

**ANALISIS KAWASAN LONGSOR MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN R
DI KECAMATAN AKABILURU KABUPATEN LIMAPULUH KOTA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

ISRA HARYATI DIVA

NIM. 17136148/2017

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

ANALISIS KAWASAN LONGSOR MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN R
DI KECAMATAN AKABILURU KABUPATEN LIMAPULUH KOTA

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

ISRA HARYATI DIVA
NIM. 17136148/2017

PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021

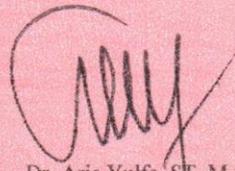
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Judul : Analisis Kawasan Longsor Menggunakan Pemrograman
R Di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota
Nama : Isra Haryati Diva
NIM / TM : 17136148/2017
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

Padang, September 2021

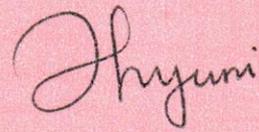
Disetujui Oleh :

Ketua Jurusan Geografi



Dr. Arie Yulfa, ST, M.Sc
NIP. 19800618 200604 1 003

Pembimbing



Ahyuni, S.T., M.Si
NIP. 19690323 200604 2 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Pada hari Rabu, Tanggal ujian 18 Agustus 2021 Pukul 14.10

**Analisis Kawasan Longsor Menggunakan Pemrograman R
Di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota**

Nama : Isra Haryati Diva
TM/NIM : 2017 / 17136148
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

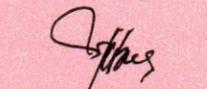
Padang, September 2021

Tim Penguji :

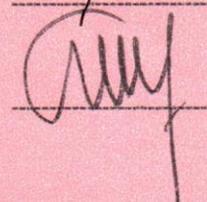
Nama

Tanda Tangan

Ketua Tim Penguji : Fitriana Syahar, S.Si., M.Si



Anggota Penguji : Dr. Arie Yulfa, S.T, M.Sc



Mengesahkan:
Dekan FIS UNP


Dr. Siti Fatimah, M.Pd, M.Hum.
NIP. 19610218 198403 2 001



**UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI**

Jalan. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang – 25131 Telp 0751-7875159

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Isra Haryati Diva
NIM/BP : 17136148/2017
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul :

**“ANALISIS KAWASAN LONGSOR MENGGUNAKAN PEMROGRAMAN R DI
KECAMATAN AKABILURU KABUPATEN LIMAPULUH KOTA”** adalah benar
merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila
suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses
dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan
yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab
sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh:
Ketua Jurusan Geografi

Dr. Arie Yulfa, ST, M.Sc.
NIP. 19800618 200604 1 003

Padang, September 2021
Saya yang Menyatakan



Isra Haryati Diva
NIM. 17136148/2017

ABSTRAK

Isra Haryati Diva: Analisis Kawasan Longsor Menggunakan Pemrograman R Di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota

Penelitian dilakukan di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota yang bertujuan untuk: (1) mengetahui lokasi terjadinya longsor tahun 2016-2021. (2) mengetahui faktor dominan yang mempengaruhi terjadinya longsor menggunakan pemrograman R. (3) untuk mengetahui peta kerawanan longsor di Kecamatan Akabiluru.

Metode penelitian yang digunakan adalah statistik bivariat dengan menghitung nilai *Weight of Evidence* (WoE) dan nilai *Area Under Curve* (AUC) menggunakan R. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu titik kejadian longsor, kemiringan lereng, arah lereng, batuan induk, jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi dan bentuk lahan. Data titik longsor dibagi menjadi training set 50% dan test set 50%.

Hasil penelitian yaitu: (1) terdapat 30 titik kejadian longsor dari tahun 2016-2021 yang tersebar di Kecamatan Akabiluru. (2) Faktor dominan yang mempengaruhi longsor adalah kemiringan lereng dengan nilai AUC 0.78, penggunaan lahan dengan nilai AUC 0.72, arah lereng dengan nilai AUC 0.71, batuan induk dengan nilai AUC 0.69, bentuk lahan dengan nilai AUC 0.68, jenis tanah dengan nilai AUC 0.65. (3) Dari perhitungan WoE total diperoleh nilai AUC sebesar 0.75 dan menghasilkan peta zona kerawanan longsor yang terdiri atas 4 kelas yaitu kelas tinggi sebesar 20.84%, kelas menengah sebesar 26.35%, kelas rendah sebesar 25.74% dan kelas sangat rendah sebesar 27.07%.

Kata kunci: Faktor dominan longsor, analisis kerawanan longsor, bivariat, R

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik baiknya. Sholawat dan salam tak lupa penulis hadiahkan buat junjungan kita yakni Nabi Muhammad SAW. Penelitian ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan pembuatan skripsi di Program Studi Geografi – S1 Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih dan bangga yang sebesar-besarnya diberikan kepada:

1. Orang tua penulis, Editiawarman S.Pd beserta kedua adik penulis Mutia Haryati Diva dan Raisa Haryati Diva yang senantiasa memberikan doa dan dukungan demi kemudahan dan kelancaran dalam mengerjakan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk ibu tercinta Almh. Eva Suryani S.Pd.
2. Ahyuni, ST, M.Si, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, memberikan masukan dan motivasi hingga selesainya skripsi ini
3. Dr. Arie Yulfa, M.Sc dan Fitriana Syahar, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi penyempurnaan skripsi ini
4. Keluarga tercinta yang telah merawat dan memberikan kasih sayang kepada penulis serta senantiasa memberikan doa dan dukungan demi kemudahan dalam mengerjakan skripsi ini, Ibu Dewi Asmara, Kakak Sri Wahyuni S.Pd., Abang Aldian Sanesta S.Sos. dan Abang Muhammad Firdaus.
5. Teman terdekat dan sahabat penulis (Randu Metriadi Farizet, Dhanu Sekarjati, Khairul Nizam, Robet Triarjunet, Assyaroh Meidini Putriana, Ainul

Karim, Anissa Zuhrita, Akbar Ramanda) yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penelitian ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga hasil dari pembahasan dalam skripsi ini dapat menambah ilmu pengetahuan, dan sumbangan kajian relevan untuk peneliti selanjutnya di Jurusan Geografi, serta bermanfaat bagi kita semua.

Padang, September 2021

Isra Haryati Diva

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Kajian Teori	7
1. Tanah Longsor	7
2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Longsor.....	7
3. Metode Pemetaan Kerawanan Longsor	12
4. Analisis Statistik Bivariat.....	16
5. Sistem Informasi Geografis	20
6. Program R	21
B. Penelitian yang relevan	26
C. Kerangka Konseptual.....	26

BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32
B. Lokasi Penelitian.....	33
C. Populasi Penelitian.....	33
D. Variabel dan Jenis Data.....	33
E. Sumber Data.....	34
F. Teknik Pengumpulan Data.....	35
G. Teknik Analisis Data.....	36
H. Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Gambaran Umum Kecamatan Akabiluru.....	42
B. Hasil Penelitian	43
1. Lokasi Terjadinya Longsor Tahun 2016-2021 Kecamatan Akabiluru.....	43
2. Faktor Dominan yang Mempengaruhi Longsor.....	46
3. Peta Kerawanan Longsor Kecamatan Akabiluru	75
C. Pembahasan.....	84
1. Lokasi Terjadinya Longsor di Kecamatan Akabiluru	84
2. Faktor Dominan yang Mempengaruhi Longsor.....	85
3. Peta Kerawanan Longsor Kecamatan Akabiluru	88
BAB V PENUTUP	90
A. Kesimpulan	90
B. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penulisan Sintaks Vektor pada R (Gio,P.U:2017)	25
Gambar 2. Kerangka Konseptual	26
Gambar 3. Wilayah Administrasi Kecamatan Akabiluru	40
Gambar 4. Peta Persebaran Titik Longsor di Kecamatan Akabiluru	45
Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Akabiluru	49
Gambar 6. Peta Arah Kemiringan Lereng Kecamatan Akabiluru	50
Gambar 7. Peta Curah Hujan Kecamatan Akabiluru	51
Gambar 8. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Akabiluru	52
Gambar 9. Peta Jenis Tanah Kecamatan Akabiluru.....	53
Gambar 10. Peta Batuan Induk Kecamatan Akabiluru	54
Gambar 11. Peta Bentuk Lahan Kecamatan Akabiluru	55
Gambar 12. Peta Kerapatan Vegetasi Kecamatan Akabiluru	56
Gambar 13. Alur Kerja pada Pemrograman R	57
Gambar 14. Peta WoE Kemiringan Lereng	63
Gambar 15. Peta WoE Arah Kemiringan Lereng	64
Gambar 16. Peta WoE Curah Hujan	65
Gambar 17. Peta WoE Penggunaan Lahan	66
Gambar 18. Peta WoE Jenis Tanah.....	67
Gambar 19. Peta WoE Batuan Induk	71
Gambar 20. Peta WoE Bentuk Lahan	72
Gambar 21. Peta WoE Kerapatan Vegetasi	73
Gambar 22. Grafik AUC Analisis Kerawanan Longsor	76
Gambar 23. Peta WoE Total	77
Gambar 24. Peta Klasifikasi Kerawanan Longsor	80

Gambar 25. Peta Kemiringan Lereng 2 Kelas	81
Gambar 26. Peta Kawasan Kerawanan Longsor Kecamatan Akabiluru.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kriteria Kerentanan Longsor Berdasarkan Faktor Arah Lereng.....	9
Tabel 2. Nilai Indeks AUC	19
Tabel 3. Paket Dasar dalam R.....	23
Tabel 4. Penulisan Sintaks untuk Fungsi-Fungsi Dasar.....	25
Tabel 5. Penelitian yang Relevan.....	27
Tabel 6. Jenis Data dan Sumber Data	35
Tabel 7. Diagram Alir Penelitian	41
Tabel 8. Luas Nagari dan Persentase Luas di Kecamatan Akabiluru	43
Tabel 9. Lokasi Terjadinya Longsor di Kecamatan Akabiluru Tahun 2016-2021	44
Tabel 10. Nilai WoE Kemiringan Lereng	58
Tabel 11. Nilai WoE Arah Kemiringan Lereng	59
Tabel 12. Nilai WoE Curah Hujan.....	60
Tabel 13. Nilai WoE Penggunaan Lahan.....	61
Tabel 14. Nilai WoE Jenis Tanah	62
Tabel 15. Nilai WoE Batuan Induk.....	68
Tabel 16. Nilai WoE Bentuk Lahan.....	69
Tabel 17. Nilai WoE Kerapatan vegetasi.....	69
Tabel 18. Daftar Nilai AUC Variabel Longsor	74
Tabel 19. Klasifikasi Kerawanan Longsor.....	78
Tabel 20. Luas Klasifikasi Kawasan Kerawanan Longsor	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rumus Manual Perhitungan Bivariat di Excell	96
Lampiran 2. Contoh Tabel Persiapan Data untuk R	99
Lampiran 3. Tahap Pengerjaan Analisis Data.....	100
Lampiran 4. Hasil Perhitungan WoE dan AUC faktor longsor dari R.....	107
Lampiran 5 Hasil Pehitungan AUC dari WoE total dan Klasifikasi kawasan kerawanan longsor dari R.....	115
Lampiran 6. Dokumentasi Lapangan	125

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi bencana yang tinggi. Berdasarkan undang-undang nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana terbagi atas 2 yaitu bencana alam dan bencana nonalam. Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Bencana nonalam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit (UU No 24 tahun 2007, Penanggulangan Bencana).

Salah satu potensi bencana dengan tingkat kerawanan yang tinggi di Indonesia adalah tanah longsor. Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya bencana longsor diantaranya kemiringan lereng, jenis tanah, faktor geologi, topografi,

penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, curah hujan. Longsor juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan yang tidak terkendali, penebangan hutan serta terdapatnya lahan terbangun yang berada pada wilayah dengan topografi yang curam.

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi dengan potensi kerawanan tanah longsor yang tinggi. Salah satunya adalah Kabupaten Lima Puluh Kota. Kabupaten Lima Puluh Kota memiliki topografi wilayah yang beragam yaitu datar, bergelombang dan berbukit-bukit dengan ketinggian dari permukaan laut antara 110 meter dan 2.261 meter. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Sumatera Barat, dari tahun 2015 sampai 2019 Kabupaten Limapuluh Kota telah mengalami bencana tanah longsor sebanyak 127 kejadian longsor yang tersebar di 14 Kecamatan. Kejadian longsor tersebut terjadi di Kecamatan Akabiluru dengan 23 kejadian, Kecamatan Bukik Barisan sebanyak 21 kejadian, Kecamatan Guguk 9 kejadian, Kecamatan Gunuang Omeh 5 kejadian, Kecamatan Harau 12 kejadian, Kecamatan Kapur IX 11 kejadian, Kecamatan Kuok 1 kejadian, Kecamatan Lareh Sago Halaban 7 kejadian, Kecamatan Luak 6 Kejadian, Kecamatan Pangkalan Koto Baru 10 kejadian, Kecamatan Payakumbuh dan Kecamatan Sialang 1 kejadian, serta Kecamatan Situjuh Limo Nagari dan Kecamatan Suliki sebesar 10 kejadian tanah longsor. Dari data tersebut dapat diketahui bahwasannya wilayah dengan kejadian longsor terbanyak berada pada Kecamatan Akabiluru.

Dengan melihat banyaknya kejadian longsor, maka perlu dilakukan analisis mengenai kerawanan longsor di Kecamatan Akabiluru. Analisis kerawanan longsor merupakan suatu kegiatan penting yang harus dilakukan. Analisis kerawanan longsor dilakukan untuk mengetahui dimana saja potensi kerawanan longsor dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor di Kecamatan Akabiluru. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam analisis kerawanan longsor adalah metode statistik. Metode statistik merupakan suatu metode yang dilakukan berbasikan kepada data yang mampu menghasilkan peta dengan skala 1:100.000-1:25.000. Salah satu metode statistik adalah statistik bivariat. Statistik bivariat menggunakan asumsi bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi longsor tidak terkait satu sama lain. Statistik bivariat digunakan untuk mengukur kerapatan longsor pada setiap kelas data dan mengetahui faktor penting dalam setiap parameter. Sehingga dengan menggunakan analisis statistik bivariat, dapat diketahui faktor dominan yang mempengaruhi terjadinya longsor di suatu wilayah.

Teknologi yang dapat digunakan dalam menganalisis data spasial terus berkembang. Salah satunya adalah pemrograman R. Pemrograman R merupakan salah satu bahasa pemrograman statistika yang dapat digunakan untuk analisis dan manipulasi data statistika (pemodelan statistika), dan grafik. Pemanfaatan R untuk analisis spasial juga dapat dilakukan yaitu analisis statistik spasial. Untuk melakukan analisis kerawanan longsor menggunakan

metode bivariat maka digunakan bahasa pemrograman R. Pemrograman R dapat memberi kemudahan dalam melakukan pengolahan data statistik, salah satunya adalah dapat melakukan analisis menggunakan sintaks yang telah dibuat tanpa harus membuat sintaks baru untuk analisis yang serupa sehingga pengolahan lebih cepat dan efisien.

Berdasarkan permasalahan yang ada, peneliti tertarik untuk mengangkat penelitian dengan judul “*Analisis Kawasan Longsor menggunakan Pemrograman R di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Lima Puluh Kota*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lokasi kerawanan longsor pada tahun 2016-2021 dan faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya longsor di Kecamatan Akabiluru menggunakan pemrograman R.

B. Identifikasi Masalah

1. Apa Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor di Kecamatan Akabiluru?
2. Bagaimana program R dapat menganalisis data spasial?
3. Bagaimana cara kerja R dalam menganalisis kerawanan longsor?
4. Dimana saja terjadinya longsor di Kecamatan Akabiluru pada tahun 2016-2021?
5. Bagaimana cara menganalisis kerawanan longsor menggunakan R di Kecamatan Akabiluru?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini diperlukan agar tidak meluasnya pembahasan. Penelitian difokuskan pada wilayah administrasi Kecamatan Akabiluru untuk menganalisis kawasan kerawanan longsor menggunakan Pemrograman R di Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota.

D. Rumusan Masalah

1. Dimana titik lokasi terjadinya longsor tahun 2016-2021 di Kecamatan Akabiluru?
2. Apa saja faktor dominan yang mempengaruhi kejadian longsor di Kecamatan Akabiluru?
3. Bagaimana peta kerawanan longsor skala 1:50.000 di Kecamatan Akabiluru menggunakan pemrograman R?

E. Tujuan

1. Mengetahui titik lokasi terjadinya longsor tahun 2016-2021 di Kecamatan Akabiluru.
2. Mengetahui faktor dominan yang mempengaruhi kejadian longsor di Kecamatan Akabiluru.
3. Mengetahui peta kerawanan longsor di Kecamatan Akabiluru skala 1:50.000 menggunakan pemrograman R.

F. Manfaat penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian adalah:

1. Bagi penulis sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar S1 dari program studi Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang.
2. Bagi mahasiswa, memberikan informasi mengenai bagaimana menganalisis kerawanan longsor menggunakan bahasa pemrograman R berbasis sistem informasi geografis dan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya longsor di wilayah tersebut.
3. Bagi masyarakat memberikan informasi mengenai lokasi kerawanan bahaya longsor dan mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya longsor di Kecamatan Akabiluru.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material laporan bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologis tanah longsor adalah suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan pada umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan daya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, beban serta berat jenis batuan.

Menurut Nandi (2007) dalam Arif (2015), gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Longsor.

a. Hujan.

Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal ini mengakibatkan munculnya pori-pori tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah ke

permukaan. Ketika hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, intensitas hujan yang tinggi biasanya sering terjadi, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral.

b. Kemiringan Lereng

Lereng merupakan kenampakan bumi yang biasanya berbentuk cembung di bagian atas dan cekung di bagian bawahnya. Semakin curam kemiringan lereng, maka akan semakin besar pula potensi longsor pada suatu wilayah terjadi dan sebaliknya, semakin kecil besaran lereng maka akan semakin kecil potensi longsor yang terjadi di suatu wilayah tersebut (Sobirin, 2017). Kemiringan lereng adalah salah satu yang terpenting parameter topografi yang mengendalikan terjadinya longsor, hal tersebut telah dipertimbangkan hampir di semua studi kerentanan, bahaya, dan penilaian risiko tanah longsor (Akgun.A, dkk, 2012). Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah 180° apabila ujung lerengnya terjal dan bidang longsornya datar.

c. Arah Lereng (Aspect)

Arah lereng memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap besaran erosi. Arah lereng akan menentukan besarnya jumlah penyinaran matahari yang akan mempengaruhi proses pedogenesis tanah/ pelapukan dan pembentukan tanah (Miardini & Harjadi, 2011).

Tabel 1. Kriteria Kerentanan Longsor Berdasarkan Faktor Arah Lereng

No	Arah Lereng	Kelas Erosi
1	Utara	Sangat rendah
2	Tenggara dan Timur Laut	Rendah
3	Timur dan Barat	Sedang
4	Barat Daya, Barat Laut, Selatan	Tinggi

Sumber: Harjadi, 2010

d. Bentuk Lereng (Curvature)

Lengkungan mengacu pada kelengkungan menuju lereng. Parameter ini dianggap berpengaruh pada sliding proses karena memandu aliran air di lereng membuatnya konvergen atau divergen. Lengkungan profil biasanya diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu: cekung, cembung dan bujursangkar. Nilai positif mencerminkan kemiringan cekung, sedangkan nilai negatif menunjukkan kemiringan cembung. Nilai yang mendekati nol mewakili struktur bujursangkar, tanpa infleksi. Profil Informasi kelengkungan untuk kedua kota yang diteliti diperoleh dari produk yang berasal dari DEM TOPODATA (Bragagnolo, et al., 2020)

e. Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan

vegetasi atau aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matis yang melibatkan beberapa saluran, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi. (Projo, 2012)

Ray (1995) dalam D.Projo (2012) menjelaskan bahwa ada dua macam asumsi dasar dalam pengembangan dan penggunaan indeks vegetasi. Asumsi pertama ialah bahwa beberapa kombinasi aljabar dari saluran-saluran spektral dapat memberikan informasi tertentu tentang vegetasi. Memang secara empiris ada beberapa bukti tentang hal ini. Asumsi kedua ialah bahwa semua tanah terbuka (gundul) pada suatu citra akan membentuk garis imajiner yang disebut garis tanah, piksel-pikselnya diplot pada *feature space*. Garis ini kemudian diasumsikan sebagai garis yang mewakili piksel tanpa vegetasi.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi dan cuaca. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi di Benua Afrika banyak menggunakan transformasi ini (Tucker, 1986). Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1. Formulasinya adalah sebagai berikut. (Projo,2012)

$$NDVI = \frac{(BV_{Inframerahdekat} - BV_{Merah})}{(BV_{Inframerahdekat} + BV_{Merah})}$$

Pada pengolahan Indeks vegetasi menggunakan citrasatelit landsat 8, pengolahan NDVI menggunakan formula

$$NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4)$$

Band 5 merupakan Kanal 5 (*Near-Infrared*) dengan panjang gelombang 0.851 – 0.879 μm yang memiliki resolusi 30 m. Band 4 merupakan kanal 4 (*red*) dengan panjang gelombang (0.636 – 0.673 μm) yang memiliki resolusi 30 m.

f. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan berperan penting dalam proses terjadinya longsor. Pembukaan hutan secara sembarangan, penanaman jenis pohon yang terlalu berat dengan jarak tanam terlalu rapat, pemotongan tebing/lereng untuk jalan dan permukiman merupakan pola penggunaan lahan yang dijumpai di daerah yang longsor. Penanaman pohon dengan jenis pohon yang terlalu berat, misalnya pohon durian, manggis, dan bamboo, serta penanaman dengan jarak terlalu rapat mengakibatkan penambahan beban massa tanah yang bisa menyebabkan longsor. Hal ini berarti akan menambah gaya gerak tanah untuk longsor menuruni lereng.

Pembukaan hutan untuk keperluan manusia, seperti misalnya untuk perladangan, persawahan dengan irigasi, penanaman pohon kelapa, dan penanaman tumbuhan yang berakar serabut dapat berakibat menggemburkan tanah. Peningkatan kegemburan tanah ini akan menambah daya resap tanah terhadap air, akan tetapi air yang meresap ke dalam tanah

tidak dapat banyak terserap oleh akar-akar tanaman serabut. Akibatnya air hanya terakumulasi dalam tanah dan akhirnya menekan dan melemahkan ikatan-ikatan antar butir tanah. Karena besarnya curah hujan yang meresap, maka longSORan tanah akan terjadi (Pramumijoyo dan Karnawati:2006 dalam O,Fadhilla:2021).

3. Metode Pemetaan Kerawanan Longsor

Zonasi kerawanan longsor merupakan representasi dari suatu lahan yang homogen atau memiliki kelas yang sama berdasarkan derajat aktual atau potensial dari kerawanan longsor. Zonasi kerawanan ini merupakan tahapan penting dalam analisis bahaya dan risiko longsor. Terdapat tiga pendekatan utama dalam zonasi kerawanan longsor, antara lain: pendekatan berbasis pengetahuan/*knowledge* (heuristik), pendekatan berbasis kondisi fisik (deterministik), dan pendekatan berbasis data (analisis statistik). (S.Guruh, 2018)

a. Pendekatan berbasis pengetahuan/*knowledge* (heuristik).

Pendekatan berbasis pengetahuan/*knowledge* merupakan pendekatan kualitatif dengan mengevaluasi longsor aktual dibandingkan dengan karakteristik geologi atau geomorfologi. Tiap-tiap zona geomorfologi atau geologi memiliki tingkat kerawanan berdasarkan jumlah longsor aktual dan proses geomorfologi spesifik yang bekerja pada suatu wilayah. Tingkat kerawanan didasarkan pada pertimbangan dan pengalaman surveyor. Pendekatan ini sangat tergantung pada pengalaman surveyor/peneliti.

Pemetaan dengan metode heuristik menghasilkan peta skala kecil yaitu $<1:100.000$.

b. Pendekatan berbasis kondisi fisik (deterministik).

Pendekatan berbasis kondisi fisik didasarkan pada analisis stabilitas lereng dengan menghitung faktor keamanan pada lereng maupun pemodelan pergerakan longsor. Pendekatan ini sering diterapkan dengan tujuan tertentu pada wilayah yang sempit dengan skala pemetaan detail. Pemetaan skala detail memerlukan pengukuran parameter geoteknik secara rinci dan sampel tanah dalam jumlah yang banyak. Semakin sedikit sampel tanah yang diukur maka ekstrapolasi parameter geoteknik yang dilakukan dalam analisis secara regional akan semakin sulit. Proses pengukuran ini tidak hanya memakan banyak tenaga, namun juga memakan banyak waktu dalam pemrosesan data. Pendekatan berbasis kondisi fisik ini masih cukup sulit diaplikasikan dalam analisis regional (skala kecil), terutama di Indonesia, karena parameter geoteknik secara detail biasanya tidak tersedia di area perbukitan dan pegunungan. Saat ini, pendekatan berbasis data merupakan pendekatan yang paling mudah dikerjakan dalam analisis terapan kerawanan longsor dalam pemetaan skala regional, terutama di Indonesia. Analisis metode deterministik menghasilkan peta skala besar yaitu $>1:25.000$

c. Pendekatan berbasis data (analisis statistik).

Saat ini proses dan pengembangan zonasi kerawanan longsor lebih berfokus pada pendekatan berbasis data (analisis statistik) menggunakan teknologi Geographic Information System (GIS). Pendekatan statistik

semakin populer di beberapa dekade terakhir dibandingkan dengan pendekatan heuristik maupun deterministik karena hasil yang dimiliki lebih objektif, dengan jumlah parameter tanah yang dibutuhkan semakin sedikit (lebih hemat biaya), tidak membutuhkan waktu yang panjang, sesuai jika untuk wilayah yang luas, dan memiliki hasil yang dapat memuaskan. Pendekatan statistik mampu di implementasikan berdasarkan analisis dua data (bivariat) statistik, analisis multivariansi (multivariate) statistik, dan soft computing. Analisis longsor menggunakan metode statistik menghasilkan peta skala menengah yaitu 1:100.000-1:25.000

- [1]. Analisis bivariat statistik digunakan dengan membandingkan setiap data yang mengontrol inventarisasi longsor secara terpisah dan mengasumsikan bahwa faktor pengontrol longsor tersebut tidak saling berhubungan satu sama lain. Analisis tersebut bergantung pada variabel *dependent* dan variabel *independent*. Variabel *dependent* dapat berupa inventarisasi longsor yang memperlihatkan bahwa suatu poligon pada area longsor dan variabel *independent* berupa lapisan atau bagian yang diindikasikan mengontrol suatu kejadian longsor. Bivariat statistik digunakan untuk mengukur kerapatan longsor pada setiap kelas data dan mengetahui faktor penting dalam setiap parameter. Pembobotan pada suatu parameter diukur dengan perbandingan antara kerapatan longsor setiap kelas parameter yang memiliki hubungan dengan kerapatan longsor diseluruh area. Pada berbagai *data layers*, unit yang memiliki bobot homogen akan

memiliki skor akhir yang saling bertumpang susun. Analisis bivariat statistik tidak memperhitungkan hubungan saling ketergantungan antar variabel, dan hal itu harus dapat disajikan sebagai pedoman dalam mengetahui kumpulan data sebelum menggunakan analisis multivariate statistik. Metode *Weight of evidence* (WoE) merupakan salah satu bagian dari analisis bivariat statistik, dimana secara umum telah diaplikasikan pada pemetaan kerawanan.

- [2]. Metode multivariat statistik merupakan model yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel *dependent* (kejadian longsor) dan rangkaian dari variabel *independent* (faktor pengontrol longsor) secara serentak. Multivariat statistik mengasumsikan bahwa faktor yang mengontrol kejadian longsor saling berpengaruh antara satu sama lain. Hal tersebut dapat diartikan bahwa analisis tidak hanya berhubungan pada faktor pengontrol dan inventarisasi longsor, melainkan hubungan timbal balik terhadap seluruh faktor yang mengontrol longsor. Pada tipe analisis kali ini, seluruh faktor yang relevan dapat menggunakan analisis berbasis grid maupun unit morfometri lereng. Setiap unit sampel, ada atau tidaknya longsor sangat berpengaruh dalam proses analisis. Selanjutnya, hasil akhir berupa matriks dapat dianalisis dengan *multiple regression*, *logistic regression*, *discriminant analysis*, *random forest* atau *active learning*. Hasil akhir tersebut dapat disajikan dengan menunjukkan probabilitas suatu kejadian. Pemodelan *logistic regression* merupakan salah

satu metode yang terkenal dalam analisis multivariate statistik dalam zonasi longsor.

- [3]. Metode *soft computing*, merupakan teknik pada ilmu komputer yang digunakan sebagai solusi yang tidak pasti antara 0 dan 1. Pemanfaatan teknik *soft computing* untuk zonasi longsor meliputi *fuzzy-logic*, *artificial neural network* (ANN), *neuro-fuzzy*, dan mendukung mesin vektor untuk menangani beberapa masalah seperti kurangnya pengetahuan terkait minat pada bidang tertentu dan ketidaklengkapan data. Hubungan timbal balik antara peristiwa longsor dan faktor pemicu juga merupakan hal yang nonlinear di alam. Teknik *soft computing* seperti pada ANN merupakan data independen pada distribusi spasial dan tidak membutuhkan variabel spasial lain. ANN merupakan teknik *soft computing* berdasarkan kemampuan manusia dalam mempelajari fenomena tertentu. Terdapat tiga lapisan neuron yang dihubungkan oleh bobot setiap jaringan. Hal ini dapat menggeneralisasi dan memprediksi output dari satu set input yang sebelumnya tidak terlihat. Bobot dari faktor-faktor yang relatif penting pada longsor digeneralisasi oleh jaringan tersebut. Setiap bobot akan digunakan untuk menghitung indeks kerawanan longsor

4. Analisis Statistik Bivariat

Analisis bivariat merupakan metode yang digunakan untuk mengolah atau menganalisis data yang memiliki dua variabel. Salah satu pemanfaatan analisis bivariat adalah menentukan kerentanan longsor menggunakan

metode *Weight of Evidence* (WoE). Model WoE ini merupakan teknik kuantitatif yang dimotori data, menggunakan sejumlah kombinasi data untuk menghasilkan peta dari pembobotan data, baik yang berbentuk sinambung (*continuous*) dan berkategori (*categorical*), berdasarkan probabilitas prior (awal) dan posterior (sesudah). Dua parameter yang sangat penting untuk menjalankan permodelan pembobotan ini adalah bobot positif (W^+) dan bobot negatif (W^-) (N,Ebrahim:2019). *Weight of Evidence* (WoE) adalah metode berbasis data berdasarkan probabilitas Bayesian dengan menghitung kekuatan hubungan spasial antara data permodelan (*set train*) dengan faktor yang mempengaruhi data permodelan (Zhou S., et al: 2016). Formulasi WoE adalah sebagai berikut (Bonham-Carter dalam Zhou S., et al: 2016).

$$W_j^{i+} = \ln \frac{P(B_j^i IL)}{P(B_j^i \bar{I} \bar{L})} \qquad W_j^{i-} = \ln \frac{P(\bar{B}_j^i IL)}{P(\bar{B}_j^i \bar{I} \bar{L})}$$

Keterangan:

P = Probabilitas

ln = logaritma natural

B_j^i = Jumlah kehadiran kelas i faktor penyebab longsor j

\bar{B}_j^i = Jumlah absen kelas i faktor penyebab longsor j

L = Jumlah kejadian longsor

\bar{L} = Jumlah absen longsor

W^+ = menunjukkan adanya hubungan spasial positif antara B dan L.

W^- = menunjukkan tidak adanya hubungan spasial antara B dan L.

Perbandingan antara dua bobot dapat didefinisikan, karena bobot akhir faktor B_j^i dapat dinyatakan sebagai berikut

$$W_j^i = W_j^{i+} - W_j^{i-}$$

Dimana W_j^i positif menunjukkan kelas prediksi terjadinya longsor dan W_j^i negatif menunjukkan tidak terjadinya longsor. Hasil dari perhitungan WoE menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai WoE maka dapat diindikasikan bahwa zona tersebut memiliki kecenderungan terjadinya longsor.

Selanjutnya adalah dilakukan uji akurasi yang menghasilkan nilai *Area Under Curve* (AUC). Nilai AUC merupakan nilai indeks yang terbentuk dari grafik perbandingan antara persentase total luasan area kelas parameter penyebab longsor dengan persentase total jumlah longsor. Nilai AUC semakin mendekati 1, menunjukkan bahwasannya hasil analisis semakin akurat dan menunjukkan faktor tersebut dominan terhadap terjadinya longsor. Nilai AUC 0,6 menunjukkan batas minimum yang diperbolehkan untuk menyatakan suatu parameter berpengaruh. Jika menyertakan parameter dengan $AUC < 0,6$ maka akan menyebabkan model statistik akan menurun. Berikut adalah Nilai Indeks AUC.

Tabel 2. Nilai Indeks AUC

Nilai AUC	Keterangan
0.9	Model Sangat Baik
0.8-0.9	Model Baik
0.7-0.8	Model Sedang/Cukup Baik
<0.6	Model Jelek

Sumber: (Yesilnacar, 2005 dalam Pamela, dkk 2018)

Tingkat kerentanan longsor diperoleh dari probabilitas terjadinya gerakan tanah pada masing-masing zona. Berikut adalah klasifikasi zona kerentanan Gerakan Tanah menggunakan Metode Statistik.

1. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi. Wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah lebih besar dari 25% dari total populasi kejadian longsor
2. Zona kerentanan gerakan tanah menengah. Wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah lebih besar dari 10% s.d 25% dari total populasi kejadian longsor.
3. Zona kerentanan gerakan tanah rendah. Wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah lebih besar dari 5% s.d 10% dari total populasi kejadian longsor.
4. Zona kerentanan gerakan tanah menengah. Wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah lebih besar dari 0% s.d 5% dari total populasi kejadian longsor.

5. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis. Akronim GIS terkadang dipakai sebagai istilah untuk *geographical information science* atau *geospatial information studies* yang merupakan ilmu studi atau pekerjaan yang berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (database).

SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi dimana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer (Irwansyah, 2013).

Kapasitasnya untuk menganalisis dan memvisualisasikan data menjadikan R pilihan yang baik untuk spasial analisis data. Untuk beberapa proyek analisis spasial, hanya menggunakan R mungkin sudah cukup untuk pekerjaan. Dalam banyak kasus R akan digunakan bersama dengan GIS perangkat lunak dan mungkin juga basis data GIS. Dalam analisis data terapan, sebenarnya bukanlah apakah suatu masalah dapat diselesaikan menggunakan R, tetapi apakah masalah itu dapat diselesaikan secara efisien dengan R.

6. Program R

R adalah bahasa pemrograman dan sistem perangkat lunak yang dirancang khusus untuk mengerjakan segala hal terkait komputasi statistik. Bahasa pemrograman ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1993 oleh dua orang pakar statistik yaitu Ross Ihaka dan Robert Gentleman di Auckland University, New Zealand. Sampai saat ini, bahasa pemrograman R terus berkembang secara pesat seiring dengan semakin populernya terminologi “*Big Data*” dan meningkatnya kebutuhan perusahaan akan data *scientist* untuk mengolah dan menganalisis data di perusahaan tersebut sebagai dasar pengambilan kebijakan dan otomatis proses bisnis menjadi data-driven (Suwardi, et al., 2019).

R merupakan bahasa pemrograman statistika yang dapat digunakan untuk analisis dan manipulasi data statistika (pemodelan statistika), dan grafik. R diciptakan oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman (nama depan sama-sama diawali dengan huruf R & R, Ross dan Robert) dari departemen statistika, di Universitas Auckland, New Zealand. Saat ini R dikembangkan oleh R Development Core Team. (Gio, et al., 2017). R dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman S (*S Language*).

Berikut adalah beberapa kelebihan yang dapat ditemukan dengan menggunakan pemrograman R (Bivand, 2008), diantaranya:

- a. Perangkat lunak yang bersifat *open source/gratis* untuk umum yang dapat digunakan untuk analisis dan manipulasi data statistik, komputasi statistik dan grafik

- b. Analisis data akan sangat efisien menggunakan bahasa khusus seperti pemrograman S, dibandingkan dengan menggunakan bahasa tujuan umum.
- c. R skrip dapat digunakan berulang-ulang dan hanya perlu mengubah datanya saja. Namun perlu diperhatikan urutan Sintaks nya.
- d. R menyediakan banyak metode analisis statistik standar dan inovatif.
- e. R terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi.
- f. Bahasa S tidak hanya gunakan untuk komputasi tingkat rendah pada bilangan, vektor, atau matriks tetapi juga dapat dengan mudah diperluas dengan kelas untuk tipe data baru dan metode analisis untuk kelas-kelas seperti metode untuk meringkas, merencanakan, mencetak, melakukan pengujian, atau pemasangan model.

Berikut adalah kelebihan R untuk data spasial (Bivand, 2008), diantaranya:

- a. Memudahkan dalam menyalin data statistik spasial. Banyak *packages* yang telah tersedia untuk pengolahan data spasial pada R. Diantaranya *packages* yang berfungsi untuk membaca dan menulis data spasial.
- b. Banyaknya kelas-kelas baru dengan sekumpulan metode (fungsi) yang teruji dengan baik seperti memplot, mencetak, membuat subset, dan meringkas objek spasial, atau menggabungkan (*overlay*) tipe data spasial.
- c. Terdapat banyak *package library* yang tersedia di R terutama analisis geospasial, statistik spasial, modeling, dan visualisasi

- d. Terdapat Metode baru meliputi plot, plot pengkondisian, metode plot yang menggabungkan titik, garis, poligon, dan mengatur sistem proyeksi peta.

Dalam perangkat lunak R fungsi utama yang perlu diperhatikan adalah *Library*, *package* dan fungsi dalam R. Paket (*Package*) pada R merupakan suatu pustaka (*Library*) yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang akan digunakan.

- a. *Packages* dan *Library*. Paket-paket R dapat diperoleh dengan mendownload secara gratis di website atau perangkat R nya. Cara menginstall *packages* dapat menggunakan fungsi `install.packages("nama package")` atau bisa juga melalui menu *package* pada menu bar. *Packgaes* yang telah di install dapat digunakan untuk pengolahan data dengan memanggilnya terlebih dahulu menggunakan fungsi `library()`. Berikut adalah paket dasar dalam R.

Tabel 3. Paket Dasar dalam R

Packages	Keterangan
base	Paket dasar R
class	Fungsi untuk pengklasifikasian
cluster	Fungsi untuk klastering
datasets	Paket kumpulan data-data R (contoh-contoh data dalam R)
foreign	Mambaca data yang tersimpan dalam bentuk file dari software seperti Minitab, S, SAS, SPSS, dll
graphics	Paket grafik dalam R
grDevices	Fitur pendukung grafik untuk warna dan

	huruf
grid	Paket grafik grid
kernSmooth	Fungsi untuk pemulusan Kernel (Kernel Smoothing)
spatial	Fungsi untuk analisis pola titik-titik dan Kringing
stats	Paket statistik R (uji klasik, smoothing, regresi, time series, dll)
utils	Utilitas R

Sumber: Penulis,2021

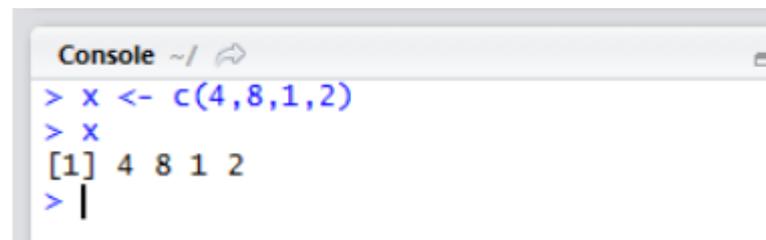
b. Fitur Dasar Software R.

Untuk menuliskan sintaks pada R, perlu diperhatikan aturan-aturan dasar dalam penulisannya. Penulisan Sintaks dimulai dengan tanda “>” lalu dilanjutkan dengan fungsi-fungsi dasar yang akan dilakukan dan ditutup dengan tanda tutup kurung. Data yang diisikan dalam bentuk huruf dibutuhkan tanda petik 2 (“contoh”) di atasnya sedangkan untuk data berupa angka, tidak diperlukan tanda petik 2. Tanda sama dengan (=) atau tanda kecil kurang (<-) digunakan untuk membaca fungsi suatu Sintaks. Misalnya untuk membuat vector, maka Sintaks nya

```
>x<-c(1,2,3,4,5)
```

Artinya dari Sintaks tersebut yaitu vector x adalah 1,2,3,4,5

Berikut adalah contohnya



```

Console ~/
> x <- c(4,8,1,2)
> x
[1] 4 8 1 2
> |

```

Gambar 1. Penulisan Sintaks Vektor pada R (Gio,P.U:2017)

Ada banyak fungsi-fungsi yang dapat dilakukan dalam pemrograman R. berikut adalah fungsi-fungsi dasar dan penulisan Sintaks dalam R.

Tabel 4. Penulisan Sintaks untuk Fungsi-Fungsi Dasar

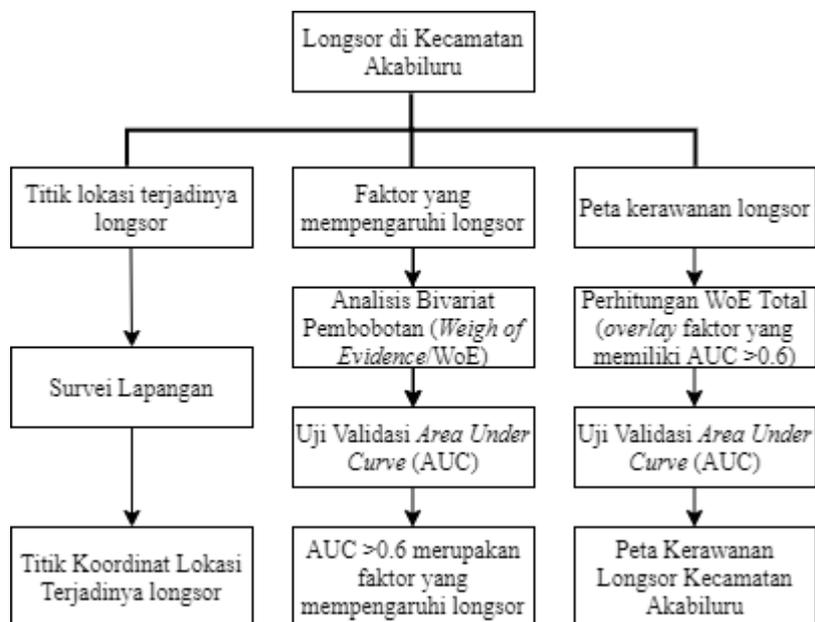
Fungsi	Perintah
Membuat Vektor	>x<-c(.....)
menampilkan vektor x	>x
Menampilkan elemen vektor berdasarkan Indeks	>x[2] artinya nilai vektor urutan ke-2
	>x[3] artinya nilai vektor urutan ke-3
mengganti elemen vektor	> x[2]<- "nilai yang akan diganti"
Mengetahui panjang vektor	>length(x)
Operasi Penjumlahan, Perkalian, Pengurangan, pembagian w vektor atau lebih	>X+Y, >X*Y, >X-Y, >X/Y
Mengurutkan Elemen Vektor	>sort(x) #untuk mengurutkan dari terkecil ke terbesar
	>sort(x, decreasing=true) #untuk mengurutkan dari terbesar ke terkecil
Menghitung Selisih dari Data Berurutan dalam Vektor	>diff(x), misal hasilnya: -50,20,10,-20
	>diff(x)*-1, misal hasilnya: 50, -230, -10, 20
menjumlahkan seluruh bilangan dalam vektor	>sum(x)
	>sum(x[c(2,4)]) #penuumlahan vektor pada urutan ke-2 dan 4
menentukan nilai maksimum dan minimum	>max(x) , >min(x)

B. Penelitian yang relevan

Kajian hasil penelitian yang relevan merupakan bagian yang menguraikan tentang beberapa pendapat atau hasil pendahuluan yang terdahulu berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti dapat dilihat pada tabel 5.

C. Kerangka Konseptual

Berikut adalah kerangka konseptual dari penelitian ini:



Gambar 2. Kerangka Konseptual

Tabel 5. Penelitian yang Relevan

No	Judul	Penulis/Tahun/Sumber	Lokasi	Variabel	Metode Analisis	Hasil dan Kesimpulan
1	A GIS-physically-based emergency methodology for predicting rainfall-induced shallow landslide zonation	Alfonso Gutiérrez-Martín/2020/Elsevier	Cekungan Sungai Guadalmanza, di Benahavis, Málaga (Andalusia)	Kemiringan lereng, curah hujan	Metode kemiringan pada platform GIS	Parameter yang dikaji dari penelitian ini adalah kemiringan lereng yang diperoleh dari data DEM dan data curah hujan yang mempengaruhi infiltrasi. Pendekatan pemacu longsor hidromekanis skala daerah tangkapan diterapkan untuk hasil dari inventarisasi longsor berbasis kejadian, yang semuanya dipicu oleh kejadian curah hujan pada tahun 2009 dan 2010 di daerah tangkapan air yang terletak di Benahavis berada di Costa del Sol, Spanyol.
2.	A GIS-based landslide susceptibility evaluation using bivariate and multivariate statistical analyses	N.A dan A.Shakoor/2009/Elsevier	Cuyahoga River watershed, northern Ohio, U.S.A	Kemiringan lereng, tipe tanah, erodibilitas tanah, indeks likuiditas tanah, penggunaan lahan, curah hujan	Analisis multivariate dan bivariate	NS Model regresi logistik multivariat ditemukan menjadi model yang lebih baik dalam memprediksi kerentanan longsor dari daerah ini. Model regresi logistik menghasilkan peta kerawanan longsor skala 1:24.000 yang mengklasifikasikan kerentanan menjadi empat kategori: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Hasilnya juga menunjukkan bahwa sudut kemiringan, kedekatan dengan sungai, erodibilitas tanah, dan jenis tanah secara statistik signifikan dalam pengendalian pergerakan lereng.

3	Landslide Susceptibility Mapping Using Different GIS-Based Bivariate Models	Ebrahim Nohani, et al/2019/ Water 2019, 11, 1402; doi:10.3390/w11071402	Bagian Utara Iran	Titik longsor, Kerapatan vegetasi, jarak dari sungai, jarak dari jalan, lereng, penggunaan lahan	Analisis Bivariat (WoE, FR, SE, EBF)	Hasil AUC menunjukkan tingkat keberhasilan masing-masing 0,8, 0,86, 0,84, dan 0,85 untuk EBF, WoE, SE, dan FR. Penelitian juga menunjukkan bahwa tingkat akurasi prediksi adalah 0,84, 0,83, 0,82, dan 0,79 masing-masing untuk WoE, FR, SE, dan EBF. Model WoE memiliki AUC tertinggi merupakan metode yang paling akurat di antara keempat metode yang diterapkan dalam mengidentifikasi daerah-daerah yang berisiko longsor di masa mendatang di daerah penelitian
4	Landslide susceptibility mapping with r.landslide: A free open-source GIS-integrated tool based on Artificial Neural Networks	L. Bragagnolo, dkk/ 2019/ Elsevier (Journal Pre-proof)	Kotamady a Porto Alegre, Brazil	Aspect, Slope, elevation, curvature, TWI, Land Use, Lithology	R.Landslide	Peta kerentanan longsor yang dihasilkan dibandingkan dengan peta yang diterbitkan oleh Brazilian Geological Survei (CPRM) dan perbandingan langsung menggunakan catatan longsor yang tidak terlihat (baru) menunjukkan bahwa r.landslide dapat mengidentifikasi dan menentukan area yang rentan dengan akurasi yang lebih baik. Metode ini dapat digunakan oleh badan penanggulangan bencana alam dan organisasi perencanaan penggunaan lahan sebagai alat pendukung penjabaran peta kerentanan longsor secara gesit dan efisien.

5	Metode Kombinasi Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR) untuk Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah di Takengon, Aceh	Pamela,dkk/ 2028/ Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 9 No. 2, Agustus 2018: 77 - 86	Takengon, Aceh	Data kejadian longsor, Litologi, tutupan lahan, kelurusan, kegunaan, alur sungai, jalan, curah hujan,	Kombinasi Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR)	Hasil validasi dan pengujian model menunjukkan bahwa metode kombinasi LR-WoE mempunyai nilai AUC 0,853 yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode WoE (AUC 0,830). Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa metode kombinasi LR-WoE memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dari metode WoE untuk pemetaan kerentanan gerakan tanah. Metode kombinasi LR-WoE dapat terus dikembangkan dan dapat diusulkan menjadi metode pemetaan gerakan tanah yang akurat, efektif dan ekonomis
6	Landslide Prediction Model of Prone Areas in Pulung, Ponorogo East Java	Dihin Muriyatmoko, et al/ 2019/ Elsevier (Science Direct)	Pulung, Ponorogo Jawa Timur	Curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan penggunaan lahan.	Skoring	Hasilnya berupa peta berbasis website yang menyediakan tiga kategori probabilitas longsor. Tingkat kerentanan longsor tertinggi berada di Desa Munggung (7 ° 50'46.4 "LS, 111 ° 38'36.9" BT), Bekiring (7 ° 51'11.9 "S, 111 ° 39'31.0" BT), Singgahan (7 ° 52'26.1 "S, 111 ° 39'05.8" BT), Bedrug (7 ° 53'20.1 "S, 111 ° 38'53.4 "E), Wagirkidul (7 ° 52'11.0 "S, 111 ° 40'46.3" BT), dan Banaran (7 ° 50'47.9 "S, 111 ° 40'49.2" BT). Sistem yang berbasis

						website bisa diperbarui secara real-time tergantung pada empat parameter yang disebutkan. Hasil saat ini diharapkan sebagai sistem peringatan dini bagi mereka semua daerah potensial, terutama pada musim hujan.
7	Analisis Kawasan Bencana Longsor Menggunakan Fuzzy Logic Di Kecamatan Situjuah Limo Nagari Kabupaten Lima Puluh Kota Tahun 2015-2020	Fadhilla Oktari dan Ahyuni/ 2021/ Jurnal Buana – Volume-5 No-2 2021	Kecamatan Situjuah Limo Nagari, Kabupaten Limapuluh Kota	Curah Hujan, Lereng, Kepadatan Pemukiman, Kedalaman Tanah, Sesar, Infrastruktur, Penggunaan Lahan dan geologi	Fuzzy Logic dengan pembobotan paimin dan Bivariat	Hasil penelitian ini terdapat 2 klasifikasi kerawanan longsor yaitu kerawanan longsor sedang dengan nilai indeks 0,34-0,67 dan kerawanan longsor tinggi dengan nilai indeks 0,67-1,0.
8	Analisis Daerah Rawan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat)	Jeffi Annisa, dkk/2015/ JOM FTEKNIK Volume 2 No. 2 Oktober 2015	Kabupaten Limapuluh Kota	Curah Hujan, kemiringan Lereng, Jenis Tanah, Tata Guna Lahan	Metode skoring dan analisis indeks <i>storie</i>	Hasil analisis berdasarkan klasifikasi menurut Nugroho, J.A, dkk (2009) menunjukkan bahwa daerah-daerah yang rawan longsor cenderung terjadi sepanjang jalan lintas yang menghubungkan Sumatera Barat dengan Riau, yaitu. a) Kecamatan Pangkalan Koto Baru menuju Kota Payakumbuh meliputi daerah Kota Alam, Hulu Air (tingkatan rawan

						<p>longsor sangat tinggi) b) Sarilamak dan sekitarnya (tingkatan rawan longsor sedang dan tinggi) c) Kecamatan Harau (tingkatan rawan longsor tinggi) d) Kecamatan Gunung Omeh (tingkatan rawan longsor sedang). Dan daerah-daerah ini cenderung mendekati kondisi kenyataan di lapangan.</p>
--	--	--	--	--	--	---

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dari hasil survei lapangan diperoleh 30 titik lokasi yang pernah terjadi longsor di Kecamatan Akabiluru dari tahun 2016-2021. Pada Nagari Koto Tengah Batu Ampa terdapat 1 titik kejadian longsor, Nagari Sariak Laweh terdapat 8 titik kejadian longsor, Nagari Sungai Balantiak terdapat 3 titik kejadian longsor, Nagari Suayan terdapat 10 titik kejadian longsor dan Nagari Pauh Sangik terdapat 8 titik kejadian longsor.
2. Faktor dominan yang mempengaruhi terjadinya longsor di Kecamatan Akabiluru terdiri atas 6 faktor yaitu Kemiringan lereng dengan nilai AUC 0.78, penggunaan lahan dengan nilai AUC 0.72, arah lereng dengan nilai AUC 0.71, batuan induk dengan nilai AUC 0.69, bentuk lahan dengan nilai AUC 0.68, , jenis tanah dengan nilai AUC 0.65.
3. Terdapat 4 kelas dalam menentukan kawasan kerawanan longsor Kecamatan Akabiluru. Kawasan dengan tingkat kerawanan tinggi memiliki luas sebesar 2280,04 Ha (20,84%), kerawanan sedang sebesar 2883,92 Ha (26,35%), kerawanan rendah sebesar 2816,65 (25,74%) dan kerawanan sangat rendah sebesar 2962.44 (27,07%).

B. Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya bisa dilakukan pengembangan dengan melakukan analisis bivariat secara penuh menggunakan R sampai menghasilkan peta pada R, tidak hanya analisis data excel saja.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lebih detail lagi dengan menambahkan jumlah titik longsor sebanyak-banyaknya dan menambahkan parameter yang mempengaruhi terjadinya longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Jeffi, dkk. 2015. *Analisis Daerah Rawan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat)*. JOM FTEKNIK Volume 2 No. 2 Oktober 2015
- Aktas, H. & Bekir Taner San. (2019). *Landslide susceptibility mapping using an automatic sampling algorithm based on two level random sampling*. Computers and Geosciences 133 (2019) 104329, Elsevier.
- Arif, F.N. (2015). *Analisis Kerawanan Tanah Longsor Untuk Menentukan Upaya Mitigasi Bencana Di Kecamatan Kemiri Kabupaten Purworejo*. Skripsi Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Kecamatan Akabiluru dalam Angka 2020*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Lima Puluh Kota.
- Bakaruddin. (2010). *Dasar-Dasar Ilmu Geografi*. Padang: UNP Press Padang
- Berhane, G., et al. (2020). *Landslide Susceptibility Zonation Mapping Using GIS-Based Frequency Ratio Model With Multi-Class Spatial Data-Sets In the Adwa-Adigrat Mountain Chains, Northern Ethiopia*. Journal of African Earth Sciences 164 (2020) 103795, Elsevier.
- Bivand, Roger.S, et al. 2008. *Applied Spatial Data Analysis with R*. Springer Science + Business Media: New York.
- Bragagnolo, L., R.V. Da Silva, & J.M.V. Grzybowski. (2020). *Landslide susceptibility mapping with r Landslide: a free open-source GIS-integrated tool based on Artificial Neural Networks*. Journal Pre-proof, Elsevier.

- Creswell, J.W., J.David. C. (2018). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Fifth Edition, SAGE Publications, Inc.
- Fagustin. (2016). *Analisa dan tampilan kelurusan geologi (lineament) dari citra satelit dan rose diagram*. Fagustin.wordpress.com. Diakses 25 Januari 2021, 21:28. <https://fagustin.wordpress.com/2016/05/31/analisa-dan-tampilan-kelurusan-geologi-lineament-dari-citra-satelit-dan-rose-diagram>.
- Gio, P. U., & A. R. Effendie. (2017). *Belajar Bahasa Pemrograman R*. Medan: USU Press.
- Gutierrez, A. dan Martin. (2020). *A GIS-Physically-Based Emergency Methodology For Predicting Rainfallinduced Shallow Landslide Zonation*. *Geomorphology* 359 (2020) 107121, Elsevier.
- H,Haoyuan, et al.(2017). *Spatial prediction of rotational landslide using geographically weighted regression, logistic regression and support vector machine models in Xiang Guo area (China)*. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, vol.8, No.2, 1997-2-22.
- Harjadi, B. (2010). *Monitoring Penutupan Lahan di DAS Grindulu dengan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi*. *Forum Geografi* Vol. 24 No 1. Juli 2010, pp 85-91
- Harsi, F.N., dkk. (2019). *Potensi Longsor Dengan Metode Penilaian Dan Pembobotan Di Desa Lubuk Nago Dan Sekitarnya, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat*. Seminar Nasional AVoER XI 2019 Palembang, 23-24 Oktober 2019 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

- Irwansyah, E. (2013). *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Digibooks: Jakarta.
- Miardini, A., & Harjadi, B. (2011). *Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sig Dalam Penilaian Potensi Erosi Permukaan Secara Kualitatif Di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo*. *Forum Geografi*, 152-163.
- Muriyatmoko, D., et al. (2019). *Landslide Prediction Model of Prone Areas in Pulung, Ponorogo East Java*. *Procedia Computer Science* 161 (2019) 747–755, Elsevier.
- N, Ebrahim,. et al. 2019. *Landslide Susceptibility Mapping Using Different GIS-Based Bivariate Models*. *Water* 2019, 11, 1402; doi:10.3390/w11071402
- N.A dan A.Shakoor. (2009). *A GIS-based landslide susceptibility evaluation using bivariat dan multivariate statistikal analyses*. *Engineering Geology* 110 (2009) 11–2, Elsevier
- Pham, B.T., (2020). *Coupling RBF Neural Network with Ensemble Learning Techniques for Landslide Susceptibility Mapping*. *Catena* 195 (2020) 104805, Elsevier.
- O,Fadhilla. 2021. *Analisis Kawasan Bencana Longsor Menggunakan Fuzzy Logic Di Kecamatan Situjuh Limo Nagari Kabupaten Lima Puluh Kota* . Skripsi Geografi, Universitas Negeri Padang.
- O,Fadhilla dan Ahyuni. 2021. *Analisis Kawasan Bencana Longsor Menggunakan Fuzzy Logic Di Kecamatan Situjuh Limo Nagari Kabupaten Lima Puluh Kota*. *Jurnal Buana – Volume-5 No-2 2021 E-ISSN : 2615-2630*

- Pamela, dkk. 2019. *Metode Kombinasi Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR) untuk Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah di Takengon, Aceh*. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi. ISSN: 2086-7794, e-ISSN: 2502-8804
- Sobirin, dkk. 2017. *Analisis Potensi Dan Bahaya Bencana Longsor Menggunakan Modifikasi Metode Indeks Storie Di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah*. Industrial Research Workshop and National Seminar (IRONS), Politeknik Negeri Bandung.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suwardi, A. M., B, Susetyo, & E. Hermawan. (2019). *Analisa Spasial Clustering Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor Wilayah Bogor Selatan Berbasis WebGIS*. Prosiding seminar nasional teknologi informasi (SEMNATI 2019).
- S. Guruh. 2018. *Metode Pemetaan Kerawanan Longsor*. Blog Menara Ilmu Longsor Psba Universitas Gadjah Mada. <https://longsor.psba.ugm.ac.id/2018/08/20/metode-pemetaan-kerawanan-longsor/>. (Diakses 13 Maret 2021, 23:06)
- Zhou S., et al. 2016. *A Combined Weight of Evidence and Logistic Regression Method for Susceptibility Mapping of Earthquakeinduced Landslides: A Case Study of the April 20, 2013 Lushan Earthquake, China*. China: Acta Geologica Sinica.