

TUGAS AKHIR

**REDEFINISI MODEL EMPIRIK AMBANG HUJAN TANAH
LONGSOR DI INDONESIA BERBASIS *GLOBAL
PRECIPITATION MEASUREMENT (GPM)***



**Disusun oleh:
Nuriah Agrina
20180110087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2022**

TUGAS AKHIR

**REDEFINISI MODEL EMPIRIK AMBANG HUJAN TANAH
LONGSOR DI INDONESIA BERBASIS *GLOBAL
PRECIPITATION MEASUREMENT (GPM)***

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Nuriah Agrina

20180110087

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuriah Agrina
NIM : 20180110087
Judul : Redefinisi Model Empirik Ambang Hujan Tanah Longsor di
Indonesia Berbasis *Global Precipitation Measurement (GPM)*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



Nuriah Agrina

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuriah Agrina

NIM : 20180110087

Judul : Redefinisi Model Empirik Ambang Hujan Tanah Longsor di Indonesia Berbasis *Global Precipitation Measurement* (GPM)

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul *Satellite-Derived Rainfall Threshold for Landslide Early Warning* dan didanai melalui skema hibah Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2022 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021/2022 dengan nomor hibah 01/RIS-LRI/1/2022

Yogyakarta, 19 Maret 2022

Penulis,



Nuriah Agrina

Ketua Tim Peneliti,



Prof. Agus Setyo Muntohar, Ph.D.(Eng).

Dosen Anggota Peneliti 1,



Dr. Ani Hairani, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk kedua orang tuaku yaitu Bapak A. G. Turisno dan Ibu Rina Rosnita yang telah membesarkan dan mendidik saya hingga sekarang serta selalu memberikan motivasi yang tiada henti. Tugas akhir ini dipersembahkan juga kepada ketiga kakak saya yang terkasih Puspa Agrina, yang tidak pernah lupa memberikan perhatian kepada adik bungsu nya, Dwi Agrina, kakak satu almamater yang menjadi tempat berkeluh kesah dan meminta saran, serta Tri Agrina, yang selalu membantu dan memberi nasihat yang terbaik untuk adiknya. Teman-teman seperjuangan saya grup Aliansi Sinobi yang turut serta menyemangati dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terakhir, saya berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak kalangan. Aamiin Ya Robbal'alamin.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk meredefinisi ambang hujan sebagai sistem prediksi kejadian tanah longsor. Penelitian ini menggunakan 1027 data longsor di Indonesia dari total penambahan dengan penelitian-penelitian tedahulu untuk menganalisis ambang hujan hubungan antara intensitas hujan - durasi (I-D) dan intensitas hujan – hujan kumulatif (I -R).

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil,
2. Bapak Prof. Agus Setyo Muntohar, Ph.D.(Eng). selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
3. Dr. Ani Hairani, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
4. Bapak A. G. Turisno dan Ibu Rina Rosnita selaku kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan penuh dalam pengerjaan tugas akhir ini,
5. Puspa Agrina, Dwi Agrina, dan Tri Agrina yang selalu kompak menemani dan memberikan masukan,
6. Karina Aliya Nabila selaku kakak tingkat pada penelitian sebelumnya, yang selalu memberikan informasi, saran, dan masukan dalam mengerjakan tugas akhir ini,

7. Rikki Suganda, Eki Khoirullianum, Ahmad Aziz Padel Madani, Firda Ayucahyani, Fatha Ludfi Alfa'izun, Dandi Dwi Alfarizy, Heruansyah, Luthvika Arkaputra, Lina Ekawati, Robi Gunawan, Danendra Satriya Erland dan Rezeki Ramadhani Aldiko yang senantiasa membantu dan berjuang bersama dalam menjalani masa perkuliahan,
8. Virginia Dwiyas Alfaini, selaku teman seperbimbingan yang telah membantu dan sebagai tempat bertukar pikiran dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.
9. Keluarga besar kelas C dan teman *band* REFIND saya Fathin Muwafiq, Reza Zulfa Haikal Putra, Elviansyah Rastari Sorumba, dan Dian Rizky Ridholaksono yang menemani masa-masa kuliah saya.
10. Terakhir, untuk orang-orang baik yang saya temui selama masa kuliah meskipun tidak bisa menuliskan nama satu persatu.

Alhamdulillah setelah segala kemampuan yang diiringi dengan doa, akhirnya tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik atas ridho Allah SWT. Penulis meyakini bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan laporan berikutnya

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 11 Januari 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Penyebab Tanah Longsor	11
2.2.2 Hubungan Curah Hujan pada Kejadian Longsor	12
2.2.3 Pemodelan Empirik Ambang Hujan	13
2.2.4 Curah Hujan dan Ambang Hujan Berbasis Satelit	14
2.3 Evaluasi Kinerja Model Empirik Ambang Hujan	15
2.3.1 Tabel Kontingensi (<i>Confusion Matrix</i>)	16
2.3.2 Indeks Statistik (<i>Statistics Index</i>)	16
2.4 Analisis <i>Exceedance Probability Thresholds</i>	17
BAB III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Materi Penelitian	19

3.2	Pengumpulan Data Longsor	19
3.3	Data Curah Hujan	20
3.4	Tahapan Penelitian.....	22
3.5	Analisis Parameter Ambang Hujan	23
3.6	Pemodelan Empirik Kurva I-D dan Kurva I-R.....	24
3.7	Analisis <i>Exceedance Probability Thresholds</i>	26
3.8	Analisis Kinerja Model Empirik Ambang Hujan	27
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Ambang Batas Hujan Hubungan Intensitas dan Durasi (I-D) di Indonesia..	29
4.2	Ambang Batas Hujan Hubungan Intensitas dan Durasi (I-D) Per-Pulau di Indonesia	31
4.3	Ambang Hujan Kumulatif (I-R)	39
4.4	Analisis Kinerja Pemodelan Empirik Ambang Hujan.....	40
4.5	Pembahasan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		xx
LAMPIRAN.....		xxiii

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Uji kontingensi (<i>confusion matrix</i>) (Muntohar dkk., 2020).....	16
Tabel 2.2 Indeks statistik dimodifikasi dari (Muntohar dkk., 2020).....	17
Tabel 3.1 Rekaman intensitas curah hujan harian berbasis GPM.....	21
Tabel 3.2 Cara penghitungan hujan kumulatif.....	26
Tabel 4.1 Rincian hasil analisis statistika curah hujan anteseden dan hujan kritis	31
Tabel 4.2 Ambang Hujan I-D untuk hujan anteseden.....	32
Tabel 4.3 Ambang Hujan I-D untuk hujan kritis	32
Tabel 4.4 Rincian hasil analisis statistika curah hujan anteseden dan kritis per- Pulau.....	32
Tabel 4.5 <i>Confusion matrix</i> ambang hujan $I_{at} - D_{at}$	40
Tabel 4.6 <i>Confusion matrix</i> ambang hujan $I_{cr} - D_{cr}$	40
Tabel 4.7 <i>Confusion matrix</i> ambang hujan I- D setiap pulau	41
Tabel 4.8 Indeks statistik ambang hujan	41
Tabel 4.9 Indeks statistik ambang hujan setiap pulau.....	41
Tabel 4.10 Hasil indeks statistik <i>exceedance probability</i> ambang batas hujan anteseden	42
Tabel 4.11 Hasil indeks statistik <i>exceedance probability</i> ambang batas hujan kritis	43
Tabel 4.12 Perbandingan indeks statistik ambang hujan anteseden saat ini dengan Muntohar dkk. (2020)	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data longsor setiap tahun di Indonesia (Sumber: http://gis.bnpb.go.id/)	2
Gambar 1.2 Data kerugian materi dan korban jiwa (Sumber: http://gis.bnpb.go.id/)	2
Gambar 2.1 Sebaran plot hujan harian terhadap hujan kumulatif (a) 3 hari (b) 5 hari (c) 10 hari (d) 15 hari (e) 20 hari (f) 30 hari (Chikalamo, 2018)	8
Gambar 2.2 Ambang hujan pada 83 data longsor di Indonesia (Hidayat dkk., 2019)	9
Gambar 2.3 Kurva ambang hujan P1 (3 hari) dan P2 (15 hari) (Miardini dan Susanti, 2020)	10
Gambar 2.4 Kurva ambang batas I-D yang dapat digunakan untuk prediksi longsor (Muntohar dkk., 2020).	10
Gambar 2.5 Parameter-parameter ambang batas hujan pemicu tanah longsor (Aleotti, 2004)	12
Gambar 2.6 Kelebihan probabilitas (<i>probability exceedance</i>) pada ambang hujan (Zhao dkk., 2020)	18
Gambar 3.1 1027 titik data longsor di Indonesia	20
Gambar 3.2 Langkah pengunduhan data hujan pada <i>website</i> NASA Giovanni ...	21
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	22
Gambar 3.4 Grafik hubungan intensitas hujan harian dan hujan kumulatif terhadap durasi hujan	24
Gambar 3.5 (a) Tampilan hasil kurva I-D, (b) Tampilan hasil kurva I-R	26
Gambar 3.6 Penentuan <i>exceedance probability</i> ambang batas	27
Gambar 3.7 Interpretasi hujan saat kejadian tidak longsor (Muntohar dkk., 2020)	28
Gambar 4.1 Kurva I-D pemodelan empirik ambang batas hujan anteseden	30
Gambar 4.2 Kurva I-D pemodelan empirik ambang batas hujan kritis	30
Gambar 4.3 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Sumatera	33
Gambar 4.4 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Sumatera	33
Gambar 4.5 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Jawa	34
Gambar 4.6 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Jawa	34
Gambar 4.7 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Bali	35
Gambar 4.8 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Bali	35
Gambar 4.9 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Kalimantan	36
Gambar 4.10 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Kalimantan	36
Gambar 4.11 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Sulawesi	37

Gambar 4.12 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Sulawesi	37
Gambar 4.13 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan anteseden Pulau Papua	38
Gambar 4.14 Kurva I-D pemodelan empirik ambang hujan kritis Pulau Papua...	38
Gambar 4.15 Kurva I-R pemodelan empirik ambang hujan kumulatif 3 hari	39
Gambar 4.16 Kurva I-R pemodelan empirik ambang hujan kumulatif 5 hari	39
Gambar 4.17 <i>Probability exceedence</i> hujan anteseden.....	44
Gambar 4.18 <i>Probability exceedance</i> hujan kritis	44
Gambar 4.19 Perbandingan ambang hujan	45
Gambar 4.20 Perbandingan ambang hujan oleh Rosi dkk. (2015)	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gabungan data longsor tahun 2010-2021	xxiii
--	-------

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
I	mm/hari	Intensitas hujan
D	hari	Durasi hujan
α	-	Parameter empirik
β	-	Parameter empirik
I_{at}	mm/hari	Intensitas hujan anteseden
D_{at}	hari	Durasi hujan anteseden
I_{cr}	mm/hari	Intensitas hujan kritis
D_{cr}	hari	Durasi hujan kritis
R_3	mm	Hujan kumulatif 3 hari
R_5	mm	Hujan kumulatif 5 hari

DAFTAR SINGKATAN

BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
NASA	: <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
GPM	: <i>Global Precipitation Measurement</i>

DAFTAR ISTILAH

1. Hujan anteseden
Hujan antesedern adalah kejadian curah hujan yang diukur dari saat sebelum terjadinya hujan kritis sampai awal munculnya hujan dalam satuan (mm).
2. Hujan kritis
Hujan kritis adalah curah hujan yang mengalami kenaikan drastis dan dapat memicu longsor. Hujan kritis dihitung dari awal terjadinya kenaikan drastis hingga waktu kejadian longsor dalam satuan (mm).
3. Hujan kumulatif
Hujan kumulatif adalah total dari jumlah curah hujan yang terjadi sebelum longsor dalam satuan (mm).
4. Ambang hujan longsor
Batas jumlah maksimum hujan yang jatuh ke permukaan tanah yang dapat memicu terjadinya longsor.