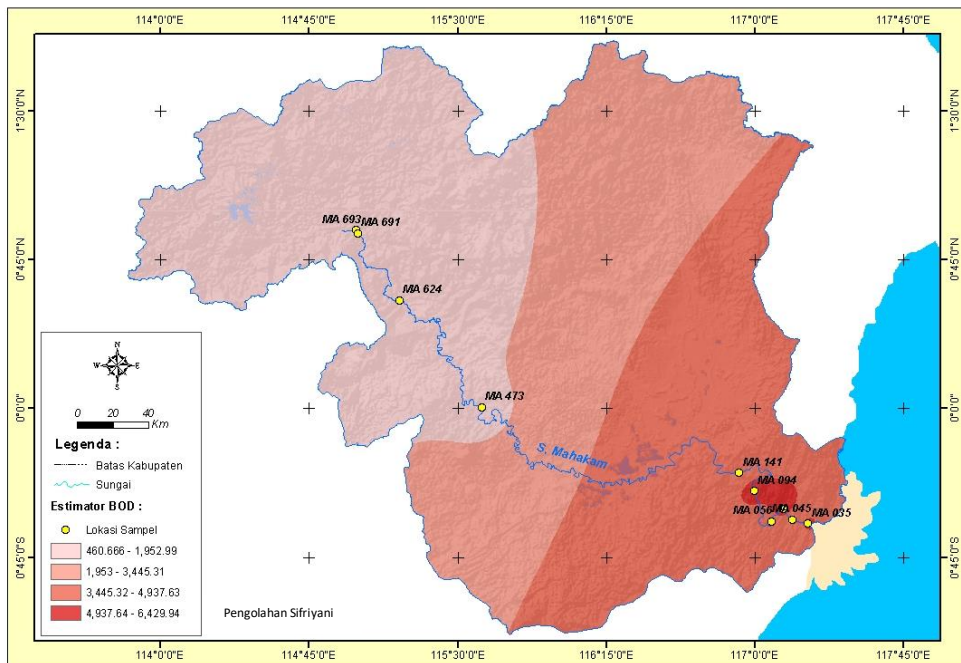
Gambar 12. Peta Sebaran Spasial Hasil Analisis GWR Pada Debit Air DAS Mahakam



Gambar 13. Peta Sebaran Spasial Hasil Analisis GWR Pada Panjang Sungai DAS Mahakam



Gambar 14. Peta Sebaran Spasial Hasil Analisis GWR Pada PH DAS Mahakam



Gambar 15. Peta Sebaran Spasial Hasil Analisis GWR Pada BOD DAS Mahakam

3. Analisis Penyebab Banjir Di Kota Samarinda

Kota Samarinda adalah daerah yang rawan terhadap bencana banjir. Dimana penyebab banjir pada permasalahan banjir di Kota Samarinda terjadi akibat berlebihnya limpasan permukaan dan tidak tertampungnya limpasan tersebut dalam badan sungai sehingga air meluap. Ada dua faktor penting yang menyebabkan banjir di Kota Samarinda yang pertama faktor alam seperti tingginya curah hujan, topografi wilayah, pasang surut air sungai Mahakam, dan lain-lain. Faktor kedua adalah manusia, utamanya bersumber pada unsur pertumbuhan penduduk akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan infrastruktur, pemukiman, sarana air bersih, pendidikan, serta layanan masyarakat lainnya. Selain itu pertumbuhan penduduk akan diikuti juga kebutuhan lahan usaha untuk pertanian, perkebunan, maupun industry. Sumber genangan (banjir) di Kota Samarinda khususnya yang dampaknya pada aktivitas masyarakat dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu akibat pasang sungai Mahakam. yang pertama banjir kiriman, yang kedua banjir lokal, dan yang ketiga adalah banjir akibat pasang sungai Mahakam [1].

Analisis penyebab banjir dan konsep pengendalian banjir Kota Samarinda dibagi dalam tiga bagian kegiatan yaitu :

1. Konsep pengendalian banjir daerah hulu, yaitu dengan memperbaiki kondisi DAS yang rusak dan meningkatkan resistensi DAS untuk reduksi potensi banjir di daerah hulu. Konsep ini dapat dilakukan dengan adanya konservasi DAS, pengembangan/revitalisasi tampungan alam, saat ini berupa rawa dan cekungan alam lainnya dan tampungan buatan waduk/lembung. Konsep ini diterapkan dalam pengendalian banjir Kota Samarinda dengan pengembangan beberapa bendungan di DAS Karangmumus seperti Bendungan Karangmumus Atas, Pampang Kanan, Pampang Kiri, Lubang Patung, Bendali Muang, Bendali Sempaja. Untuk Sub DAS karang Asam Kecil dengan terbangunnya Bendali HM. Ardans. Sub DAS Loa Janan dengan Bendunga Tani Aman.
2. Konsep pengendalian banjir daerah tengah, yaitu mereduksi banjir

(mengurangi limpasan permukaan) dengan minimalisasi perubahan tata guna lahan, termasuk penertiban pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan Tata Ruang Kota Samarinda. Selain Konservasi lahan (struktural dan non struktural) juga dilakukan dengan normalisasi saluran/sungai. Konsep ini dilakukan dengan mengembangkan berbagai rencana kolam retensi seperti di DAS Karangmumus dengan kolam retensi Gunung Lingai, kolam retensi Bengkuring, kolam retensi Damanhuri dan beberapa kolam retensi di DAS Karangasam Kecil (2 Lokasi), Di Sub DAS Loa Janan kolam retensi Loa Hui dan Sub DAS Rapak Dalam dengan kolam retensi juga dilakukan normalisasi sungai-sungai alam yang ada di Kota Samarinda.

3. Konsep pengendalian banjir di daerah hilir adalah dengan memperlancar aliran drainase yang ada yaitu peningkatan kapasitas air saluran drainase dan proteksi aliran di saluran dari pengaruh pasang air Sungai Mahakam.
4. Selain konsep pengendalian berdasarkan DAS Hulu, tengah, Hilir konsep pengendalian banjir juga dilakukan dengan melalui pendekatan sosial terhadap masalah banjir dan sosialisasi, kelembagaan melibatkan lembaga kemasyarakatan, instansi swasta dan instansi pemerintah serta regulasi penegakan peraturan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pratiwi & Ndraha, A.B. Strategi Pengendalian Banjir di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal MSDM*. Vol 5, No. 2: 141-156. 2018.
2. Hambali, R. Analisis Hubungan Bentuk DAS Dengan Debit Banjir Studi Kasus: DAS Kali Pesangrahan DAS Kali Krukut dan DAS Kali Cipinang. *Faktor Exacta*. Vol.10(4): 389-400, p-ISSN:1979-276X, E-ISSN: 2502-339X. 2017
3. BNPB, Indeks Risiko Bencana Indonesia, *Direktorat Pengurangan Risiko Bencana Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan*, Jawa Barat, 2013
4. Fotheringham A.S., Brunson, C., & Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. John Wiley and Sons, USA.
5. Sifriyani. Spasial Statistika: Geographically Weighted Models, *Mulawarman Press*. Samarinda, 2020
6. Watiningsih. *Daerah Aliran Sungai Mahakam*. 2009
7. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur 2019, Pemantauan Kualitas Air Sungai, *Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur*, 2019
8. Departemen Kehutanan. Laporan Final Rencana Pengelolaan DAS Terpadu di DAS Mahakam. 2009.
9. BPS, Kalimantan Timur Dalam Angka 2020, *Badan Pusat Statistika*, Kalimantan Timur, 2020.
10. Yohanes Budi, Hidrologi DAS
11. Sifriyani, Kartiko, S.H., Budiantara, I.N., & Gunardi. Development of nonparametric Geographically Weighted Regression Using Truncated Spline Approach, Songklanakarin. *Journal of Science & Technology*. Vol. 40, No. 4. 2018.
12. Sifriyani, Ruslan, F.H., & Susanty. Mapping and Analysis Factors of

Affecting Productivity Tropical Rain Forest in East Kalimantan.
Modern Applied Science. Vol. 13, No. 10. 2019.

13. Sifriyani, Ruslan, F.H, & Susanty. Evaluation of Forest Productivity and Governance on the Preservation of Tropical Rain Forest in Kalimantan Using the NGWR-TS Nonparametric Geospatial Method.
EurAsian Journal of BioScinces. Vol.13, No. 2. 2019.

LAMPIRAN DATA