

**LAPORAN KEMAJUAN
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL FREKUENSI HUJAN EKSTRIM
DI PROVINSI SULAWESI SELATAN SEBAGAI UPAYA PERINGATAN
DINI BENCANA HIDROMETEOROLOGI**

Tahun pertama dari rencana tiga tahun

Ketua/Anggota Tim

Dr. WAHIDAH SANUSI, S.Si., M.Si.

NIDN: 0009047001

SUDARMIN S.Si., M.Si.

NIDN: 0018107002

SAHLAN SIDJARA S.Si., M.Si.

NIDN: 0016128801

Dibiayai oleh

Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Kependidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian
Tahun Anggaran 2022 Nomor: 2392/UN36.11/LP2M/2022

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

NOVEMBER 2022

RINGKASAN

ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL FREKUENSI HUJAN EKSTRIM DI PROVINSI SULAWESI SELATAN SEBAGAI UPAYA PERINGATAN DINI BENCANA HIDROMETEOROLOGI

Wahidah Sanusi, Sudarmin, dan Sahlan Sidjara, 2022, 28 halaman

Peningkatan produktivitas di bidang penelitian dasar merupakan salah satu arah dan tujuan yang dijabarkan dari visi dan misi LP2M UNM. Salah satu topik yang dikembangkan adalah riset unggulan bidang sains, yaitu pengembangan model ilmu-ilmu dasar. Topik riset unggulan ini berkaitan dengan penelitian kami yang berfokus pada bidang kebencanaan. Bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, atau pun kekeringan merupakan akibat yang ditimbulkan oleh peristiwa hujan ekstrim. Dalam perencanaan pengendalian banjir, informasi tentang magnitude dan frekuensi banjir tahunan sangat diperlukan. Analisis frekuensi digunakan untuk memprediksi seberapa sering peristiwa tertentu akan terjadi yang tercermin melalui nilai periode ulang peristiwa tersebut. Tujuan analisis frekuensi ini adalah untuk mengidentifikasi hubungan antara besarnya (magnitudo) peristiwa hujan ekstrim terhadap frekuensi peristiwa tersebut menggunakan indeks banjir. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan menggunakan analisis spasial, yaitu analisis frekuensi regional dimana informasi data curah hujan beberapa stasiun dalam satu wilayah/region akan digabungkan untuk mendapatkan estimasi magnitude banjir. Hasil estimasi ini diperoleh dari distribusi peluang curah hujan yang sesuai untuk setiap region yang homogen. Identifikasi kehomogenan region ditentukan menggunakan uji Hosking Wallis, sementara penentuan distribusi peluang setiap region digunakan metode L-momen. Untuk penelitian tahun pertama ini dilakukan analisis temporal, yaitu analisis trend peristiwa hujan ekstrim menggunakan metode Mann-Kendall dan Theil-Sen, titik perubahan, serta analisis trend inovatif. Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah untuk melakukan mitigasi bencana hidrometeorologi. Tujuan khususnya adalah untuk mengidentifikasi wilayah-wilayah yang rawan akan peristiwa banjir berdasarkan hasil analisis frekuensi regional. Untuk mencapai tujuan itu, akan digunakan data curah hujan harian selama 36 tahun dalam periode 1986-2021 dari beberapa stasiun hujan di provinsi Sulawesi Selatan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi yang bermanfaat bagi pihak pemerintah atau pun yang berwenang untuk melakukan mitigasi bencana

hidrometeorologi. Hasil penelitian ini juga merupakan dasar bagi pengembangan IPTEKS seperti, kajian pemetaan wilayah rawan banjir/kemarau; pemetaan kesehatan lingkungan, dan pertanian. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi terhadap RENSTRA penelitian di universitas kami, serta luaran yang dihasilkan juga mendukung rencana capaian riset unggulan UNM. Penelitian ini juga melibatkan 2 mahasiswa dalam rangka mendukung MBKM. Luaran penelitian ini berupa artikel ilmiah yang akan dipublikasikan dalam jurnal internasional terindeks Scopus/WoS (tahun 1 dan tahun 2), serta Buku Ajar Cetak ber-ISBN Penerbit UNM (tahun ke-3). Luaran lainnya adalah artikel yang telah dipresentasikan pada Konferensi internasional (ISST ke-4 2022), FMIPA Universitas Tadulako dan akan dipublikasikan dalam prosiding internasional terindeks Scopus, yaitu AIP Conference Proceeding. TKT penelitian ini pada level 2, yaitu formulasi konsep dan atau aplikasi formulasi. Hasil penelitian ini memperoleh gambaran bahwa di wilayah kabupaten Toraja Utara, Pinrang, dan Luwu Utara, lebih sering mengalami hujan, yaitu lebih dari 7 bulan selama setahun. Sementara kabupaten Jeneponto dan Bulukumbu mengalami hujan hanya sekitar 3 bulan. Wilayah lainnya sekitar 5-6 bulan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pada umumnya durasi hujan di propinsi Sulawesi Selatan berkisar 6 – 9 sehari. Berdasarkan hasil analisis trend diperoleh bahwa bagian tengah dan barat Sulawesi Selatan didominasi oleh trend positif, sementara bagian utara dan selatan didominasi oleh trend negatif. Trend positif berarti bahwa dari tahun ke tahun akan terjadi peningkatan jumlah curah hujan harian.

Kata-kata kunci: Hujan ekstrim; hidrometeorologi; Spasial; temporal

PRAKATA

Syukur alhamdulillah, kami panjatkan kehadirat Allah swt, karena berkat rahmat dan hidayahNya, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Tak lupa pula kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Rektor Universitas Negeri Makassar, Bapak Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Makassar, serta Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas segala bantuan biaya yang diberikan kepada kami, sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih pula kepada staf Dinas Sumber Daya Air, Cipta Karya, dan Tata Ruang, Provinsi Sulawesi Selatan atas penyediaan data bagi penelitian kami. Selain itu, ucapan terima kasih juga kami haturkan kepada Bapak Dekan FMIPA UNM dan Bapak Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNM Makassar yang telah memberikan izin, serta kemudahan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Makassar, 28 November 2022

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

Keterangan		Halaman
RINGKASAN	.....	ii
PRAKATA	.....	iv
DAFTAR ISI	.....	v
DAFTAR TABEL	.....	vi
DAFTAR GAMBAR	.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	.....	viii
BAB I	PENDAHULUAN	1
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB III	TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN ...	7
BAB IV	METODE PENELITIAN..	8
BAB V	HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI ...	13
BAB VI	RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	23
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA	.....	27
LAMPIRAN	.....	29

DAFTAR TABEL

Nama	Keterangan	Halaman
Tabel 2.1	Keadaan hujan dan intensitas hujan	3
Tabel 4.1	Kode, nama, lokasi stasiun, dan periode kajian	8
Tabel 5.1	Hasil uji korelasi serial	16
Tabel 5.2	Hasil uji Mann-Kendall	17
Tabel 5.3	Hasil Metode ITA	21
Tabel 5.4	Hasil estimasi titik perubahan dan tingkat kepercayaan	22

DAFTAR GAMBAR

Nama	Keterangan	Halaman
Gambar 2.1	Road Map Kegiatan Penelitian	6
Gambar 4.1	Lokasi stasiun hujan kajian	9
Gambar 4.2	Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahun Pertama	12
Gambar 5.1	Curah hujan harian maksimu (mm) setiap stasiun	13
Gambar 5.2	Frekuensi hujan (hari) setiap kabupaten/kota	14
Gambar 5.3	Durasi hujan maksimum (hari) setiap kabupaten/kota	15
Gambar 5.4	Frekuensi trend Mann-Kendall	17
Gambar 5.5	Peta sebaran spasial trend	18
Gambar 5.6	Hasil analisis trend ITA	20
Gambar 5.7	Frekuensi trend inovatif (ITA)	21
Gambar 6.1	Peta jalan rencana kegiatan penelitian tahun ke-2 dan ke- 3	23
Gambar 6.2	Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahun Kedua	24
Gambar 6.3	Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahun Ketiga	25

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Banjir merupakan masalah umum terjadi di sebagian wilayah Indonesia, seperti pada Desember 2021, kejadian banjir telah merendam 44 kecamatan di 9 kabupaten/kota di Sulawesi Selatan [1]. Pada umumnya, pemukiman warga yang banyak terdampak banjir, selain itu beberapa fasilitas kesehatan dan jalanan juga tergenang air [2]. Oleh karena kerugian yang ditimbulkannya besar, maka wajarlah jika masalah ini perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak.

Dalam perencanaan pengendalian banjir, informasi tentang magnitudo dan frekuensi banjir tahunan sangat diperlukan. Analisis frekuensi digunakan untuk memprediksi seberapa sering peristiwa tertentu akan terjadi yang tercermin melalui nilai periode ulang peristiwa tersebut. Tujuan analisis frekuensi ini adalah untuk mengidentifikasi hubungan antara magnitudo peristiwa hujan ekstrem terhadap frekuensi peristiwa tersebut menggunakan indeks banjir [3].

2 Permasalahan

Penentuan estimasi magnitudo banjir biasanya menggunakan pendekatan analisis frekuensi banjir tunggal, yaitu hanya menggunakan data dari satu stasiun hujan saja. Kelemahan pendekatan ini adalah ketika data curah hujan yang ada tidak cukup panjang/banyak, maka akan mengakibatkan estimasi magnitudo banjir yang diperoleh kurang akurat [4]. Masalah yang sering dihadapi terkait data curah hujan di beberapa stasiun hujan di Sulawesi Selatan adalah pada umumnya mempunyai data yang kurang lengkap. Oleh itu, dalam penelitian ini akan digunakan pendekatan analisis frekuensi regional. Analisis ini juga dapat digunakan untuk mengestimasi magnitudo banjir di lokasi stasiun hujan yang datanya sedikit, bahkan mungkin tidak ada [5].

Berdasarkan hal tersebut permasalahan dalam penelitian ini adalah

- a. Bagaimana gambaran frekuensi dan durasi hujan di Sulawesi Selatan?
- b. Secara spasial dan temporal, bagaimana pola/trend hujan harian maksimum tahunan di Sulawesi Selatan?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1 *State of the Art*

1.1 Curah hujan

Presipitasi atau dikenal dengan curah hujan adalah peristiwa klimatik yang bersifat alamiah yaitu perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat proses kondensasi [6]. Jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi dapat diukur dengan menggunakan alat penakar hujan dan dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm). Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, mm/tahun, dan sebagainya. Durasi hujan adalah waktu yang dihitung dari saat hujan mulai turun sampai berhenti, yang biasanya dinyatakan dalam jam. Keadaan hujan dan intensitas hujan diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan (mm)	
	1 Jam	24 jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan normal	5 – 10	20 – 50
Hujan lebat	10 – 20	50 – 100
Hujan sangat lebat	> 20	> 100

Sumber: [7].

1.2. Analisis trend

1.2.1. Uji trend Mann-Kendall

Perubahan trend dalam data runtun waktu, khususnya data seperti curah hujan, suhu, kualitas air dan sebagainya, biasanya digunakan uji Mann-Kendall ([8] dan [9]). Uji ini merupakan uji non parametrik. Jika x_1, x_2, \dots, x_n mewakili set data bagi setiap indikator yang digunakan, maka statistik uji Mann-Kendall S diberikan sebagai berikut:

$$S = \sum_{t=1}^{n-1} \sum_{s=t+1}^n s_i (x_s - x_t) \quad (2.1)$$

dengan x_t adalah data runtun bagi setiap indikator pada waktu t dan n adalah panjang runtun data dan

$$s_i (x_s - x_t) = \begin{cases} 1, & (x_s - x_t) > 0 \\ 0, & (x_s - x_t) = 0 \\ -1, & (x_s - x_t) < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Nilai S yang positif menunjukkan trend meningkat dan nilai S yang negatif menunjukkan trend menurun, serta nilai nol menunjukkan tidak ada trend. Di bawah hipotesis nol, statistik S menghampiri distribusi normal apabila $n \geq 8$ dengan nilai rata-rata nol dan varians

$$V(S) = \frac{1}{18} \left\{ n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5) \right\} \quad (2.3)$$

dengan p merupakan bilangan kumpulan pasangan data yang sama nilainya (seri) dan t_j adalah jumlah data dalam kumpulan seri ke- j . Kesignifikanan trend dapat diperoleh dengan menggunakan ujian statistik Mann-Kendall baku Z_S dengan rumus:

$$Z_S = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}}, & S > 0 \\ 0, & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}}, & S < 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

dengan Z_S berdistribvusi normal baku. Nilai Z_S yang positif menunjukkan trend meningkat dan nilai Z_S yang negatif menunjukkan trend menurun, serta nilai nol menunjukkan tidak ada trend [10].

1.2.2. Estimator Theil-Sen

Magnitud trend dapat dihitung menggunakan metode Theil-Sen [10], seperti persamaan (5).

$$b = \text{median}_{s < t} \left(\frac{x_t - x_s}{t - s} \right), \quad (2.5)$$

x_t dan x_s adalah nilai deret data jujukan pada selang t dan s ($t > s$). Magnitud trend yang diestimasi menggunakan estimator Theil-Sen ini menghasilkan estimasi magnitud trend yang robust bagi deret data hidrologi ([11] dan [12]).

1.3. Analisis trend inovatif

Analisis trend inovatif telah digunakan dalam banyak kajian untuk mendeteksi observasi hidrometeorologi dan keakuatannya dibandingkan dengan hasil dari metode Mann-Kendall. Dalam analisis ini, data dibagi dalam dua bagian/kelompok yang sama banyak dan kemudian masing kelompok data tersebut diurutkan dari data terkecil ke data terbesar. Setelah itu, dua kelompok data tersebut ditempatkan pada sistem koordinat Kartesius di mana data $x_i, i = 1, 2, \dots, \frac{n}{2}$ pada sumbu-x dan data $x_j, j = \frac{n}{2} + 1, \frac{n}{2} + 2, \dots, n$ pada sumbu-y. Jika semua data time series pada plot sebaran data mendekati atau terletak pada garis lurus 1:1 (45°), maka hal tersebut menunjukkan tidak ada trend dalam data series tersebut. Namun jika semua titik data berkumpul di atas garis lurus, maka menunjukkan adanya trend monoton meningkat, dan jika semua titik data berkumpul di bawah garis lurus, maka menunjukkan adanya trend monoton menurun. Jika sebaran titik data menunjukkan trend tidak monoton, yaitu komposisi trend yang berbeda dalam time series, maka data diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok hujan rendah (di bawah persentil ke-10), hujan sedang (persentil ke-10 sampai persentil ke-90), dan hujan tinggi (di atas persentil ke-90) ([13]-[20]).

1.4. Pengujian Kehomogenan Region

Tujuan ujian kehomogenan region adalah untuk mengukur derajat kehomogenan dalam kumpulan stasiun-stasiun dan untuk menentukan apakah kumpulan stasiun tersebut dapat membentuk region yang homogen. Statistik uji kehomogenan [4] didefinisikan sebagai

$$H_r = \frac{V_r - \mu_{V_r}}{\sigma_{V_r}}, r = 1, 2, \quad (2.6)$$

dengan μ_{V_r} dan σ_{V_r} masing-masing merupakan rata-rata dan simpangan baku dari V_r , sementara data bagi statistik V_r diperoleh melalui simulasi dari distribusi Kappa empat parameter. Hosking dan Wallis [4] menyatakan bahwa iterasi simulasi sebanyak 500 kali sudah memadai untuk memberikan nilai μ_{V_r} dan σ_{V_r} yang dapat dipercaya. Statistik V_r dihitung dengan

(i) untuk $r=1$, V_r dapat ditentukan berdasar pada koefisien variasi dengan

$$V_1 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N n_i (t^{(i)} - t^R)^2}{\sum_{i=1}^N n_i} \right\}^{1/2} \quad (2.7)$$

(ii) bagi $r=2$, V_r dapat ditentukan berdasar pada koefisien variasi dan koefisien kemiringan dengan

$$V_2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i \{ (t^{(i)} - t^R)^2 + (t_3^{(i)} - t_3^R)^2 \}^{1/2}}{\sum_{i=1}^N n_i}, \quad (2.8)$$

dengan $t^R = \frac{\sum_{i=1}^N n_i t^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i}$, $t_3^R = \frac{\sum_{i=1}^N n_i t_3^{(i)}}{\sum_{i=1}^N n_i}$; N menyatakan banyaknya stasiun dalam region, n_i menyatakan banyak observasi dari stasiun- i , $t^{(i)}$ dan $t_3^{(i)}$ masing-masing adalah koefisien variasi dan koefisien kemiringan stasiun- i .

Kehomogenan sebuah region ditentukan berdasarkan kepada kriteria, yaitu jika $H_r < 1$, region dapat diterima sebagai region homogen, jika $1 \leq H_r < 2$, region kemungkinan heterogen, dan jika $H_r \geq 2$, region pasti heterogen.

1.5. Fungsi Distribusi

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Ada beberapa bentuk fungsi distribusi yang sering digunakan dalam analisis data hujan, antara lain ([4], [5] dan [21]):

- a) Distribusi Gumbel (G)
- b) Distribusi Nilai Ekstrim Tergeneralisasi (GEV)
- c) Distribusi Pareto Tergeneralisasi (GPa)
- d) Distribusi Logistik Tergeneralisasi (GLO)
- e) Distribusi Log Normal (LN3)

f) Distribusi Pearson Tipe III (Pe3)

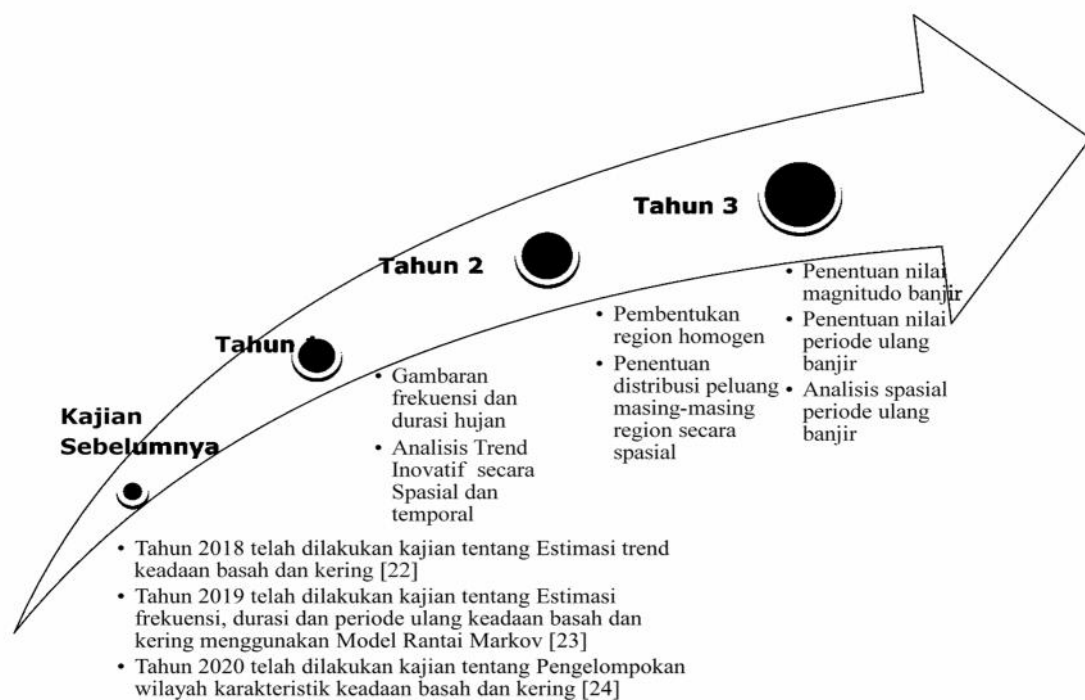
Estimasi parameter distribusi peluang tersebut diperoleh melalui penggunaan metode L-momen regional. Sementara penentuan distribusi peluang regional yang sesuai data digunakan uji-Z [4].

1.6. Periode Ulang

Periode ulang (return period) didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Berdasarkan data debit atau hujan untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan debit/hujan yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam T tahun, dan debit/hujan tersebut dikenal sebagai debit/hujan dengan periode ulang T tahun atau debit/hujan T tahunan [7]. Penentuan magnitudo dan periode ulang banjir dilakukan menggunakan model yang disarankan oleh [4].

2 Peta Jalan Penelitian

Peta jalan penelitian diberikan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1. Road Map kegiatan penelitian

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mendapatkan trend curah hujan harian maksimum tahunan di provinsi Sulawesi Selatan. Sementara tujuan khususnya adalah

- a. untuk memperoleh gambaran frekuensi dan durasi hujan di Sulawesi Selatan,
- b. untuk memperoleh pola trend hujan harian maksimum tahunan di Sulawesi Selatan secara temporal,
- c. untuk memperoleh peta spasial trend hujan harian maksimum tahunan di Sulawesi Selatan.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini adalah:

- a. sebagai informasi peringatan dini bagi masyarakat, pemerintah atau pihak berwenang, sehingga dapat melakukan tindakan mitigasi dampak peristiwa hujan ekstrim, baik berupa tindakan jangka pendek maupun jangka panjang (program atau pun kebijakan). Hal ini bermaksud untuk mengurangi resiko yang dapat berdampak terhadap masyarakat dan lingkungannya..
- b. sebagai informasi bagi pengkaji iklim tentang metode estimasi data hilang yang sesuai bagi data curah hujan.
- c. sebagai informasi kepada pengelola sumber daya air.

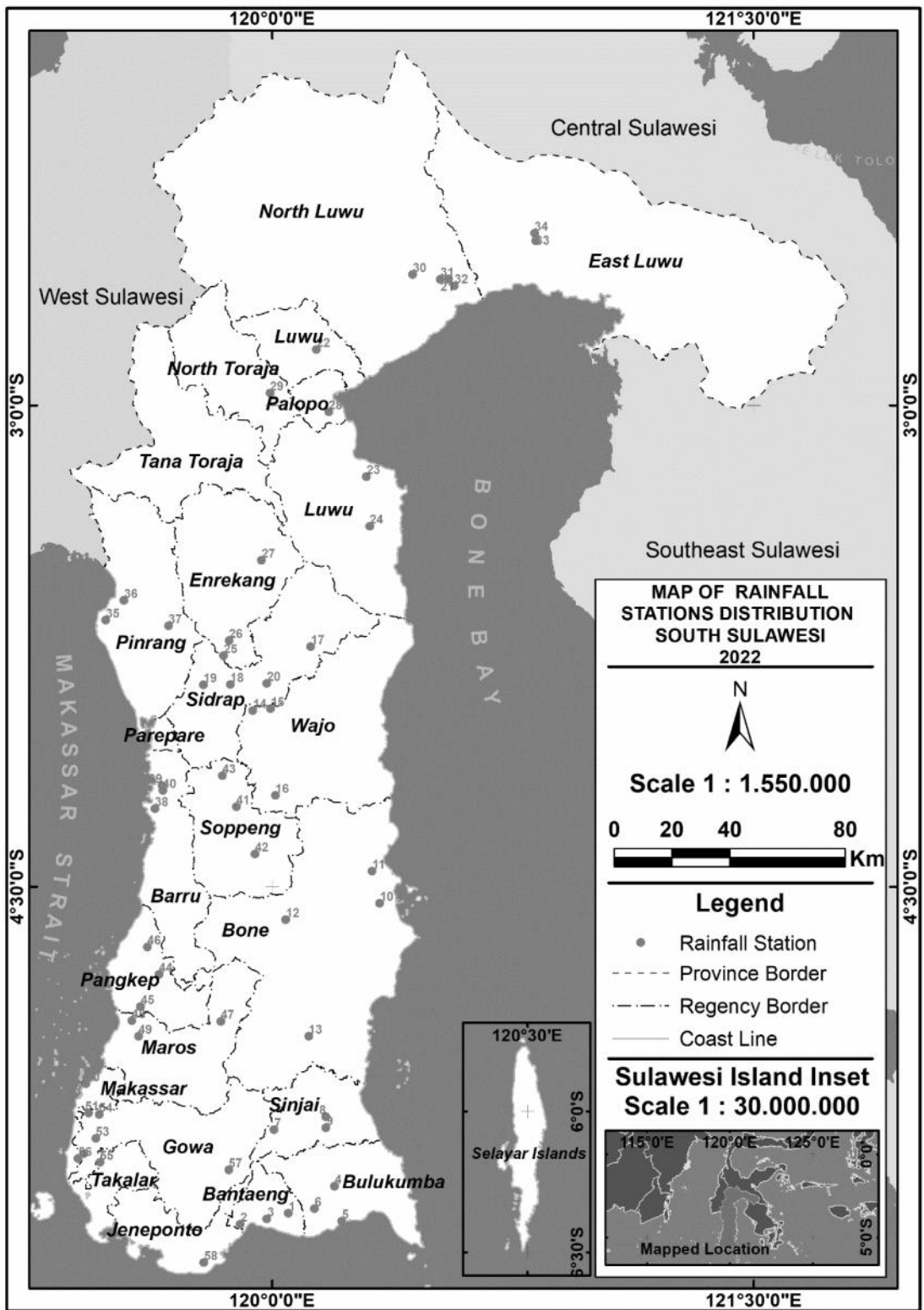
BAB IV METODE PENELITIAN

1 Sumber Data Penelitian

Pada penelitian ini digunakan data curah hujan harian maksimum (mm) dari 58 stasiun hujan di propinsi Sulawesi Selatan untuk periode tahun 1986 hingga 2021. Pemilihan stasiun-stasiun hujan tersebut berdasarkan kelengkapan dan panjang data yang ada. Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah IV propinsi Sulawesi Selatan dan Dinas Sumber Daya Air, Cipta Karya dan Tata Ruang propinsi Sulawesi Selatan. Kode, Nama, Lokasi Stasiun, dan periode hujan diberikan dalam Tabel 4.1 dan Gambar 4.1. Pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa periode tahun dari data tidak sama, hal ini disebabkan karena data yang diambil bergantung ketersediaan data yang ada di dua lokasi pengambilan data tersebut.

Tabel 4.1. Kode, nama, lokasi stasiun, dan periode hujan kajian

Kode	Nama Stasiun	Kab/Kota	Periode	Kode	Nama Stasiun	Kab/Kota	Periode
St.1	Moti	Bantaeng	1987-2020	St.30	Kaluku	Luwu utara	1986-2021
St.2	Tino Toa	Bantaeng	1989-2018	St.31	Pambasian	Luwu utara	1986-2021
St.3	Onto	Bantaeng	1989-2018	St.32	Katulungan	Luwu utara	1986-2021
St.4	Pandang-pandang	Bulukumba	1986-2019	St.33	Wonorejo	Luwu Timur	1986-2021
St.5	Paenrelompoa	Bulukumba	1986-2019	St.34	Margalembo	Luwu Timur	1986-2021
St.6	Bettu	Bulukumba	1986-2019	St.35	Paria	Pinrang	1988-2021
St.7	Arango	Sinjai	1987-2020	St.36	Data	Pinrang	1988-2021
St.8	Palangka	Sinjai	1987-2020	St.37	Benteng	Pinrang	1988-2021
St.9	Bikeru	Sinjai	1987-2020	St.38	Manuba	Barru	1986-2021
St.10	Biru	Bone	1986-2021	St.39	Mareppang	Barru	1986-2021
St.11	Unra	Bone	1986-2021	St.40	Lanrae	Barru	1986-2021
St.12	Bengo	Bone	1986-2021	St.41	Leworeng	Soppeng	1986-2021
St.13	Palattae	Bone	1989-2018	St.42	Lalange Lajoa	Soppeng	1986-2021
St.14	Ongkoe	Wajo	1986-2021	St.43	Salobunne	Soppeng	1986-2021
St.15	Welle	Wajo	1988-2021	St.44	Tabo-tabo	Pangkep	1987-2020
St.16	Canru	Wajo	1986-2021	St.45	Leanglonrong	Pangkep	1987-2020
St.17	Bulu cenrana	Sidrap	1987-2018	St.46	Sigeri	Pangkep	1987-2020
St.18	Talawe	Sidrap	1986-2021	St.47	Camba	Maros	1989-2020
St.19	Tanete	Sidrap	1986-2021	St.48	Panyalingan	Maros	1989-2020
St.20	Padangloang	Sidrap	1986-2021	St.49	Maroangin	Maros	1989-2020
St.21	Banyurip	Luwu	1986-2021	St.50	Paotere	Makassar	1986-2021
St.22	Lamasi	Luwu	1986-2021	St.51	Ujungpandang	Makassar	1987-2018
St.23	PadangSappa	Luwu	1986-2021	St.52	Bontosallang	Gowa	1987-2020
St.24	Bajo	Luwu	1986-2021	St.53	Paku	Gowa	1989-2020
St.25	Salokarajae	Enrekang	1987-2018	St.54	Sungguminasa	Gowa	1987-2020
St.26	Maroangin	Enrekang	1989-2018	St.55	Palleko	Takalar	1987-2020
St.27	Talang Raja	Enrekang	1989-2018	St.56	Campagaya	Takalar	1987-2020
St.28	Latuppa	Palopo	1989-2018	St.57	Tanrang	Jeneponto	1987-2020
St.29	Tandung Nanggala	Toraja Utara	1988-2021	St.58	Bulo-Bulo	Jeneponto	1987-2020



Gambar 4.1 Lokasi stasiun hujan kajian

2 Pendeskripsian Frekuensi dan durasi hujan

- a. Mengkategorikan jumlah curah hujan harian berdasarkan Tabel 2.1.
- b. Menghitung frekuensi dan durasi hujan (Persentase) masing-masing kategori.

3 Penentuan Estimasi Data Hilang

Indikator yang digunakan adalah jumlah curah hujan harian maksimum setiap tahun.

Langkah-langkahnya:

- a. Menentukan hujan harian maksimum setiap tahun.
- b. Menguji keberadaan autokorelasi data setiap stasiun
- c. Jika terdapat kasus autokorelasi, maka dilakukan pra-pemutihan
- d. Menentukan trend data series berdasarkan rumus pada Persamaan (2.1) – (2.4).
- e. Menentukan besaran trend berdasarkan pendekatan Theil-Sen pada Persamaan (2.5)
- f. Membagi data dalam dua kelompok yang sama banyak
- g. Masing-masing kelompok data diurutkan dari data terkecil ke terbesar
- h. Plot dua kelompok data ke dalam sistem koordinat kartesius, di mana kelompok pertama sebagai sumbu-x dan kelompok lainnya pada sumbu-y.
- i. Cek keberadaan trend data dan kategorinya.
- j. Buat peta spasial hasil analisis trend.

4 Analisis CUSUM dan Bootstrap

Penggabungan antara analisis hasil tambah kumulatif dan analisis bootstrap digunakan untuk mengidentifikasi perubahan dalam rerata bagi data deret waktu. Taylor (2000) memperkenalkan prosedur analisis ini seperti berikut:

- a. Beda antara nilai setiap indikator dan reratanya dihitung dan kemudian dikumulatif seperti berikut

$$S_t = S_{t-1} + (x_t - \bar{x}), \quad \bar{x} = \sum_{t=1}^n \frac{x_t}{n}, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (4.1)$$

dengan $S_0 = 0$, x_t adalah data observasi ke- t bagi setiap indikator pada stasiun yang berkenaan dan n panjang data. Estimasi nilai hasil tambah kumulatif S_t ini memberikan informasi tentang anjakan mendadak dalam rerata deret data (Taylor 2000).

b. Tentukan nilai m sehingga

$$S_m = m \max_{0 \leq i \leq n} |S_i|, \quad 0 \leq m \leq n \quad (4.2)$$

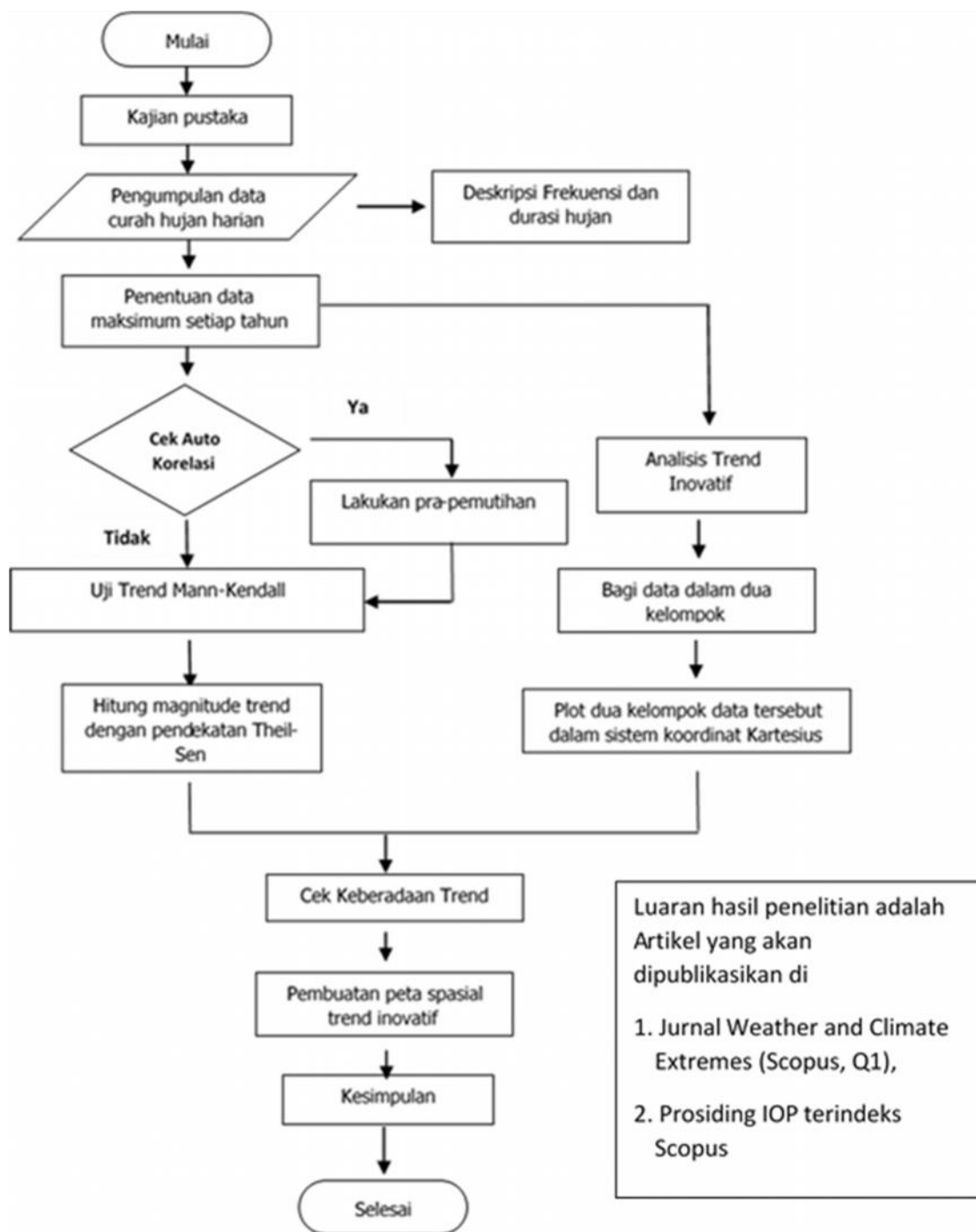
Nilai m inilah yang merupakan estimasi titik perubahan dalam deret data.

c. Tentukan nilai taraf keyakinan bagi estimasi titik perubahan yang telah diperoleh.

Nilai taraf keyakinan ini menunjukkan nilai kemungkinan bahwa perubahan telah terjadi pada estimasi titik yang diperoleh. Nilai taraf keyakinan ditentukan melalui pelaksanaan analisis bootstrap seperti berikut

- 1) Berdasarkan nilai S_i , $i = 0, 1, \dots, n$, dapatkan nilai $S_m = \min_{0 \leq i \leq n} S_i$ dan nilai $S_m = \max_{0 \leq i \leq n} S_i$ serta hitung nilai $S_d = S_m - S_m$. Nilai S_d merupakan anggaran magnitud perubahan.
- 2) Bangkitkan sampel bootstrap ukuran n ($x_1^b, x_2^b, \dots, x_n^b$) dengan pensampelan tanpa pengembalian dari masing-masing data indikator x_1, x_2, \dots, x_n .
- 3) Berdasarkan sampel bootstrap, hitung hasil tambah bootstrap $S_0^b, S_1^b, \dots, S_n^b$ dengan $S_0^b = 0$, serta dapatkan masing-masing nilai S_m^b , S_m^b dan S_d^b .
- 4) Hitung taraf keyakinan C , yaitu $C = \left(\frac{n_b}{n_B}\right) 100\%$
 n_B menyatakan jumlah pengulangan bootstrap dan n_b menyatakan jumlah bootstrap yang memenuhi $S_d^b < S_d$.
- 5) Anggaran titik perubahan m dikatakan signifikan, jika taraf keyakinannya minimum $(1-\alpha)\%$ yang lazimnya digunakan taraf signifikan α sebesar 0.05 atau 0.10 (Taylor 2002).

Secara garis besar, prosedur penelitian yang telah dilaksanakan diberikan pada Gambar 4.2, berikut ini:



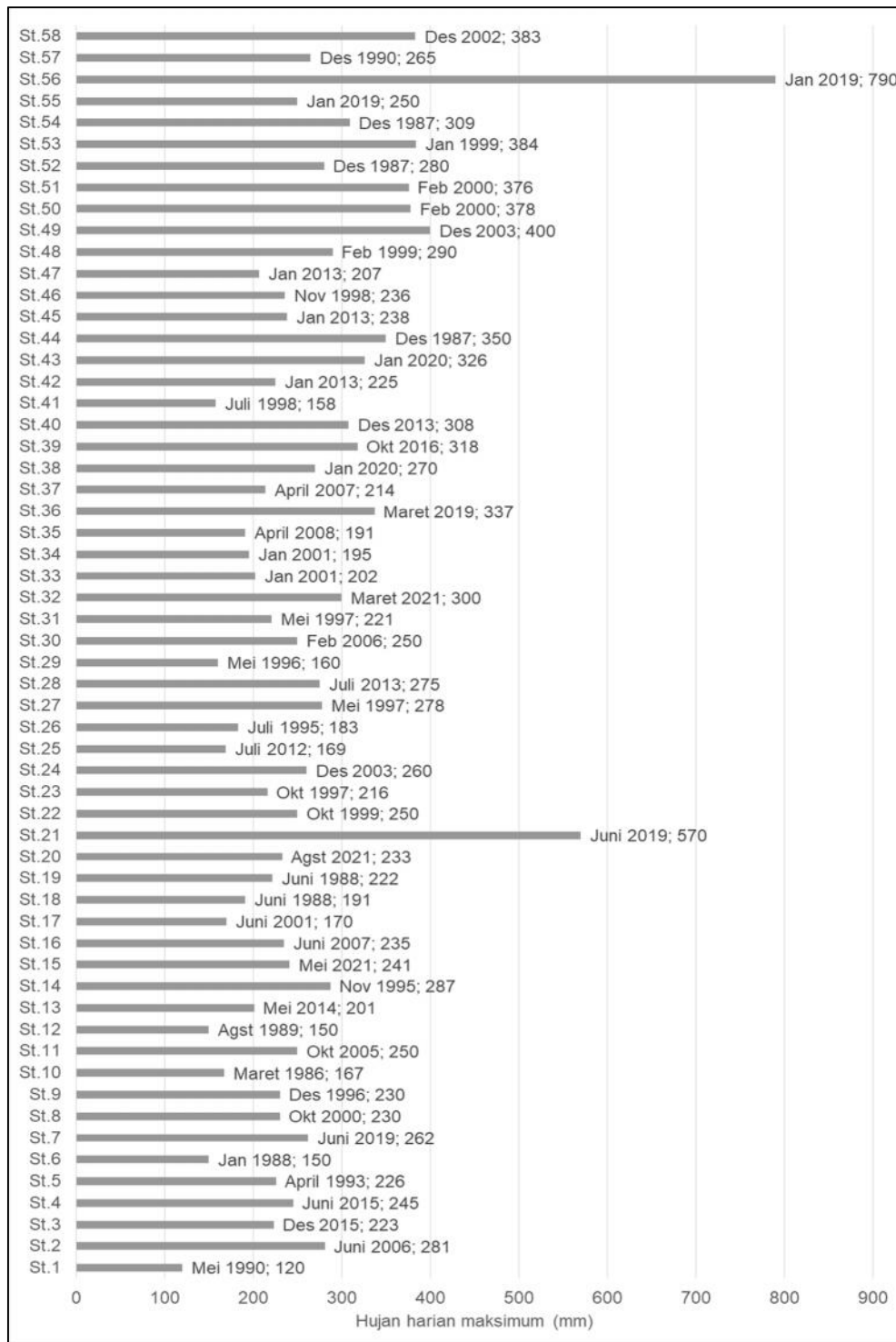
Gambar 4.2. Diagram Alir Kegiatan Penelitian Tahun Pertama

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

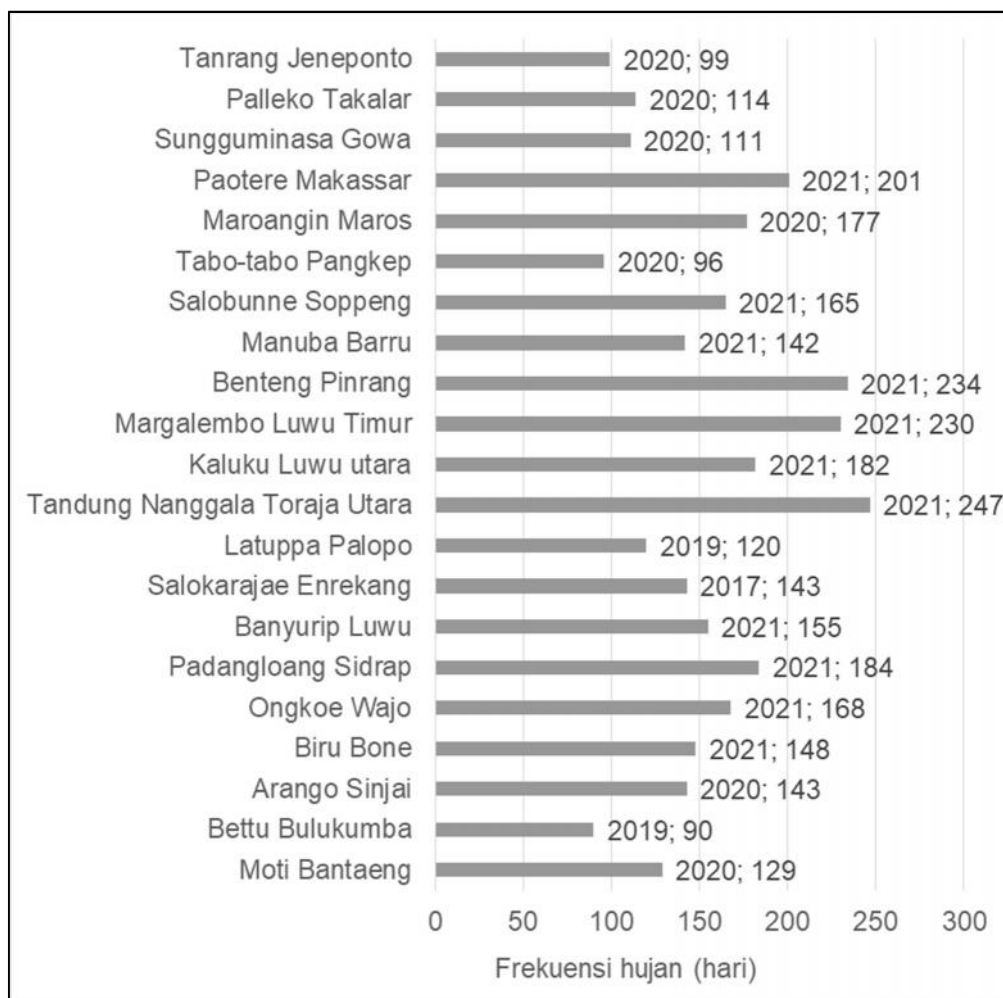
A. Hasil Penelitian

1 Deskripsi frekuensi dan durasi curah hujan harian



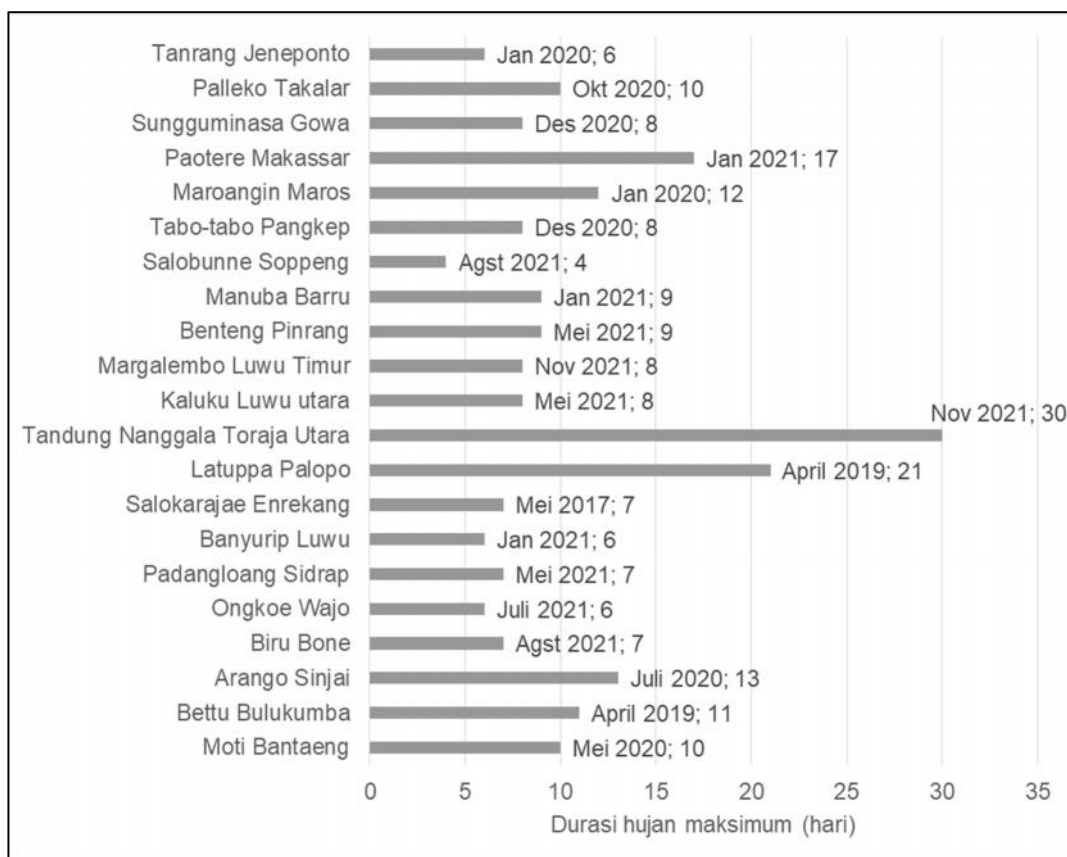
Gambar 5.1. Curah hujan harian maksimum (mm) setiap stasiun

Gambar 5.1 memperlihatkan bahwa intensitas curah hujan harian pada setiap stasiun termasuk dalam kategori hujan sangat lebat, yaitu melebihi 100 mm/hari [1]. Intensitas hujan tertinggi pertama sebesar 790 mm/hari terjadi pada bulan Januari 2019 di stasiun Campagaya kabupaten Takalar, dan tertinggi kedua sebesar 570 mm/hari di stasiun Banyurip kabupaten Luwu. Hujan sangat lebat tersebut terjadi pada musim hujan di wilayah tersebut. Sementara itu intensitas yang rendah di antara 58 stasiun tersebut, terjadi di stasiun Moti kabupaten Bantaeng dengan intensitas hujan sebesar 120 mm/hari yang terjadi pada bulan Mei 1990.



Gambar 5.2. Frekuensi hujan (hari) setiap kabupaten/kota

Gambar 5.2 memperlihatkan bahwa pada tahun 2021 di wilayah kabupaten Toraja Utara, Pinrang, dan Luwu Utara, merupakan 3 wilayah yang mempunyai jumlah hari hujan (frekuensi) dalam setahun, masing-masing 247 hari, 234 hari, dan 230 hari. Nilai frekuensi tersebut menunjukkan bahwa pada wilayah tersebut lebih sering mengalami hujan, yaitu lebih dari 7 bulan. Sementara kabupaten Jeneponto dan Bulukumba mengalami hujan hanya sekitar 3 bulan. Kabupaten Jeneponto memang merupakan salah satu wilayah di propinsi Sulawesi Selatan yang sering mengalami kekeringan.



Gambar 5.3. Durasi hujan maksimum (hari) setiap kabupaten/kota

Gambar 5.3 memperlihatkan bahwa pada umumnya durasi hujan di propinsi Sulawesi Selatan berkisar 6 hari – 9 sehari, sementara di kabupaten Toraja Utara mempunyai durasi hujan selama sebulan, yaitu 30 hari. Nilai durasi tersebut berarti bahwa wilayah tersebut secara berturut-turut selama 30 hari mengalami hujan. Durasi hujan yang lama dengan intensitas yang tinggi pada suatu wilayah tentu ini

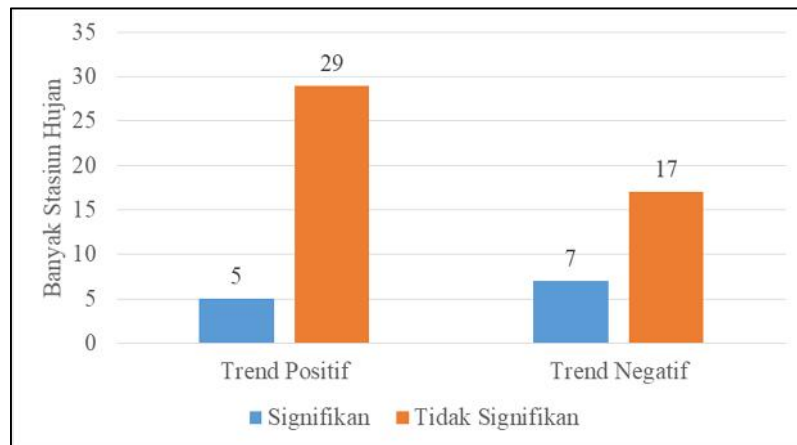
akan dapat mengakibatkan banjir, karena wilayah tersebut menerima limpahan curah hujan yang banyak dalam waktu yang lama.

2 Trend hujan harian maksimum menggunakan metode Mann Kendall

Tabel 5.1. Hasil uji korelasi serial

Kode	Estimasi Nilai Koefisien Korelasi	Nilai-P	Keputusan	Kode	Estimasi Nilai Koefisien Korelasi	Nilai-P	Keputusan
St.1	0.51418	0.00050	Ada Korelasi Serial	St.30	0.48642	0.00278	Ada Korelasi Serial
St.2	-0.06877	0.70166	Tidak ada Korelasi Serial	St.31	-0.00095	0.99554	Tidak ada Korelasi Serial
St.3	0.01893	0.91759	Tidak ada Korelasi Serial	St.32	0.18953	0.28903	Tidak ada Korelasi Serial
St.4	-0.02218	0.89610	Tidak ada Korelasi Serial	St.33	0.48257	0.00067	Ada Korelasi Serial
St.5	-0.09066	0.60673	Tidak ada Korelasi Serial	St.34	0.54067	0.00006	Ada Korelasi Serial
St.6	0.39546	0.01060	Ada Korelasi Serial	St.35	0.44111	0.00385	Ada Korelasi Serial
St.7	0.20713	0.21245	Tidak ada Korelasi Serial	St.36	0.13407	0.42646	Tidak ada Korelasi Serial
St.8	0.47320	0.00239	Ada Korelasi Serial	St.37	0.30588	0.06350	Tidak ada Korelasi Serial
St.9	0.12919	0.44339	Tidak ada Korelasi Serial	St.38	-0.15027	0.38854	Tidak ada Korelasi Serial
St.10	-0.19626	0.27060	Tidak ada Korelasi Serial	St.39	-0.03721	0.83534	Tidak ada Korelasi Serial
St.11	0.20806	0.20326	Tidak ada Korelasi Serial	St.40	0.24101	0.17158	Tidak ada Korelasi Serial
St.12	0.06030	0.72704	Tidak ada Korelasi Serial	St.41	-0.41129	0.00830	Ada Korelasi Serial
St.13	-0.48109	0.00191	Ada Korelasi Serial	St.42	-0.09790	0.56538	Tidak ada Korelasi Serial
St.14	0.30122	0.05719	Tidak ada Korelasi Serial	St.43	0.29786	0.06428	Tidak ada Korelasi Serial
St.15	0.22294	0.21167	Tidak ada Korelasi Serial	St.44	-0.13330	0.49849	Tidak ada Korelasi Serial
St.16	0.21507	0.18554	Tidak ada Korelasi Serial	St.45	0.04767	0.78063	Tidak ada Korelasi Serial
St.17	0.28661	0.10548	Tidak ada Korelasi Serial	St.46	-0.10910	0.53902	Tidak ada Korelasi Serial
St.18	0.00619	0.97014	Tidak ada Korelasi Serial	St.47	0.06354	0.73211	Tidak ada Korelasi Serial
St.19	-0.03382	0.83745	Tidak ada Korelasi Serial	St.48	0.13453	0.43620	Tidak ada Korelasi Serial
St.20	-0.03645	0.84488	Tidak ada Korelasi Serial	St.49	0.22013	0.19622	Tidak ada Korelasi Serial
St.21	0.24914	0.11785	Tidak ada Korelasi Serial	St.50	0.21401	0.18883	Tidak ada Korelasi Serial
St.22	0.39679	0.01185	Ada Korelasi Serial	St.51	0.17374	0.34564	Tidak ada Korelasi Serial
St.23	0.08556	0.60245	Tidak ada Korelasi Serial	St.52	0.13496	0.48701	Tidak ada Korelasi Serial
St.24	0.39859	0.00840	Ada Korelasi Serial	St.53	0.17040	0.32631	Tidak ada Korelasi Serial
St.25	-0.20405	0.24440	Tidak ada Korelasi Serial	St.54	0.34353	0.11128	Tidak ada Korelasi Serial
St.26	0.13494	0.47715	Tidak ada Korelasi Serial	St.55	0.31261	0.05405	Tidak ada Korelasi Serial
St.27	0.56235	0.00013	Ada Korelasi Serial	St.56	0.75652	0.00000	Ada Korelasi Serial
St.28	0.24674	0.15745	Tidak ada Korelasi Serial	St.57	-0.00045	0.99793	Tidak ada Korelasi Serial
St.29	0.24953	0.13362	Tidak ada Korelasi Serial	St.58	0.11927	0.48072	Tidak ada Korelasi Serial

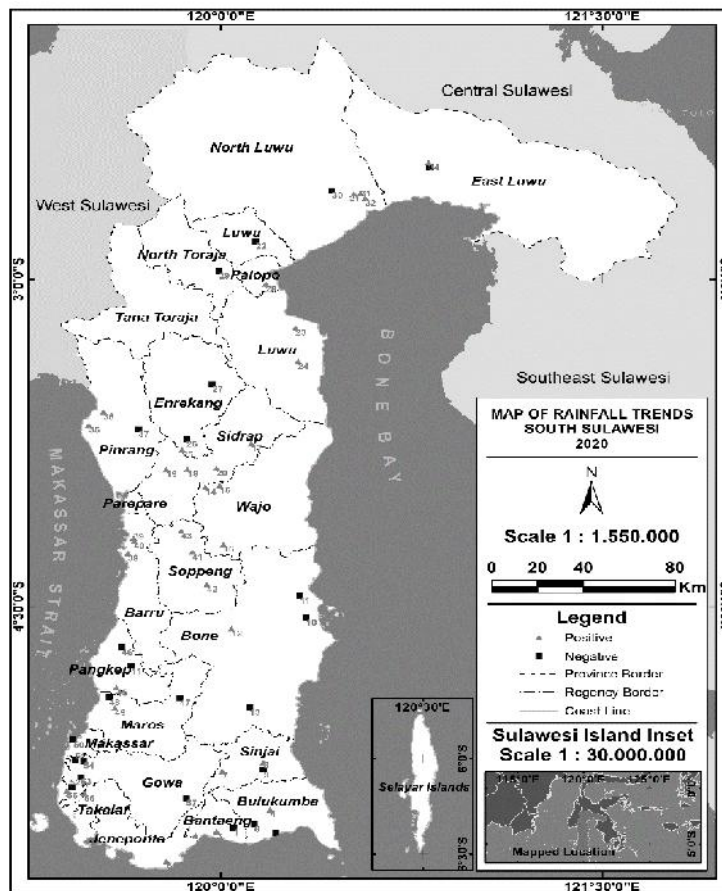
Berdasarkan Tabel 5.1 diperoleh bahwa terdapat 13 stasiun hujan yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang signifikan, sehingga ke-13 data tersebut harus dilakukan pra-pemutihan (*prewhitening*) untuk menghilangkan pengaruh korelasi serial tersebut. Apabila terdapat korelasi serial pada data, maka akan mempengaruhi kemampuan uji Mann-Kendall dalam menilai kesignifikanan trend [2]. Oleh itu data pada ke-13 stasiun tersebut terlebih dahulu dilakukan pra-pemutihan sebelum melakukan uji Mann-kendall, sementara untuk data yang tidak terdapat kasus korelasi serial, maka langsung dilakukan uji Mann-Kendall.



Gambar 5.4. Frekuensi trend Mann-Kendall

Tabel 5.2. Hasil uji Mann-Kendall

Kode	S	Z	Nilai-P	Sen's slope	Trend	Keputusan	Kode	S	Z	Nilai-P	Sen's slope	Trend	Keputusan
St.1	-28	-0.418	0.676	-0.159	Negatif	Tidak Signifikan	St.30	-56	-0.781	0.435	-0.603	Negatif	Tidak Signifikan
St.2	44	0.770	0.442	0.588	Positif	Tidak Signifikan	St.31	35	0.463	0.643	0.286	Positif	Tidak Signifikan
St.3	3	0.036	0.972	0.000	Positif	Tidak Signifikan	St.32	87	1.172	0.241	1.191	Positif	Tidak Signifikan
St.4	39	0.564	0.573	0.429	Positif	Tidak Signifikan	St.33	-79	-1.108	0.268	-0.590	Negatif	Tidak Signifikan
St.5	-75	-1.097	0.273	-0.867	Negatif	Tidak Signifikan	St.34	7	0.085	0.932	0.037	Positif	Tidak Signifikan
St.6	-24	-0.356	0.722	-0.237	Negatif	Tidak Signifikan	St.35	8	0.108	0.914	0.071	Positif	Tidak Signifikan
St.7	158	2.329	0.020	2.077	Positif	Signifikan	St.36	157	2.313	0.021	1.950	Positif	Signifikan
St.8	48	0.728	0.466	0.622	Positif	Tidak Signifikan	St.37	-143	-2.106	0.035	-1.429	Negatif	Signifikan
St.9	-14	-0.193	0.847	-0.125	Negatif	Tidak Signifikan	St.38	97	1.308	0.191	0.927	Positif	Tidak Signifikan
St.10	-58	-0.777	0.437	-0.479	Negatif	Tidak Signifikan	St.39	104	1.403	0.160	1.551	Positif	Tidak Signifikan
St.11	-118	-1.598	0.110	-1.000	Negatif	Tidak Signifikan	St.40	241	3.270	0.001	3.533	Positif	Signifikan
St.12	64	0.859	0.390	0.341	Positif	Tidak Signifikan	St.41	21	0.284	0.776	0.144	Positif	Tidak Signifikan
St.13	-28	-0.506	0.613	-0.361	Negatif	Tidak Signifikan	St.42	174	2.361	0.018	1.360	Positif	Signifikan
St.14	92	1.241	0.215	0.851	Positif	Tidak Signifikan	St.43	54	0.722	0.470	0.815	Positif	Tidak Signifikan
St.15	93	1.364	0.172	1.462	Positif	Tidak Signifikan	St.44	-177	-2.613	0.009	-2.000	Negatif	Signifikan
St.16	39	0.518	0.604	0.587	Positif	Tidak Signifikan	St.45	94	1.379	0.168	0.667	Positif	Tidak Signifikan
St.17	8	0.114	0.909	0.000	Positif	Tidak Signifikan	St.46	-48	-0.697	0.486	-0.500	Negatif	Tidak Signifikan
St.18	16	0.204	0.838	0.134	Positif	Tidak Signifikan	St.47	-21	-0.325	0.745	-0.140	Negatif	Tidak Signifikan
St.19	15	0.191	0.849	0.107	Positif	Tidak Signifikan	St.48	-7	-0.097	0.922	-0.100	Negatif	Tidak Signifikan
St.20	70	0.940	0.347	0.491	Positif	Tidak Signifikan	St.49	29	0.454	0.649	0.423	Positif	Tidak Signifikan
St.21	113	1.527	0.127	1.022	Positif	Tidak Signifikan	St.50	-58	-0.777	0.437	-0.656	Negatif	Tidak Signifikan
St.22	-147	-2.073	0.038	-1.435	Negatif	Signifikan	St.51	-18	-0.276	0.783	-0.268	Negatif	Tidak Signifikan
St.23	191	2.591	0.010	1.942	Positif	Signifikan	St.52	-150	-2.218	0.027	-1.619	Negatif	Signifikan
St.24	33	0.455	0.649	0.402	Positif	Tidak Signifikan	St.53	-192	-3.100	0.002	-2.098	Negatif	Signifikan
St.25	7	0.097	0.922	0.059	Positif	Tidak Signifikan	St.54	-153	-2.254	0.024	-1.562	Negatif	Signifikan
St.26	-2	-0.018	0.986	-0.053	Negatif	Tidak Signifikan	St.55	86	1.262	0.207	0.667	Positif	Tidak Signifikan
St.27	-34	-0.619	0.536	-0.822	Negatif	Tidak Signifikan	St.56	68	1.038	0.299	0.898	Positif	Tidak Signifikan
St.28	12	0.197	0.844	0.000	Positif	Tidak Signifikan	St.57	-12	-0.164	0.870	0.000	Negatif	Tidak Signifikan
St.29	-245	-3.622	0.000	-1.667	Negatif	Signifikan	St.58	114	1.676	0.094	1.875	Positif	Tidak Signifikan

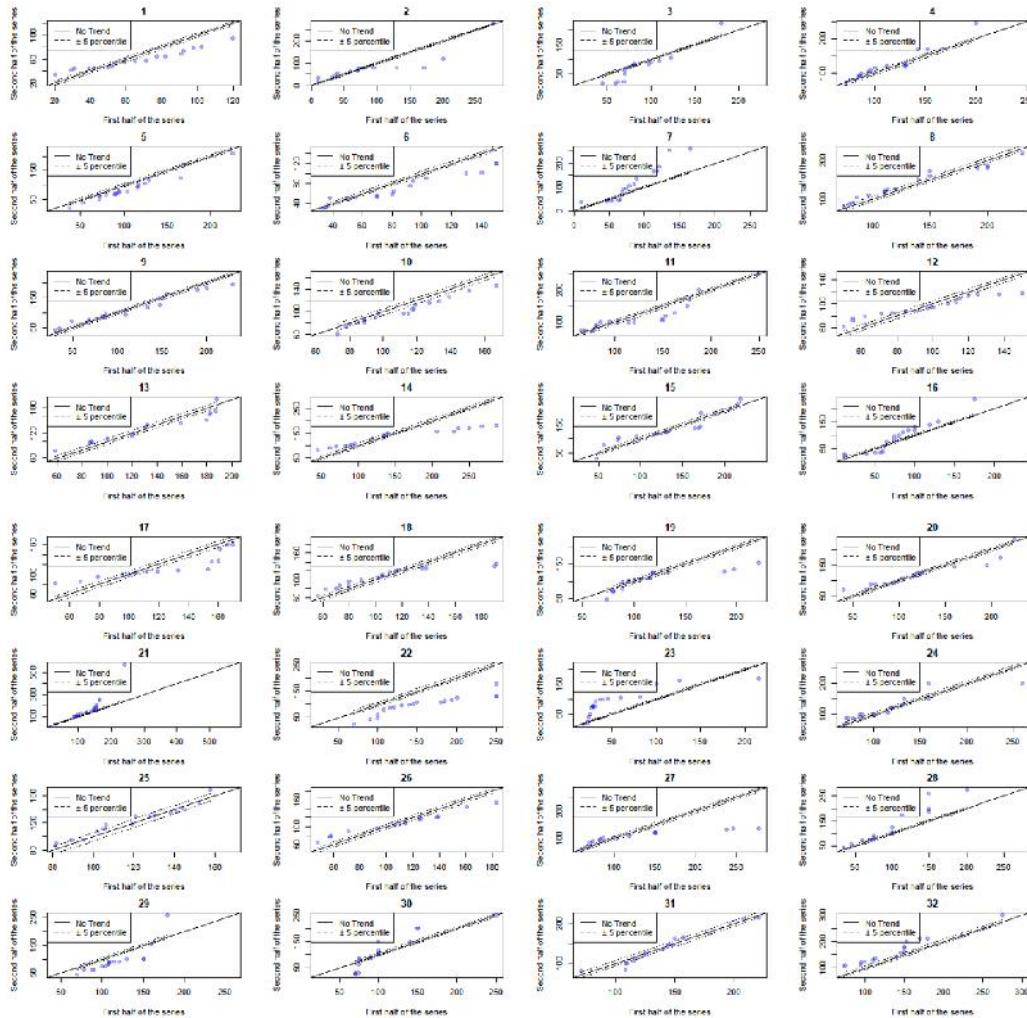


Gambar 5.5 Peta sebaran spasial trend

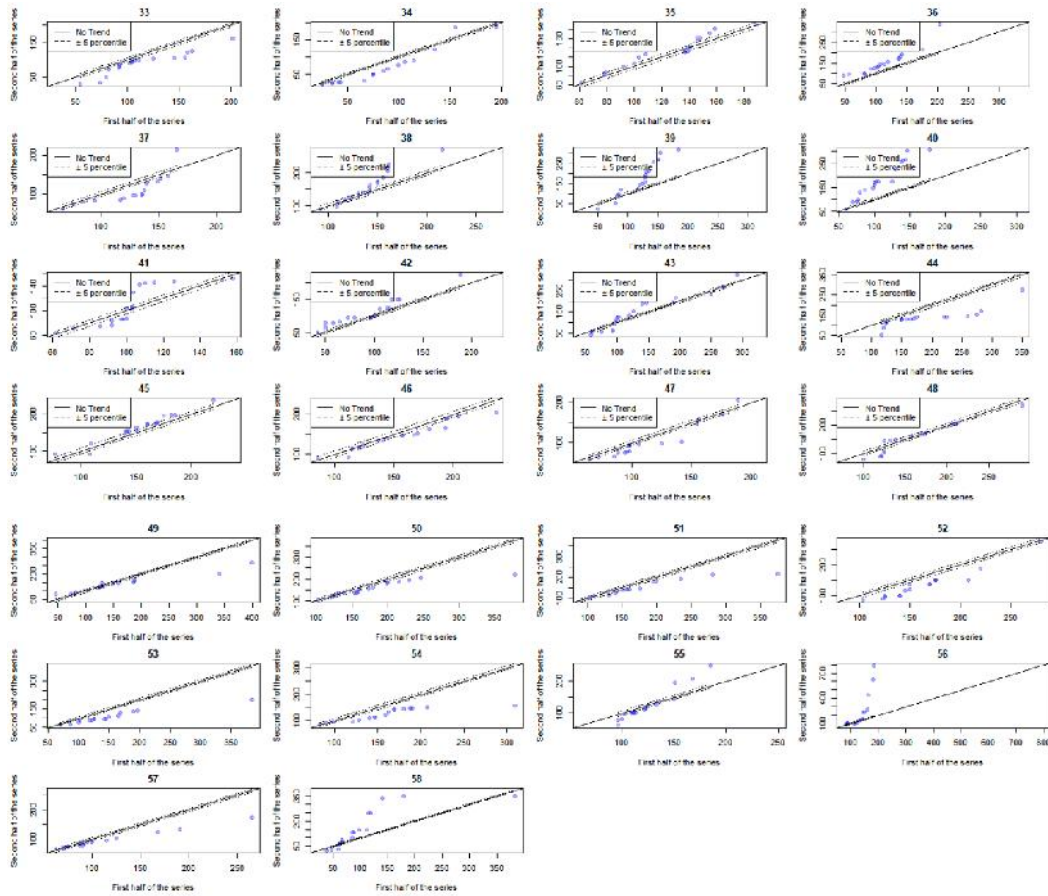
Hasil uji Mann-Kendall terhadap semua data, baik yang telah dilakukan pra-pemutihan maupun tidak, ditampilkan pada Tabel 5.2. Sementara banyaknya stasiun yang mengalami trend positif maupun negatif, yang signifikan maupun tidak, diperlihatkan pada Gambar 5.5. Berdasarkan Tabel 5.2 dan Gambar 5.5 bahwa dari 58 stasiun pada umumnya mengalami trend hujan harian maksimum tahunan yang positif, namun hanya terdapat 5 stasiun mempunyai trend positif signifikan, sementara hanya 7 stasiun hujan yang mengalami trend negatif signifikan. Trend positif menunjukkan bahwa di wilayah tersebut diperkirakan hujan harian maksimumnya akan mengalami peningkatan dari waktu ke waktu, sebaliknya trend negatif menunjukkan penurunan [3,4]. Sementara Gambar 5.6 memberikan peta sebaran spasial dari hasil analisis trend. Gambar 5.6 ini memperlihatkan bahwa bagian tengah dan barat didominasi oleh trend positif, sementara bagian utara dan selatan Sulawesi Selatan didominasi oleh trend negatif.

3 Analisis trend menggunakan metode *Innovative Trend Analysis (ITA)*

Selain menggunakan uji Mann-Kendall untuk mendeteksi keberadaan trend pada data series, juga dilakukan dengan menggunakan metode ITA (*Innovative Trend Analysis*) melalui plot [5], seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.7



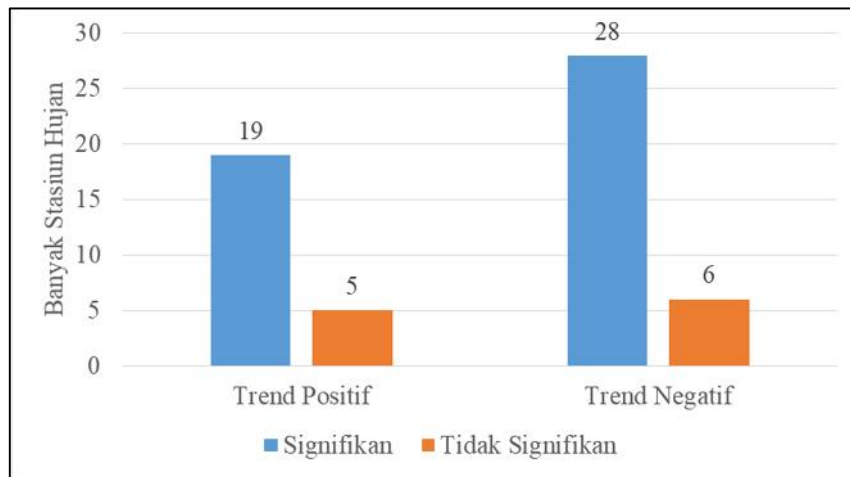
Lanjutan



Gambar 5.6. Hasil analisis trend inovatif (ITA)

Jika semua data time series pada plot Gambar 5.7 mendekati atau terletak pada garis lurus 1:1 (45°), maka hal tersebut menunjukkan tidak ada trend dalam data series tersebut. Namun jika semua titik data berkumpul di atas garis lurus, maka menunjukkan adanya trend monoton meningkat, dan jika semua titik data berkumpul di bawah garis lurus, maka menunjukkan adanya trend monoton menurun [6].

Berdasarkan Gambar 5.7-5.8 dan Tabel 5.3, diperoleh bahwa pada umumnya wilayah Sulawesi Selatan mempunyai trend negatif yang signifikan untuk hujan harian maksimum tahunan, yaitu sebanyak 28 stasiun hujan, sementara untuk trend positif yang signifikan sebanyak 19 stasiun. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ITA lebih sensitif dalam mendeteksi keberadaan trend yang signifikan dibanding dengan metode Mann-Kendall [7,8].



Gambar 5.7. Frekuensi trend Inovatif (ITA)

Tabel 5.3. Hasil Metode ITA

Code	Trend Slope	CL at 95%	Code	Trend Slope	CL at 95%	Code	Trend Slope	CL at 95%
St.1	-0.401*	± 0.089	St.21	2.306*	± 0.735	St.41	0.235	± 0.283
St.2	-0.764*	± 0.737	St.22	-3.256*	± 0.420	St.42	0.824*	± 0.185
St.3	-0.782*	± 0.311	St.23	1.867*	± 0.518	St.43	0.435*	± 0.396
St.4	0.453*	± 0.211	St.24	0.190	± 0.316	St.44	-3.131*	± 0.655
St.5	-1.017*	± 0.172	St.25	0.211*	± 0.104	St.45	0.606*	± 0.137
St.6	-0.813*	± 0.145	St.26	-0.138*	± 0.114	St.46	-0.585*	± 0.166
St.7	1.734*	± 0.377	St.27	-1.664*	± 0.589	St.47	-0.699*	± 0.244
St.8	0.260*	± 0.176	St.28	1.916*	± 0.424	St.48	-0.461*	± 0.321
St.9	-0.163	± 0.196	St.29	-1.242*	± 0.435	St.49	-1.307*	± 0.409
St.10	-0.556*	± 0.079	St.30	0.017	± 0.442	St.50	-1.193*	± 0.375
St.11	-0.491*	± 0.342	St.31	-0.127	± 0.149	St.51	-1.641*	± 0.454
St.12	-0.031	± 0.097	St.32	1.222*	± 0.250	St.52	-1.713*	± 0.230
St.13	-0.080	± 0.271	St.33	-1.284*	± 0.246	St.53	-2.688*	± 0.354
St.14	-0.926*	± 0.287	St.34	-0.858*	± 0.252	St.54	-2.125*	± 0.451
St.15	0.090	± 0.365	St.35	0.408*	± 0.176	St.55	-0.003	± 0.178
St.16	0.677*	± 0.245	St.36	2.287*	± 0.361	St.56	5.619*	± 1.826
St.17	-0.434*	± 0.331	St.37	-0.941*	± 0.386	St.57	-0.889*	± 0.075
St.18	-0.077	± 0.243	St.38	1.049*	± 0.188	St.58	2.692*	± 1.284
St.19	-0.704*	± 0.364	St.39	2.994*	± 0.368			
St.20	0.008	± 0.242	St.40	3.883*	± 0.284			

CL: Confidence Limit

* indicates significant at the 5 % level.

Tabel 5.4. Hasil estimasi titik perubahan dan tingkat kepercayaan

Station name	Change Point Year	Confidence Level (%)	Station name	Change Point Year	Confidence Level (%)
Panyalingan	1995	79.283	Paku	2008	85.235
Maroangin	2000	74.134	Sungguminasa	1996	99.556**
Paotere	2007	97.931**	Palleko	2012	74.552
Ujung Pandang	2003	90.368*	Campagaya	2016	99.482**

* and ** indicate the significance change point at the 90% and 95% confidence levels, respectively.

Berdasarkan Tabel 5.4 diperoleh bahwa titik perubahan yang signifikan terjadi pada tahun 2003 dan 2007 di kota Makassar, tahun 1996 di Sungguminasa Gowa, dan tahun 2016 di Campagaya Takalar. Titik perubahan ini maksudnya adalah bahwa pada tahun tersebut terjadi perubahan nilai rata-rata curah hujan harian maksimum.

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

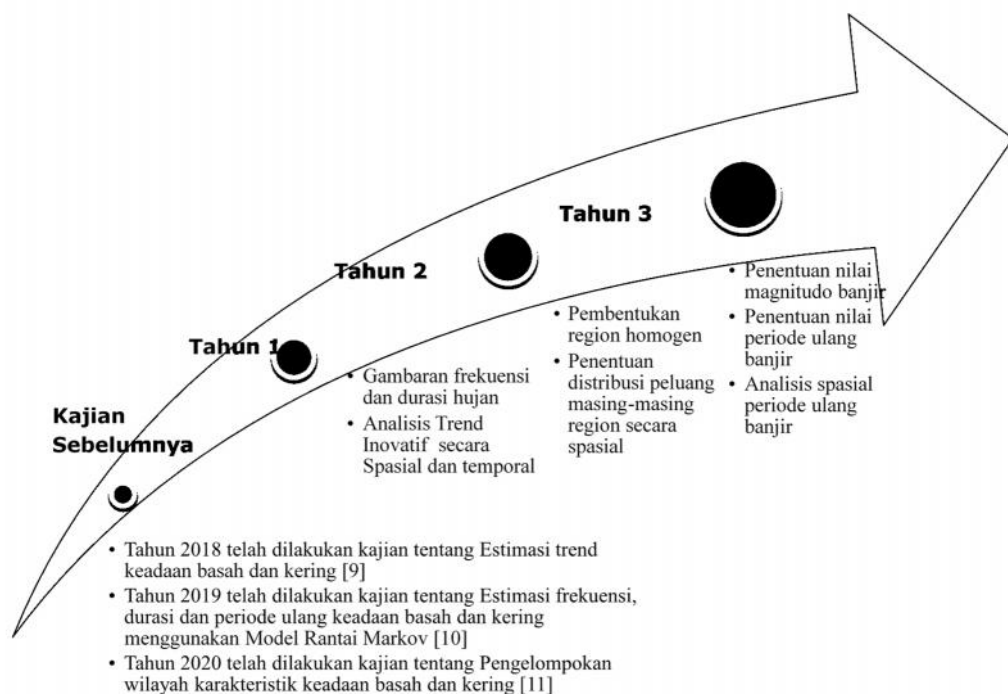
Penelitian tahun ini merupakan penelitian tahun pertama, sehingga rencana tahun selanjutnya adalah

Tahun Kedua

1. untuk memperoleh region homogen,
2. untuk memperoleh distribusi peluang yang sesuai untuk setiap region homogen,
3. untuk memperoleh peta spasial region yang homogen.

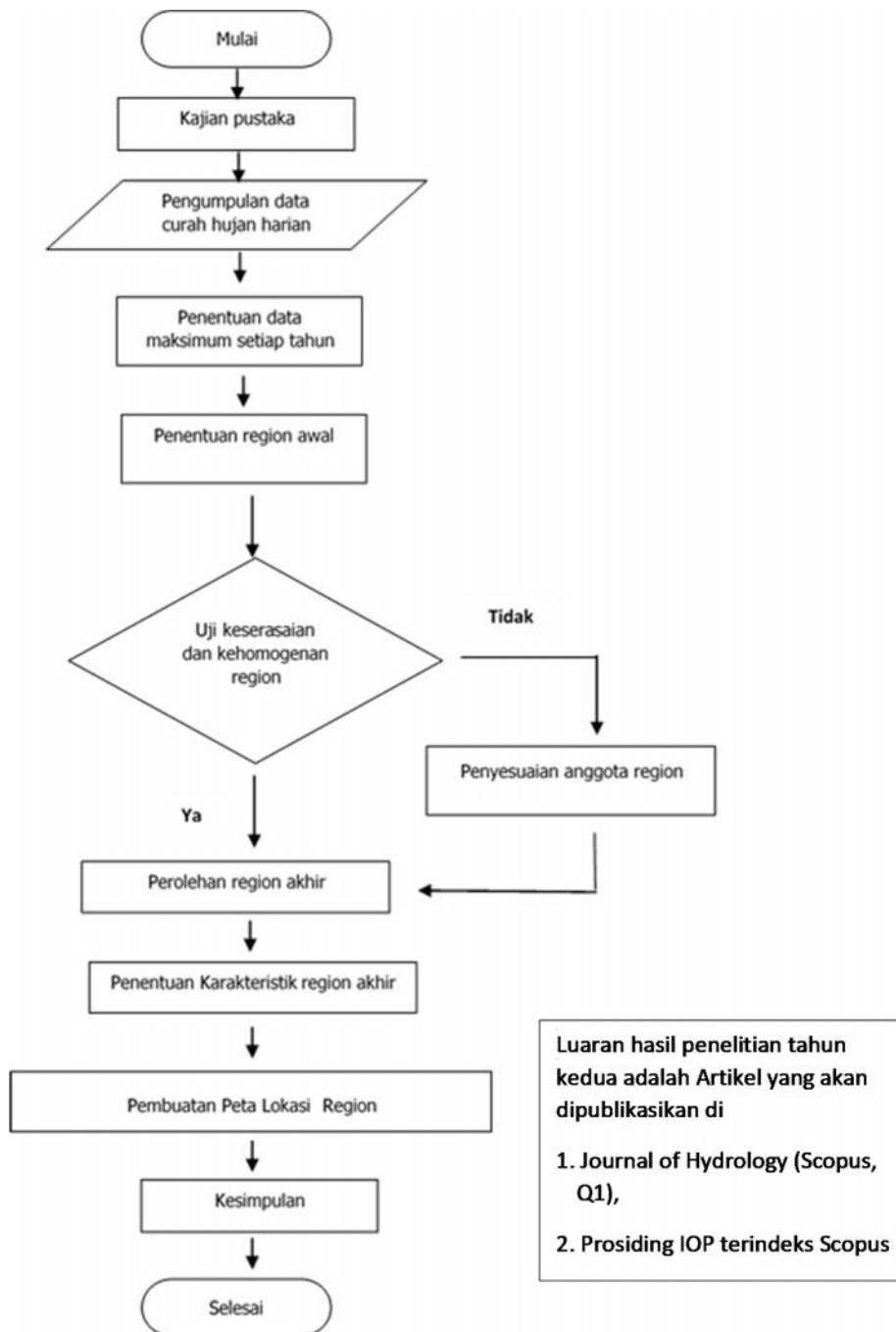
Tahun Ketiga

1. untuk memperoleh magnitudo banjir setiap region,
2. untuk mengetahui region yang sering mengalami kejadian banjir
3. untuk memperoleh peta spasial region yang rawan banjir di Sulawesi Selatan

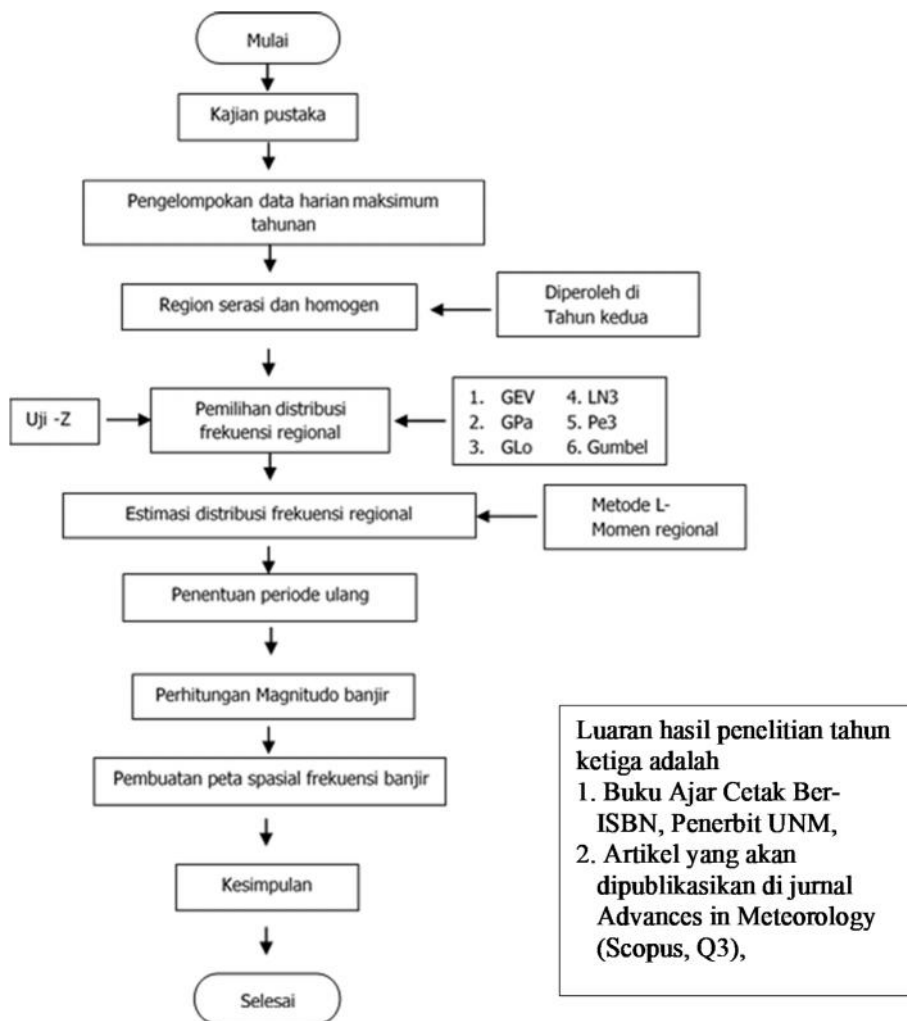


Gambar 6.1. Peta jalan rencana kegiatan penelitian tahun ke-2 dan ke-3

Secara garis besar, prosedur penelitian yang akan dilaksanakan pada tahun ke-2 dan tahun ke-3 diberikan pada Gambar 6.2-6.3.



Gambar 6.2. Diagram alir kegiatan penelitian tahun kedua (tahun 2023)



Gambar 6.3. Diagram alir kegiatan penelitian tahun ketiga (tahun 2024)

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Hasil penelitian ini memperoleh gambaran bahwa di wilayah kabupaten Toraja Utara, Pinrang, dan Luwu Utara, lebih sering mengalami hujan, yaitu lebih dari 7 bulan selama setahun. Sementara kabupaten Jeneponto dan Bulukumbu mengalami hujan hanya sekitar 3 bulan. Wilayah lainnya sekitar 5-6 bulan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pada umumnya durasi hujan di provinsi Sulawesi Selatan berkisar 6 – 9 sehari.
2. Analisis trend inovatif ITA lebih sensitif dalam mendeteksi keberadaan trend yang signifikan dibanding dengan metode Mann-Kendall.
3. Berdasarkan hasil analisis trend diperoleh bahwa bagian tengah dan barat Sulawesi Selatan didominasi oleh trend positif, sementara bagian utara dan selatan didominasi oleh trend negatif. Trend positif berarti bahwa dari tahun ke tahun akan terjadi peningkatan jumlah curah hujan harian.
4. Perubahan nilai rata-rata curah hujan harian maksimum yang signifikan terjadi pada tahun 2003 dan 2007 di kota Makassar, tahun 1996 di Sungguminasa Gowa, dan tahun 2016 di Campagaya Takalar.

B. SARAN

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan indikator lain untuk melihat trend curah hujan di provinsi Sulawesi Selatan, seperti frekuensi dan durasi hujan harian. Selain itu, disarankan juga untuk mempertimbangkan kemungkinan terjadinya lebih dari satu titik perubahan dalam runtun waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Triatmodjo, B. 2009. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
2. Jamaluddin, S., Deni, S.M., Wan Zin, W.Z. & Jemain, A.A., 2010. Spatial patterns and trends of daily rainfall regime in Peninsular Malaysia during the southwest and northeast monsoon seasons: 1975-2004. *Meteorological Atmospheric Physics* 110: 1-18.
3. Ay, M. 2020. Trend and homogeneity analysis in temperature and rainfall series in western Black Sea region, Turkey. *Theor Appl Climatol* 139:837–848. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03066-6>.
4. Alam, F., Salam, M., Khalil, N.A. et al. 2021. Rainfall trend analysis and weather forecast accuracy in selected parts of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *SN Appl. Sci.* 3, 575. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04457-z>.
5. Gedefaw, M., Yan, D., Wang, H., Qin, T., Girma, A., Abiyu, A., Batsuren, D. 2018. Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall variability in Amhara Regional State, Ethiopia. *Atmosphere*, 9, 326, 1-10.
6. Caloiero, T., Coscarelli, R., Ferrari, E. 2018. Application of the innovative trend analysis method for the trend analysis of rainfall anomalies in southern Italy. *Water Resour. Manag.* 32(15), 4971-4983.
7. Wang, Y., Xu, Y., Tabari, H., Wang, J., Wang, Q., Song, S., Hu, Z. 2020. Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall in the Yangtze River Delta, eastern China. *Atmospheric Research*, 231, 104637, 1-14.
8. Dabanli, I., en, Z. 2018. Classical and innovative- en trend assessment under climate change perspective. *Int J Glob Warm* 15:19–37. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2018.091951>
9. Sanusi, W., Sudarmin, dan Sidjara, S. 2018. Pemodelan Karakteristik Kondisi Basah dan Kering Berbasis Indeks Presipitasi Terstandarisasi sebagai Langkah Peringatan Dini Peristiwa Hujan Ekstrim. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNM.
10. Sanusi, W., Sudarmin, dan Sidjara, S. 2019. Pemodelan Karakteristik Kondisi Basah dan Kering Berbasis Indeks Presipitasi Terstandarisasi sebagai Langkah Peringatan Dini Peristiwa Hujan Ekstrim. Laporan Penelitian. Lembaga

Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNM.

11. Sanusi, W., Sudarmin, dan Sidjara, S. 2020. Pemodelan Karakteristik Kondisi Basah dan Kering Berbasis Indeks Presipitasi Terstandarisasi sebagai Langkah Peringatan Dini Peristiwa Hujan Ekstrim. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNM.

LAMPIRAN**SUSUNAN ORGANISASI**

No	Nama	Uraian Tugas
1.	Dr. Wahidah Sanusi, S.Si, M.Si. (Ketua Peneliti)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan referensi penelitian 2. Mendesain penelitian 3. Menyusun algoritma program autokorelasi dan Pra-Pemutihan 4. Mensimulasikan dan menganalisis hasil pemrograman autokorelasi dan Pra-Pemutihan 5. Mengevaluasi hasil penelitian 6. Menyusun artikel ilmiah 7. Menyusun laporan penelitian
2.	Sudarmin, S.Si., M.Si. (Anggota Peneliti 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendesain penelitian 2. Menyusun algoritma trend Mann-Kendall, Sen-Theil dan trend inovatif. 3. Mensimulasikan dan menganalisis hasil pemrograman trend Mann-Kendall, Sen-Theil dan trend inovatif 4. Menyusun artikel ilmiah
3.	Sahlan Sidjara, S.Si., M.Si. (Anggota Peneliti 2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan referensi penelitian 2. Mengumpulkan dan mengelola data 3. Mendesain peta spasial 4. Mendesain poster 5. Menyusun laporan penelitian
4.	Amalia Febriani (Mahasiswa) NIM: 1811142005	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan dan menginput data

Prodi: Matematika FMIPA UNM	2. Mengadministrasikan data dan hasil penelitian 3. Membuat Grafik hasil analisis trend
5. Akbar Syahputra (Mahasiswa) NIM: 1917142019 Prodi: Statistika FMIPA UNM	1. Mengumpulkan dan mengelola data 2. Membuat peta spasial hasil analisis trend 3. Mendesain poster



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Menara Pinisi Lantai 10 Jalan Andi Pangeran Pettarani Makassar

Telpon (0411) 865677, Fax(0411) 861377 Kode Pos 90222

Laman: www.unm.ac.id e-mail : lppm@unm.ac.id & lemlitunm@yahoo.co.id

Nomor : 2565/UN36.11/LP2M/2022
Lampiran : Satu berkas
Perihal : Izin Penelitian

07 Juni 2022

Yth. Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu
Provinsi Sulawesi Selatan
di
Tempat

Dalam rangka Pelaksanaan Program Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian, Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (DRTPM KEMDIKBUDRISTEK) Tahun Anggaran 2022 pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Makassar, dengan hormat disampaikan bahwa ketua peneliti yang tersebut dibawah ini:

Nama : Dr. Wahidah Sanusi S.Si, M.Si
NIP : 197004091997022001
Fakultas : FMIPA UNM

Akan melakukan penelitian dengan judul:

“Analisis Spasial dan Temporal Frekuensi Hujan Ekstrim Di Provinsi Sulawesi Selatan Sebagai Upaya Peringatan Dini Bencana Hidrometeorologi”

Skema Penelitian : Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi T.A. 2022
Lokasi Penelitian : Sulawesi Selatan
Anggota Tim Peneliti : Sudarmin, S.Si, M.Si & Sahlan Sidjara, S.Si, M.Si

Pelaksanaannya direncanakan sampai dengan Bulan November 2022

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, dimohon kiranya yang bersangkutan dapat diberikan izin penelitian.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih

Ketua,

Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU.
NIP. 19611016 198803 1 006

Tembusan
- Rektor UNM (sebagai laporan)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Menara Pinisi Lantai 10 Jalan Andi Pangeran Pettarani Makassar
Telpon (0411) 865677, Fax(0411) 861377 Kode Pos 90222
Laman: www.unm.ac.id e-mail: lppm@unm.ac.id & lemlitunm@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN
Nomor:4157/UN36.11/LP2M/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T.
NIP : 19611016198803 1 006
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNM

Dengan ini menerangkan bahwa,

Nama : Dr. Wahidah Sanusi S.Si, M.Si
NIP : 197004091997022001
Fakultas : FMIPA UNM

Telah melaksanakan penelitian dengan judul:

“Analisis Spasial dan Temporal Frekuensi Hujan Ekstrim Di Provinsi Sulawesi Selatan Sebagai Upaya Peringatan Dini Bencana Hidrometeorologi”

Penelitian ini dilaksanakan sampai bulan November 2022

Skema Penelitian: Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi T.A. 2022

Anggota Peneliti : Sudarmin, S.Si, M.Si & Sahlan Sidjara, S.Si, M.Si

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 30 November 2022
Ketua

Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU.
NIP 19611016198803 1 006



**KONTRAK PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2022**

ANTARA

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**

DENGAN

**KETUA TIM PELAKSANA PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**

Nomor: 2392/UN36.11/LP2M/2022

Pada hari ini Senin tanggal Tiga puluh bulan Mei tahun Dua ribu dua puluh dua, kami yang bertandatangan dibawah ini:

1. Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M), Universitas Negeri Makassar, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Makassar, yang berkedudukan di Jl. Andi Pangerang Pettarani Makassar, untuk selanjutnya disebut PIHAK KESATU;
2. Dr. Wahidah Sanusi S.Si, M.Si : Dosen FMIPA Universitas Negeri Makassar, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama peneliti dan Ketua Tim Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2022 untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA, secara bersama-sama selanjutnya disebut PARA PIHAK. PARA PIHAK sepakat mengikatkan diri dalam Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 yang selanjutnya disebut Kontrak Penelitian, dengan ketentuan dan syarat sebagai berikut:

**PASAL 1
RUANG LINGKUP PENELITIAN**

PIHAK KESATU memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan tersebut dari PIHAK KESATU, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 Skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi dengan judul:

"Analisis Spasial dan Temporal Frekuensi Hujan Ekstrim Di Provinsi Sulawesi Selatan Sebagai Upaya Peringatan Dini Bencana Hidrometeorologi".

PASAL 2
SUMBER DANA PENELITIAN

PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak penelitian yang bersumber pada DIPA Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Disrektorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Roset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Tahun Anggaran 2022, Nomor SP DIPA-Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2022 revisi ke-02 tanggal 22 April 2022

PASAL 3
NILAI KONTRAK PENELITIAN

- (1) PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak Penelitian dengan nilai kontrak sebesar **Rp.113.600.000 (Seratus tiga belas juta enam ratus ribu rupiah)** yang di dalam nilai kontrak tersebut sudah termasuk seluruh biaya pajak sesuai peraturan perundang-undangan;
- (2) Pendanaan pelaksanaan program penelitian dengan nilai kontrak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan kepada PIHAK KEDUA ke rekening sebagai berikut:
 - Nama penerima pada rekening : WAHIDAH SANUSI
 - Nomor Rekening : ██████████
 - Nama Bank : Bank BNI
- (3) PIHAK KESATU tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana, yang disebabkan oleh kesalahan PIHAK KEDUA dalam menyampaikan informasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2);

PASAL 4
NILAI DAN TAHAPAN PEMBAYARAN

- (1) Dana pelaksanaan penelitian sebagaimana nilai kontrak yang dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) dibayarkan oleh PIHAK KESATU kepada PIHAK KEDUA secara bertahap kepada rekening peneliti melalui mekanisme transfer, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran **tahap pertama (70%)** sebesar **Rp.79.520.000 (Tujuh puluh sembilan juta lima ratus dua puluh ribu rupiah)** setelah PIHAK KEDUA menandatangani kontrak;
 - b. Pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a, akan dibayarkan dengan ketentuan apabila revisi proposal penelitian dan surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian telah diunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM;
 - c. Pembayaran **tahap kedua (30%)** sebesar **Rp.34.080.000 (Tiga puluh empat juta delapan puluh ribu rupiah)** dibayarkan setelah pelaksana peneliti mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat tanggal 16 Agustus 2022; dan
 - d. Apabila pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a cair setelah tanggal 9 Agustus 2022, pelaksana penelitian mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana cair.
- (2) Keberlanjutan pendanaan penelitian lanjutan untuk tahun anggaran berikutnya diberikan berdasarkan hasil penilaian atas capaian penelitian tahun sebelumnya yang dilakukan oleh Komite Penilaian Keluaran Penelitian dan/atau *Reviewer* Keluaran Penelitian.
- (3) PIHAK KEDUA harus menyampaikan surat pernyataan telah menyelesaikan seluruh pekerjaan yang dibuktikan dengan pengunggahan pada laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat tanggal 20 November 2022 dengan melampirkan dokumen sebagai berikut:
 - a. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB); dan
 - b. Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian
- (4) Khusus untuk dana pembayaran 30% yang baru cair setelah tanggal 13 November 2022, PIHAK KEDUA mengunggah dokumen sebagaimana dimaksud pada ayat (3) paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana dicairkan.

PASAL 5
JANGKA WAKTU PENYELESAIAN

Jangka waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak tanggal 10 Mei hingga 20 Nov 2022.

PASAL 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

- (1) Hak dan Kewajiban PIHAK KESATU:
- a. PIHAK KESATU mempunyai hak menerima dokumen hasil unggahan di laman yang ditentukan oleh DRPTM sebagai berikut:
 - a) revisi proposal penelitian,
 - b) surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian
 - c) catatan harian pelaksanaan penelitian,
 - d) laporan kemajuan pelaksanaan penelitian,
 - e) Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan,
 - f) laporan akhir Penelitian,(dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian), dan
 - g) luaran Penelitian
 - b. PIHAK KESATU berhak untuk mendapatkan dari PIHAK KEDUA laporan kemajuan, laporan akhir, SPTB, luaran wajib, dan luaran tambahan penelitian;
 - c. PIHAK KESATU mempunyai berkewajiban:
 - a) memberikan pendanaan penelitian kepada PIHAK KEDUA;
 - b) melakukan pemantauan dan evaluasi;
 - c) melakukan penilaian luaran penelitian; dan
 - d) melakukan validasi luaran tambahan.
- (2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
- a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK KESATU dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1);
 - b. PIHAK KEDUA berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - c. PIHAK KEDUA berkewajiban mengunggah revisi proposal penelitian, surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian, catatan harian pelaksanaan penelitian, laporan kemajuan pelaksanaan penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB), Laporan Akhir Penelitian, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Penelitian yang telah dilaksanakan ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat 20 November tiap tahun Anggaran berjalan;
 - d. PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan, Laporan Akhir Penelitian (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian), Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Penelitian kepada PIHAK KESATU, paling lambat 20 November tiap tahun Anggaran berjalan sebanyak 2 (dua) eksemplar ke LP2M UNM.

PASAL 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir/hasil Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2d) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Bentuk/ukuran kertas A4 ditulis dalam format *font Times New Romans* Ukuran 12 *Spasi* 1,5;
- b. Warna sampul muka Merah
- c. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh :

Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian

Tahun Anggaran 2022

Nomor: 122/E5/PG.02.00.PT/2022

PASAL 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK KESATU dalam rangka pemantauan dan evaluasi akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

PASAL 9
TARGET LUARAN

- (1) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian sebagaimana yang dijanjikan dalam proposal penelitian yang diunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM
- (2) PIHAK KEDUA diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian bagi yang mendapatkan dana tambahan
- (3) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk melaporkan dan mengunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) kepada PIHAK KESATU.

PASAL 10
PENILAIAN LUARAN

- (1) Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- (2) Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai/tdk valid maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

PASAL 11
PENGGANTIAN KEANGGOTAAN

- (1) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (2) Apabila ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti ketua tim pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (3) Dalam hal tidak terdapat pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat dan ketentuan dalam panduan penelitian, maka penelitian dibatalkan dan dana dikembalikan ke Kas Negara.

PASAL 12
PAJAK

Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan

PASAL 13
KEKAYAAN INTELEKTUAL

- (1) Hak kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan

Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sebagai pemberi dana

- (3) Pencantuman nama sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

PASAL 14 INTEGRITAS AKADEMIK

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan.
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian

PASAL 15 KEADAAN KAHAR

- (1) Apabila terjadi keadaan kahar (*force majeure*) suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak PARA PIHAK dalam kontrak, dan tidak dapat diperkirakan sebelumnya, sehingga kewajiban yang ditentukan dalam kontrak menjadi tidak dapat dipenuhi, maka PARA PIHAK sepakat tidak akan saling menuntut pelaksanaan pemenuhan ketentuan dalam Kontrak Penelitian ini.
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Kontrak Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blockade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan Kontrak Penelitian ini.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan PARA PIHAK dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

PASAL 16 PENYELESAIAN PERSELISIHAN

- (1) Dalam hal terjadi perselisihan atau perbedaan penafsiran terkait Kontrak Penelitian ini, PARA PIHAK sepakat untuk menyelesaikannya secara musyawarah dan mufakat.
- (2) Dalam hal tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri.

PASAL 17 AMANDEMEN KONTRAK

Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam Kontrak Penelitian ini, maka akan dilakukan Amandemen Kontrak Penelitian

PASAL 18 SANKSI

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, PIHAK KEDUA tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2), maka PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif;
- (2) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul proposal yang diajukan pada program penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran/itikad buruk yang tidak sesuai dengan

7

kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif.

- (3) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) dapat berupa penghentian pembayaran dan/atau Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

PASAL 19
LAIN-LAIN

- (1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikuti sertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

PASAL 20
PENUTUP


Kontrak Penelitian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK dalam rangkap 3 (tiga) asli bermeterai cukup yang biayanya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, untuk tiap-tiap PIHAK dan memiliki kekuatan hukum yang sama

PIHAK KESATU

PIHAK KEDUA



Prof. Dr. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU
NIP: 196110161988031006



Dr. Wahidah Sanusi S.Si, M.Si
NIP: 197004091997022001