



SEMINAR NASIONAL
METODE KUANTITATIF II
2018

PROSIDING

**SEMINAR
NASIONAL**

**METODE KUANTITATIF II
2018**

**PENGGUNAAN MATEMATIKA, STATISTIKA
DAN KOMPUTER DALAM BERBAGAI DISIPLIN ILMU
UNTUK MEWUJUDKAN DAYA SAING BANGSA**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
METODE KUANTITATIF II 2018
(SNMK II 2018)**

“Penggunaan matematika, statistika, dan komputer dalam berbagai disiplin ilmu untuk meningkatkan daya saing bangsa dalam bidang sains dan teknologi”

Bandar Lampung, 19-20 November 2018

**Penerbit
Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**

Steering Committee

Prof. Dr. Hasriadi Mat Akin, M.P, *Universitas Lampung* (Rektor Unila)
Prof. Dr. Bujang Rahman, *Universitas Lampung*
Prof. Dr. Ir. Kamal, M.Sc, *Universitas Lampung*
Ir. Warsono, M.Sc., Ph.D, *Universitas Lampung*
Dr. Hartoyo, M.Si, *Universitas Lampung*
Prof. Warsito, S.Si., DEA, Ph.D, *Universitas Lampung* (Dekan FMIPA Unila)
Prof. Dr. Sutopo Hadi, S.Si., M.Sc, *Universitas Lampung*
Dian Kurniasari S.Si., M.Sc, *Universitas Lampung*
Drs. Suratman Umar, M.Sc., *Universitas Lampung*
Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D, *Universitas Lampung*

Reviewer

Prof. Drs. Mustofa , M.A., Ph.D
Drs. Suharsono, M.Sc., Ph.D
Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si
Dr. Ir. Netti Herawati, M.Sc

Editor

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D
Dr. Muslim Ansori, S.Si., M.Si
Dr. Ir. Netti Herawati, M.Sc

Managing Editor

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
Azwar Rizaldy
Gesang Subarkah
Evrilia Rahmawati

Penerbit :

Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

Redaksi

Jurusan Matematika FMIPA Unila
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No 1
Bandar Lampung 35145
Telp/Faks. 0721-704625
Email : snmk.matematika@gmail.com
Cetakan pertama, Februari 2019
Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin
tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim

Assalaamu 'alaykum warohmatulloohi wabarokaatuh

Puji syukur alhamdulillah kami haturkan kepada Alloh s.w.t., karena berkat kuasa dan pertolongan-Nya acara Seminar Nasional Metode Kuantitatif (SNMK) II Tahun 2018 ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses. SNMK II 2018 ini terselenggara atas kerja sama Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung dan Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung. Penyelenggaraan SNMK II 2018 merupakan tindak lanjut dari kesuksesan SNMK pertama pada tahun 2017 lalu. Adapun tema yang diusung adalah “Penggunaan Matematika, Statistika dan Komputer dalam berbagai disiplin ilmu untuk mewujudkan daya saing bangsa”.

SNMK II 2018 diikuti oleh peserta dari berbagai institusi di Indonesia diantaranya Badan Pusat Statistik, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Universitas Lambung Mangkurat, Badan Meteorologi dan Geofisika, Universitas Teknokrat Indonesia, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Universitas Lampung dan lain-lain. Dengan berkumpulnya para peneliti, baik itu dosen maupun mahasiswa, dari berbagai institusi dan disiplin ilmu yang berbeda untuk berbagi pengalaman dan hasil penelitian pada kegiatan SNMK II ini diharapkan semakin memperluas wawasan keilmuan dan jaringan kerja sama di antara sesama peserta atau institusi. Lebih jauh lagi tentunya memberikan dampak positif pada peningkatan kualitas iklim akademik khususnya di Unila.

Selanjutnya kami haturkan terima kasih dan selamat kepada para penulis yang telah berkontribusi pada terbitnya prosiding SNMK II 2018. Mudah-mudahan artikel yang diterbitkan pada prosiding ini dapat memberikan inspirasi dan gagasan pada para pembaca untuk mengembangkan penelitiannya sehingga dapat menghasilkan publikasi yang lebih berkualitas.

Atas nama panitia, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Rektor Unila, Ketua LPPM Unila dan Dekan FMIPA Unila serta Ketua Jurusan Matematika FMIPA Unila yang telah mendukung penuh sehingga penyelenggaraan SNMK II 2018 hingga terbitnya prosiding ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses. Khususnya kepada seluruh panitia, terima kasih tak terhingga atas segala usaha dan kerja kerasnya demi kesuksesan acara dan terbitnya prosiding ini. Semoga Alloh s.w.t. membalasnya dengan kebaikan yang berlipat ganda. Tak lupa, mohon maaf apabila ada layanan, tingkah laku atau tutur kata dari kami yang kurang berkenan.

Bandar Lampung, 19 November 2018

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
Ketua

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | ii |
| Aliran MHD Fluida Nano Melewati Bola Bermagnet Dengan Pengaruh Konveksi Campuran oleh <i>Basuki Widodo</i> | 1 |
| Inferensi Regresi Semiparametrik Untuk Data Hilang Menggunakan Metode <i>Likelihood</i> Empiris Dan Simulasinya Menggunakan R oleh <i>Yuana Sukmawaty</i> , dan <i>Nur Salam</i> | 9 |
| Penentuan Struktur Dan Kadar Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal (<i>Gliricidia Maculata</i>) Kultivar Lampung Barat Sebagai Insektisida Nabati Pada Kutu Putih Tanaman Kopi (<i>Planococcus Citri</i> , Hemiptera: Pseudococcidae) oleh <i>Hona Anjelina Putri</i> , dan <i>Nismah Nukmal</i> | 17 |
| Solusi Analitik Persamaan Laplace Pada Suatu Cakram oleh <i>Yulia Novita</i> , <i>Suharsono S.</i> , <i>Agus Sutrisno</i> , dan <i>Dorrah Azis</i> | 25 |
| Kajian <i>Best-Fit</i> Distribusi Probabilitas Untuk Curah Hujan Harian Dan Aplikasinya Dalam Mitigasi Hujan Ekstrim Di Pulau Sumatera oleh <i>Achmad Raflie Pahlevi</i> , dan <i>Warsono</i> | 28 |
| Kuantifikasi Dan Penentuan Struktur Senyawa Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal (<i>Gliricidia Maculata</i>) Kultivar Pringsewu Dan Uji Toksisitas Terhadap Kutu Putih Sirsak (<i>Pseudococcus Cryptus</i> , Hemiptera: Pseudococcidae) oleh <i>Yayang Anas Persada</i> , dan <i>Nismah Nukma</i> | 39 |
| Barisan Bilangan Fibonacci <i>N</i> -Bebas oleh <i>Irmawati</i> , <i>Amanto</i> , <i>Agus Sutrisno</i> , dan <i>Muslim Ansori</i> | 49 |
| Metode Estimasi <i>Diagonal Weighted Least Square</i> (DWLS) Untuk Berbagai Ukuran Sampel (Studi Kasus Kualitas Pelayanan Perpustakaan Unila) oleh <i>Eri Setiawan</i> , <i>Nurkholifa Sholihat</i> , dan <i>Netti Herawati</i> | 53 |
| <i>Singgah Pai</i> : Aplikasi Android Untuk Melestarikan Budaya Lampung oleh <i>Putri Sukma Dewi</i> , <i>Refiesta Ratu Anderha</i> , <i>Lily Parnabhakti</i> , dan <i>Yolanda Dwi Prastika</i> | 62 |
| Metode Estimasi <i>Weighted Least Square</i> (WLS) Untuk Berbagai Ukuran Sampel (Studi Kasus Kualitas Pelayanan Perpustakaan Unila) oleh <i>Eri Setiawan</i> , <i>Wardhani Utami Dewi</i> , dan <i>Rudi Ruswandi</i> | 68 |
| Perbandingan Metode Solusi Awal Layak Pada Data Biaya Pengiriman Beras Perum Bulog Divre Lampung oleh <i>Dwi Wahyu Lestari</i> , dan <i>Dian Kurniasari</i> | 77 |

| | |
|---|-----|
| Segmentasi Kabupaten/ Kota Berdasarkan Karakteristik Penduduk Lanjut Usia Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017 oleh <i>Agustina Riyanti, dan Tri Rena Maya Sari</i> | 86 |
| Penerapan Metode <i>Autoregressive Distributed Lag (Ardl)</i> Dalam Memodelkan Persentase Penduduk Miskin Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di Provinsi Lampung Periode 2011-2017 oleh <i>Moni Dwi Fenski, Nusyirwan, dan Agus Sutrisno</i> | 95 |
| Simulasi Pemodelan Klaim Agregasi Dengan Jumlah Klaim Berdistribusi Poisson Dan Besar Klaim Berdistribusi Rayleigh oleh <i>Rudi Ruswandi, Ira Syavitri, dan Subian Saidi</i> | 105 |
| Karakteristik Fungsi Phi (\emptyset) Euler oleh <i>Rini Karina Agustini, Suharsono S., Wamiliana, dan Notiragayu</i> | 110 |
| Pemodelan Matematika Dan Analisis Kestabilan Pada Penyebaran Penyakit Campak Dengan Pengaruh Vaksinasi oleh <i>Farida, Agus Sutrisno, Dorrah Aziz, dan Tiryono Ruby</i> | 114 |
| Evaluasi Nilai UN Sma/Ma IPA Provinsi Lampung Dengan Graf <i>Maximum Spanning Tree</i> oleh <i>Sugama Maskar, Refiesta Ratu Anderha, dan Andriyanto</i> | 123 |
| Penentuan Rute Terpendek Pada Optimalisasi Jalur Tol Trans Jawa Dengan Menerapkan Algoritma <i>Floyd-Warshall</i> oleh <i>Maharani Damayanti, Notiragayu, dan La Zakaria</i> | 131 |
| Banyaknya Graf Terhubung Berlabel Titik Berorde Lima Dengan Garis Paralel Atau <i>Loop</i> Maksimal Dua Serta Garis Non Paralel Maksimal Enam oleh <i>Dracjat Indrawan, Wamiliana, Asmiati, dan Amanto</i> | 139 |
| Solusi Eksak Klasik Persamaan Tricomi oleh <i>Aura Purwaningrum, Suharsono S., Tiryono Ruby, dan Agus Sutrisno</i> | 144 |
| Penentuan Banyaknya Graf Terhubung Berlabel Titik Berorde Empat oleh <i>Lucia Dessie Natasha, Wamiliana, Aang Nuryaman, dan Amanto</i> | 148 |
| Beberapa Penggunaan Rantai Markov Pada Saat Kondisi Stabil (Steady State) oleh <i>Dimas Rahmat Saputra, Dian Kurnia Sari, dan Wamiliana</i> | 157 |
| Ruang Barisan Selisih $L_{3/2}(\Delta_2)$ oleh <i>Aulia Rahman, Muslim Anshori, dan Dorrah Aziz</i> | 163 |
| Solusi Analitik Untuk Sistem KDV Homogen Dengan Metode Analisis Homotopi (HAM) oleh <i>Anita Rahmasari, Suharsono S., dan Asmiati</i> | 171 |
| Alokasi Dana Dari Premi Asuransi Jiwa Syariah Menggunakan Metode Dwiguna oleh <i>Rudi Ruswandi, Arum Mardiyah Nurvitasari, dan La Zakaria</i> | 178 |

| | |
|---|-----|
| Analisis Biplot dalam pengelompokan Persepsi antaretnik di Bakauheni Lampung Selatan oleh <i>Karomani dan Nusyirwan</i> | 184 |
| Perbandingan <i>MVE-BOOTSTRAP</i> dan <i>MCD-BOOTSTRAP</i> dalam Analisis Regresi Linear Berganda pada Data Berukuran Kecil yang Mengandung Pencilan oleh <i>Ario Pandu, dan Khoirin Nisa</i> | 192 |
| Analisis Uji Keandalan Dua Populasi Dengan Data Tersensor oleh <i>A.S Awalluddin</i> | 202 |
| Iteraksi Inflasi dan Jumlah Uang Beredar di Indonesia dengan Model Bivariate Vector Autoregressive oleh <i>K. Nurika Damayanti</i> | 211 |
| Pengelompokan Kabupaten/ Kota Berdasarkan Indikator Pembangunan Daerah Provinsi Lampung Tahun 2017 oleh <i>Abdul Kadir</i> | 222 |
| Penggunaan Teori Antrian <i>Multi-Server</i> Dengan Distribusi Erlang oleh <i>Muhammad Taufik Rizal , Widiarti, Wamiliana, dan Rudi Ruswandi</i> | 228 |
| Aplikasi <i>Multiple Classification Analysis</i> (MCA) Dalam Analisis Pengaruh Variabel Sosial Ekonomi dan Demograf Terhadap Lama Sekolah Provinsi Lampung Tahun 2017 oleh <i>Desliyani Tri Wandita</i> | 237 |
| Keanekaragaman Arthropoda Tanah Pada Dua Tipe Pengelolaan Lahan Kopi (<i>Coffea</i> spp.) di Kecamatan Gedung Surian Kabupaten Lampung Barat oleh <i>Siti Ardiyanti, Suratman Umar, Nismah Nukmal, dan M. Kanedi</i> | 244 |
| Perbandingan <i>Mean Squared Error</i> (MSE) Metode <i>Jackknife</i> dan <i>Bootstrap</i> Pada Pendugaan Area Kecil Model Logit-Binomial oleh <i>Shindy Dwiyanti, Widiarti, dan Khoirin Nisa</i> | 252 |
| Aplikasi Distribusi Statistik dalam Memonitor Kualitas Udara di Bukit Kotatabang oleh <i>Raeni Chindi Defi Ocvilia, Achmad Raflie Pahlevi, Warsono, dan Mareta Asnia</i> | 256 |
| Klustering Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2017 oleh <i>Tri Rena Mayasari</i> | 263 |
| Konstruksi Model Aljabar Max-Plus Interval Atas Struktur Hirarkis Jalur Kereta Api Semi-Double Track oleh <i>Tri Utomo ,dan Eristia Arfi</i> | 271 |

KAJIAN *BEST-FIT* DISTRIBUSI PROBABILITAS UNTUK CURAH HUJAN HARIAN DAN APLIKASINYA DALAM MITIGASI HUJAN EKSTRIM DI PULAU SUMATERA

Achmad Raffie Pahlevi¹, Warsono²

Jurusan Matematika Universitas Lampung, Bandar Lampung^{1,2}
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika¹
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Lampung²
Penulis Korespondensi : achmad.raffie@bmkg.go.id¹

Abstrak

Kejadian hujan ekstrim, sebagai salah satu dari kejadian cuaca ekstrim dalam hidrometeorologi yang paling sering terjadi, sehingga mendapatkan perhatian yang lebih karena dampaknya yang besar pada perekonomian dan kehidupan manusia. Kajian distribusi probabilitas menjadi penting dalam menentukan model yang paling sesuai dalam mengantisipasi kejadian ekstrim dari fenomena alam, seperti hujan ekstrim dan banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan *best-fit* distribusi probabilitas pada kasus hujan harian maximum selama 5 tahun dari tahun 2013-2017 di Sumatera dengan menggunakan data curah hujan harian yang didapatkan dari 8 stasiun pengamatan cuaca. Distribusi yang digunakan adalah distribusi normal, gamma, weibull, *generalized extreme value*, dan *generalized pareto*. Pendugaan parameter dilakukan dengan metode *maximum likelihood* dan distribusi terbaik ditentukan dengan menggunakan tes Kolmogrov-Smirnov dan Andersen-Darling. Distribusi terbaik berdasarkan tes statistik tersebut adalah distribusi *generalized pareto*, yang menunjukkan kecocokan yang baik dalam memodelkan curah hujan di Pulau Sumatera. Aplikasi penggunaan distribusi Pareto menunjukkan potensi hujan ekstrim di Pesisir Barat Lampung 1.1%, Bengkulu 1.1%, Padang 1.5%, Sibolga 1.7%, Kerinci 0.3%, Medan 0.5%, Palembang 0.7%, dan Bandar Lampung 0.4%.

Kata kunci: *Distribusi Probabilitas, Best-Fit, Maximum Likelihood Estimation, Hujan Ekstrim*

1. Pendahuluan

Hujan total tahunan dan variabilitas hujan tahunan merupakan variabel iklim yang penting untuk kajian keseimbangan air, pengembangan klimatologi regional, perencanaan dan manajemen sumber air (Meier, 2016). Variabilitas tahunan hujan disebabkan oleh beberapa factor seperti anomali atmosfer jangka panjang (Higgins dkk., 1999)(Barlow dkk., 2001), ketahanan musim (Faticchi dan Ivanov, 2014), serta cuaca dan pembentukan hujan yang acak. Variasi tahunan hujan merupakan sebuah gambaran penting dari iklim lingkungan yang berdampak langsung pada kekeringan (Dai dkk, 2004), produktivitas tanaman dalam ekosistem dengan air yang terbatas (Knapp dan Smith, 2001), serta distribusi hujan ekstrim.

Kejadian hujan ekstrim, sebagai salah satu dari kejadian cuaca ekstrim dalam hidrometeorologi yang paling sering terjadi, sehingga mendapatkan perhatian yang lebih karena dampaknya yang besar pada perekonomian dan kehidupan manusia. Kajian distribusi probabilitas menjadi penting dalam menentukan model yang paling sesuai dalam mengantisipasi kejadian ekstrim dari fenomena alam, seperti hujan ekstrim dan banjir. Membangun sebuah distribusi probabilitas yang memenuhi kecocokan yang baik untuk intensitas curah hujan harian telah lama menjadi topik penelitian dalam bidang hidrologi dan meteorologi. Model probabilitas telah diaplikasikan dalam banyak fenomena alam seperti kecepatan angin, debit sungai, dan kualitas udara (Oguntunde dkk., 2014).

Untuk menentukan distribusi probabilitas yang paling cocok untuk lokasi tertentu, penentuan model distribusi probabilitas menjadi penting. Alam dkk (2018) menyatakan bahwa distribusi probabilitas yang sering digunakan dalam hidrometeorologi adalah distribusi normal, weibull, eksponensial, pearson-6, *generalized extreme value*, dan *generalized pareto*.

Distribusi Normal atau yang sering disebut gaussian sering digunakan untuk menggambarkan curah hujan. Penggunaan distribusi normal untuk mengevaluasi jumlah curah hujan harian di Australia telah dilakukan oleh Fu dkk (2009). Fungsi kepekatan peluang (*Probability Density Function*), $f(x)$ dan fungsi

distribusi kumulatif (*Cumulative Distribution Function*), $F(X)$ untuk variabel x acak normal dijelaskan dengan,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right] \quad (1)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (\exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right]) dx \quad (2)$$

dengan x adalah $-\infty < x < \infty$.

Distribusi Weibull atau distribusi nilai ekstrim tipe 3 digunakan oleh Zhan dkk (2018) untuk menggambarkan curah hujan harian dan perubahan iklim di China selama 1961-2011. PDF dan CDF dijelaskan sebagai berikut,

$$f(x) = \left(\frac{k}{\alpha}\right) \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right] \quad (3)$$

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right] \quad (4)$$

dengan rentang dari $x > 0; \alpha, k > 0$.

Salah satu distribusi yang sering digunakan dalam hidrologi adalah distribusi pearson tipe 5 (P5) yang merupakan distribusi gamma 2 parameter dengan parameter ketiga adalah lokasi. PDF dan CDF dari P5 adalah,

$$f(x) = \frac{\exp\left(-\frac{\beta}{x-\gamma}\right)}{\beta\Gamma(\alpha)\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha+1}} \quad (5)$$

$$F(x) = 1 - \frac{\Gamma_{\beta/(x-\gamma)}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} \quad (6)$$

Distribusi GEV dan GP adalah distribusi nilai ekstrim yang belakangan ini sering digunakan dalam klimatologi (Mudelsee, 2014). Distribusi GEV menggunakan *block maxima* dalam menentukan nilai ekstrim dari suatu distribusi. Ashoori dkk (2017) menggunakan distribusi GEV untuk memodelkan curah hujan maksimum di Iran PDF dan CDF dijelaskan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right) \left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-1-\frac{1}{\xi}} \quad (7)$$

$$F(x) = \exp\left(-\left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right) \quad (8)$$

Distribusi GP menggunakan *peaks-over-threshold* dalam menentukan nilai ekstrim. Pendekatan POT digunakan karena efektif dalam menjelaskan informasi kejadian ekstrim (Acero dkk., 2010). PDF dan CDF dijelaskan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-1-\frac{1}{\xi}} \quad (9)$$

$$F(x) = 1 - \left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} \quad (10)$$

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan distribusi terbaik dalam menggambarkan curah hujan harian di Pulau Sumatera. Penentuan distribusi terbaik akan dilakukan dengan menggunakan tes statistic, yaitu tes *Kolmogrov-Smirnof* (KS) dan *Andersen-Darling* (AD). Distribusi terbaik akan diaplikasikan untuk menentukan probabilitas terjadinya hujan ekstrim harian di Pulau Sumatera.

2. Bahan dan Metode

Data yang digunakan adalah data intensitas curah hujan harian selama 6 tahun dari tahun 2012-2017 (2192 data/lokasi). Lokasi penelitian dilakukan di Pulau Sumatera dengan menggunakan data dari 8 lokasi di Pulau Sumatera yaitu Pesisir Barat Lampung, Bandar Lampung, Bengkulu, Kerinci, Padang, Sibolga, Medan, dan Palembang. Data hujan tersebut didapatkan dari Pos Hujan Krui, Stasiun Meteorologi Maritim Lampung, Stasiun Meteorologi Bengkulu, Stasiun Meteorologi Kerinci, Stasiun Meteorologi Padang, Stasiun Meteorologi Sibolga, Stasiun Meteorologi Kualanamu Medan, dan Stasiun Meteorologi Palembang.

Data hujan dari 8 stasiun di Pulau Sumatera akan digunakan untuk *best-fit* (kecocokan terbaik) dengan distribusi probabilitas. Proses pencocokan data menggunakan teknik statistik tertentu, sehingga dapat menentukan parameter terbaik berdasarkan sampel data. Salah satu keuntungan menggunakan perangkat lunak untuk pencocokan data dan interpretasi probabilitas, bahwa dapat secara otomatis mencocokkan data dengan berbagai distribusi secara terus-menerus. Metode ini digunakan pada kasus dimana terdapat sangat sedikit atau tidak adanya informasi terkait pola distribusi data dan ingin mendapatkan tipe distribusi terbaik

(Mehrania, 2014). Salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam proses pencocokan data adalah *EasyFit*.

EasyFit adalah perangkat lunak penganalisis data dan simulasi yang memungkinkan untuk pencocokan pada distribusi probabilitas dari data sampel yang ada dan disimulasikan. *EasyFit* dapat juga digunakan untuk mengidentifikasi parameter pada fungsi model eksplisit, sistem keadaan tetap, transformasi Laplace, sistem persamaan differensial biasa, persamaan differensial aljabar, atau sistem persamaan diferensial parsial bergantung waktu dengan atau tanpa persamaan aljabar (Schittkowski, 2002).

Proses penyocokan data (*best-fit*) dilakukan dengan menggambarkan grafik *probability density function* (PDF) dan *cumulative distribution function* (CDF) dari masing-masing distribusi probabilitas, serta melakukan tes *goodness of fit*. Tes *goodness of fit* yang digunakan adalah tes KS dan AD, dengan nilai tes yang paling kecil menunjukkan kecocokan distribusi paling baik dengan data.

Tes statistik untuk KS tes adalah,

$$D \equiv \max_{1 \leq i \leq n} \left(F(X_i) - \frac{i-1}{N}, \frac{i}{N} - F(X_i) \right) \quad (14)$$

Tes statistik untuk Anderson-Darling adalah,

$$A^2 = -N - S \quad (15)$$

dimana,

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{(2i-1)}{N} \left[\ln F(X_i) + \ln(1 - F(X_{N+1-i})) \right] \quad (16)$$

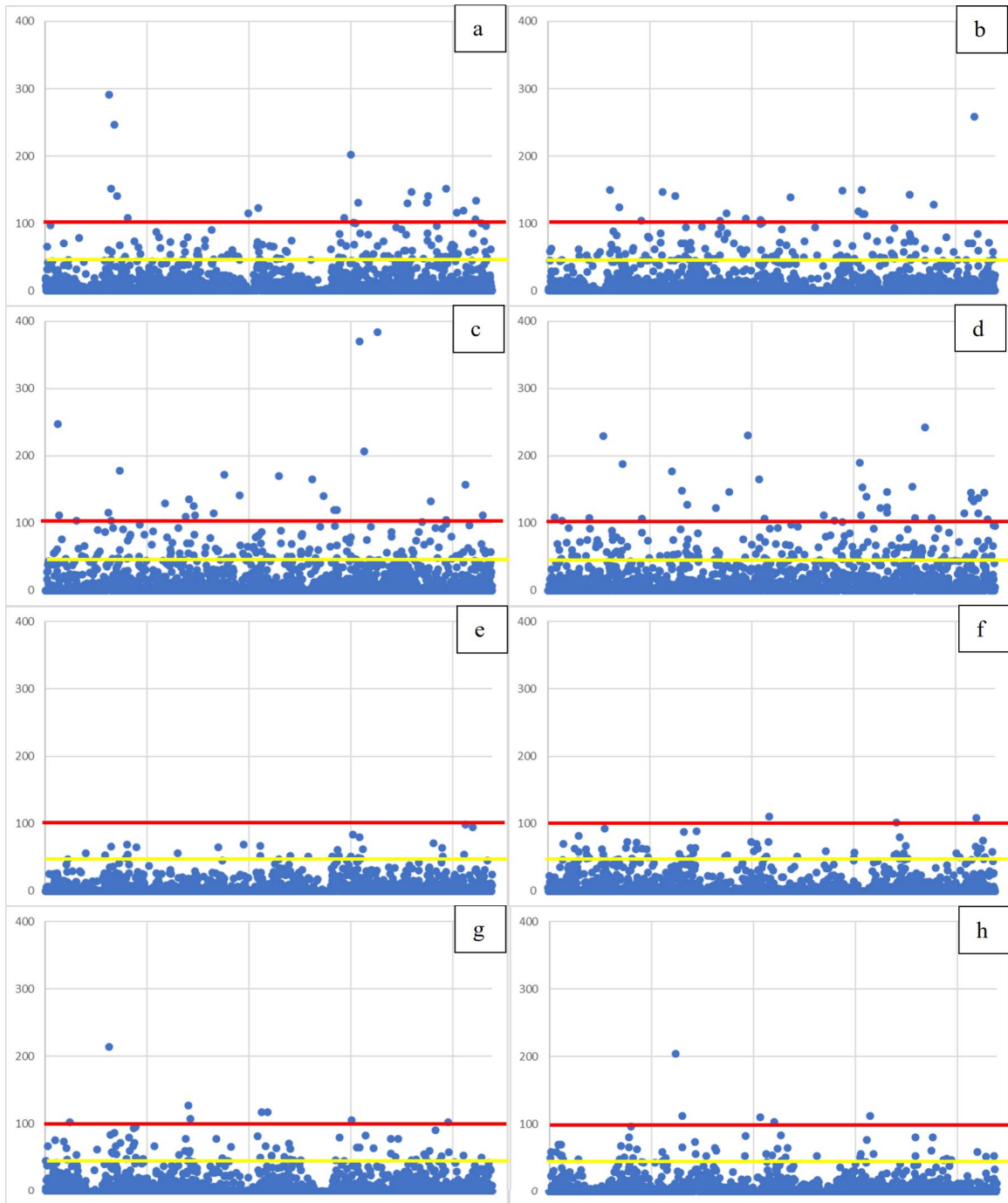
3. Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 1 menunjukkan sebaran data intensitas curah hujan dalam milimeter selama 5 tahun di enam lokasi di Pulau Sumatera. Berdasarkan Perka BMKG No.9 Tahun 2010, hujan lebat adalah hujan dengan intensitas hujan lebih dari 50 mm dalam satu hari, sedangkan hujan sangat lebat adalah hujan dengan intensitas lebih dari 100 mm. Pada gambar 1, garis kuning menunjukkan intensitas hujan lebat (>50 mm) dan garis merah menunjukkan intensitas hujan sangat lebat (>100 mm).

Berdasarkan Gambar 1, frekuensi intensitas hujan sangat lebat yang tinggi terjadi di wilayah Pesisir Barat Lampung, Bengkulu, Padang, dan Sibolga (gambar 1. a,b,c, dan d) dengan frekuensi kejadian lebih dari 10 kali kejadian selama 6 tahun. Frekuensi intensitas hujan sangat lebat yang rendah terjadi di Medan, Palembang, dan Bandar Lampung (Gambar 1. f, g, dan h) dengan frekuensi kejadian hujan lebat kurang dari 10 kali kejadian. Wilayah Kerinci merupakan satu-satunya wilayah di Pulau Sumatera yang tidak ada kejadian hujan sangat lebat dalam 6 tahun terakhir.

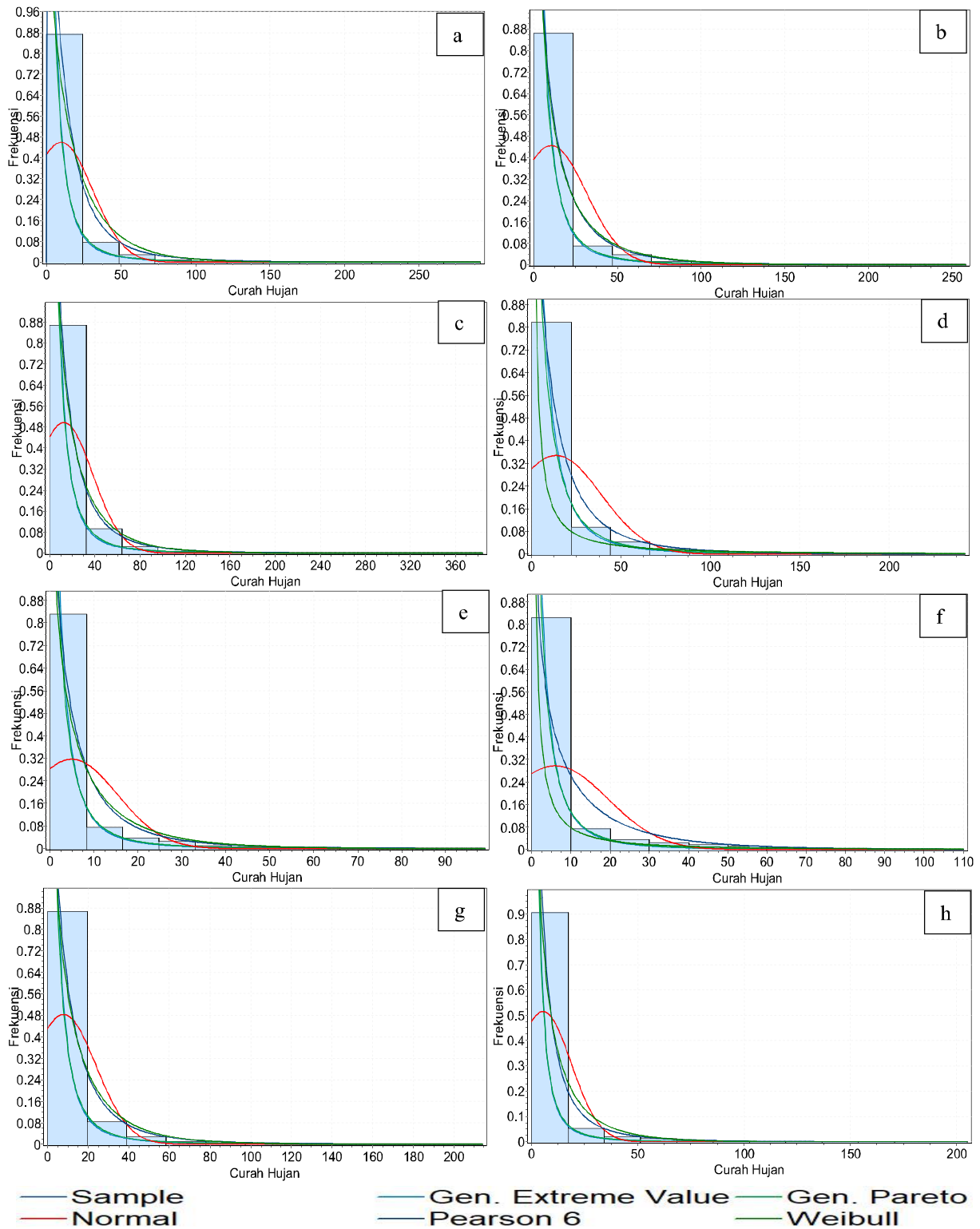
Pada Gambar 2, data intensitas curah hujan di Pulau Sumatera adalah *positively skewed* (miring ke arah positif) dan memiliki modus dengan nilai 0 mm. Berdasarkan Gambar 2, penulis mendapatkan alasan dalam menggunakan model distribusi miring ke arah positif (*positively skewed*) pada tulisan ini. Kemiringan grafik ke arah positif menunjukkan bahwa frekuensi tertinggi terjadi pada curah hujan 0-20 mm, sedangkan curah hujan di atas 50 mm memiliki frekuensi yang sangat rendah dan semakin ke kanan frekuensi semakin mendekati 0.

Berdasarkan Gambar 2, fungsi kepekatan peluang (FKP) digambarkan dengan baik oleh distribusi-distribusi nilai ekstrim seperti distribusi weibull, pearson 6, GEV, dan GP, sedangkan distribusi normal tidak dapat menggambarkan dengan baik. Pada Gambar 2.a-h, distribusi GEV dan GP merupakan distribusi terbaik dalam menggambarkan hujan. Pada Gambar 2.a, b, c, e, g,dan h, distribusi Weibull dan Pearson 6 menunjukkan grafik fkp yang lebih condong ke arah kanan. Hal ini dapat berdampak pada penentuan yang lebih besar (*overstimate*) terhadap kejadian ekstrim. Pada Gambar 2.e dan f, distribusi Pearson tetap menunjukkan grafik FKP yang condong ke kanan, sedangkan distribusi Weibull lebih condong ke arah kiri. Grafik yang lebih condong ke kiri dibandingkan datanya akan berdampak pada penentuan yang lebih rendah (*underestimate*) terhadap kejadian ekstrim.



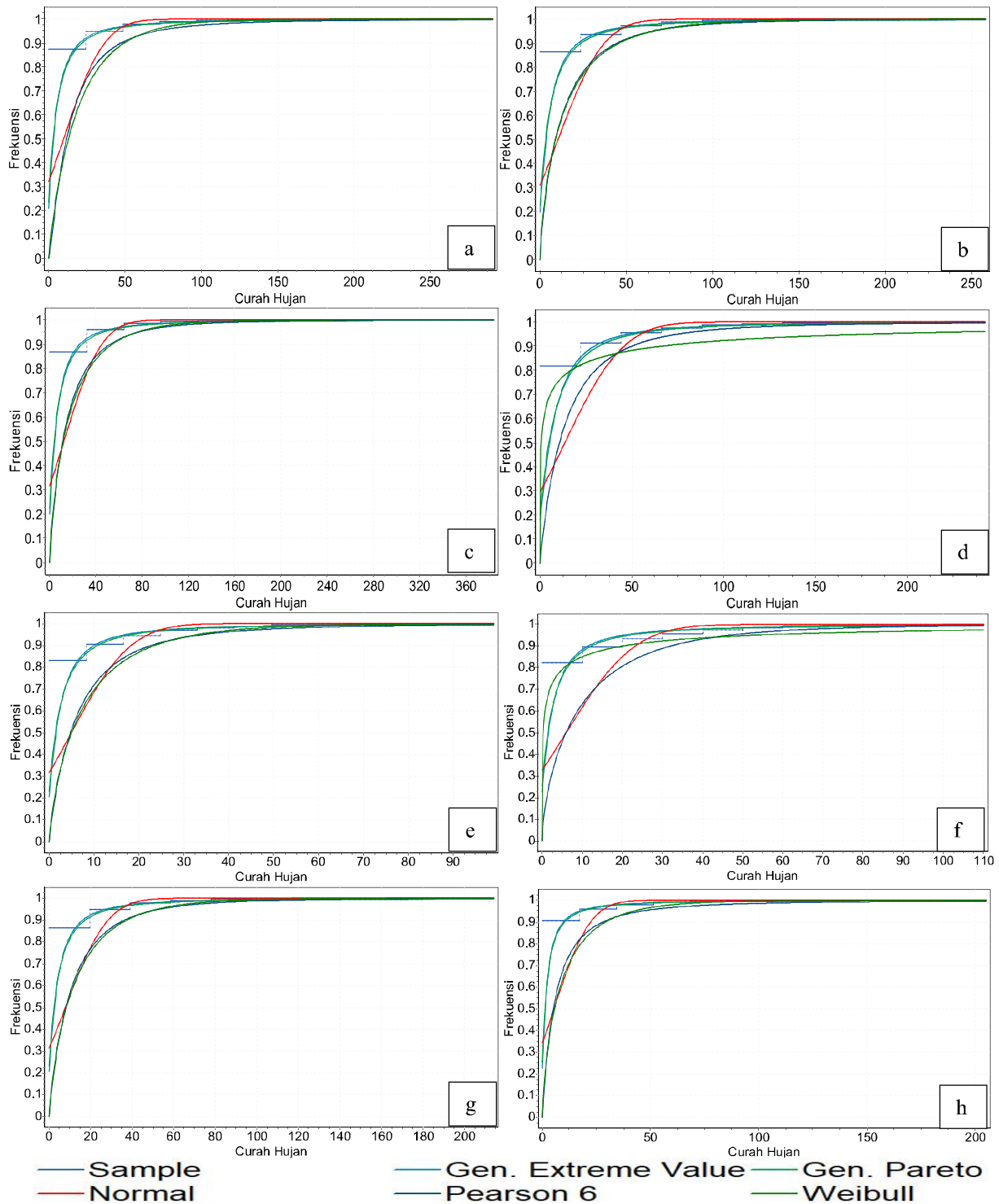
Gambar 1. Sebaran data (*scatter plot*) curah hujan di a) Perairan Barat Lampung, b) Bengkulu, c) Padang, d) Sibolga, e) Kerinci, f) Medan, g) Palembang, dan h) Bandar Lampung

Pada Gambar 3, grafik fungsi distribusi kumulatif (FDK) curah hujan dengan menggunakan distribusi pearson 6, normal, weibull, GEV, dan GP dapat dilihat distribusi mana yang paling cocok dalam menggambarkan distribusi curah hujan. Berdasarkan Gambar 3, distribusi GEV dan GP merupakan distribusi terbaik yang dapat menggambarkan distribusi kumulatif dari hujan, sedangkan distribusi normal, weibull, dan pearson 6, memiliki kecocokan yang rendah.



Gambar 2. Grafik fungsi kepekatn peluang di a) Perairan Barat Lampung, b) Bengkulu, c) Padang, d) Sibolga, e) Kerinci, f) Medan, g) Palembang, dan h) Bandar Lampung

Grafik FDK dari distribusi pearson 6 dan normal memiliki grafik yang lebih condong ke kanan. Hal ini akan berdampak pada prediksi terjadinya kejadian hujan ekstrim yang lebih tinggi dibandingkan dengan kejadian sebenarnya. Grafik FDK dari distribusi weibull memiliki grafik yang condong ke kanan di Pesisir Barat Lampung, Padang, Bengkulu, Kerinci, Palembang, dan Bandar Lampung, sedangkan untuk wilayah Sibolga dan Medan, grafik FDK lebih condong ke kiri.



Gambar 2. Grafik fungsi distribusi kumulatif di a) Perairan Barat Lampung, b) Bengkulu, c) Padang, d) Sibolga, e) Kerinci, f) Medan, g) Palembang, dan h) Bandar Lampung

Selain menggunakan grafik, pencocokan distribusi dengan data sampel dilakukan melalui tes *goodness of fit*. Berdasarkan tabel 1, tipe distribusi terbaik yang dites menggunakan kolmogrov-smirnov (KS) dan anderson-darling (AD) adalah tipe distribusi GP, karena memiliki hasil nilai tes terendah. Pada tes menggunakan KS, tipe distribusi GP memiliki nilai terendah di Pesisir Barat Lampung (0.29313), Bengkulu (0.22245), Padang (0.22355), Kerinci (0.24343), Kualanamu (0.26626), Palembang (0.24896), dan Bandar Lampung (0.28915). Tes KS di wilayah Sibolga dari distribusi GEV memiliki nilai terendah yaitu 0.18505 dan distribusi GP di peringkat kedua yaitu 0.20093.

Tabel 1. Tes *goodness of fit* dengan tes Kolmogorof-Smirnov (KS) dan Anderson Darling(AD)

| Wilayah | Distribusi | Kolmogorov-Smirnov | Anderson-Darling |
|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| Pesisir Barat Lampung | Gen Extreme Value | 0.31862 | 213.27 |
| | Weibull | 0.52653 | -351.88 |
| | Gen Pareto | 0.29313 | 186.28 |
| | Normal | 0.32048 | 343.95 |
| | Pearson 6 | 0.52653 | 1794.1 |
| Bengkulu | Gen Extreme Value | 0.22697 | 136.64 |
| | Weibull | 0.41724 | 51.197 |
| | Gen Pareto | 0.22245 | 118.21 |
| | Normal | 0.30974 | 285.22 |
| | Pearson 6 | 0.41724 | 1109.8 |
| Padang | Gen Extreme Value | 0.23553 | 157.42 |
| | Weibull | 0.43443 | -13.723 |
| | Gen Pareto | 0.22355 | 135.37 |
| | Normal | 0.31675 | 310.68 |
| | Pearson 6 | 0.43443 | 1288.8 |
| Sibolga | Gen Extreme Value | 0.18505 | 104.87 |
| | Weibull | 0.35082 | 328.18 |
| | Gen Pareto | 0.20093 | 87.815 |
| | Normal | 0.29596 | 272.18 |
| | Pearson 6 | 0.35252 | 986.78 |
| Kerinci | Gen Extreme Value | 0.2684 | 180.19 |
| | Weibull | 0.47548 | -178.4 |
| | Gen Pareto | 0.24343 | 157.31 |
| | Normal | 0.31843 | 342.72 |
| | Pearson 6 | 0.47548 | 1456.9 |
| Kualanamu | Gen Extreme Value | 0.29367 | 227.44 |
| | Weibull | 0.51729 | -182.67 |
| | Gen Pareto | 0.26626 | 200.93 |
| | Normal | 0.32765 | 371.88 |
| | Pearson 6 | 0.51729 | 1607.5 |
| Palembang | Gen Extreme Value | 0.27439 | 174 |
| | Weibull | 0.4815 | -235.4 |
| | Gen Pareto | 0.24896 | 151.6 |
| | Normal | 0.31461 | 310.83 |
| | Pearson 6 | 0.4815 | 1411 |
| Bandar Lampung | Gen Extreme Value | 0.31444 | 226.81 |
| | Weibull | 0.53994 | -176.58 |
| | Gen Pareto | 0.28915 | 202.25 |
| | Normal | 0.34426 | 407.38 |
| | Pearson 6 | 0.53994 | 1778.4 |

Pada tes menggunakan AD, tipe distribusi GP memiliki nilai terendah di Pesisir Barat Lampung (186.28), Padang (135.37), Sibolga (87.815), Kerinci (157.31), Kualanamu (200.93), Palembang (151.6), dan Bandar Lampung (202.25), sedangkan di Bengkulu nilai tes AD distribusi weibull memiliki nilai terendah yaitu 51.197. Berdasarkan tabel 1, dapat ditunjukkan bahwa distribusi terbaik dalam menggambarkan data observasi curah hujan yaitu distribusi GP.

Pada tabel 2 ditunjukkan estimasi parameter dari distribusi GP dengan parameter sebagai berikut, ξ adalah parameter bentuk kontinu, σ adalah parameter skala kontinu, dan μ adalah parameter lokasi kontinu. Dengan menggunakan persamaan 9 maka didapatkan fkp dari masing-masing wilayah,

$$f(x) = \frac{1}{4.9723} \left(1 + 0.55763 \frac{(x + 1.4246)}{4.9723} \right)^{-1 - \frac{1}{0.55763}}$$

untuk wilayah Pesisir Barat Lampung,

$$f(x) = \frac{1}{5.5584} \left(1 + 0.53383 \frac{(x + 1.4968)}{5.5584} \right)^{-1 - \frac{1}{0.53383}}$$

Tabel 2. Estimasi Parameter dari model distribusi *Generalized Pareto*

| Wilayah | k | σ | μ |
|-----------------------|---------|----------|---------|
| Pesisir Barat Lampung | 0.55763 | 4.9723 | -1.4246 |
| Bengkulu | 0.53383 | 5.5584 | -1.4968 |
| Padang | 0.52625 | 6.6518 | -1.8003 |
| Sibolga | 0.46875 | 8.2153 | -1.9431 |
| Kerinci | 0.5711 | 2.3984 | -0.6835 |
| Kualanamu | 0.63058 | 2.5042 | -0.794 |
| Palembang | 0.55465 | 3.9579 | -1.1283 |
| Bandar Lampung | 0.66151 | 2.0095 | -0.6393 |

Tabel 3. Fungsi distribusi kumulatif (FDK) dari distribusi GP

| Wilayah | P(X≤10) | P(X>10) | P(X>50) | P(X>100) |
|-----------------------|---------|---------|---------|----------|
| Pesisir Barat Lampung | 77.2 | 22.8 | 3.2 | 1.1 |
| Bengkulu | 75.2 | 24.8 | 3.5 | 1.2 |
| Padang | 71.4 | 28.6 | 4.5 | 1.5 |
| Sibolga | 67 | 33 | 5.3 | 1.7 |
| Kerinci | 89 | 11 | 1.1 | 0.4 |
| Kualanamu | 87.5 | 12.5 | 1.6 | 0.6 |
| Palembang | 81.6 | 18.4 | 2.3 | 0.7 |
| Bandar Lampung | 89.7 | 10.3 | 1.3 | 0.5 |

untuk wilayah Bengkulu,

$$f(x) = \frac{1}{6.6518} \left(1 + 0.52625 \frac{(x + 1.8003)}{6.6518} \right)^{-1 - \frac{1}{0.52625}}$$

untuk wilayah Padang,

$$f(x) = \frac{1}{8.2153} \left(1 + 0.46875 \frac{(x + 1.9431)}{8.2153} \right)^{-1 - \frac{1}{0.46875}}$$

untuk wilayah Sibolga,

$$f(x) = \frac{1}{2.3984} \left(1 + 0.5711 \frac{(x + 0.68348)}{2.3984} \right)^{-1 - \frac{1}{0.5711}}$$

untuk wilayah Kerinci,

$$f(x) = \frac{1}{2.5042} \left(1 + 0.63058 \frac{(x + 0.79402)}{2.5042} \right)^{-1 - \frac{1}{0.63058}}$$

untuk wilayah Kualanamu,

$$f(x) = \frac{1}{3.9579} \left(1 + 0.55465 \frac{(x + 1.1283)}{3.9579} \right)^{-1 - \frac{1}{0.55465}}$$

untuk wilayah Palembang, dan

$$f(x) = \frac{1}{2.0095} \left(1 + 0.66151 \frac{(x + 0.63931)}{2.0095} \right)^{-1 - \frac{1}{0.66151}}$$

untuk wilayah Bandar Lampung.

Maka dengan persamaan tersebut di atas akan didapatkan probabilitas dengan x pada Tabel 3. Pada Tabel 3, probabilitas hujan dengan kategori sangat lebat (ekstrem) atau curah hujan dengan intensitas hingga melebihi 100 mm relatif rendah. Probabilitas hujanlebat di wilayah Pulau Sumatera berturut-turut yaitu Pesisir Barat Lampung (3.2%), Padang (4.5%), Sibolga (5.3%), Kerinci (1.1%), Kualanamu (1.6%), Palembang (2.3%), dan Bandar Lampung (1.3%). Probabilitas hujan sangat lebat (ekstrem) di 8 wilayah di Pulau Sumatera berturut-turut Pesisir Barat Lampung (1.1%), Bengkulu (1.2%), Padang (1.5%), Sibolga (1.7%), Kerinci (0.4%), Kualanamu (0.6%), Palembang (0.7%), dan Bandar Lampung (0.5%). Berdasarkan tabel 3, potensi terjadinya hujan ekstrem tertinggi di Sibolga dan terendah di Kerinci.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan observasi data hujan di 8 wilayah di Pulau Sumatera bahwa data hujan *positively skewed* (miring ke arah positif). Distribusi *generalized pareto* (GP) adalah distribusi terbaik dalam menggambarkan curah hujan dengan nilai terendah pada tes KS dan AD. Distribusi terbaik setelah distribusi GP adalah distribusi GEV dan distribusi paling buruk dalam menggambarkan curah hujan adalah distribusi normal. Probabilitas hujan ekstrim di 8 wilayah di Pulau Sumatera berturut-turut Pesisir Barat Lampung (1.1%), Bengkulu (1.2%), Padang (1.5%), Sibolga (1.7%), Kerinci (0.4%), Kualnamu (0.6%), Palembang (0.7%), dan Bandar Lampung (0.5%).

Perlu adanya kajian mengenai pendugaan parameter dari distribusi GP yang berkaitan dengan ketakbiasan, varians minimum, dan konsistensi. Distribusi GP dapat digunakan untuk pengaplikasian curah hujan ekstrim.

5. Daftar Pustaka

- Acero, F.J., J.A. García, dan M.C. Gallego. (2011). *Peaks-over-Threshold Study of Trends in Extreme Rainfall over the Iberian Peninsula*. J. Climate, 24, 1089–1105, <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3627.1>
- Alam, M.A.; Emura, K.; Farnham, C.; Yuan, J. (2018). Best - Fit Probability Distributions and Return Periods for Maximum Monthly Rainfall in Bangladesh. *Climate* 2018, 6, 9.
- Ashoori, F., Ebrahimpour, M., dan Bozorgnia, A. (2017). *Modeling of maximum precipitation using maximal generalized extreme value distribution*, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 46:6, 3025-3033, DOI: 10.1080/03610926.2015.1034325
- Barlow, M., S. Nigam, dan E.H. Berbery. (2001). *ENSO, Pacific Decadal Variability, and U.S. Summertime Precipitation, Drought, and Stream Flow*. J. Climate, 14, 2105–2128, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<2105:EPDVAU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<2105:EPDVAU>2.0.CO;2)
- Dai, Aiguo & E. Trenberth, Kevin dan Qian, TT. (2004). *A Global Dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with Soil Moisture and Effects of Surface Warming*. JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY. 5. 1117-1130. 10.1175/JHM-386.1.
- Fatichi, S., dan V. Y. Ivanov (2014), *Interannual variability of evapotranspiration and vegetation productivity*, *Water Resour. Res.*, 50, 3275–3294, doi: 10.1002/2013WR015044.
- Fu, G., Viney, NR., dan Charles, SP. (2009). *Evaluation of various root transformations of daily precipitation amounts fitted with a normal distribution for Australia*. *Theoretical and Applied Climatology*. 2010; 99(no. 1-2):229-238. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0137-6>
- Higgins, R.W., Y. Chen, dan A.V. Douglas. (1999). *Interannual Variability of the North American Warm Season Precipitation Regime*. *J. Climate*, 12, 653–680
- Knapp, A dan Smith, M.D. (2001). *Variation Among Biomes in Temporal Dynamics of Aboveground Primary Production*. *Science*. 291. 481-484. 10.1126/science.291.5503.481.
- Mehranian, H., dan Pakgozar, A. (2014). *Using Easy Fit Software For Goodness of Fit Test and Data Generation*. *International Journal of Mathematical Archive* Vol. 5 118-124
- Meier, C. (2016). *Describing the interannual variability of precipitation with the derived distribution approach: Effects of record length and resolution*. *Hydrology and Earth System Sciences*. 20. 1477. 10.5194/hess-20-4177-2016.
- Oguntunde, P., Odetunmbi, O., dan Adejumo, A.O. (2014). *A Study of Probability Models in Monitoring Environmental Pollution in Nigeria*. *Journal of Probability and Statistics*. 2014. 10.1155/2014/864965.
- Schittkowski, K. (2002). *EASY-FIT: A Software System for Data Fitting in Dynamical Systems*. *Struct Multidisc Optim* 23: 153. <https://doi.org/10.1007/s00158-002-0174-6>

Zhan, C., Cao, W., Fan, J., dan Tse, C.K. (2018). *Impulse Weibull distribution for daily precipitation and climate change in China during 1961–2011*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier, vol. 512(C), pages 57-67.