

TUGAS AKHIR

**KAJIAN HUJAN KRITIS PADA KASUS BANJIR BANDANG
DI PULAU JAWA MENGGUNAKAN INDEKS *WORKING
RAINFALL* DAN *HOURLY RAINFALL***

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



Ajeng Pramudia Wardani

20200110227

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PERNYATAAN


Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ajeng Pramudia Wardani
NIM : 20200110227
Judul : Kajian Hujan Kritis pada Kasus Banjir Bandang di Pulau Jawa menggunakan Indeks *Working Rainfall* dan *Hourly Rainfall*

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, 5 April 2024
Yang membuat pernyataan




Ajeng Pramudia Wardani

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rakhmat, nikmat, iman, sehat jasmani dan rohani serta diberikan segala kemudahan dan kelancaran sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan mengucap Syukur Alhamdulillah, Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk kedua orangtua Bapak Haryono dan Ibu Mursiti, Adik saya dan juga Saudara-saudara saya, yang selalu mendoakan, memberikan semangat, memberikan nasihat, serta pengorbanan hingga saya berada di titik ini.

Serta terimakasih tak lupa untuk teman-teman yang telah memberikan suatu pesan dan kesan tersendiri dalam masa perkuliaan ini, kalian semua hebat, sukses untuk kita semua.

Last but not least terimakasih banyak untuk diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan ketika keadaan sempat tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya saya mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri.

PRAKATA

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan yang menguasai segala sesuatu di langit dan bumi. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabat beliau.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini Kajian Hujan Kritis pada Kasus Banjir Bandang di Pulau Jawa menggunakan Indeks *Working Rainfall* dan *Hourly Rainfall*. Penelitian ini menghasilkan informasi terkait level kerawanan Indonesia pada bencana banjir bandang berdasarkan Balai Teknik Sabo

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada


1. Bapak Puji Harsanto, S.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Ir. Ani Hairani, S.T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ir. Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan perbaikan dan masukan pada naskah Tugas Akhir.
4. Asunta Maria Hana P, S.T., M. Eng selaku Pembimbing Lapangan Magang.
5. Balai Teknik Sabo yang telah memberikan kesempatan magang, ilmu dan izin penggunaan data kasus banjir bandang Sumedang.

Alhamdulillahillobbil'alamin setelah segala kemampuan dengan diiringi doa, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik atas ridho Allah SWT. Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan laporan berikutnya.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, April 2024

Penyusun


Ajeng Pramudja Wardani

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 <i>Critical Rainfall</i> (Garis Kritis Hujan)	6
2.1.2 Durasi Hujan Kritis	9
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Banjir Bandang	9
2.2.2 <i>Early Warning System</i>	10
2.2.3 <i>Early Warning System</i> untuk bencana Lahar Merapi	12
2.2.4 Data Hujan Satelit	14
2.2.5 Korelasi Hujan Satelit Metode Regresi	15
2.2.6 Probabilitas Banjir Bandang	15
BAB III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Deskripsi Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian	18
3.2.1 Pengumpulan Data	18

3.2.2	Perhitungan <i>Working Rainfall</i>	25
3.2.3	Faktor Koreksi Hujan.....	26
3.2.4	Evaluasi Hujan berdasarkan Level Tingkat Bencana.....	26
3.2.5	Hujan Kritis Kasus Banjir Sumedang	26
3.2.6	Diagram Alur Penelitian	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Eliminasi Data.....	30
4.2	Analisis <i>Working</i> dan <i>Hourly Rainfall</i> sebelum koreksi.....	31
4.3	Koreksi Data Hujan Satelit.....	36
4.4	Analisis <i>Working</i> dan <i>Hourly Rainfall</i> sesudah koreksi	36
4.5	Garis Kritis (<i>Critical Line</i>) dan Frekuensi Kejadian Bencana	39
4.6	<i>Critical Line</i> Korelasi Banjir Bandang	41
4.7	Probabilitas Banjir Bandang	42
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		xviii

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data bencana dari website (BNPB, 2023)	30
Tabel 4.2 Rekapitulasi hasil analisis <i>working rainfall</i> dan <i>hourly rainfall</i> sebelum dikoreksi	32
Tabel 4.3 Rekapitulasi hasil analisis <i>working rainfall</i> dan <i>hourly rainfall</i> sebelum dikoreksi (Lanjutan Tabel 4.2)	33
Tabel 4.4 Rekapitulasi analisis <i>working rainfall</i> dan <i>hourly rainfall</i> sesudah koreksi	36
Tabel 4.5 Rekapitulasi analisis <i>working rainfall</i> dan <i>hourly rainfall</i> sesudah koreksi (Lanjutan Tabel 4.4)	37
Tabel 4.6 Rekapitulasi analisis <i>working rainfall</i> dan <i>hourly rainfall</i> sesudah koreksi (Lanjutan Tabel 4.5)	38
Tabel 4.7 (a) Probabilitas sebelum dikoreksi, (b) Probabilitas sesudah dikoreksi	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta bencana Indonesia 2023 (BNPB, 2023)	1
Gambar 1.2 Banjir bandang Sumedang (Gunawan, 2022)	2
Gambar 2.1 Ambang batas hujan (Guzzetti et al., 2007)	7
Gambar 2.2 Ambang batas hujan (<i>MLIT - Japan</i> , 2004)	8
Gambar 2.3 <i>Critical line</i> (Sabo, 2024)	8
Gambar 2.4 Contoh <i>rain series and antecedent rainfall</i> (<i>MLIT - Japan</i> , 2004) ...	11
Gambar 2.5 Garis kritis (<i>critical line</i>) (Putra, 2018)	13
Gambar 2.6 Garis kritis (<i>critical line</i>) (Yamanoi, 2018 dikutip dalam (Putra, 2018))	13
Gambar 3.1 Lokasi penelitian (<i>Google Earth Pro</i>)	19
Gambar 3.2 Banjir bandang Bogor, Jawa Barat (Awaludin, 2020)	19
Gambar 3.3 Grafik hujan kumulatif bulanan periode tahun 2022	20
Gambar 3.4 Tampilan awal <i>website giovanni</i>	21
Gambar 3.5 Tampilan pilihan <i>time series, area-averaged</i>	21
Gambar 3.6 Tampilan input tanggal UTC	22
Gambar 3.7 Tampilan input koordinat geografis	22
Gambar 3.8 Tampilan klik <i>observations</i>	22
Gambar 3.9 Tampilan klik <i>hydrology</i>	23
Gambar 3.10 Tampilan klik <i>precipitation</i>	23
Gambar 3.11 Tampilan klik GPM	23
Gambar 3.12 Tampilan klik 0,1°	24
Gambar 3.13 Tampilan klik <i>variable half hourly</i>	24
Gambar 3.14 Tampilan pilih <i>multi-satellite precipitation estimate with gauge calibration-final run</i>	24
Gambar 3.15 Tampilan plot klik data	25
Gambar 3.16 Tampilan unduh format csv	25
Gambar 3. 17 <i>Flowchart</i> kerangka penelitian	28
Gambar 3. 18 <i>Flowchart</i> kerangka penelitian	29
Gambar 4.1 Kasus banjir bandang	31
Gambar 4.2 Analisis <i>hourly rainfall</i> dan <i>working rainfall</i> sebelum dikoreksi (Banjir Sumedang 17/12/2022)	34
Gambar 4.3 Contoh puncak kejadian banjir	34
Gambar 4.4 Durasi hujan	35
Gambar 4.5 Grafik regresi	36

Gambar 4.6 Analisis <i>hourly rainfall</i> dan <i>working rainfall</i> sesudah dikoreksi (Banjir Sumedang 17/12/2022).....	38
Gambar 4.7 Hujan kritis (<i>critical rainfall</i>) Pulau Jawa sebelum dikoreksi	39
Gambar 4.8 <i>Critical line</i> Sumedang.....	40
Gambar 4.9 Frekuensi kejadian kasus Pulau Jawa.....	41
Gambar 4.10 <i>Critical line</i> Pulau Jawa sebelum dan sesudah dikorelasi.....	42
Gambar 4.11 Hujan tidak menyebabkan banjir bandang	43
Gambar 4.12 (a) Persebaran hujan sebelum dikoreksi, (b) Persebaran hujan sesudah dikoreksi	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kasus kejadian banjir bandang di Pulau Jawa 55 data	48
Lampiran 2. Grafik perhitungan <i>working rainfall</i> kejadian banjir bandang di Pulau Jawa sebelum dikorelasi.....	54
Lampiran 3. Grafik perhitungan <i>working rainfall</i> kejadian banjir bandang di Pulau Jawa setelah dikorelasi	61
Lampiran 4. Curah Hujan Jam-Jaman Stasiun Hujan Jatiroke 2022	68

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
I	$[L T^{-1}]$	Intensitas curah hujan
c	$[ML^{-1}T^{-2}]$	Kohesi
α	[-]	Parameter
D	[T]	Durasi kejadian curah hujan
β	[-]	Parameter
R_{WA}	[L]	<i>Antecedent working rainfall</i>
a_t	[-]	Koefisien reduksi untuk “t” hari sebelum rangkaian hujan
d_t	[T]	Hujan “t” hari sebelum rangkaian hujan (<i>antecedent rainfall</i>)
t	[T]	Jumlah hari
R_W	[L]	<i>Working rainfall</i>
\hat{Y}	[L]	Persamaan garis lurus Y (curah hujan pengamatan) atas X (curah hujan satelit)
X	[-]	Variabel bebas dalam hal ini berupa curah hujan satelit
y	[-]	Sebagai koefisien regresi
z	[-]	Sebagai koefisien regresi
P(A B)	[-]	Peluang kejadian banjir bandang apabila terjadi hujan
P(B A)	[-]	Peluang kejadian banjir bandang terjadi di level tertentu
P(A)	[-]	Peluang kejadian banjir bandang untuk semua level hujan
P(B)	[-]	Peluang kejadian hujan (yang menyebabkan dan tidak menyebabkan) di rentang level tertentu.
NBA	[-]	Jumlah kejadian hujan menyebabkan banjir bandang di level tertentu
NA	[-]	Jumlah kejadian hujan menyebabkan banjir bandang semua level
NR	[-]	Jumlah kejadian hujan total
NB	[-]	Jumlah kejadian hujan yang menyebabkan dan tidak menyebabkan banjir bandang di level tertentu

DAFTAR SINGKATAN

BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
CRED	: <i>Critical Rainfall End Date</i>
EWS	: <i>Early Warning System</i>
GPM	: <i>Global Precipitation Measurement</i>
MLIT	: <i>Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism</i>
NASA	: <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
R_C	: <i>Continuous Rainfall</i>
R_{WA}	: <i>Antecedent Working Rainfall</i>
WMO	: <i>World Meteorological Organization</i>

DAFTAR ISTILAH

1. **Intensitas Hujan**
Jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan persatuan waktu.
2. **Hujan Anteseden**
Jumlah curah hujan dalam jumlah tertentu beberapa hari sebelum hari dimana terjadi longsor yang telah ditetapkan.
3. **Hujan Kritis**
Jumlah curah hujan yang mengalami peningkatan intensitas hujan yang drastis dan dapat memicu longsor.
4. *Cumulative Rainfall* (Hujan kumulatif)
Jumlah curah hujan total yang terjadi dalam waktu tertentu.