



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 spp.</i>) 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

APLIKASI DISTRIBUSI STATISTIK DALAM MEMONITOR KUALITAS UDARA DI BUKIT KOTOTABANG

Raeni Chindi Defi Ocvilia^{1*}, Achmad Rafli Pahlevi¹, Warsono, Mareta Asnia²

¹Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung

²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

*Email: raenichi@gmail.com

ABSTRAK

Stasiun *Global Atmospheric Watch* (GAW) Kototabang merupakan stasiun pemantau kualitas udara yang berada di wilayah equator. Pada beberapa waktu terakhir, adanya peningkatan konsentrasi dari PM₁₀, SO₂, dan NO₂ pada bulan-bulan tertentu yang dapat mencapai nilai ekstrim atau udara tidak sehat. Pada penilitan ini distribusi yang digunakan adalah distribusi *generalized extreme value* (GEV), lognormal, perason V, dan gamma. Pemilihan distribusi ini akan dijelaskan di subbab metode. Distribusi tersebut akan dilakukan pengujian *goodness of fit* untuk mendapatkan distribusi terbaik yang menggambarkan data polutan di Sumatera Barat. Distribusi terbaik akan digunakan untuk mendapatkan probabilitas terjadinya kualitas udara yang melewati nilai baku mutunya. Distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) yang telah diuji menggunakan KS dan AD merupakan distribusi terbaik dalam menggambarkan konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂. Berdasarkan data rata-rata harian konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang, dilihat dari sebaran scatter plot dan hasil probabilitas menunjukkan bahwa kondisi partikel udara pada wilayah ini berada dalam kategori yang cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil probabilitas untuk PM₁₀ hanya 1% peluang kejadian polusi udara dengan kategori tidak sehat akan terjadi. Probabilitas SO₂ yang lebih dari 0.05 ppm hanya 0.1% peluang polusi udara yang akan melebihi nilai baku mutu, dan probabilitas NO₂ yang lebih dari 0.005 ppm hanya 1%.

Kata Kunci: Distribusi Probabilitas; *Generalized Extreme Value* (GEV); *Lognormal*; *Gamma*; *Pearson V*; Nilai Baku Mutu

1. PENDAHULUAN

Stasiun *Global Atmospheric Watch* (GAW) Kototabang merupakan stasiun pemantau kualitas udara di equator. Stasiun GAW Kototabang melakukan pengamatan terhadap *particulate matter* (PM₁₀), Sulfur Dioksida (SO₂), dan Nitrogen Dioksida (NO₂), sebagai polutan udara utama yang secara rutin diamati. Pada beberapa waktu terakhir, adanya peningkatan konsentrasi dari PM₁₀, SO₂, dan NO₂ pada bulan-bulan tertentu yang dapat mencapai nilai ekstrim atau udara tidak sehat. Peningkatan ini disebabkan oleh kebakaran hutan dan lahan yang sering terjadi di wilayah Pulau Sumatera.

Distribusi probabilitas telah banyak digunakan dalam analisis data polusi udara (Larsen, 1973)(Morel dkk, 1999)(Kao dan Friedlander, 1995)(Lu, 2002). Kontenstrasi polusi udara merupakan variabel acak, yang disebabkan oleh tingkat emisi, kondisi meteorologis, dan geografis (Kan dan Chen, 2004). Distribusi probabilitas dapat digunakan untuk memprediksi frekuensi polutan yang melewati batas *air quality standard* (AQS), dan pengurangan sumber emisi untuk menjaga dalam batas nilai AQS.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, nilai baku mutu untuk PM₁₀ adalah 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, untuk SO₂ adalah 365 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan NO₂ adalah 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (PP No.41 Tahun 1999). Nilai baku mutu digunakan untuk memantau kualitas udara tergolong baik atau tidak. Konsentrasi polutan yang melewati nilai baku mutu akan tergolong ke dalam udara yang tidak sehat.

Pada penilitan ini distribusi yang digunakan adalah distribusi *generalized extreme value* (GEV), lognormal, perason V, dan gamma. Pemilihan distribusi ini akan dijelaskan di subbab metode. Distribusi tersebut akan dilakukan pengujian *goodness of fit* untuk mendapatkan distribusi terbaik yang menggambarkan data polutan di Sumatera Barat. Distribusi terbaik akan digunakan untuk mendapatkan probabilitas terjadinya kualitas udara yang melewati nilai baku mutunya.

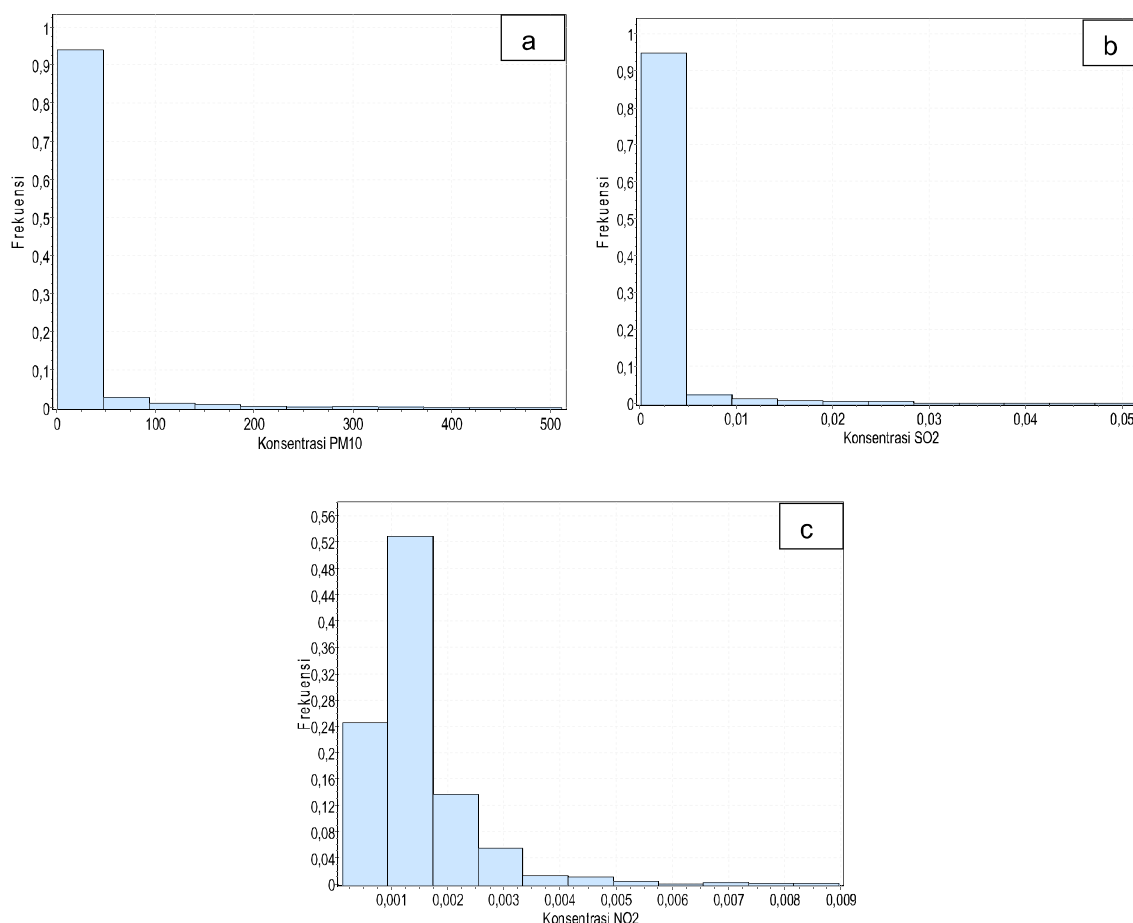
2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan adalah data polutan berupa data *particulate matter* (PM₁₀), Sulfur Dioksida (SO₂), dan Nitrogen Dioksida (NO₂). Data merupakan data harian yang didapatkan dari Stasiun *Global Atmospheric Watch* (GAW) Kototabang dari tahun 2012 – 2016. Data PM₁₀ ada 1721 data harian, data SO₂ ada 1821, dan data NO₂ ada 1189 data. Terdapatnya data yang kosong disebabkan adanya kerusakan alat pada waktu tersebut.

Pada gambar 1.a dan 1.b, data konsentrasi PM₁₀ dan SO₂ di Kototabang adalah *positively skewed* (miring ke arah positif) dengan modus dengan nilai 0. Pada gambar 1.c, data konsentrasi NO₂ juga menunjukkan *positively skewed* (miring ke arah positif), tetapi dengan modus dengan nilai 0.001 – 0.002 ppm. Berdasarkan gambar 1, maka penulis menggunakan model distribusi miring ke arah positif (*positively skewed*). Model distribusi yang dapat digunakan untuk menggambarkan polutan PM₁₀, SO₂, dan NO₂ adalah *generalized extreme value* (GEV), pearson V, gamma, dan lognormal (Georgopolus dan Seinfeld, 1982)(Mudelsee, 2014).

Distribusi Generalized Extreme Value (GEV), pada berbagai negara di Eropa, seperti Austria, Jerman, Italy, dan Spanyol, distribusi GEV digunakan untuk menggambarkan data banjir. Parameter mencakup bentuk (k), skala (α), dan lokasi (ξ). Pdf dari GEV dijelaskan sebagai berikut,

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\left(1+kz\right)^{-\frac{1}{k}}\right) \left(1+kz\right)^{-1-\frac{1}{k}} \quad (1)$$



Gambar 1. Probability Density Function (PDF) dari polutan a) PM₁₀, b) SO₂, dan c) NO₂

Distribusi Gamma. Pada random variable x , terdapat dua parameter dari fungsi kepekatan distribusi gamma yaitu α dan β dijelaskan sebagai berikut,

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}; \quad x > 0, \alpha > 0, \beta > 0 \quad (2)$$

Distribusi Pearson, awalnya ditunjukkan sebagai model distribusi yang tidak simetris atau miring (*skewed*) baik ke arah positif dan negatif. Distribusi pearson terdiri dari dua parameter α dan β , serta fungsi gamma. Fungsi PDF dari distribusi pearson dijelaskan sebagai berikut,

$$f(x) = \frac{x^{-(\alpha+1)} \exp(-\frac{\beta}{x})}{\beta^{-\alpha} \Gamma(\alpha)} \quad (3)$$

Distribusi Lognormal, merupakan distribusi probabilitas kontinyu dari variabel acak yang logaritmanya berdistribusi normal. Variabel acak yang berdistribusi lognormal hanya memiliki nilai positif. Ditribusi lognormal terdiri dari tiga parameter yaitu σ adalah parameter bentuk, θ adalah parameter lokasi, dan m adalah parameter lokasi. Fungsi PDF dari distribusi lognormal dijelaskan sebagai berikut,

$$f(x) = \frac{e^{-\left(\frac{\ln\left(\frac{x-\theta}{m}\right)^2}{2\sigma^2}\right)}}{(x-\theta)\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (4)$$

Test of Goodness of Fit digunakan untuk menentukan kecocokan model distribusi dengan data observasi curah hujan, tes yang digunakan adalah Kolmogrov-Smirnov (KS) dan Anderson-Darling (AD). Nilai tes yang paling kecil menunjukkan kecocokan antara distribusi dengan data.

Tes statistic untuk Kolmogrov-Smirnov adalah,

$$D \equiv \max_{1 \leq i \leq n} \left(F(X_i) - \frac{i-1}{N}, \frac{i}{N} - F(X_i) \right) \quad (5)$$

Tes statistic untuk Anderson-Darling adalah,

$$A^2 = -N - S \quad (6)$$

dimana,

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{(2i-1)}{N} [\ln F(X_i) + \ln(1 - F(X_{N+1-i}))] \quad (7)$$

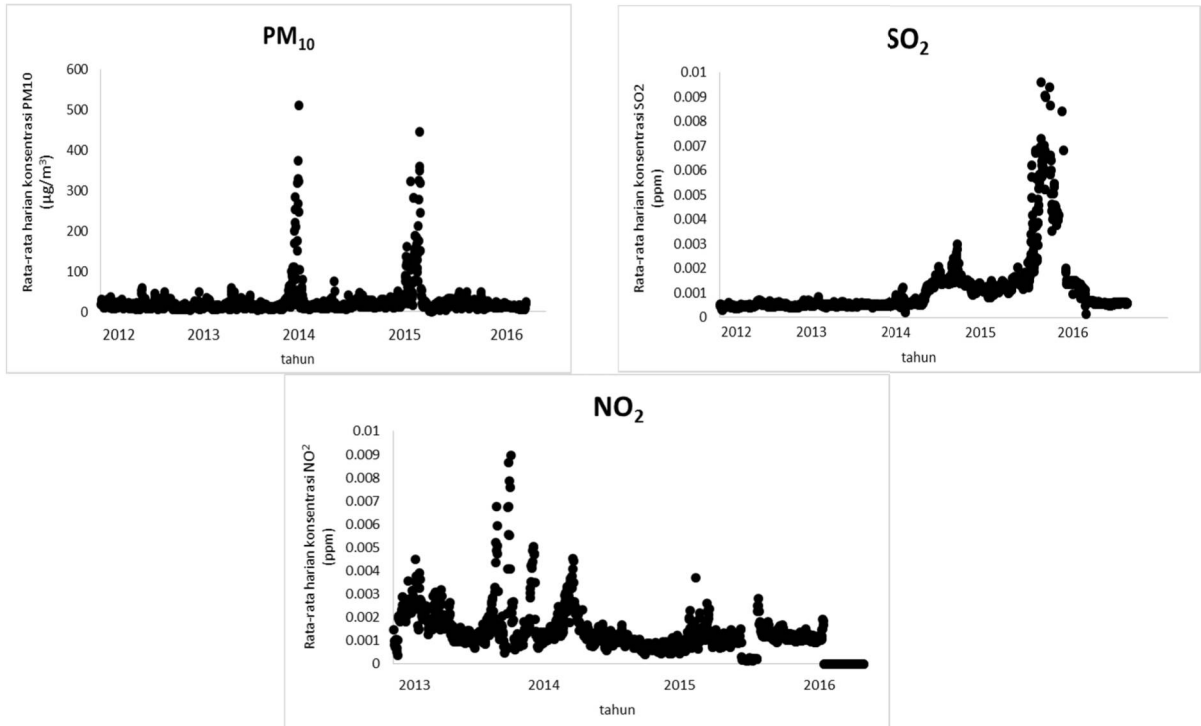
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 merangkum statistik dasar dari konsentrasi data PM₁₀, SO₂, dan NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang yang menunjukkan bahwa PM₁₀, SO₂, dan NO₂ memiliki rata-rata dengan nilai 24.119 µgram/m³, 0.00156 ppm, dan 0.001434 ppm. Dengan nilai minimum untuk PM₁₀, SO₂, dan NO₂ berturut-turut yaitu 0.958 µgram/m³, 0.000145 ppm, dan 0.000137 ppm. Dan nilai maksimum untuk PM₁₀, SO₂, dan NO₂ berturut-turut yaitu 511.208 µgram/m³, 0.051921 ppm, dan 0.008961 ppm. Selain nilai maksimum dan minimum, dapat dilihat juga bahwa nilai standard deviasi yang digunakan untuk menyatakan keragaman konsentrasi polusi udara menunjukkan bahwa standard deviasi untuk PM₁₀ sebesar 39.429, SO₂ sebesar 0.003423 dan NO₂ sebesar 0.000939.

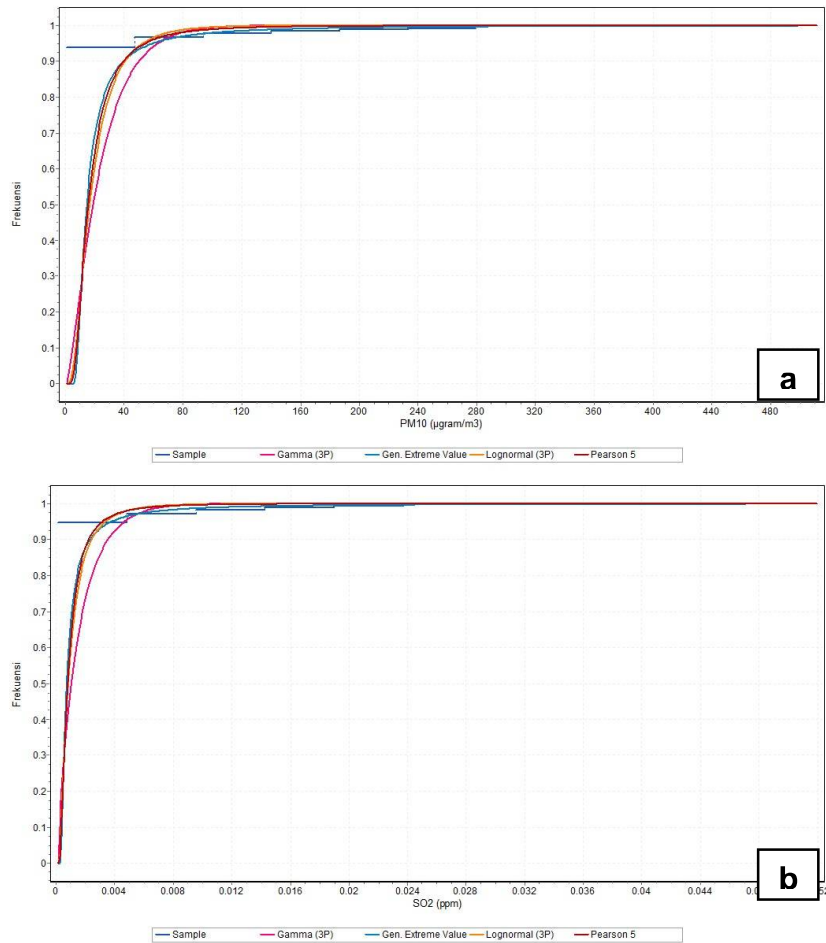
Tabel 1. Statistik Dasar dari Rata-rata Harian Konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang

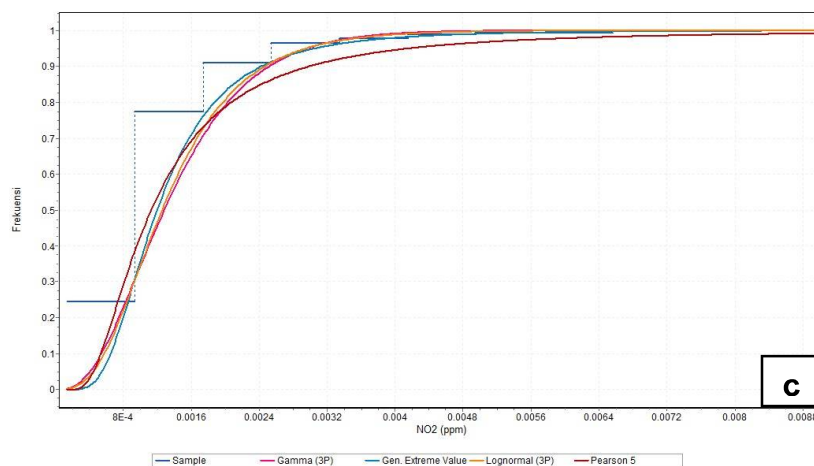
	N	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
PM ₁₀	1721	24.119	39.429	0.958	11.25	15	21.854	511.208
SO ₂	1821	0.00156	0.00342	0.00015	0.0005	0.0006	0.00138	0.05192
NO ₂	1189	0.00143	0.00094	0.00014	0.00095	0.0012	0.00165	0.00896

Scatter plot pada gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata harian konsentrasi PM₁₀ memiliki sebaran data yang berkisar pada nilai 0 – 100 µgram/m³ sedangkan untuk rata-rata harian konsentrasi SO₂ dan NO₂ berkisar diantara nilai 0 – 0,01 ppm. Sebaran data tersebut masih berada dibawah nilai ambang batas dan baku mutu udara yang berarti bahwa kondisi kualitas udara pada lokasi ini masih cukup baik. Namun pada beberapa waktu tertentu rata-rata harian konsentrasi PM₁₀ menunjukkan pelampauan yang lebih tinggi dari nilai ambang batasnya dibandingkan dengan rata-rata harian konsentrasi SO₂ dan NO₂, menunjukkan bahwa nantinya jika frekuensi kejadian tersebut semakin sering terjadi, partikulat polusi udara bisa menjadi masalah pada lingkungan ini.



Gambar 2. Scatter Plot Rata-rata Harian Konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang





Gambar 3. Grafik fungsi distribusi kumulatif dari *fitted distribution* (a) PM₁₀, (b) SO₂, dan (c) NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang

Berdasarkan Gambar 3, grafik distribusi kumulatif data PM₁₀, SO₂, dan NO₂ dengan menggunakan distribusi Generalized Extreme Value (GEV), Pearson V, Lognormal, dan Gamma dapat diketahui distribusi mana yang paling cocok dalam menggambarkan distribusi PM₁₀, SO₂, dan NO₂. Pada gambar 3.a GEV dan Pearson V memiliki kecocokan yang baik dengan data PM₁₀, sedangkan Gamma memiliki tingkat kecocokan yang paling rendah. Pada Gambar 3.b dan 3.c GEV memiliki kecocokan yang baik dengan data SO₂ dan NO₂, sedangkan Gamma memiliki kecocokan yang paling rendah untuk data SO₂ dan Pearson V memiliki kecocokan yang paling rendah untuk data NO₂ pada lokasi penelitian.

Tabel 2. Tipe distribusi dan statistik *goodness of fit* di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang

Distribusi	PM ₁₀		SO ₂		NO ₂	
	Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling	Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling	Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling
Gen Extreme Value	0.0467	51.629	0.15349	56.43	0.06522	11.902
Pearson V	0.06414	16.723	0.20302	89.671	0.14417	43.578
Lognormal (3P)	0.1019	40.453	0.19741	99.46	0.08438	15.072
Gamma (3P)	0.18782	126.17	0.23056	206.69	0.10249	21.781

Berdasarkan Tabel 2, dapat ditunjukkan bahwa distribusi terbaik dalam menggambarkan data PM₁₀, SO₂, dan NO₂ yang diuji menggunakan kolmogorov-smirnov (KS) dan anderson-darling (AD) adalah tipe distribusi Generalized Extreme Value (GEV). Uji yang dilakukan menggunakan KS, tipe distribusi GEV memiliki nilai terendah untuk data PM₁₀ (0.0467), SO₂ (0.15349), dan NO₂ (0.06522).

Pada tes menggunakan AD, tipe distribusi GEV memiliki nilai terendah untuk data SO₂ (56.43), dan NO₂ (11.902). Sedangkan tes AD untuk data PM₁₀ distribusi Pearson V memiliki nilai terendah yaitu 16.723 dan distribusi Lognormal berada di peringkat kedua yaitu 40.453.

Tabel 3. Estimasi parameter dari model distribusi Generalized Extreme Value (GEV)

Parameter	K	σ	μ
PM ₁₀	0.61452	5.5734	12.293
SO ₂	0.7252	0.00030320	0.00060638
NO ₂	0.23259	0.00047845	0.00102

Tabel 3 menunjukkan estimasi parameter dari distribusi GEV dengan k adalah parameter bentuk kontinu, σ adalah parameter skala kontinu, μ dan adalah parameter lokasi kontinu, dengan menggunakan persamaan 1 maka didapatkan,

$$f(x) = \frac{1}{5.5734} \left(1 + 0.61452 \left(\frac{x - 12.293}{5.5743} \right) \right)^{\frac{1}{0.61452-1}} e^{-\left(1 + 0.61452 \left(\frac{x-12.293}{5.5743} \right) \right)^{\frac{1}{0.61452-1}}}$$

Untuk konsentrasi data PM₁₀

$$f(x) = \frac{1}{0.000303} \left(1 + 0.73 \left(\frac{x - 0.00060638}{0.000303} \right) \right)^{\frac{1}{0.7252-1}} e^{-\left(1 + 0.7252 \left(\frac{x-0.00060638}{0.000303} \right) \right)^{\frac{1}{0.7252-1}}}$$

Untuk konsentrasi data SO₂

$$f(x) = \frac{1}{0.00048} \left(1 + 0.23259 \left(\frac{x - 0.00102}{0.00048} \right) \right)^{\frac{1}{0.23259-1}} e^{-\left(1 + 0.23259 \left(\frac{x-0.00102}{0.00048} \right) \right)^{\frac{1}{0.23259-1}}}$$

Untuk konsentrasi data NO₂

Tabel 4. Cummulative Density Function (CDF) distribusi Generalized Extreme Value (GEV)

Parameter	P (x≤50)	P (x≥50)	P (x>100)	P (x>150)
PM₁₀	0.93306	0.06694	0.021	0.01072

Parameter	P (x≤0.05)	P (x≥0.05)
SO₂	0.99863	0.00137

Parameter	P (x≤0.005)	P (x≥0.005)
NO₂	0.98913	0.01087

Tabel 4 merupakan probabilitas PM₁₀ dengan katagori baik berkisar antara 0-50, sedang 50-150, tidak sehat 150-250, sangat tidak sehat 250-350, dan berbahaya dengan intensitas hingga melebihi 350 $\mu\text{gram}/\text{m}^3$. Sedangkan probabilitas SO₂ dengan kategori nilai baku mutu udara yaitu 0.14 ppm dan NO₂ adalah 0.08 ppm.

Probabilitas PM₁₀ dengan kategori tidak sehat yaitu sebesar 1% hal ini berarti bahwa peluang kejadian polusi udara yang tidak sehat akan terjadi dengan peluang yang kecil sekali, sedangkan probabilitas PM₁₀ yang kurang dari 50 $\mu\text{gram}/\text{m}^3$ yaitu sekitar 93% yang berarti bahwa partikel udara yang berukuran lebih kecil dari 10 mikron pada wilayah penelitian berada dalam kategori sehat.

Probabilitas SO₂ yang lebih dari 0.05 ppm yaitu sebesar 0.1% yang berarti bahwa hanya 0.1% peluang SO₂ akan melebihi nilai baku mutu. Sedangkan probabilitas SO₂ yang berada dibawah 0.05 ppm yaitu sekitar 99% yang berarti bahwa SO₂ pada wilayah penelitian berada dalam kadar yang sangat rendah.

Probabilitas NO₂ yang lebih dari 0.005 ppm yaitu 1% yang berarti bahwa sangat kecil sekali peluang terjadinya konsentrasi NO₂ yang akan melebihi nilai baku mutu. Sedangkan probabilitas NO₂ yang berada dibawah 0.005 ppm yaitu sekitar 99% yang berarti bahwa NO₂ pada wilayah penelitian berada dalam kadar yang sangat rendah.

4. KESIMPULAN

Distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) yang telah diuji menggunakan KS dan AD merupakan distribusi terbaik dalam menggambarkan konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂. Berdasarkan data rata-rata harian konsentrasi PM₁₀, SO₂, dan NO₂ di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Bukit Kototabang, dilihat dari sebaran scatter plot dan hasil probabilitas menunjukkan bahwa kondisi partikel udara pada wilayah ini berada dalam kategori yang cukup baik.

Hal ini dibuktikan dengan hasil probabilitas untuk PM₁₀ hanya 1% peluang kejadian polusi udara dengan kategori tidak sehat akan terjadi. Probabilitas SO₂ yang lebih dari 0.05 ppm hanya 0.1% peluang polusi udara yang akan melebihi nilai baku mutu, dan probabilitas NO₂ yang lebih dari 0.005 ppm hanya 1% sangat kecil sekali peluang terjadinya konsentrasi NO₂ yang akan melebihi nilai baku mutu. Dari hasil tersebut sangat memungkinkan sekali bahwa inilah salah satu hal yang mendasari GAW sebagai referensi udara bersih dunia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Georgopoulos, P.G., dan Seinfeld, J.H. (1982). Statistical Distribution of Air Pollutant Concentration. *Environmental Science and Technology* 16, 401A-416A.
- Kan, H.D., dan Chen, B.H. (2004). Statistical Distribution of Ambient Air Pollutants in Shanghai, China. *Biomedical and Environmental Sciences* 17, 366-372.
- Kao, A.S., dan Friedlander, S.K. (1995). Frequency Distribution of PM₁₀ Chemical Components and Their Source. *Environment Sciences and Technology* 29, 19-28.
- Larsen, R.I. (1973). An Air Quality Data Analysis System for Interrelating Effects, Standards, and Need Source Reductions. *Journal of Air Pollutants and Control Assessment* 23, 933-940.
- Lu, H. (2002). The Statistical Character of PM₁₀ Concentration in Taiwan Area. *Atmospheric Environment* 36, 491-502.
- Morel, B., Yeh, S., dan Cifuentes, L. (1999). Statistical Distributions for Air Pollution Applied to The Study of The Particulate Problem in Santiago. *Atmospheric Environment* 33, 2575-2585.
- Mudelsee, M. (2014). *Climate Time Series Analysis*. Springer International Publishing Switzerland.
- Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.