



**ANALISIS KEKERINGAN METEOROLOGI
MENGUNAKAN METODE *STANDARDIZED
PRECIPITATION INDEX (SPI)* DI DAS BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER**

TUGAS AKHIR

Oleh

Citra Malini

NIM 171910301039

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**



**ANALISIS KEKERINGAN METEOROLOGI
MENGUNAKAN METODE *STANDARDIZED
PRECIPITATION INDEX* (SPI) DI DAS BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata I Jurusan Teknik Sipil dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Citra Malini

NIM 171910301039

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang menjadi penuntun dalam setiap langkah kehidupan hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Segenap ketulusan dan penuh rasa bangga saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Kedua Orang Tua, Bapak Sutomo dan Ibu Susiani yang selalu memberi semangat, motivasi, material, nasihat, pengalaman yang sangat berharga, serta kasih sayang dan doa terbaiknya disepanjang waktu.
2. Kakak saya, Andi Gusnoro dan Beni Kuswandono yang selalu menjaga saya dan selalu mengajarkan saya untuk menjadi anak yang bertanggung jawab.
3. Keponakan saya Rezky Ahda Farzana dan Raska Bara Alfaizi yang memberi hiburan disaat bosan mengerjakan skripsi.
4. Mas Miftakhul Ulum selaku teman susah senang yang selalu memberi semangat dan menemani dalam proses pengerjaan skripsi.
5. Sahabat dan teman semuanya yang telah membantu kesulitan selama proses pengerjaan skripsi.
6. Berliana Safira, Maulida Faradela, Febrotul Hidayati, dan Amrulloh selaku teman satu perairan yang menjadi tempat keluh kesah.
7. Seluruh teman-teman Teknik Sipil 2017 (Baswara) yang selalu memberi semangat selama pengerjaan skripsi berlangsung.
8. Guru-guru mulai TPQ, SD, SMP, SMA hingga di perguruan tinggi, atas jasa dan seluruh ilmu pengetahuannya.
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
10. Semua pihak yang berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

MOTTO

“Sukses adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu”

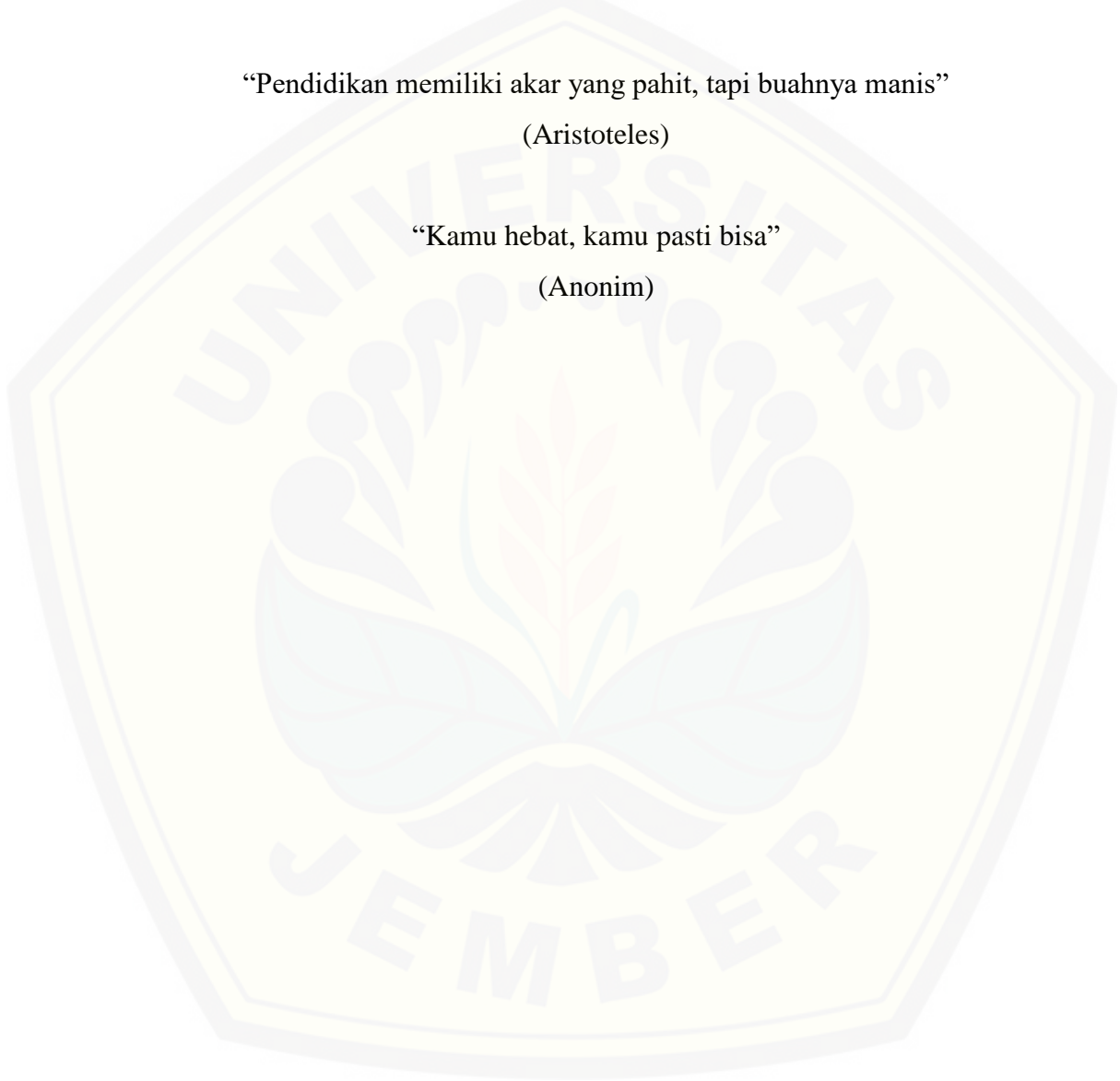
(Bobby Unser)

“Pendidikan memiliki akar yang pahit, tapi buahnya manis”

(Aristoteles)

“Kamu hebat, kamu pasti bisa”

(Anonim)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Citra Malini


Nim : 171910301039

Menyatakan dengan sungguh bahwa skripsi yang berjudul "*Analisis Kekeringan Meteorologi Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) di DAS Bedadung Kabupaten Jember*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam kutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 Januari 2021

Yang menyatakan,



Citra Malini
NIM. 171910301039

SKRIPSI

**ANALISIS KEKERINGAN METEOROLOGI
MENGUNAKAN METODE *STANDARDIZED
PRECIPITATION INDEX* (SPI) DI DAS BEDADUNG
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Citra Malini

NIM 171910301039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D

PENGESAHAN

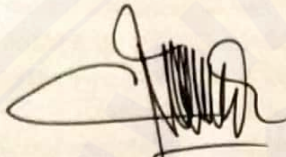
Tugas Akhir berjudul “Analisis Kekeringan Meteorologi Menggunakan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Bedadung, Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 12 Januari 2021

Tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

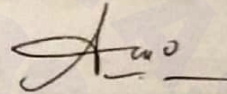
Tim Penguji

Pembimbing Utama (DPU)



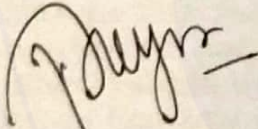
Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T.
NIP. 197108041998031002

Pembimbing Anggota (DPA)



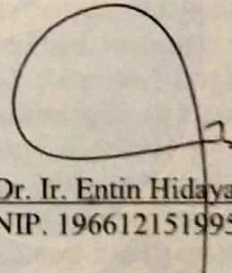
Retno U.A.W., M.Eng., Ph.D
NIP. 760017219

Penguji I



Ir. Wjwik Yunarni W., S.T., M.T.
NIP. 197006131998022001

Penguji II



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP. 196612151995032001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Triwalji Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 19700826199702 1 001

RINGKASAN

Analisis Kekeringan Meteorologi Menggunakan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Bedadung Kabupaten Jember; Citra Malini, 171910301039; 2021; 52 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kekeringan merupakan salah satu bencana alam yang dapat disebabkan dari berbagai aspek. Salah satu penyebab dari kekeringan adalah tingkat curah hujan pada suatu wilayah yang rendah sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. Tingkat kekeringan pada satu periode dapat berbeda antar wilayah. Bencana kekeringan yang dapat digambarkan menjadi indikasi pertama adanya kekeringan adalah kekeringan meteorologi. Menurut data BPBD pada tahun 2019, Kabupaten Jember mengalami kekeringan ekstrim dengan sebagian besar lokasi berada di DAS Bedadung. Oleh karena itu, dilakukan kajian kekeringan untuk memperoleh arah dan durasi kekeringan.

Penelitian kekeringan di DAS Bedadung ini menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) yang merupakan salah satu metode yang banyak digunakan diberbagai negara untuk menganalisis kekeringan. Hasil dari metode SPI merupakan nilai indeks kekeringan yang diklasifikasikan menjadi bulan basah dan bulan kering. Nilai negatif menandakan dimulainya bulan kering dan nilai positif menandakan dimulainya bulan basah. Perhitungan metode SPI dengan data curah hujan 30 tahun dari 30 stasiun penakar hujan yang ada di DAS Bedadung.

Hasil penelitian ini didapat indeks kekeringan paling parah yaitu pada tahun 2018 dan 2019. Pada tahun 2019 nilai indeks kekeringan mencapai rentan -2.69 yang berada di stasiun Ajung dan nilai tertinggi -1,13 di stasiun Kottok yang masih dalam klasifikasi bulan kering. Pemetaan indeks kekeringan yg diperoleh sesuai dengan banyaknya permintaan masyarakat mengenai distribusi air bersih yang mencapai 115.000 liter di wilayah stasiun Ajung yang terdampak kekeringan ekstrim. Bulan yang mengalami kekeringan ekstrim dilakukan pemetaan spasial untuk mendapat peta persebarannya. Hasil validasi antara hasil pemetaan SPI dan BPBD didapat kesesuaian sebesar 82%. Peta persebaran dapat diketahui wilayah yang sering terjadi kekeringan sehingga hasil analisis dapat digunakan pedoman dalam penanganan dan pencegahan supaya tidak terjadi bencana kekeringan lagi.

SUMMARY

Meteorological Drought Analysis Using Metode Standardized Precipitation Index (SPI) in Bedadung Watershed Jember Regency; Citra Malini, 171910301039; 2021; 52 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.

Drought is one of the natural disasters that can be caused from various aspects. One of the causes of drought is the low level of rainfall in a region so that it can not meet daily needs. Drought rates in a single period may vary between regions. Drought disasters that can be described as the first indication of drought are meteorological droughts. According to BPBD data in 2019, Jember regency is experiencing extreme drought with most locations located in the Bedadung watershed. Therefore, drought studies are carried out to obtain the severity and duration of drought.

Drought research in Bedadung watershed uses Standardized Precipitation Index (SPI) method which is one of the methods widely used in various countries to analyze drought. The result of the SPI method is the drought index value classified into wet months and dry months. Negative values indicate the start of the dry month and positive values indicate the start of the wet month. Calculation of SPI method with 30 years rainfall data from 30 rain exchange stations in Bedadung watershed.

The results of this study obtained the most severe drought index in 2018 and 2019. In 2019 the drought index value reached a vulnerable -2.69 located at Ajung station and a high score of -1.13 at Kottok station which is still in dry month classification. Mapping the drought index obtained in accordance with the many public requests regarding the distribution of clean water that reaches 115,000 liters in the area of Ajung station affected by extreme drought. The month that is experiencing extreme drought is done spatial mapping to get the distribution map. The results of the validation between the results of the mapping of SPI and BPBD obtained a suitability of 82%. Distribution map can be known areas that often occur drought so that the results of analysis can be used guidelines in handling and prevention so that no more drought disasters occur.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kekeringan Meteorologi Menggunakan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Bedadung, Kabupaten Jember” dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
2. Bapak Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir
3. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Kepala Prodi S1 Teknik Sipil
4. Ibu selaku Retno Utami A. W.,S.T.,M.Eng.,Ph.D Dosen Pembimbing Anggota
5. Bapak Ir. Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji I
6. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM, selaku Dosen Penguji II
7. Dinas PSDA Jember yang telah memberikan bantuan berupa data-data untuk kelengkapan Tugas Akhir
8. Seluruh Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan semua ilmu dan pelajaran selama perkuliahan, serta semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Tugas akhir ini. Penulis berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 1 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kekeringan	4
2.2 Curah Hujan	5
2.3 Pengolahan Data Hujan	5
2.3.1 Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang menggunakan Metode <i>Inversed Square Distance</i>	5
2.3.2 Menghitung Curah Hujan Rata-Rata Wilayah Metode Poligon Thiessen	6
2.3.3 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda.....	6
2.3.4 Uji Abnormalitas.....	7
2.4 Indeks Kekeringan	7

2.5 Metode SPI (Standardized Precipitation Index)	8
2.6 Sistem Informasi Geografis	10
2.7 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Lokasi dan waktu penelitian	18
3.2 Data Penelitian.....	18
3.3 Langkah-langkah Penelitian	19
3.4 Bagan Alur Penelitian	33
BAB IV. PEMBAHASAN.....	34
4.1 Analisis Data Curah Hujan	34
4.1.1 Persiapan Data	34
4.1.2 Data Curah Hujan Yang Hilang.....	35
4.1.3 Uji Konsistensi Metode Kurva Massa Ganda (<i>Double Mass Curve</i>) ...	36
4.1.4 Uji Abnormalitas.....	39
4.2 Menghitung Curah Hujan Wilayah dengan Polygon Thiessen.....	41
4.3 Perhitungan Indeks Kekeringan dengan Program SPI Generator	42
4.4 Pemetaan Kekeringan	46
4.5 Validasi Data Kekeringan SPI dengan Data Distribusi Air	49
BAB V. PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55

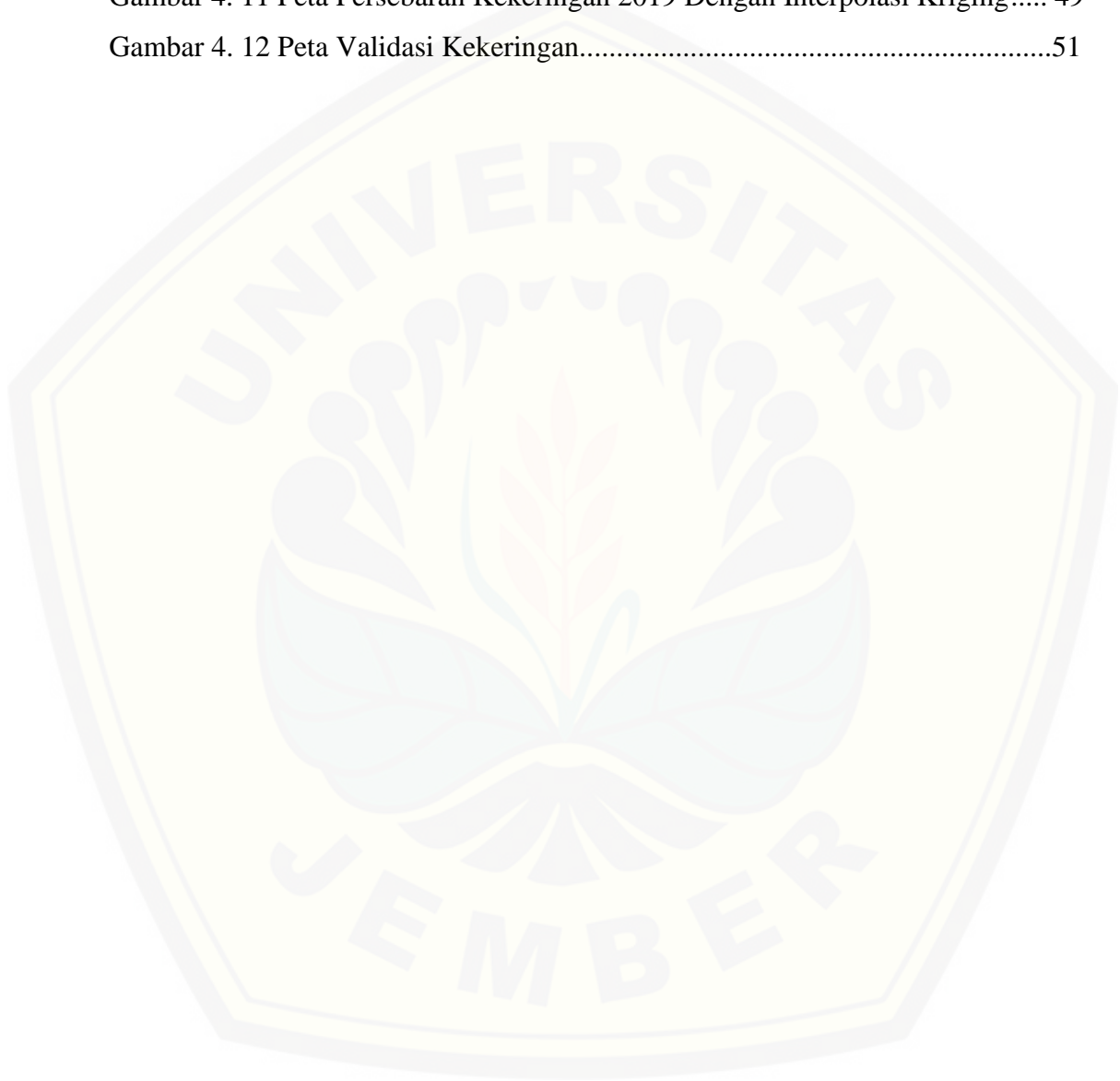
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Nilai Klasifikasi SPI.....	34
Tabel 4. 1 Daftar Stasiun Hujan.....	34
Tabel 4. 2 Uji Konsistensi Data Curah Hujan Ajung.....	36
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Uji Konsistensi Data Hujan.....	38
Tabel 4. 4 Harga Maksimum Metode Rerata Aljabar	39
Tabel 4. 5 Harga Minimum Metode Aljabar.....	40
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Koefisien Thiessen	41
Tabel 4. 7 Hasil SPI Curah Hujan Rerata	43
Tabel 4. 8 Hasil SPI Pada Bulan Kekeringan Ekstrim.....	43
Tabel 4. 9 Validasi Data.....	50
Tabel 4. 10 Presentase kekeringan.....	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lengkung Massa Ganda	23
Gambar 3. 1 Peta Lokasi	18
Gambar 3. 2 Pemrograman SPI Generator.....	22
Gambar 3. 3 Pembuatan Blank Map	23
Gambar 3. 4 Pemasukan SHP DAS	23
Gambar 3. 5 Pemasukan SHP Titik Stasiun.....	24
Gambar 3. 6 Pembuatan Label Features	24
Gambar 3. 7 Menghubungkan Peta Terhadap Data	25
Gambar 3. 8 Input Data Dengan Perintah Join	25
Gambar 3. 9 Geostatistical Analyst	26
Gambar 3. 10 Sector Type	26
Gambar 3. 11 Method Report.....	27
Gambar 3. 12 Layer Interpolasi Kriging 1	27
Gambar 3. 13 Layer Properties	28
Gambar 3. 14 Export To Raster	28
Gambar 3. 15 GA Layer To Grid	29
Gambar 3. 16 GA Layer To Grid Berhasil di Input	29
Gambar 3. 17 Searching Extract by Mask	30
Gambar 3. 18 Extract by Mask	30
Gambar 3. 19 Extract by Mask Berhasil di Input.....	31
Gambar 3. 20 Extract by Mask Interpolasi IDW	31
Gambar 3. 21 Pembuatan Kop Peta	32
Gambar 4. 1 Lokasi Stasiun Pencatat Curah Hujan	35
Gambar 4. 2 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Sukowono.....	37
Gambar 4. 3 Peta Poligon DAS Bedadung.....	41
Gambar 4. 4 Hasil Analisis SPI 3 Curah Hujan Rerata.....	45
Gambar 4. 5 Hasil Analisis SPI 6 Curah Hujan Rerata.....	45
Gambar 4. 6 Hasil Analisis SPI 9 Curah Hujan Rerata.....	45

Gambar 4. 7 Hasil Analisis SPI-1, SPI-3, SPI-6, SPI-9 Sta. Ajung.....	46
Gambar 4. 8 Peta Persebaran Kekeringan Tahun 2018 Dengan Interpolasi IDW	47
Gambar 4. 9 Peta Persebaran Kekeringan 2018 Dengan Interpolasi Kriging.....	48
Gambar 4. 10 Peta Persebaran Kekeringan 2019 Dengan Interpolasi IDW	48
Gambar 4. 11 Peta Persebaran Kekeringan 2019 Dengan Interpolasi Kriging.....	49
Gambar 4. 12 Peta Validasi Kekeringan.....	51



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim yang terjadi akibat pemanasan global di dunia memberikan dampak terhadap terjadinya bencana alam. Air diperoleh dari curah hujan, apabila perubahan iklim terjadi secara tidak menentu hal ini dapat mengganggu suplai air untuk kehidupan. Pemanasan global memberikan dampak terhadap perubahan iklim global sebagai akibat dari efek rumah kaca dan pemenuhan emisi gas CO₂ di udara yang dapat mengakibatkan perubahan kondisi suhu dan mempengaruhi kondisi siklus meteorologi dan geologi (Sudarma & As-syakur, 2018).

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) kabupaten Jember terdapat 13 kecamatan yang terdampak kekeringan sejak kurun waktu 23 Agustus hingga 25 November 2019. Puncak kekeringan berada pada sepanjang bulan September 2019 yang melanda di lima kecamatan yaitu Pakusari, Arjasa, Sumberjambe, Rambipuji, dan Jelbuk. Kurniawan dkk., (2019) merupakan peneliti pertama pada DAS Bedadung dengan menganalisis kekeringan dengan menggunakan metode *Palmer Drought Severity Index* dan indeks kekeringan hidrologi (nilai Transformasi *Box Cox* terstandarisasi (Z) debit AWLR) tepatnya pada kecamatan Patrang, Jelbuk, Arjasa dan Panti. Penelitian oleh Kurniawan dkk., (2019) terdapat saran bahwa data hujan yang digunakan supaya lebih panjang untuk mendapat hasil yang akurat. Dalam penyempurnaan penelitian tersebut, penggunaan metode SPI dengan kala hujan lebih panjang akan memberikan representasi lebih baik dibandingkan dengan metode PDSI dikarenakan metode SPI memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu handal, indeks yang fleksibel, analisis hanya memerlukan data hujan, dan dapat menganalisis periode bulan basah (Saidah dkk., 2017).

Perhitungan nilai indeks kekeringan menggunakan metode SPI. Indeks kekeringan adalah suatu perangkat utama untuk mendeteksi, memantau, dan mengevaluasi terjadinya bahaya kekeringan. Nilai SPI negatif menandakan awal terjadinya suatu kekeringan dan nilai SPI positif menandakan telah berakhirnya kekeringan. Hasil yang diperoleh dengan metode SPI adalah kalender bulan yang

terjadi kekeringan dan nilai indeksnya (Utami dkk., 2013). Hasil dari perhitungan kemudian dipetakan untuk mengetahui persebaran kekeringan dan dilakukan kajian atau validasi dengan data lapangan dari BPBD. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penanganan bencana kekeringan. Berdasarkan latar belakang di atas, untuk mendapatkan data kekeringan maka diperlukan perhitungan indeks kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) berdasarkan data curah hujan kala tahun 1990-2019 dari stasiun penelitian.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, diperoleh rumusan masalah yang ditinjau sebagai berikut :

1. Berapa indeks kekeringan berdasarkan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Bedadung?
2. Bagaimana pemetaan spasial kekeringan meteorologi DAS Bedadung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis indeks kekeringan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) di DAS Bedadung.
2. Mendapatkan peta persebaran kekeringan meteorologi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah hasil dari penelitian dapat digunakan petunjuk dan informasi untuk masyarakat dan dinas pekerjaan umum terkait dalam rangka merancang pengambilan keputusan mempersiapkan berbagai tindakan guna mencegah dan menangani kekeringan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, maka adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Data hujan yang digunakan data curah hujan 1990-2019
2. Penelitian tidak membahas dampak El-Nino
3. Dampak dari kekeringan tidak dibahas dalam penelitian ini
4. Tidak membahas mengenai kerugian dari kekeringan dari berbagai sektor

5. Tidak membahas kebijakan pengambilan keputusan untuk menangani kekeringan



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kekeringan

Kekeringan (drought) adalah suatu bencana akibat kurangnya jumlah curah hujan rata-rata. Bencana kekeringan terjadi secara perlahan akibat kurangnya pasokan air yang berkepanjangan (Syahrial dkk., 2017). Kekeringan ditandai dengan jumlah curah hujan dibawah angka normal pada satu musim (Saidah dkk., 2017). Kekeringan dibagi menjadi empat jenis, yaitu:

1. Kekeringan Meteorologi (*Meteorological Drought*)

Kekeringan meteorologi merupakan kekeringan yang diakibatkan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Tingkat kekeringan meteorologi dapat menggambarkan indikasi pertama adanya kekeringan (Adnyana dkk., 2015).

2. Kekeringan pertanian (*Agricultural Drought*)

Kekeringan pertanian merupakan kekeringan yang terjadi setelah kekeringan meteorologi akibat berkurangnya kandungan air di dalam tanah. Dampak dari berkurangnya kandungan air tanah sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman pada suatu periode tertentu (Afdeni dkk., 2016).

3. Kekeringan Hidrologi (*Hidrological Drought*)

Kekeringan hidrologi dapat ditandai dengan kurangnya pasokan air permukaan dan air tanah dalam bentuk air di danau dan waduk, aliran sungai, dan muka air tanah. Kekeringan hidrologis dapat diketahui berdasarkan hasil pengukuran ketinggian muka air sungai, waduk, danau dan air tanah (Afdeni dkk., 2016).

4. Kekeringan Sosial dan Ekonomi

Kekeringan sosial ekonomi terjadi akibat adanya ketersediaan ekonomi yang kurang dari kebutuhan normal akibat kekeringan meteorologi, hidrologi dan pertanian. Kekeringan sosial ekonomi adalah hubungan antara penawaran dan permintaan untuk beberapa komoditas atau ekonomi yang baik bergantung pada curah hujan misalnya air, pakan ternak, dan

pembangkit listrik tenaga air. Kebutuhan semakin meningkat seiring bertambahnya populasi, pengembangan faktor lainnya (Mediani dkk., 2019)

2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah pada periode tertentu yang diukur dalam satuan tinggi milimeter (mm). Curah hujan 1 mm memiliki arti bahwa air hujan pada bidang seluas 1 m² berisi 1 liter air (Perdana dkk., 2015). Analisis data curah hujan diperoleh dari stasiun hujan yang terpilih sesuai wilayah yang ditinjau yang digunakan untuk mendapatkan hujan rerata menggunakan metode Poligon Thiessen. Dari data curah hujan penakar dilakukan analisis hujan rerata bulanan untuk setiap stasiun hujan, sehingga dapat mengetahui pola dan variasi curah hujan rerata bulanan (Kurniawan dkk., 2019).

2.3 Pengolahan Data Hujan

Data hujan yang berasal dari hasil observasi penting dilakukan analisis lebih lanjut untuk mendapat data yang berkualitas. Data observasi rawan terjadinya kesalahan teknis ataupun sumber daya manusia. Data observasi sangat penting untuk mengecek seberapa besar kesalahan yang terjadi.

2.3 1 Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang menggunakan Metode

Inversed Square Distance

Dalam Rizky, dkk (2019) metode *Inversed Square Distance* merupakan metode yang digunakan untuk mencari data curah hujan yang hilang. Metode ini memperhitungkan jumlah curah hujan dan jarak stasiun. Rumus metode *Inversed Square Distance* dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

P_x = Curah hujan yang hilang di stasiun x (mm)

P_i = Curah hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama (mm)

L_i = Jarak antar stasiun (m)

2.3.2 Menghitung Curah Hujan Rata-Rata Wilayah Metode Poligon Thiessen

Dalam metode poligon Thiessen, luasan disekitar stasiun yang menjadi bobot. Pengaruh dari setiap stasiun terdekat menjadi perhitungan curah hujan rerata (Triatmodjo, 2013). Rumus poligon Thiessen sebagai berikut :

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

Keterangan :

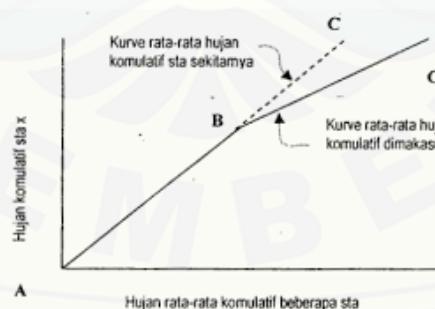
P = hujan rerata kawasan

P₁, P₂, ..., P_n = hujan pada stasiun 1, 2, ... , n

A₁, A₂, ..., A_n = luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ... , n

2.3.3 Uji Konsistensi Kurva Massa Ganda

Uji konsistensi massa ganda digunakan untuk mendapat keakuratan data apakah telah konsisten. Data hujan tidak konsisten dapat disebabkan gangguan dari lingkungan sekitar letak alat penakar, misalnya berdekatan dengan gedung yang tinggi, terhalang oleh pohon, terjadi perubahan cara mencatat, alat penakar dipindah dari posisi awal dan sebagainya. Data yang diperoleh tidak terdapat perubahan atau kendala maka didapat garis ABC, apabila pada suatu tahun terdapat perubahan maka didapat garis ABC' atau garisnya patah seperti pada gambar 2.1 (Soemarto, 1987).



Gambar 2. 1 Lengkung Massa Ganda

(Sumber : Buku Soemarto)

2.3.4 Uji Abnormalitas

Data hujan yang telah dilakukan uji konsistensi kemudian dilakukan uji abnormalitas untuk mengetahui data minimum dan maksimum sebagai uji kelayakan data. Menurut Sosrodarsono, (1987) persamaan iwai untuk memeriksa uji abnormalitas sebagai berikut :

$$\text{Log } X_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log } X_i \quad (2.3)$$

$$b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n b_i \quad (2.4)$$

$$m \propto n/10 \quad (2.5)$$

$$b_i = \frac{X_s(X_t - X_o)}{2 \cdot X_o - (X_s + X_t)} \quad (2.6)$$

$$X_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(X_i + b) \quad (2.7)$$

$$X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(X_i + b)^2 \quad (2.8)$$

$$\text{Log } (X_i + b) = \log (X_o + b) \pm Y_e \cdot S_x \quad (2.9)$$

$$S_x = \sqrt{X^2} - \sqrt{X_o^2} \quad (2.10)$$

$$\epsilon_o = 1 - (1 - \beta_o)^{1/n} \quad (2.11)$$

Keterangan :

X_s = Harga pengamatan dengan nomor urut m yang terbesar

X_t = Harga pengamatan dengan nomor urut m yang terkecil

n = banyaknya data

X_o = Harga yang diuji abnormalitas

Y_e = Koefisien yang sesuai dengan derajat normalitas e

β_o = Taraf signifikan

2.4 Indeks Kekeringan

Afdeni dkk., (2016) tujuan dari penentuan tingkat kekeringan lahan, antara lain:

1. Mengevaluasi tingkat kekeringan lahan, serta kecenderungan klimatologis menuju keadaan kering.
2. Memprediksi kebutuhan air irigasi pada suatu daerah.
3. Mengevaluasi kekeringan pada suatu tempat secara lokal.

4. Mengamati perkembangan kekeringan regional secara berkala.

Indeks kekeringan merupakan suatu perangkat utama untuk mendeteksi, memantau, dan mengevaluasi terjadinya bahaya kekeringan. Untuk mengetahui bagaimana tingkat kekeringan pada suatu wilayah, analisis indeks kekeringan sangat diperlukan. Metode untuk menganalisis indeks kekeringan yaitu Percent of Normal Index (PNI), Effective Drought Index (EDI), Deciles Index (DI), Rainfall anomaly Index (RAI), China-Z Index (CZI), Modified China-Z Index (MCZI), Z-Score Index (ZSI), Reclamation Drought Index (RDI), Crop Moisture Index (CMI), Standardized Precipitation Index (SPI), Palmer Drought Severity Index (PDSI), dan Theory of Run (Faisal dkk., 2020)

2.5 Metode SPI (Standardized Precipitation Index)

Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya dalam satu periode yang panjang. Metode SPI dikembangkan oleh McKee dkk (1993) yang merupakan model mengukur defisit curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya (Saidah dkk., 2017). Menurut Bordi dkk (2009) dalam (Afdeni dkk., 2016) metode SPI banyak digunakan untuk mengetahui tingkat kekeringan pada suatu wilayah dengan iklim yang berbeda dengan rentang waktu pendek maupun panjang karena yang digunakan adalah data statistik yang konsisten.

McKee dkk, (1993) klasifikasi untuk mengidentifikasi intensitas kekeringaan, dan kriteria kejadian kekeringan pada periode tertentu. Waktu kekeringan dapat dilihat dari nilai SPI, apabila SPI bernilai -1 atau kurang menandakan telah mencapai intensitas kekeringan dan nilai SPI positif menandakan berakhirnya masa kekeringan. Nilai SPI dan dan klasifikasi dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Klasifikasi SPI

Nilai SPI	Klasifikasi
$\geq 2,00$	Amat sangat basah
1,50 s.d 1,99	Sangat basah

Nilai SPI	Klasifikasi
1,00 s.d 1,49	Cukup basah
-0,99 s.d 0,99	Mendekati normal
-1,00 s.d -1,49	Cukup kering
-1,50 s.d -1,99	Sangat kering
$\leq -2,00$	Amat sangat kering

(sumber : Hayes, 2000)

Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma dengan rumus sebagai

berikut :

$$G(x) = x \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (2.12)$$

Nilai α dan β diestimasi untuk setiap stasiun hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{x^2}{sd^2} \quad (2.13)$$

$$\beta = \frac{x}{\alpha} \quad (2.14)$$

Dengan :

$$A = \ln(\ddot{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (2.15)$$

n = jumlah data curah hujan

Karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x=0$, maka nilai $G(x)$ menjadi :

$$H(x) = q + (1-q) G(x) \quad (2.16)$$

Dengan nilai $q = m/n$ dengan nilai m adalah jumlah kejadian hujan 0 mm dalam deret seri data hujan.

Perhitungan nilai SPI untuk $0 < H(x) \leq 0,5$

$$Z = \text{SPI} = - \left(1 - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (2.17)$$

Dan transform gamma distribution : $t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(H(x))^2} \right]}$ (2.18)

Sedangkan untuk $0,5 < H(x) \leq 1,0$

$$Z = \text{SPI} = + \left(1 - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (2.19)$$

Dan transform gamma distribution : $t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(1-H(x))^2} \right]}$ (2.20)

Dengan :

$$C_0 = 2.515517 \quad d_1 = 1.432788$$

$$C_1 = 0.802853 \quad d_2 = 0.189269$$

$$C_2 = 0.010328 \quad d_3 = 0.001308$$

Kekeringan terjadi pada waktu nilai SPI secara berkesinambungan negatif dan mencapai intensitas kekeringan dengan SPI bernilai -1 atau lebih kecil.

2.6 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat bantu sistem komputer yang dapat menganalisis, merekam, menyimpan, dan menampilkan data geografis. (Sasmito, 2017). Manfaat dari SIG yaitu memberikan suatu informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis. SIG bekerja dengan integrasi 5 komponen, yaitu : data, perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), pengguna (*user*), dan aplikasi (Masykur, 2014).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan referensi penelitian terdahulu tentang kekeringan:

1. Analisis Kekeringan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).

Penulis: Ainur Rofiq Kurniawan, M. Bisri, Ery Suhartanto

Tahun : 2019

Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran sebaran kekeringan yang terjadi pada DAS Bedadung dengan menggunakan metode Palmer Drought Severity Index, mengetahui hubungan antara indeks kekeringan meteorologi dengan kondisi kekeringan berdasarkan data hidrologi.

Pengujian data untuk data hujan adalah uji konsistensi metode Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) dan uji stasioneritas untuk data suhu. Data yang diperoleh besaran indeks kekeringan bulanan metode Palmer dan sebaran data kekeringan rerata dan data estimasi koefisien korelasi Pearson yang dapat diinterpretasikan bahwa tanda korelasi positif menyatakan indeks kekeringan hidrologi.

2. Pemanfaatan Data Global Precipitation Measurement (GPM) dan Standardized Precipitation Index (SPI) untuk Deteksi Kekeringan Meteorologis di Provinsi Papua Barat.

Penulis: Arif Faisol, Budiyo, Indarto, dan Elida Novita

Tahun : 2020

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kekeringan meteorologis menggunakan data Global Precipitation Measurement (GPM) dan metode Standardized Precipitation Index (SPI) di Provinsi Papua Barat. Tahap penelitian menganalisis tingkat kekeringan dengan menghitung data GPM dan metode SPI yang kemudian diklasifikasikan pada tabel peluang kejadian kekeringan berdasarkan metode SPI. Hasil analisis SPI data GPM dibandingkan dengan analisis data AWS dan peta SPI yang dirilis oleh BMKG. Kesimpulan dari penelitian ini data GPM dan metode SPI memiliki akurasi yang baik untuk memantau tingkat kekeringan di Provinsi Papua Barat.

3. Analisis Indeks Kekeringan Meteorologis Lahan Gambut di Pulau Bengkalis

Penulis: Sinta Afdeni, Sigit Sutikno, Yohanna Lilis Handayani

Tahun : 2017

Penelitian ini menganalisis indeks kekeringan meteorologis lahan gambut di pulau Bengkalis dengan menggunakan data hujan satelit TRMM berbasis SIG dengan metode SPI. Penelitian membahas tentang analisis indeks kekeringan meteorologis lahan gambut dengan studi pustaka indeks kekeringan lahan, SPI, dan curah hujan TRMM. Pengumpulan data berupa data curah hujan satelit TRMM perjam. Didapatkan indeks kekeringan SPI

di setiap grid hampir sama dan tidak terjadi periode kering dan basah secara bersamaan dalam periode waktu yang sama. Data diperoleh periode 15 harian dan periode 1 bulanan dari nilai SPI.

4. Analisis Spasial Kekeringan Meteorologis Daerah Aliran Sungai Siak

Penulis: Manyuk Fauzi, Bambang Sudjatmoko, Suprasman, Imam Suprayogi, Sandi Cahyono

Tahun : 2017

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks kekeringan di daerah aliran sungai siak untuk mendeteksi kejadian kekeringan. Penerapan metode Thornthwaite Mather menjadi alat bantu mendeteksi kekeringan yang dapat memberi dampak kebakaran hutan dan lahan gambut di Siak. Metode Thornthwaite lebih menekankan faktor curah hujan (P) dan evapotranspirasi potensial (PE) sebagai faktor iklim. Imbangan dari hujan dan evapotranspirasi potensial menghasilkan keadaan berlangsungnya antara periode bulan kering dan periode bulan basah. Indeks kekeringan di masing-masing stasiun dihitung kemudian dilakukan analisis spasial dengan penggambaran peta spasial sebaran kekeringan.

5. Analisa Indeks dan Sebaran Kekeringan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) dan Geographical Information System (GIS) untuk Pulau Lombok

Penulis: Humairoh Saidah, M. Bagus Budianto, Lilik Hanifah

Tahun : 2017

Tujuan analisis ini adalah mengetahui indeks dan sebaran kekeringan dalam sebuah peta spasial serta mengetahui panjang periode kekeringan yang terjadi di masa lampau, sehingga dapat menjadi input bagi penyusunan model rencana antisipasi perubahan iklim untuk pulau Lombok. Perhitungan indeks kekeringan menggunakan metode SPI. Hasil perhitungan SPI yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk peta spasial dengan menggunakan bantuan software Arc GIS 10.2.1 menggunakan metode IDW untuk melihat sebaran kekeringan yang ada di Pulau Lombok. Berdasarkan peta yang dihasilkan dari perhitungan nilai SPI

1 bulanan pada tahun 2015, dapat dilihat kejadian kekeringan dialami seluruh wilayah yang ditandai penyebaran warna oranye dan merah yang selalu muncul secara bergantian di sepanjang tahun di seluruh pulau.

6. Pemetaan Daerah Rawan Kekeringan di Bali-Nusa Tenggara dan Hubungannya dengan Enso Menggunakan Aplikasi Data Penginderaan Jauh

Penulis: I Wayan Nuarsa, I Wayan Sandi Adnyana, Abd.Rahman As-syakur
Tahun : 2015

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pola sebaran daerah rawan kekeringan di gugusan kepulauan Bali-Nusa Tenggara. Pola sebaran rawan kekeringan dan perubahan iklim khususnya kejadian El Nino dapat diketahui dengan menggunakan data penginderaan jauh dan sistem Informasi geografi. Analisis tingkat kerawanan kekeringan menggunakan metode SPI. Setelah diperoleh hasil analisis kekeringan dengan metode SPI, data point/titik di konversi ke format data raster untuk membuat peta kerawanan kekeringan. Metode yang sama juga digunakan untuk menghitung tingkat korelasi antara indeks SOI. Metode untuk mendapatkan hubungan antara nilai indeks SPI yang merupakan manifestasi dari kerawanan kekeringan dengan nilai SOI dengan menggunakan analisis statistik untuk mencari nilai koefisien korelasi linier (r). Pola spasial sebaran rata-rata tahunan nilai SPI6 di Bali Nusa Tenggara dari tahun 1998-2010 pola sebarang mengikuti kondisi pola kejadian ENSO. Hal ini juga terindikasi dari pola spasial hubungan antara ENSO dengan SPI yang terjadi di Wilaya Bali-Nusa Tenggara. Penelitian ini mengidikasikan bahwa data penginderaan jauh seperti TRMM 3B43 memiliki kemampuan untuk digunakan sebagai sumber data dalam menganalisis pola spasial kondisi kekeringan, khususnya di wilayah Bali-Nusa Tenggara. Selain itu data TRMM juga sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber data dalam menganalisis kekeringan di wilayah lain di Indonesia

7. Drought Index for Peatland Wild fire Management in Central Kalimantan, Indonesia During El Niño Phenomenon

Penulis: Novitasari, Joko Sujono, Sri Harto, Azwar Maas, Rachmad Jayadi
Tahun : 2019

Penelitian ini bertujuan untuk menguji KBDI, yang dimodifikasi untuk kebakaran lahan gambut di Kalimantan Tengah saat kondisi iklim tropis yang dipengaruhi oleh bencana El Nino pada tahun 2015. Pada waktu yang sama, kondisi El Nino tidak menyebabkan turunnya curah hujan secara signifikan di sebagian besar wilayah Indonesia. Modifikasi yang dilakukan pada kondisi air tanah dasar untuk lahan gambut yang memengaruhi nilai wc. Indeks yang dimodifikasi dibandingkan dengan KBDI dalam kondisi lahan basah tropis. Hasil dari dua modifikasi indeks dibandingkan dengan NFA yang tercatat di hutan gambut. Analisis menunjukkan hasil KBDI koreksi faktor kekeringan (DFt) untuk kondisi lahan tropis, memberikan indeks ekstrem (375 hingga 400 mm) yang terjadi mulai 9 September 2015. Pengujian lebih lanjut masih diperlukan untuk membuktikan formula untuk peristiwa El Nino lainnya. Selain faktor meteorologi dan tabel air dalam formula KBDI, yang memengaruhi pengelolaan kekeringan di lahan gambut, beberapa faktor pendukung harus dipertimbangkan, seperti dekomposisi gambut, karakteristik fisik, kapasitas penampungan air, dan kapilaritas

8. Integrated Drought Index (IDI) for drought monitoring and assessment in India

Penulis: Vimal Mishra

Tahun : 2019

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi IDI terhadap Drought Severity Index (DSI), anomali penyimpanan air darat dan darat dari satelit Gravity Recovery dan Eksperimen Iklim (GRACE), sumur air tanah, dan anomali aliran sungai. Selain itu, untuk mengidentifikasi tiga kekeringan besar dengan tingkat keparahan tertinggi (berdasarkan IDI) yang terjadi pada tahun 1965, 1987, dan 2002 di DAS Sabarmati. Penelitian ini menggunakan Variable Infiltration Capacity dengan SIMple Groundwater Model untuk mensimulasikan variabel hidrologi. Model VIC adalah model

hidrologis berbasis grid berskala semi-makro, yang mensimulasikan fluks air dan energi di setiap grid pada skala waktu harian hingga sub-harian. Parameter vegetasi, parameter tanah, dan pemaksaan iklim (terdiri dari curah hujan, suhu maksimum dan minimum, dan kecepatan angin) adalah input utama untuk model VIC. VIC-SIMGM menangkap variabilitas yang diamati dalam anomali aliran dan air tanah di cekungan Sabarmati dan Brahmani selama 1952-2017. Simulasi limpasan VICSIMGM, kelembaban tanah, dan anomali sumur air tanah digunakan untuk membangun IDI untuk dua cekungan. IDI berhasil menangkap kekeringan jangka pendek dan jangka panjang dari kekeringan meteorologis, hidrologi, dan pertanian.

9. Hydrological Drought Assessment of Energy-Based Water Deficit Index (EWDI) at Different Geographical Regions

Penulis: Chanyang Sur, Dongkyun Kim, Joo-Heon Lee, Muhammad Mazhar Iqbal, Minha Choi

Tahun : 2019

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan aplikasi dari APD dengan memvalidasi APD di lokasi geografis lainnya dengan skala spasial yang lebih besar yang rentan terhadap kekeringan. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara empat indeks kekeringan yaitu EWDI, ESI, SPI-3, dan VCI. Karena indeks kekeringan yang dipilih memiliki rentang data yang berbeda, hal ini dinormalisasi untuk perbandingan yang lebih intuitif dengan EWDI. Indeks kekeringan konvensional dan berbasis satelit membandingkan kerentanan terhadap kekeringan. EWDI menunjukkan keakuratan kekeringan tertinggi melalui metode error matrix. Penerapan EWDI ditentukan dengan membandingkan perkiraan EWDI dengan kondisi kekeringan aktual. Hasil EWDI dan distribusi spasial dari temporal aktual melalui transisi menunjukkan perlambatan yang sama.

10. Assessment of Agricultural Drought Considering the Hydrological Cycle and Crop Phenology in the Korean Peninsula

Penulis: Chul-Hee Lim, Seung Hee Kim, Jong Ahn Chun, Menas C. Kafatos, Woo-Kyun Lee

Tahun : 2019

Dalam penelitian ini untuk menilai kekeringan pertanian saat ini dan masa depan di Semenanjung Korea menggunakan indeks kekeringan spesifik tanaman baru. Studi ini menyajikan Standardized Agricultural Drought Index (SADI) untuk setiap tanaman, yang merupakan indeks kekeringan pertanian dengan mempertimbangkan siklus hidrologi dan fenologi tanaman. Untuk mengevaluasi efektivitas SADI selama tiga dekade terakhir data dan menerapkan dua skenario perubahan iklim untuk memperkirakan perubahan jangka pendek dan jangka panjang di masa depan. Secara teoritis SADI didefinisikan sebagai keadaan siklus air hidrometeorologis untuk setiap fenologi tanaman. Tiga variabel hidrologi spesifik, yaitu presipitasi, evapotranspirasi, dan limpasan, diperlukan untuk menghitung SADI. SADI menilai kekeringan melalui keseimbangan, dengan mempertimbangkan pasokan air dan permintaan fenologi tanaman. Taksiran indeks yang akurat yang disarankan untuk kekeringan pertanian yaitu menggunakan SADI di Semenanjung Korea karena memiliki implikasi yang signifikan untuk pendekatan nexus makanan-air dan empiris untuk mengidentifikasi satrisik kekeringan wilayah akibat perubahan iklim. Evaluasi kinerja SADI, yang dibandingkan dengan hasil panen tadah hujan, menunjukkan hasil yang sangat baik dibandingkan dengan indeks kekeringan tradisional. Penelitian ini menyoroti fakta bahwa indeks kekeringan yang mempertimbangkan fenologi tanaman dapat berkontribusi untuk meningkatkan penilaian dampak perubahan iklim dan adaptasi komprehensif di sektor air pertanian.

11. Robust Response of Streamflow Drought to Different Timescales of Meteorological Drought in Xiangjiang River Basin of China

Penulis: Lin Zhao, Jianjun Wu, dan Jian Fang

Tahun : 2017

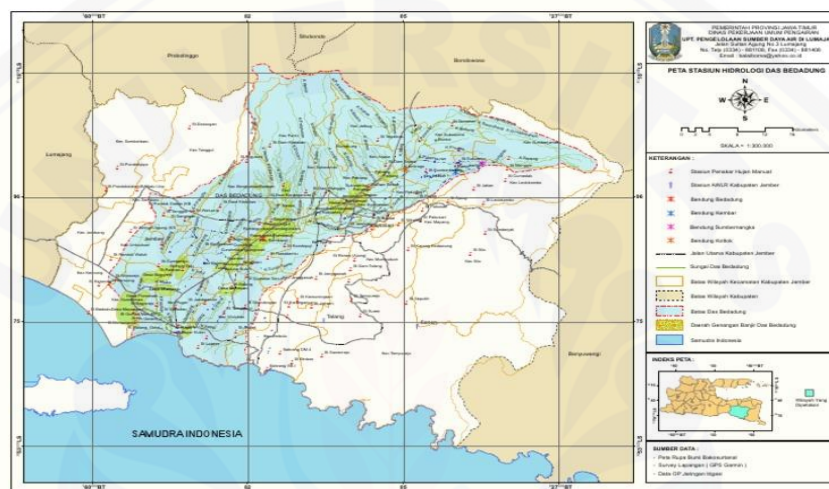
Penelitian ini bertujuan untuk menguji kegunaan berbagai rentang waktu SPEI untuk menunjukkan hubungan antara kekeringan aliran sungai dengan kekeringan meteorologi terutama yang cenderung dibawah pemanasan global. Pemilihan skala waktu SPEI yang paling cocok untuk mengidentifikasi kekeringan dalam debit sungai. Hasil dari penelitian dapat membantu dalam perencanaan sumber daya air regional dan manajemen kekeringan. Data hidrologi telah disediakan oleh Komisi Sumber Daya Air Changjiang Cina. Uji kualitas data meteorologi dan data buangan dilakukan sebelum perhitungan SPEI dan SRI. Dalam menghindari ketidakhomogenan dalam data meteorologi, diperlukan pengujian dengan mengkorelasi serangkaian data dari setiap stasiun meteorologi dengan rata-rata regional. Kesimpulan atau hasil dari penelitian berupa kekeringan meteorologi tinggi yang berkelanjutan akan merambat ke kekeringan aliran sungai yang parah sedangkan kekeringan meteorologi yang sedang dapat menyebabkan kekeringan aliran terpisah.

Dari data penelitian terdahulu mengenai kekeringan, dipilih metode SPI untuk menganalisis kekeringan meteorologi. Sebelum penelitian ini, telah ada penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan dkk. Penelitian mengenai analisis kekeringan hidrologi dengan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) untuk menganalisis kekeringan yang ada di DAS Bedadung kemudian dianalisis kekeringan hidrologi dengan memanfaatkan data debit air sungai. Kemudian, dalam penelitian ini dilakukan analisis meteorologi dengan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) yang telah dicoba beberapa kali penelitian sebelumnya salah satunya oleh Afdeni dkk yang menganalisis kekeringan meteorologi menggunakan metode SPI. Kemudian hasil analisis kekeringan di petakan secara spasial sebagai hasil dari analisis kekeringan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian berada di DAS Bedadung, kabupaten Jember. Berdasarkan studi lapangan, di empat kecamatan ini memiliki resiko tinggi mengalami bencana kekeringan. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Agustus 2020. Batas lokasi penelitian seperti gambar 3.1



Gambar 3. 1 Peta Lokasi
(Sumber : UPT Pengelolaan Sumberdaya Air)

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang dibutuhkan yaitu:

1. Data sekunder curah hujan yang digunakan adalah skala waktu 30 tahun mulai dari tahun 1990 sampai dengan 2019. Data curah hujan diambil dari 30 stasiun yaitu stasiun Sukowono, Sumber Jambe, Sembah, Arjasa, Bintoro, Kopang, Tegal Batu, Kottok, Ajung, Lojejer, Ampel, Kesilir Barat, Tamansari, Sabrang, Glundengan, Tanjungrejo, Gumelar Timur, Puger Wetan, Jambearum, Balung, Curah Malang, Rowotamtu, Klatakan, Dam Pono, Dam Karangnom, Dam Manggis, Dam Pecoro, Dam Makam, Rambipuji, dan Dam Semanggir.
2. Peta topografi dan shp dibutuhkan untuk menentukan lokasi penelitian dan luas wilayah penelitian.

3. Data lapangan kekeringan mengenai suplai air dari BPBD.

3.3 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan yaitu data curah hujan dan peta topografi yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Kabupaten Jember. Data shp dan curah hujan yang dibutuhkan yaitu dari stasiun Sukowono, Sumber Jambe, Sembah, Arjasa, Bintoro, Kopang, Tegal Batu, Kottok, Ajung, Lojejer, Ampel, Kesilir Barat, Tamansari, Sabrang, Glundengan, Tanjungrejo, Gumelar Timur, Puger Wetan, Jambearum, Balung, Curah Malang, Rowotamtu, Klatakan, Dam Pono, Dam Karangnom, Dam Manggis, Dam Pecoro, Dam Makam, Rambipuji, dan Dam Semanggir. Data distribusi air bersih untuk wilayah kekeringan diperoleh dari BPBD. Data diperoleh langsung dari pihak dinas dengan ijin untuk data pengolahan tugas akhir.

- b. Pengolahan Data Hujan

Langkah pengolahan data hujan:

1. Input data hujan observasi menjadi data hujan bulanan ke dalam microsoft excel.
2. Menghitung jarak setiap antar stasiun hujan melalui google earth dengan acuan titik koordinat letak stasiun.
3. Menghitung data curah hujan yang hilang dengan rumus *Inversed Square Distance*.
4. Menyusun data curah hujan observasi yang telah lengkap setiap stasiun.
5. Menghitung curah hujan rerata wilayah dengan poligon thiessen. Data luas wilayah jangkauan stasiun hujan yang didapat dari PU dihitung koefisien dan dicari curah hujan rerata wilayah dari hasil observasi yang telah lengkap.

- c. Pengujian Data Hujan

Data hujan yang telah lengkap di semua stasiun dijadikan jumlah hujan tahunan untuk dilakukan uji kurva massa ganda dan abnormalitas. Langkah pengujian metode massa kurva ganda sebagai berikut:

1. Curah hujan hasil observasi bulanan dihitung menjadi data curah hujan tahunan dengan cara menjumlah seluruh hujan pertahun yang terjadi setiap stasiun.
2. Menghitung kumulatif hujan tahunan stasiun sebagai acuan.
3. Merata-rata curah hujan tahunan sebagai pembanding kecuali satu stasiun yang menjadi acuan.
4. Menghitung kumulatif curah hujan pembanding.
5. Membuat kurva massa ganda dengan garis X sebagai kumulatif stasiun acuan dan garis Y nilai kumulatif stasiun pembanding.
6. Menghitung fungsi regresi dari kurva massa ganda.

Setelah data dilakukan uji konsistensi, dilanjutkan uji abnormalitas dengan pengecekan layak tidaknya data dengan data maksimum dan minimum dengan rangkaian rumus. Langkah perhitungan sebagai berikut :

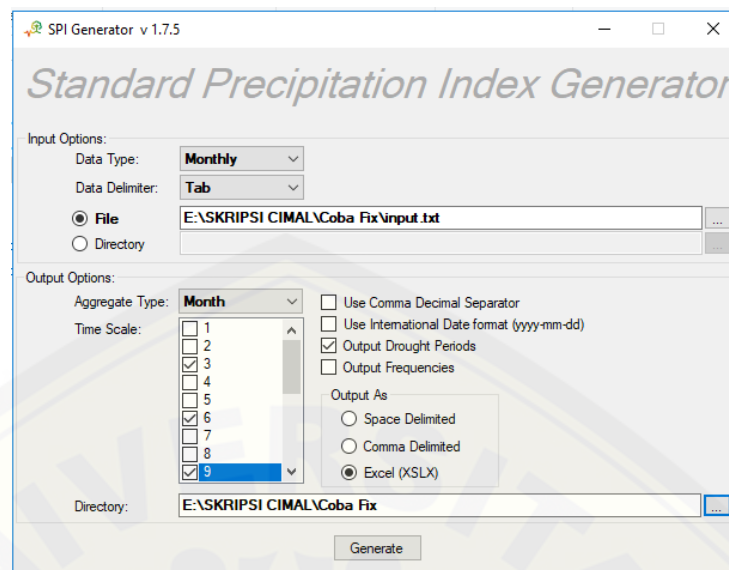
1. Data curah hujan tahunan dihitung rata-rata.
2. Data rerata diurutkan dari nilai terkecil ke nilai yang lebih besar atau sebaliknya.
3. Menghitung dengan rangkaian rumus IWAI.
4. Memperkirakan harga abnormal.

Jika $\varepsilon > \varepsilon_0$, maka nilai X_e (nilai maksimum atau minimum) tidak dapat disingkirkan.

d. Pengolahan Data Hujan dengan Metode *Standardized Precipitation Index*

Data hujan yang telah diuji kemudian diolah mengikuti tahapan pelaksanaan perhitungan indeks kekeringan metode SPI menggunakan persamaan 1 sampai 9. Menghitung indeks SPI dengan cara *running* menggunakan program bantu SPI Generator dengan langkah sebagai berikut:

1. Susun data di microsoft excel dengan kolom pertama sebagai bulan dan tahun, misalnya 01/01/1990, untuk kolom kedua diisi jumlah hujan.
2. Salin dan copy data dari excel kedalam notepad yang kemudian disimpan dengan format .txt.
3. Masukkan data yang telah di simpan dengan format .txt kedalam program SPI bagan input.
4. Data yang dianalisis yaitu curah hujan bulanan defisit 1, 3, 6, dan 9 bulanan, sehingga tipe data yang dipilih pada SPI Generator yaitu monthly
5. Data delimitate dipilih opsi tab
6. File dimasukkan data curah hujan yang telah disimpan dengan format .txt.
7. Agregate type dipilih monthly
8. Time scale yang digunakan yaitu periode skala 1, 3, 6, dan 9 bulanan.
9. SPI untuk mengetahui indeks kekeringan sehingga dipilih output drought periods
10. Hasil analisis disimpan dengan format excel, maka yang dipilih pada output as yaitu excel (XSLX)
11. File hasil analisis yang akan disimpan akan diletakkan di dokumen yang dipilih pada Directory
12. Generate untuk mendapat hasil analisis pada SPI Generator seperti pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Pemrograman SPI Generator
(Sumber : Hasil Analisis)

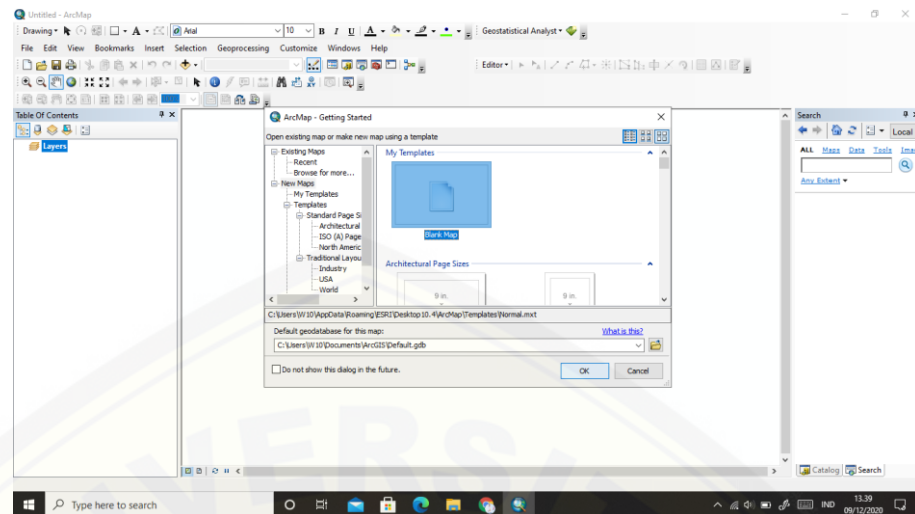
e. Hasil Uji dengan Metode *Standardized Precipitation Index*

Hasil yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode SPI ada 2 sesuai dengan data yang diolah awal yaitu rerata dan data observasi tiap stasiun. Nilai SPI dengan curah hujan rerata disusun menjadi grafik SPI 3, 6, dan 9 untuk mengetahui bulan apa saja yang mengalami kekeringan ekstrim. Nilai SPI curah hujan setiap stasiun digunakan sebagai data dalam pembuatan peta spasial kekeringan DAS Bedadung. Hasil data yang diklasifikasikan menurut tabel SPI dengan 7 kriteria. Nilai SPI yang diperoleh negatif menandakan awal terjadinya suatu kekeringan dan nilai SPI positif menandakan telah berakhirnya kekeringan. SPI dapat digunakan untuk memonitor kondisi dalam berbagai skala waktu.

f. Penyajian peta sebaran kekeringan

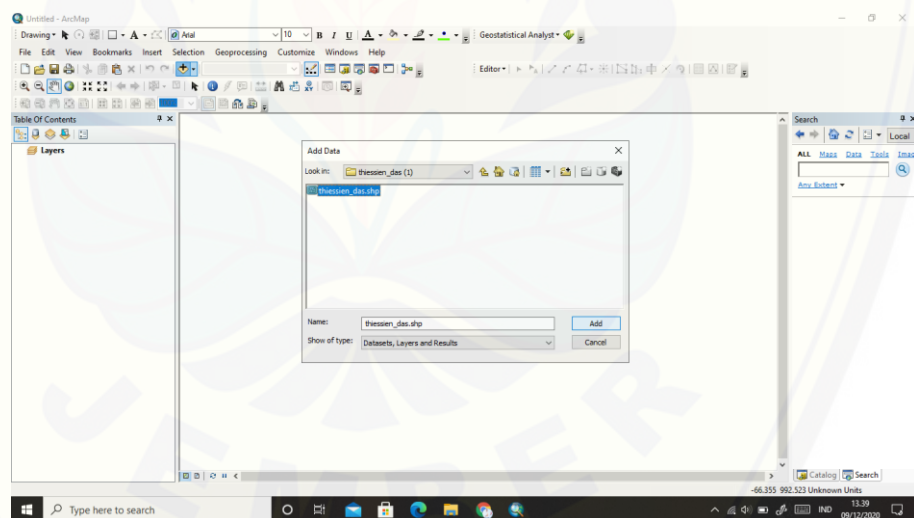
Hasil perhitungan SPI yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk peta spasial dengan menggunakan program bantu *Arc GIS 10.2.1* supaya mengetahui persebaran kekeringan yang terjadi di DAS Bedadung. Langkah pembuatan peta spasial menggunakan 2 interpolasi yaitu kriging dan IDW sebagai berikut :

1. Buka aplikasi arcmap dan buat blank map, kemudian pilih perintah OK seperti gambar 3.3

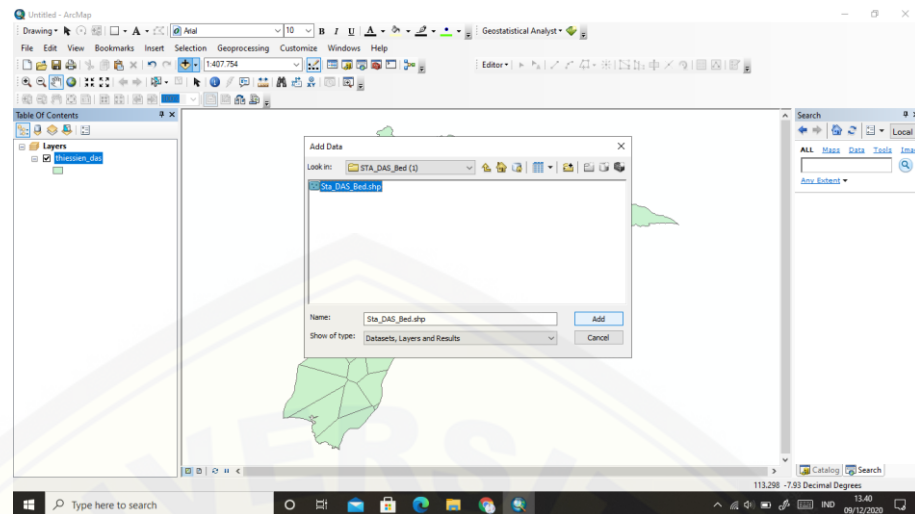


Gambar 3. 3 Pembuatan Blank Map
(Sumber : Hasil Analisis)

2. Pilih toolbar Add Data kemudian pilih shp DAS dan stasiun penakar curah hujan yang diperoleh dari PU pengairan dan SDA seperti gambar 3.4 dan 3.5

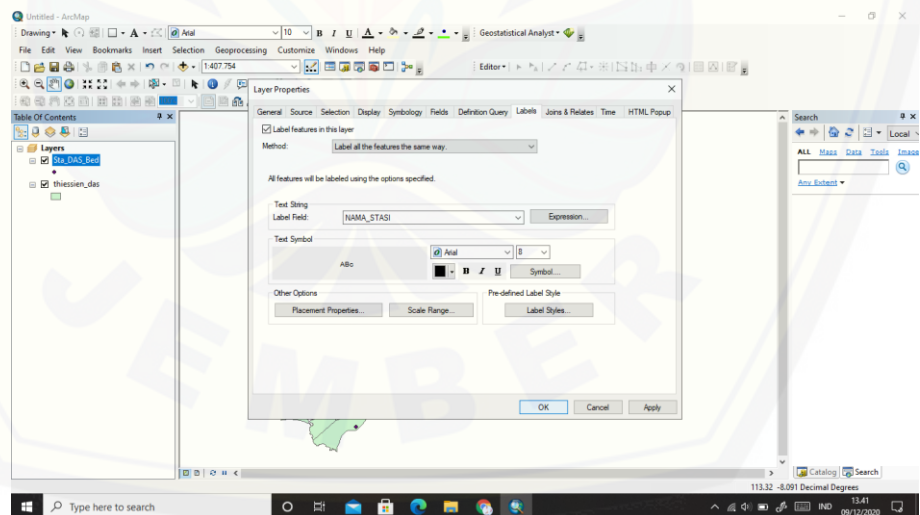


Gambar 3. 4 Pemasukan SHP DAS
(Sumber : Hasil Analisis)



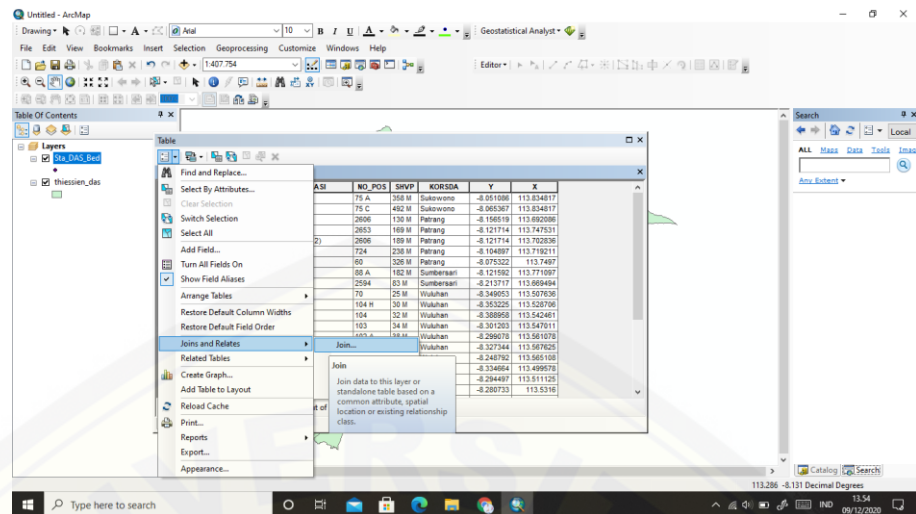
Gambar 3. 5 Pemasukan SHP Titik Stasiun
(Sumber : Hasil Analisis)

3. Pada layer `Sta_DAS_Bed` atau shp titik koordinat letak stasiun penakar curah hujan dengan cara klik kanan, kemudian pilih toolbar label. Pilih centang pada label features in the layer yang berfungsi menampilkan nama dari stasiun hujan pada peta kemudian pilih perintah OK seperti gambar 3.6.



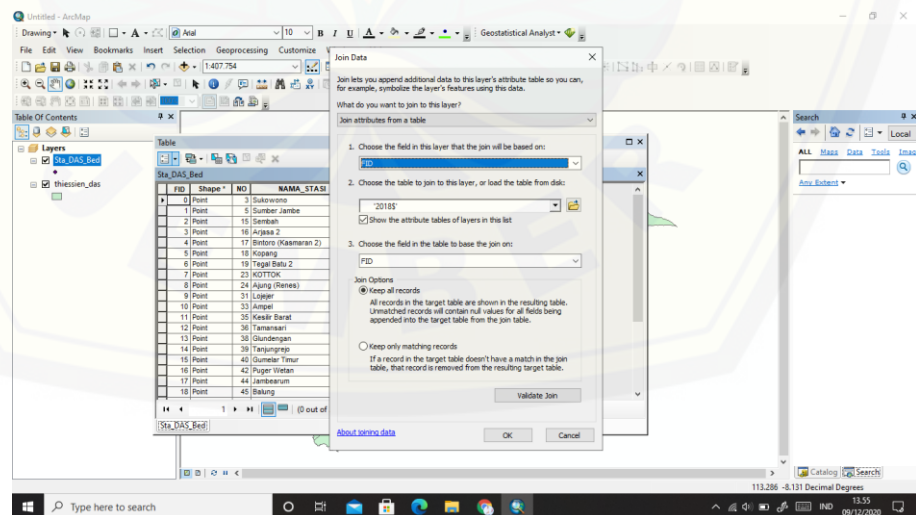
Gambar 3. 6 Pembuatan Label Features
(Sumber : Hasil Analisis)

4. Klik kanan pada `STA_DAS_Bed` pilih anak panah joins and relates seperti pada gambar kemudian klik join yang berfungsi menghubungkan arcgis dengan data yang akan dimasukkan seperti pada gambar 3.7.



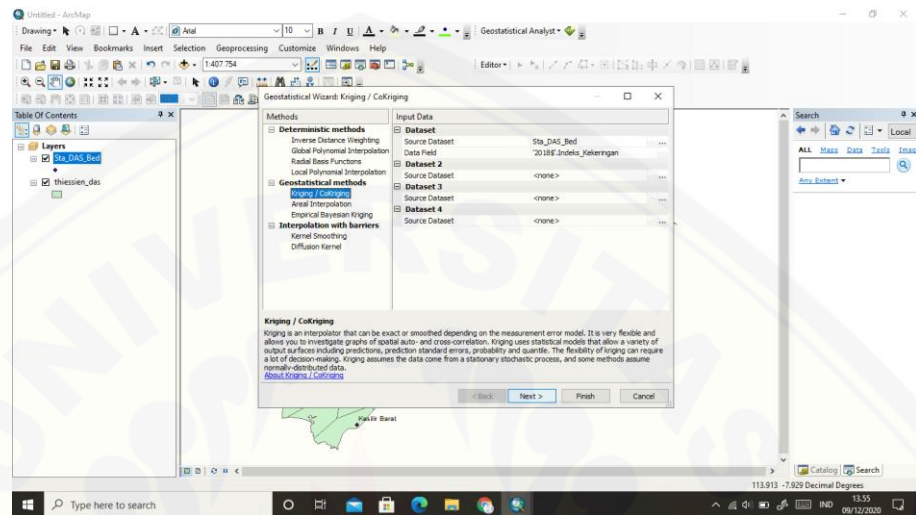
Gambar 3. 7 Menghubungkan Peta Terhadap Data
(Sumber : Hasil Analisis)

5. Tampilan Join data seperti dibawah ini, choose the fiels pilih kolom yang akan menjadi acuan dalam input data. Dalam input data ini menggunakan acuan nilai FID sehingga dipilih FID pada kolom. Choose the table dipilih data yang akan diinput, data berbentuk file excel dalam sheet yang telah diisi data indeks kekeringan yang akan dipetakan. Kemudian pilih perintah OK untuk menyetujui pemasukan data pada titik stasiun seperti gambar 3.8.



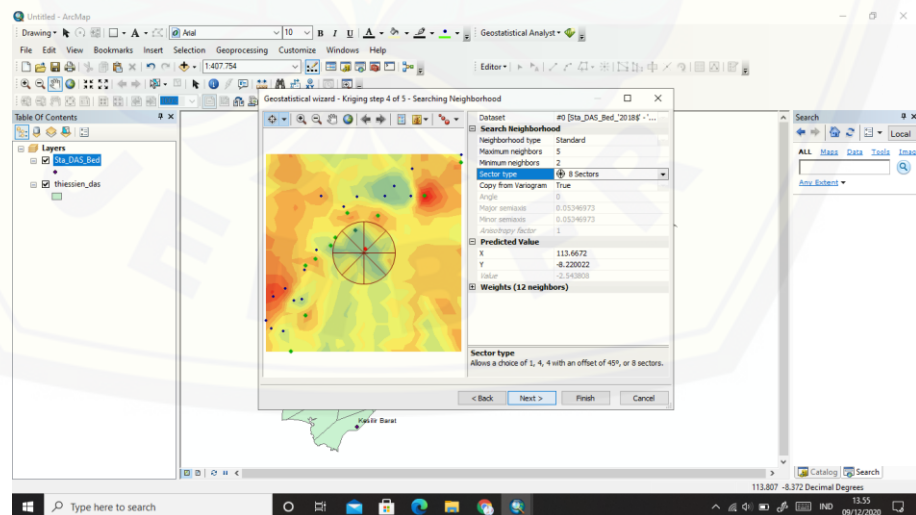
Gambar 3. 8 Input Data Dengan Perintah Join
(Sumber : Hasil Analisis)

- Langkah selanjutnya yaitu interpolasi pemetaan yang akan digunakan dengan cara pilih geostatistical analyst dan akan muncul seperti gambar dibawah ini. Untuk langkah pertama interpolasi dipilih kriging/cokkriging seperti gambar 2.9.



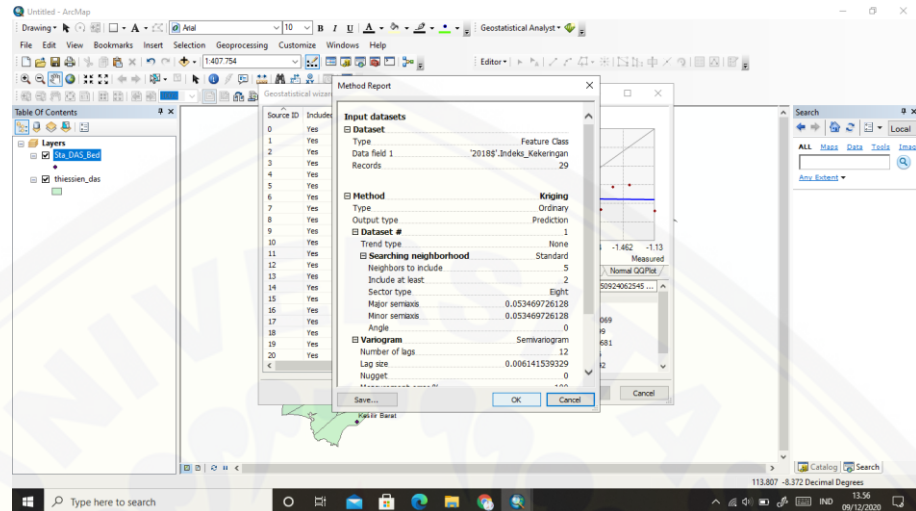
Gambar 3. 9 Geostatistical Analyst
(Sumber : Hasil Analisis)

- Setelah tahap sebelumnya yang dipilih dengan perintah next akan muncul step pada gambar berikut, pada sector type dirubah menjadi 8 sector kemudian pilih perintah Next> seperti gambar 3.10.



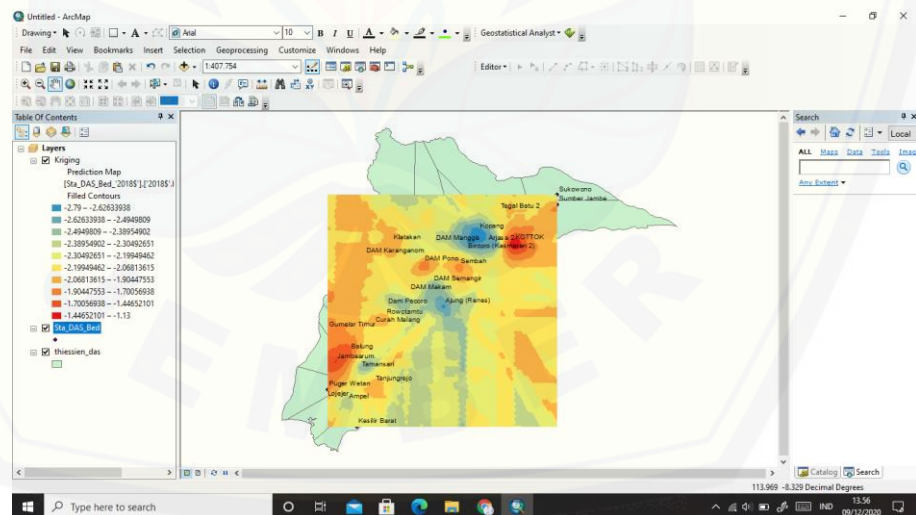
Gambar 3. 10 Sector Type
(Sumber : Hasil Analisis)

8. Tampilan selanjutnya klik Next satu kali lagi, kemudian pada tahap setelahnya dipilih finish, akan muncul tampilan sebagai berikut kemudian pilih perintah OK seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Method Report
(Sumber : Hasil Analisis)

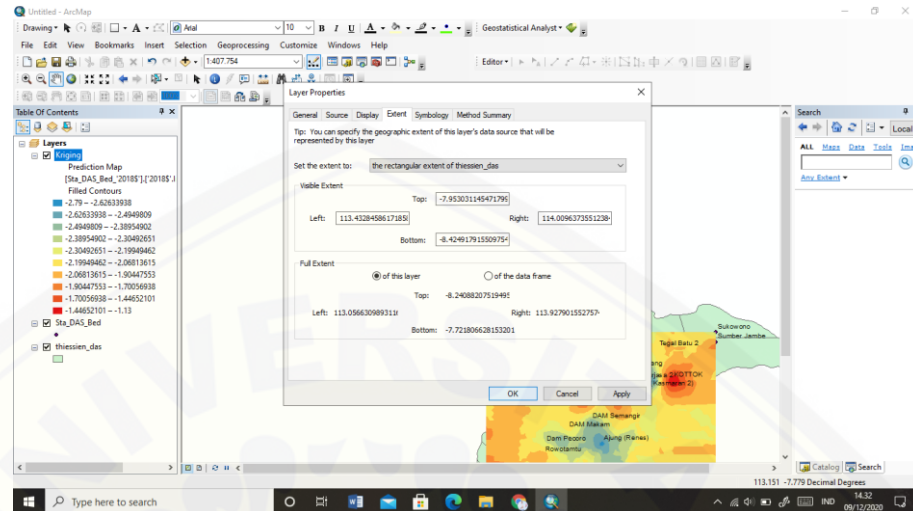
9. Pada layer akan bertambah satu layer kriging yang merupakan interpolasi yang dipilih pertama seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Layer Interpolasi Kriging 1
(Sumber : Hasil Analisis)

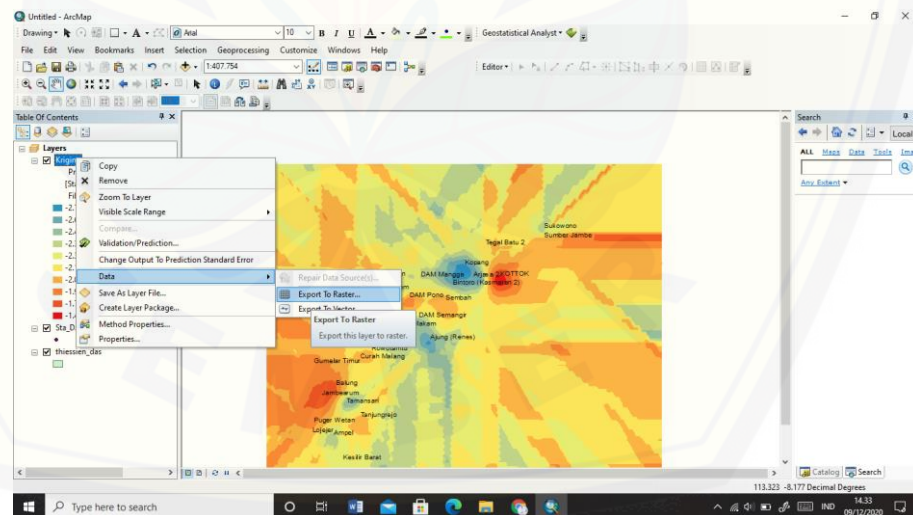
10. Pada layer Kriging di double klik sehingga muncul tampilan sebagai berikut, kemudian pada toolbar extend di kolom set the extend to dipilih

the rectangular extend of thiesien_das atau shp dari DAS seperti gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Layer Properties
(Sumber : Hasil Analisis)

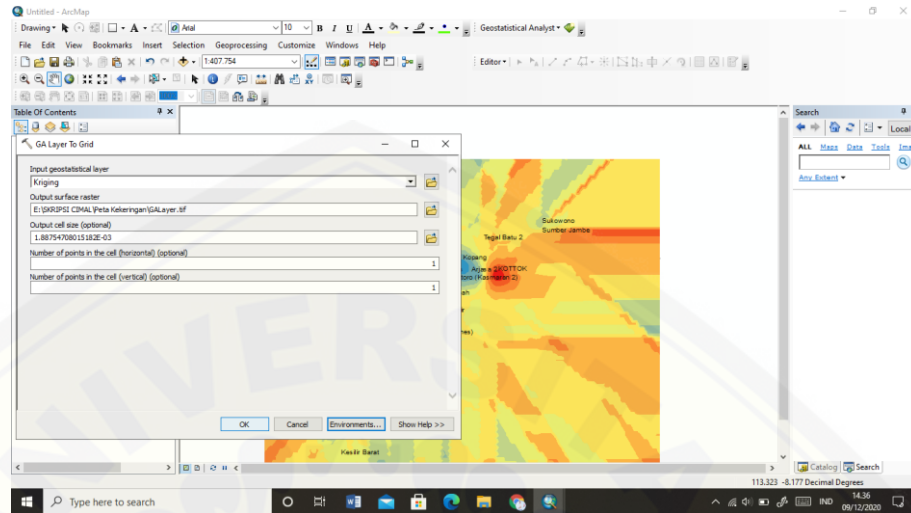
11. Tahap selanjutnya membuat layer GA dengan cara klik kanan pada layer kriging. Pada menu dipilih Data kemudian Export To Raster seperti gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Export To Raster
(Sumber : Hasil Analisis)

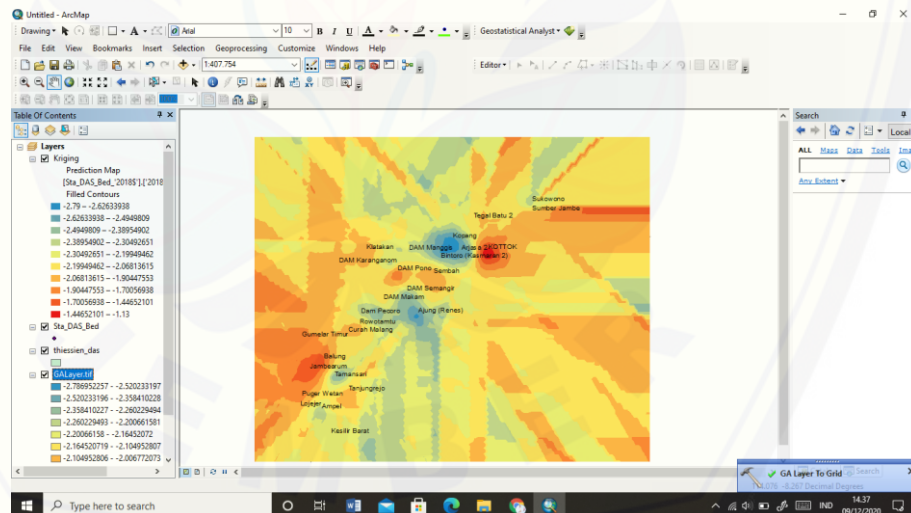
12. Muncul tampilan GA Layer To grid dengan input Kriging, output surface raster adalah letak penyimpanan layer baru. Pada spesifikasi laptop berbeda, untuk laptop merk acer, dalam pembuatan nama

ditambah akhiran .tif supaya dapat terbaca dalam peta seperti pada gambar 3.15.



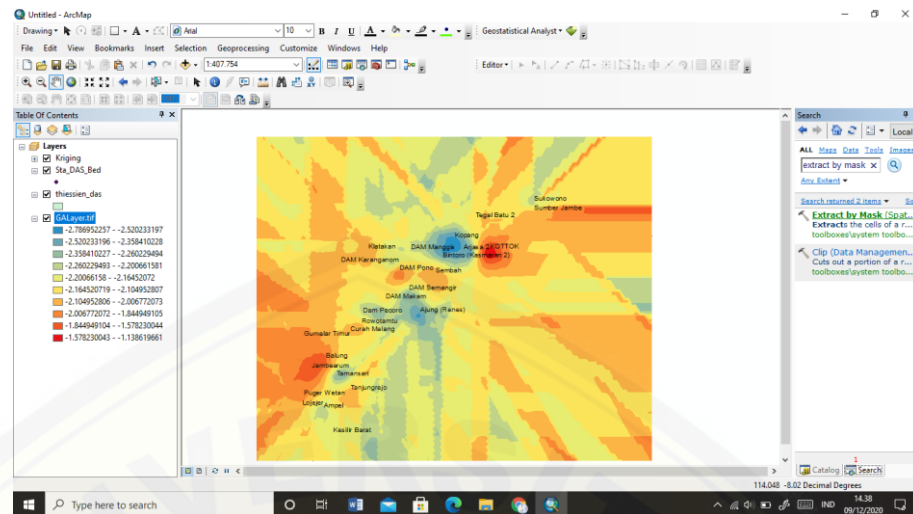
Gambar 3. 15 GA Layer To Grid
(Sumber : Hasil Analisis)

13. Tampilan GA Layer To Grid yang berhasil akan ada tanda centang hijau pada pojok kanan bawah seperti pada gambar 3.16.



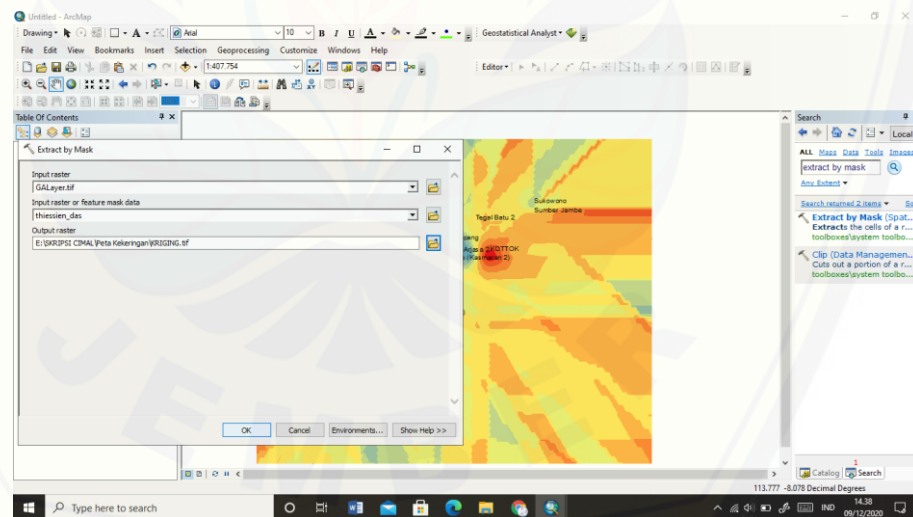
Gambar 3. 16 GA Layer To Grid Berhasil di Input
(Sumber : Hasil Analisis)

14. Tahap selanjutnya extract dengan cara mencari pada menu search dengan mengetik extract by mask maka perintah akan muncul seperti gambar 3.17.



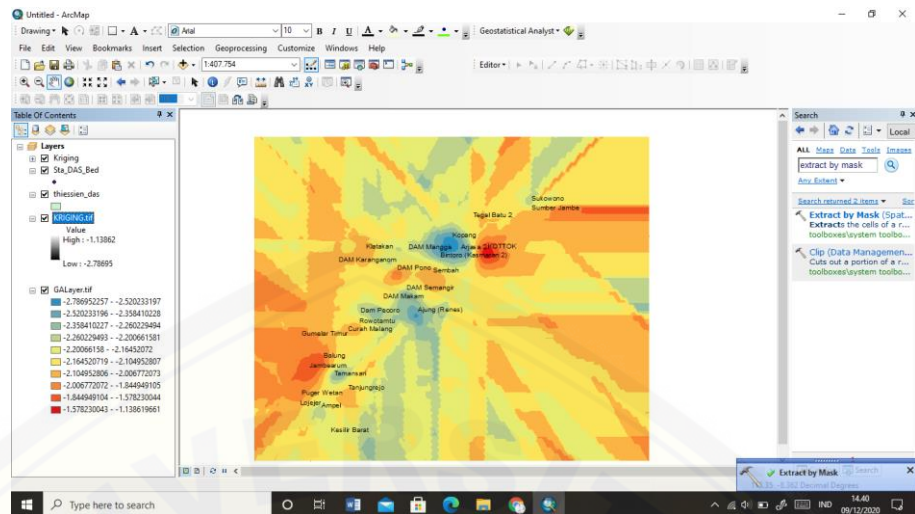
Gambar 3. 17 Searching Extract by Mask
(Sumber : Hasil Analisis)

15. Tampilan Extract by Mask akan muncul 3 bagian yaitu input raster yang berisi GA Layer yang telah dibuat, input raster or feature mask data berisi layer shp batas DAS, dan terakhir output raster berisi lokasi penyimpanan layer Kriging final seperti pada gambar 3.18.



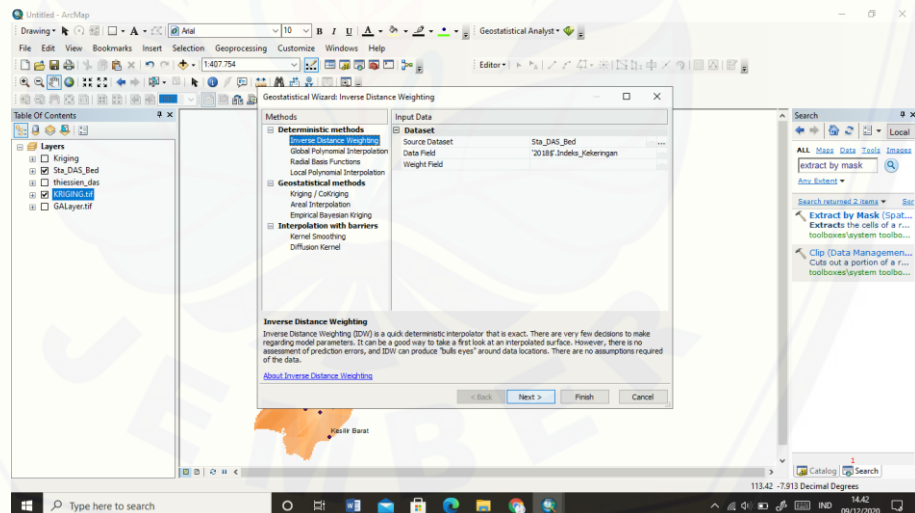
Gambar 3. 18 Extract by Mask
(Sumber : Hasil Analisis)

16. Proses pembuatan layer kriging berhasil dengan pemberitahuan centang hijau extract by Mask pada pojok kanan bawah seperti pada gambar 3.19.



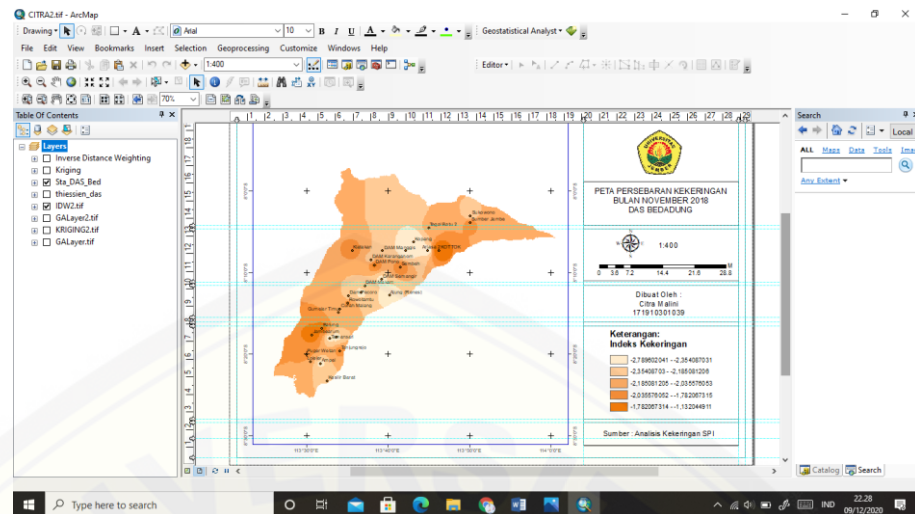
Gambar 3. 19 Extract by Mask Berhasil di Input
(Sumber : Hasil Analisis)

17. Tahapan selanjutnya membuat peta dengan IDW dengan cara memilih Inverse Distance Weighting (IDW) pada Geostatistical Analyst. Tahap selanjutnya sama seperti metode Kriging sampai dengan berhasil membuat layer IDW extract by mask seperti pada gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Extract by Mask Interpolasi IDW
(Sumber : Hasil Analisis)

18. Pembuatan peta dengan metode kriging dan IDW berhasil, tahap selanjutnya memilih layer yang akan digunakan untuk dibuat peta dan menambahkan kop peta sebagai identitas peta. Pembuatan peta dengan perintah yang ada pada toolbar arcgis seperti pada gambar 3.21.

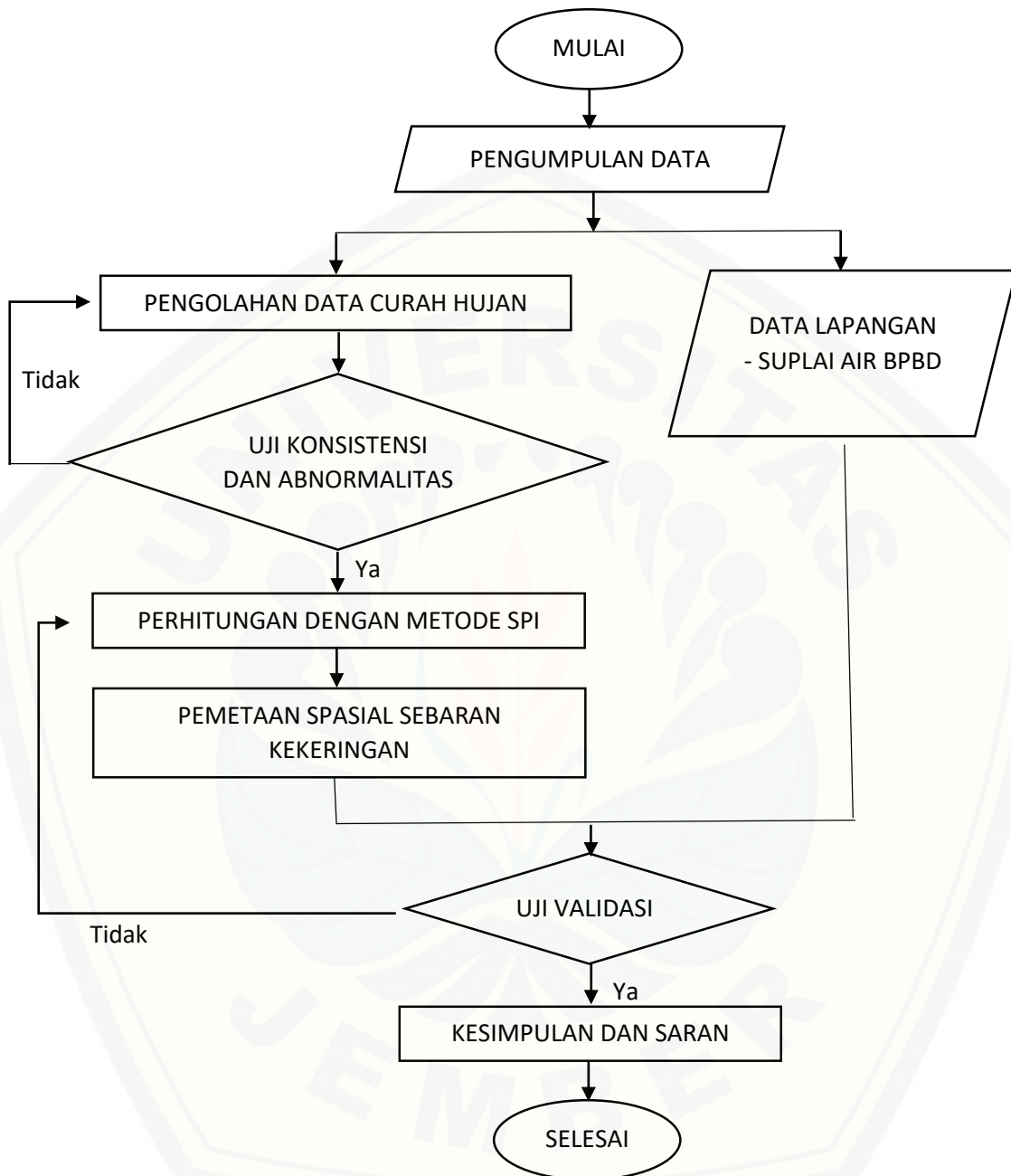


Gambar 3. 21 Pembuatan Kop Peta
(Sumber : Hasil Analisis)

g. Pengujian atau validasi kekeringan

Hasil perhitungan dan pemetaan dari sebaran kekeringan menggunakan metode SPI dilakukan validasi dengan data distribusi air dari data BPBD. Wilayah yang terjadi kekeringan menurut SPI diklasifikasikan wilayahnya kemudian dicek dengan peta dan sebaran distribusi air bersih ke desa yang terdampak kekeringan.

3.4 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan SPI di DAS Bedadung mengalami kekeringan ekstrim pada tahun 2019. Data SPI didapat bulan November tahun 2019 yang mengalami kekeringan salah satunya di stasiun Ajung dengan SPI-3 diperoleh -3.04, SPI-6 diperoleh -2.69 dan SPI-9 diperoleh -2.94.
2. Kesesuaian hasil pemetaan spasial kekeringan dengan data BPBD sebesar 82%. Perbedaan hasil pemetaan dengan data BPBD dapat diakibatkan dari kepadatan penduduk dan kondisi penyimpanan air yang kurang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis penulis mengajukan saran untuk membandingkan dengan kajian hidrologi dan melakukan penelitian pada DAS Bedadung dengan metode lain apakah hasil yang didapat lebih baik daripada SPI, misal dengan menggunakan metode Percent of Normal Index (PNI), Effective Drought Index (EDI), Deciles Index (DI), Rainfall anomaly Index (RAI), China-Z Index (CZI), Modified China-Z Index (MCZI), Z-Score Index (ZSI), Reclamation Drought Index (RDI), Crop Moisture Index (CMI), dan Theory of Run.

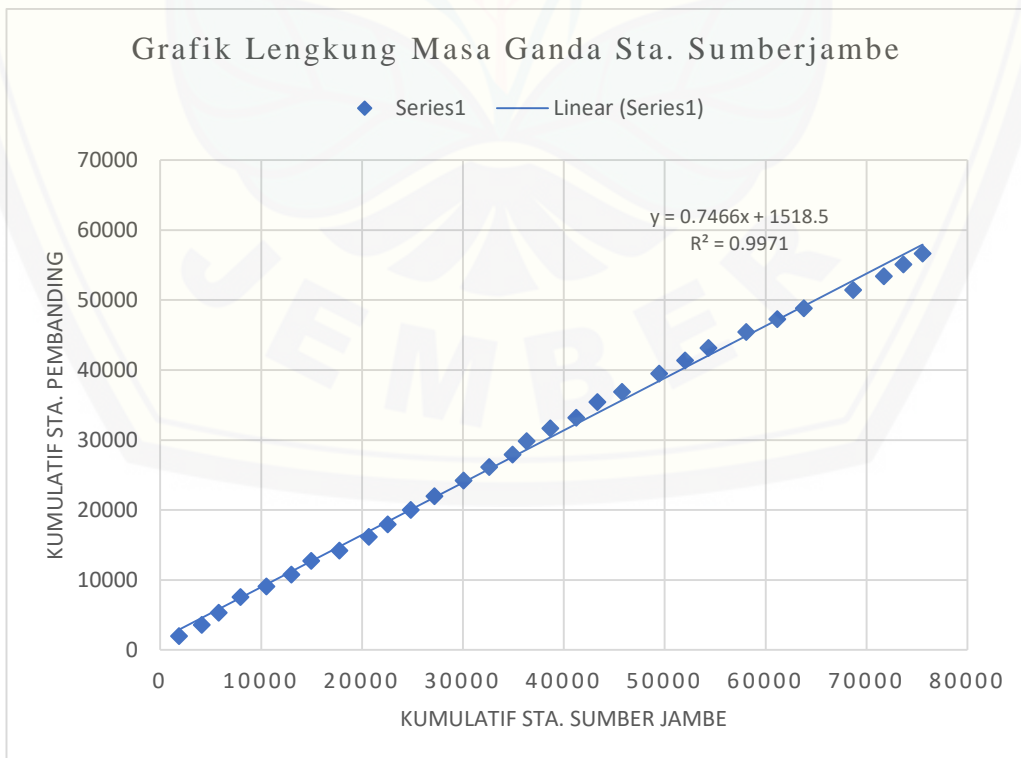
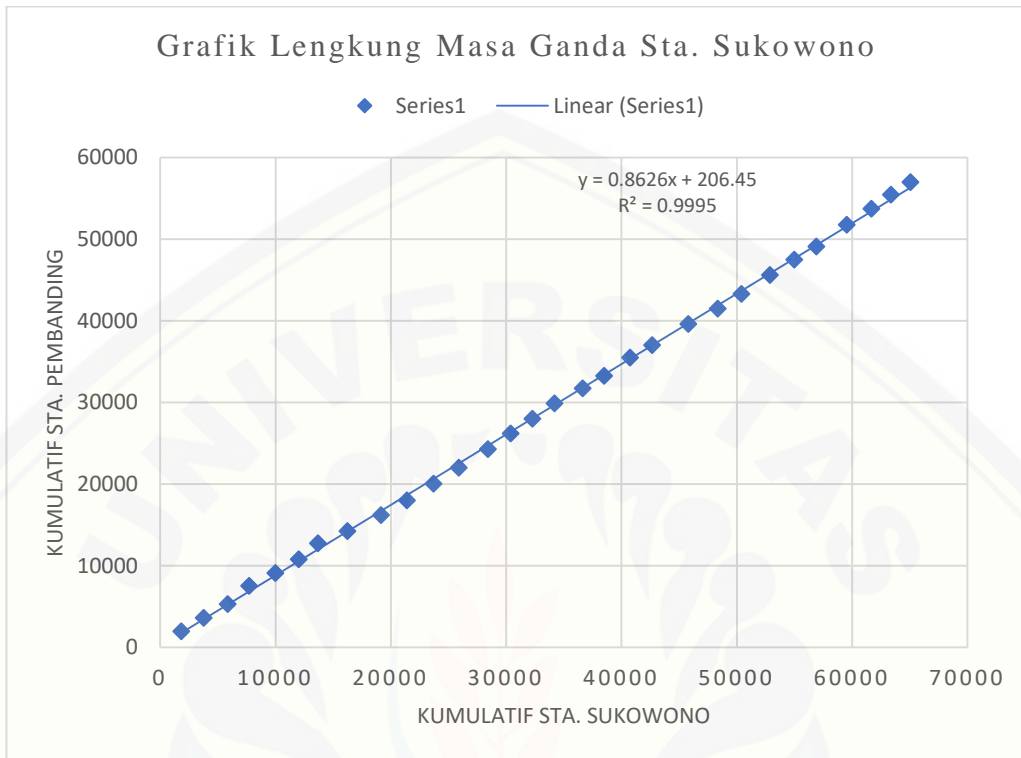
DAFTAR PUSTAKA

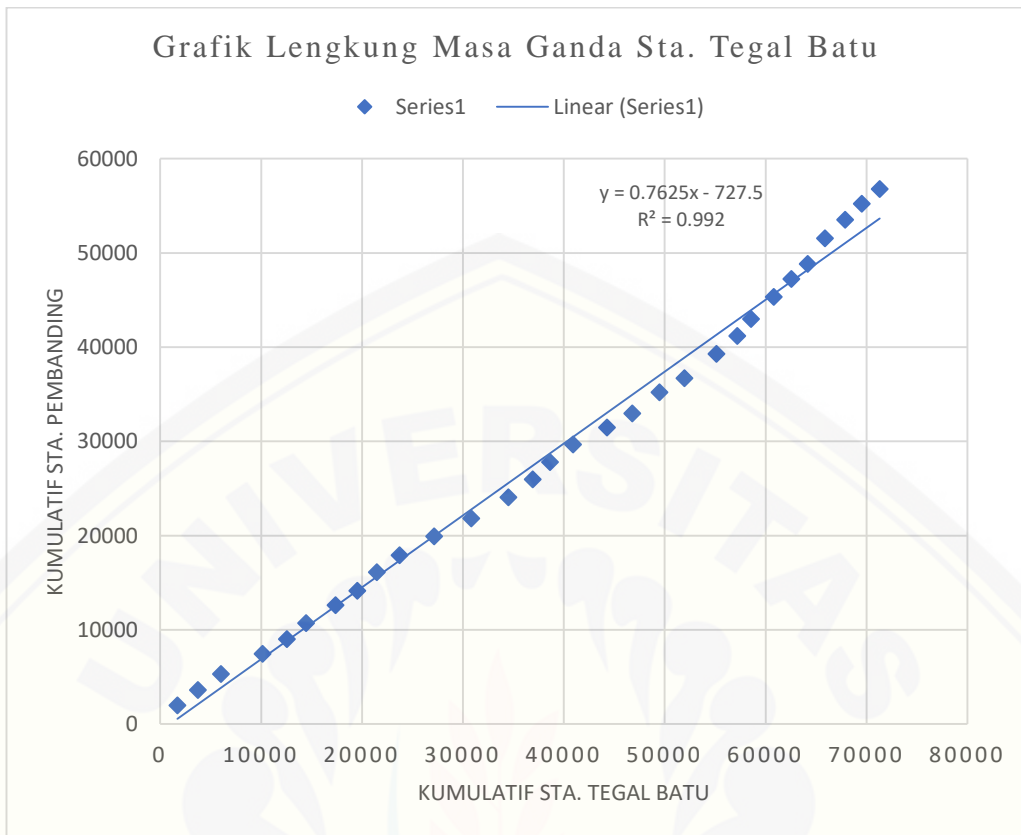
- Afdeni, S., Y. L. Handayani, dan Sutikno. 2016. Analisis Indeks Kekeringan Meteorologis Lahan Gambut Di Pulau Bengkalis. *Jom Fteknik*, 4(2): 1-10.
- Adnyana, W.S., I. W. Nuarsa, dan A. Rahman. 2015. Pemetaan Daerah Rawan Kekeringan Di Bali-Nusa Tenggara Dan Hubungan Dengan Enso Menggunakan Aplikasi Data Penginderaan Jauh. *Jurnal Bumi Lestari*. 15(1): 20-30.
- Faisol, A., Budiyo, Indarto, dan E. Novita. 2020. Pemanfaatan Data Global Precipitation Measurement (GPM) dan Standardized Precipitation Index (SPI) untuk Deteksi Kekeringan Meteorologis di Provinsi Papua Barat. *Jurnal teknologi Pertanian*. 13(1): 8-15.
- Kurniawan, A.R., M. Bisri, dan Suhartanto. 2019. Analisis Kekeringan Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Teknik Pengairan*. 10(2): 97-109.
- Masykur, F. 2014. Implementasi Sistem Informasi Geografis Menggunakan Goggle Maps API dalam Pemetaan Asal Mahasiswa. *Jurnal SIMETRIS*. 5(2): 181-186.
- McKee, T.B., N. J. Doesken, dan J. Kleist. 1993. "The relationship of drought frequency and duration to time scale". *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*. 17-22 Januari 1993. Boston, American Meteorological Society: 179-184.
- Mediani, A., M. Fajar, A. Basuki, dan Y. Finesa. 2019. Analisis Neraca Air Dan Kebutuhan Air Tanaman Padi Guna Ketahanan Pangan Dalam Upaya Mitigasi Bencana Kekeringan Pada Sub DAS Samin. *Prosidium Seminar Nasional Geografi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: 179-187.
- Perdana, A.P., A. Zakaria, dan Sumiharni. 2015. Studi Pemodelan Curah Hujan Sintetik dari Beberapa Stasiun di Wilayah Pringsewu. *JRSDD*. 3(1): 45-56.

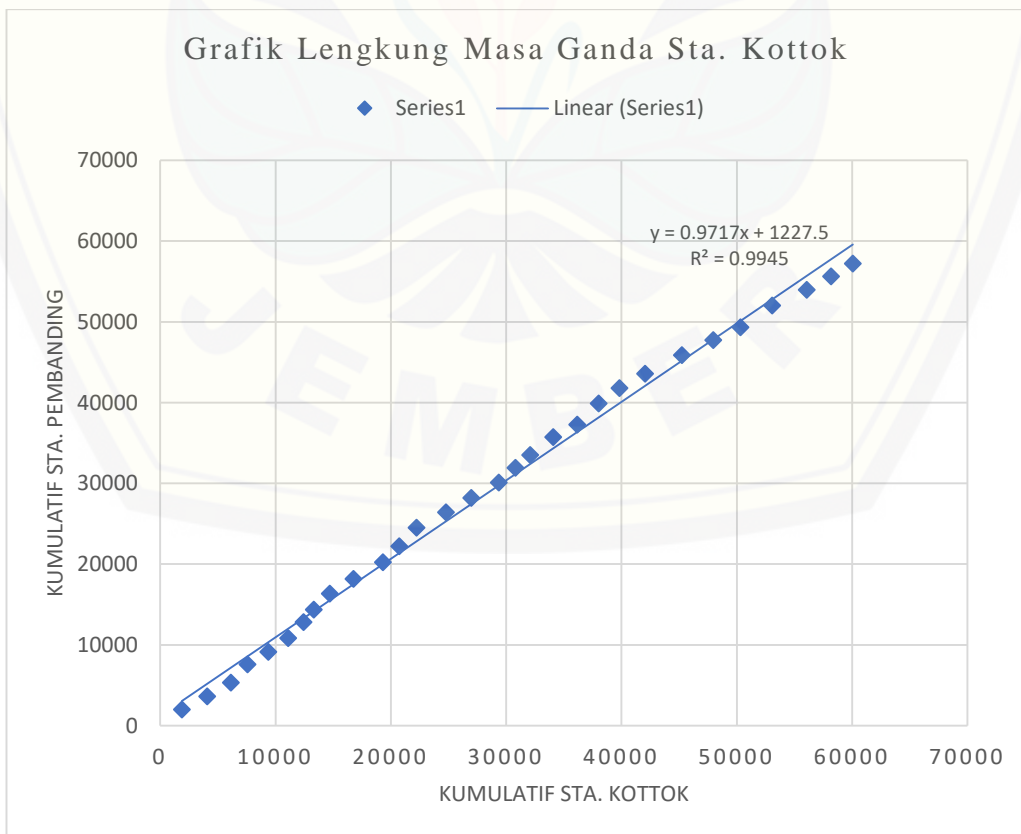
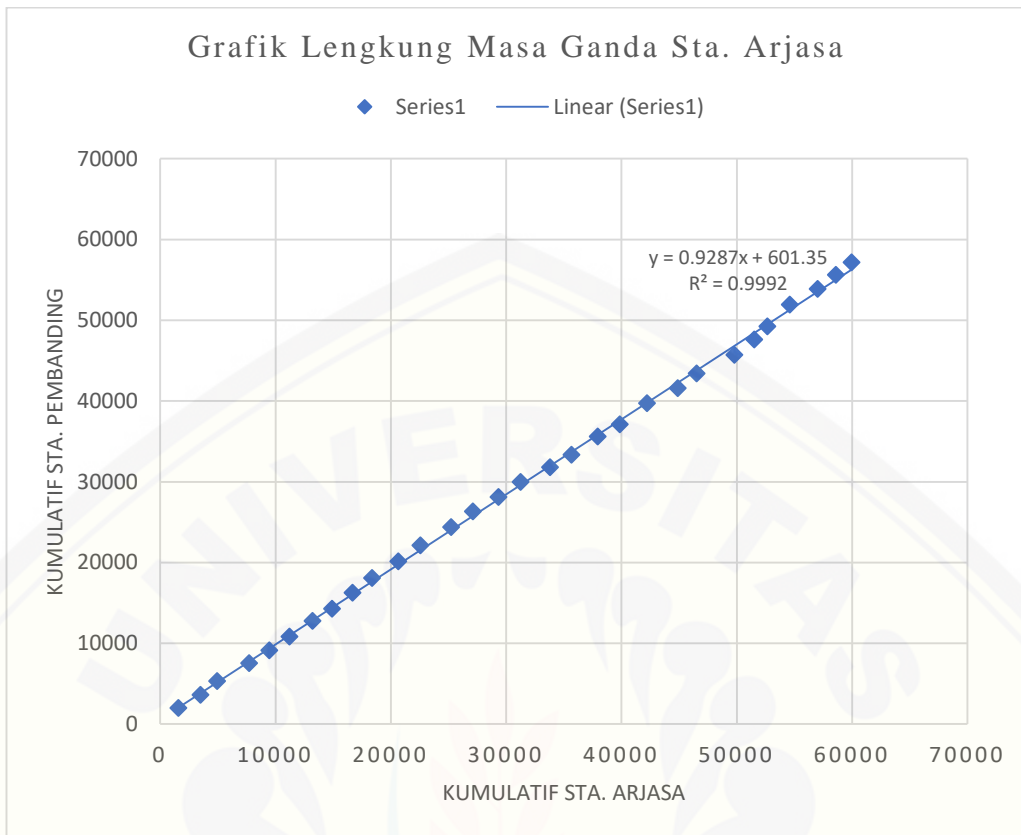
- Rizky, H., Y. N. Nasution, dan R. Goejantoro. 2019. Analisis Data Curah Hujan Yang Hilang Menggunakan Metode Inversed Square Distance. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasi*. 5 Oktober 2019. Samarinda, Indonesia: 138-142.
- Saidah, H., M. B. Budianto, dan L. Hanifah. 2017. Analisa Indeks Dan Sebaran Kekeringan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) Dan Geographical Informmation System (GIS) Untuk Pulau Lombok. *Jurnal Spektran*. 5(2): 173-179.
- Sasmito, G.W. 2017. Penerapan Metode Rainfall Pada Desain Sistem Infromasi Geografis Industri Kabupaten Tegal. *Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*. 2(1): 6-12.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional
- Sosrodarsono, S. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sudarman, I. M. dan A. R. As-Syakur. 2018. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Sektor Pertanian Di Provinsi Bali. *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 12(1): 87.
- Syahrial, A. 2017. Analisis Kekeringan Menggunakan Metode Theory of Run Di DAS Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*. 24(2): 167-172.
- Triatmodjo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Utami, D., R. Hadiani, dan Susilowati. 2013. Prediksi Kekeringan Berdasarkan Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Keduang Di Kabupaten Wonogiri. *Matriks Teknik Sipil*. 221-226.

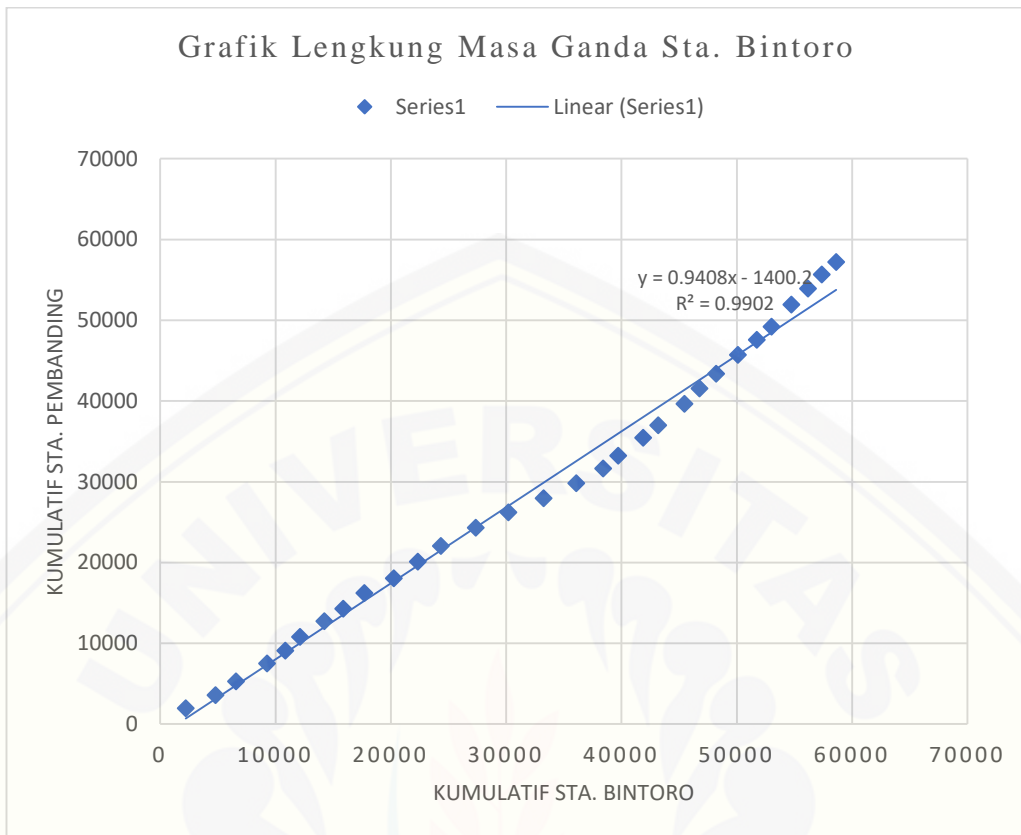
LAMPIRAN

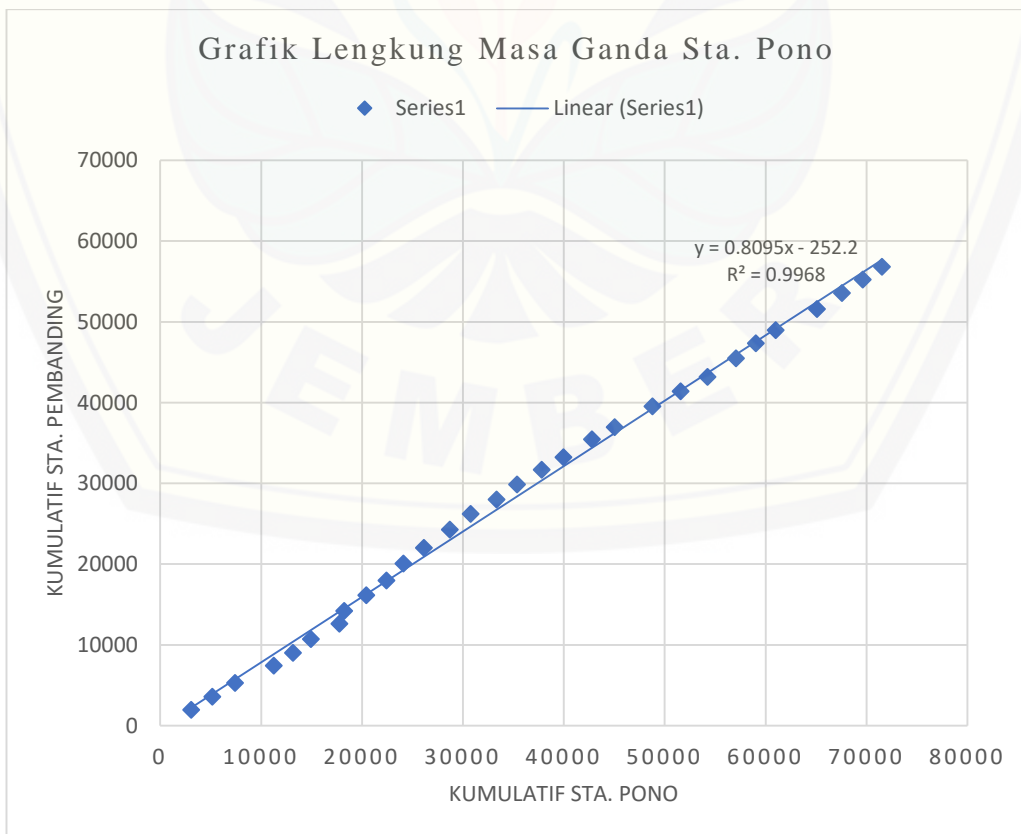
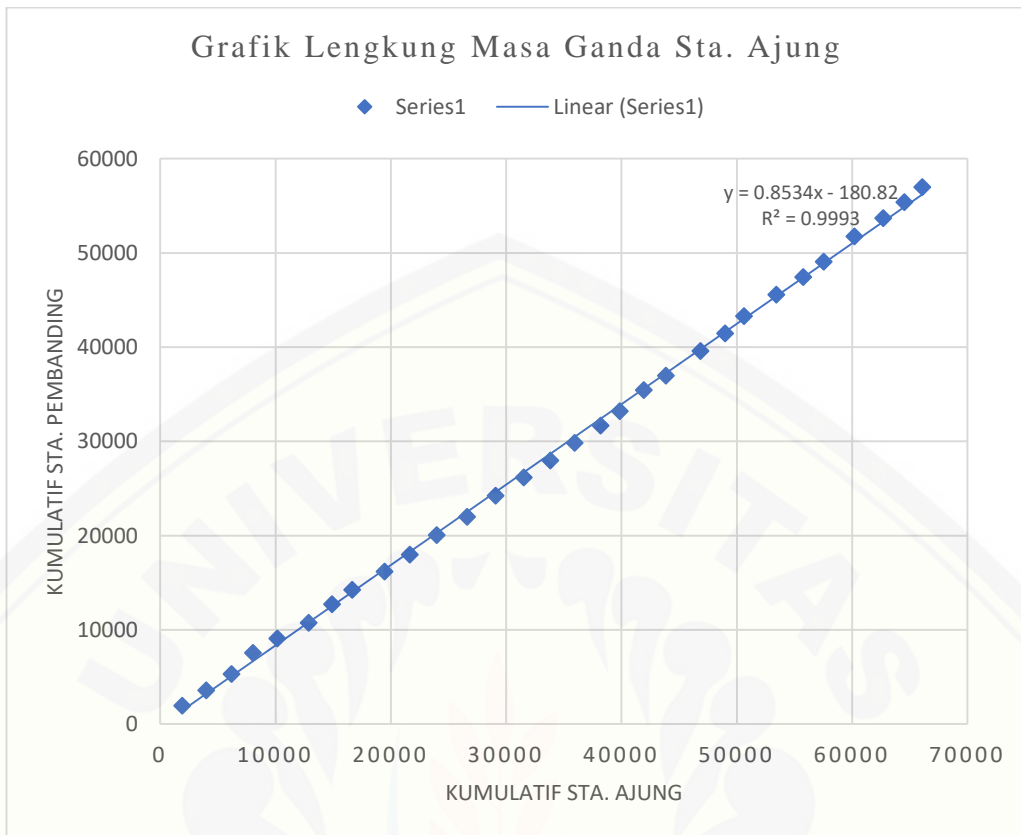
Uji Konsistensi

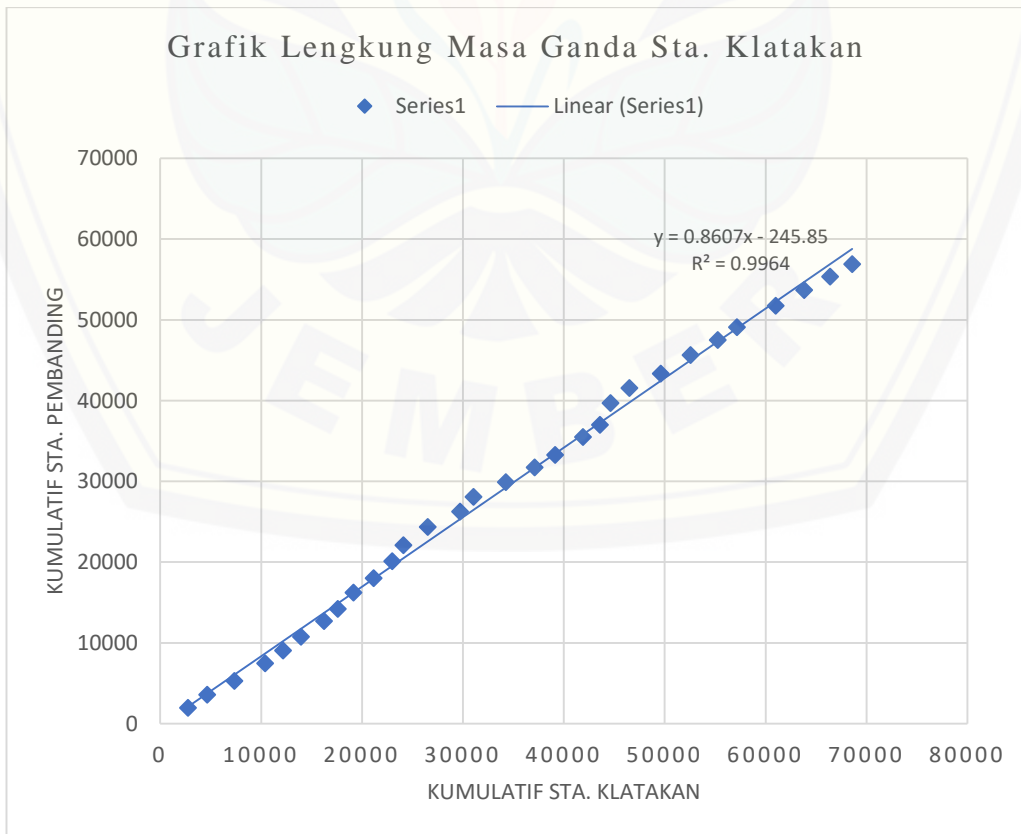
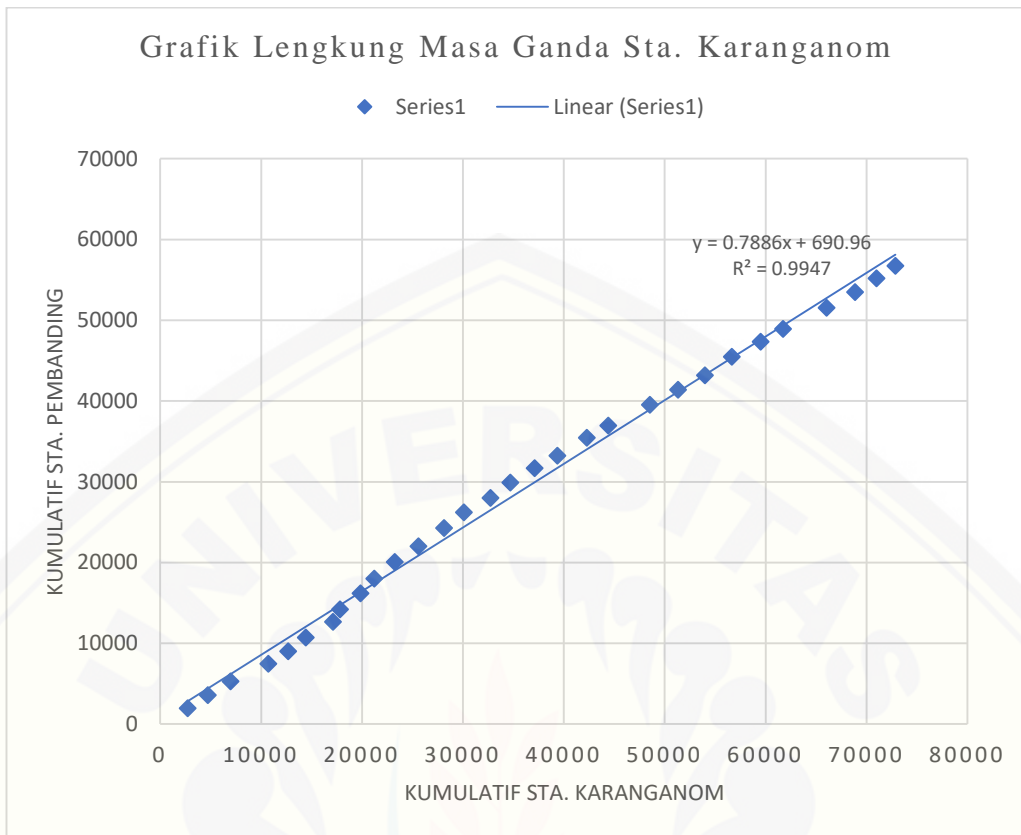


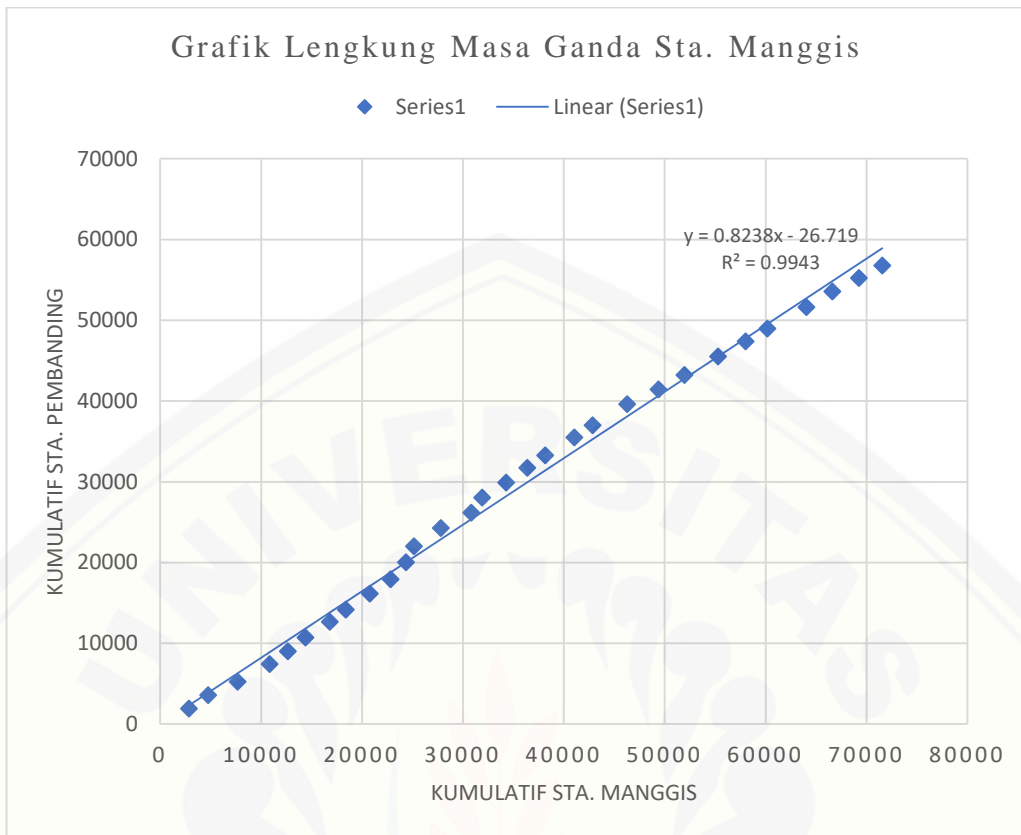


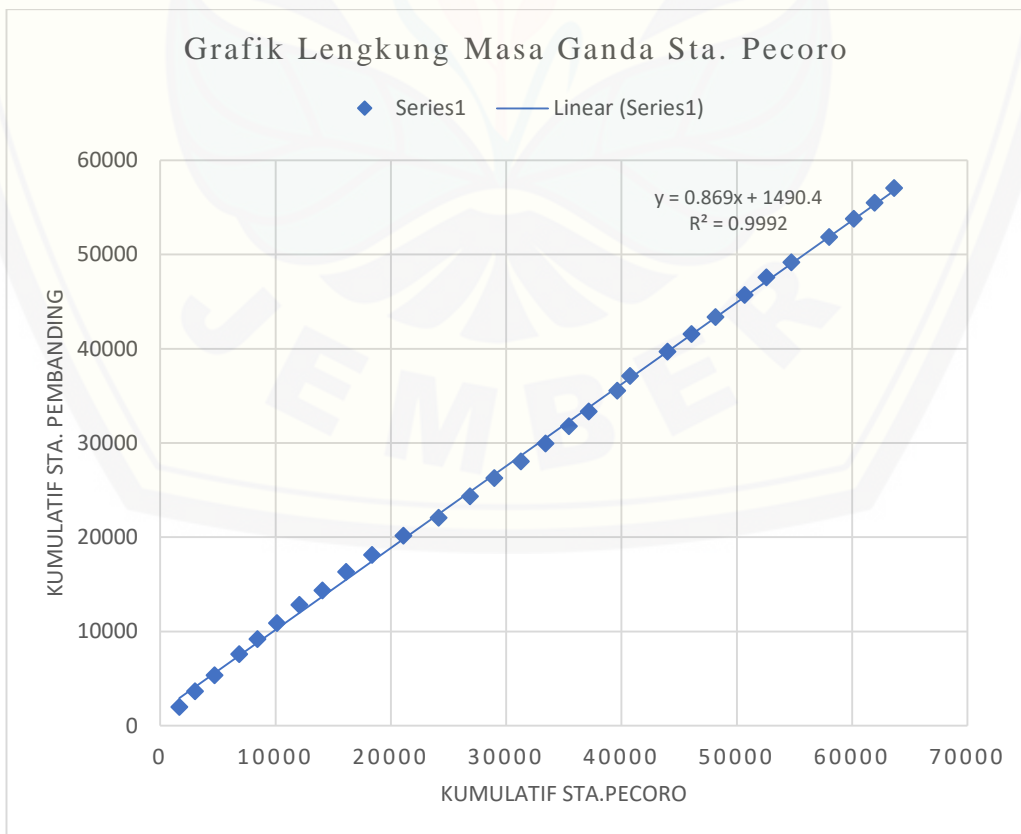
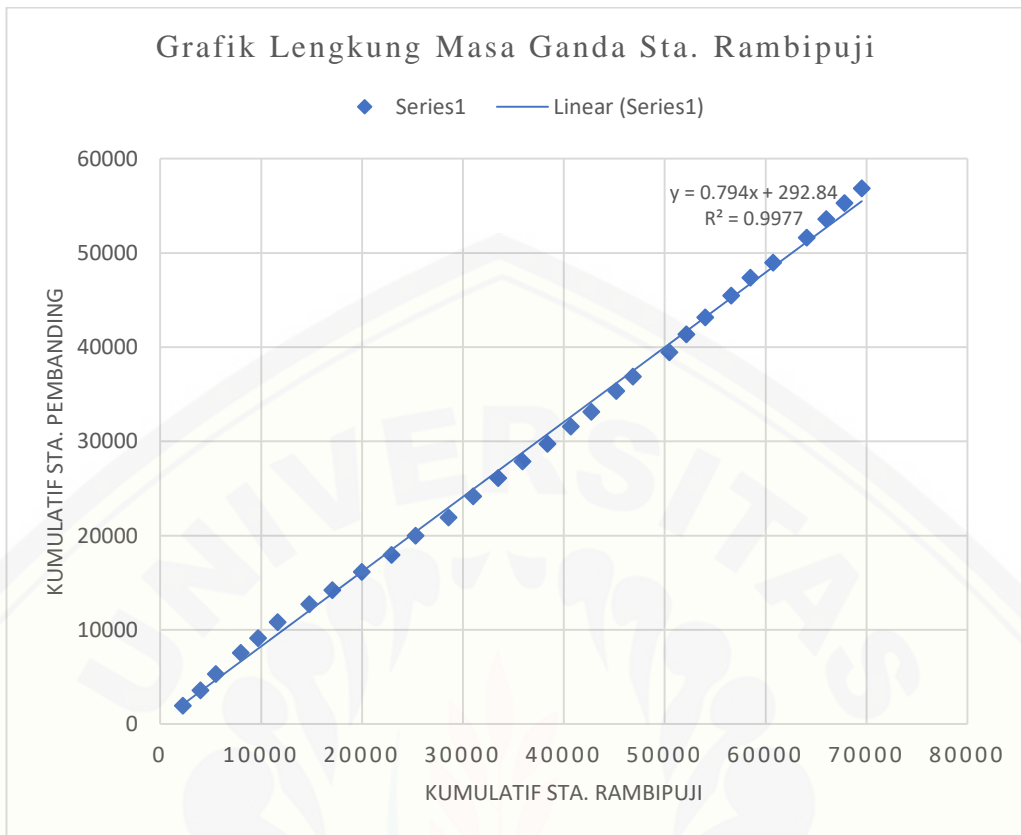


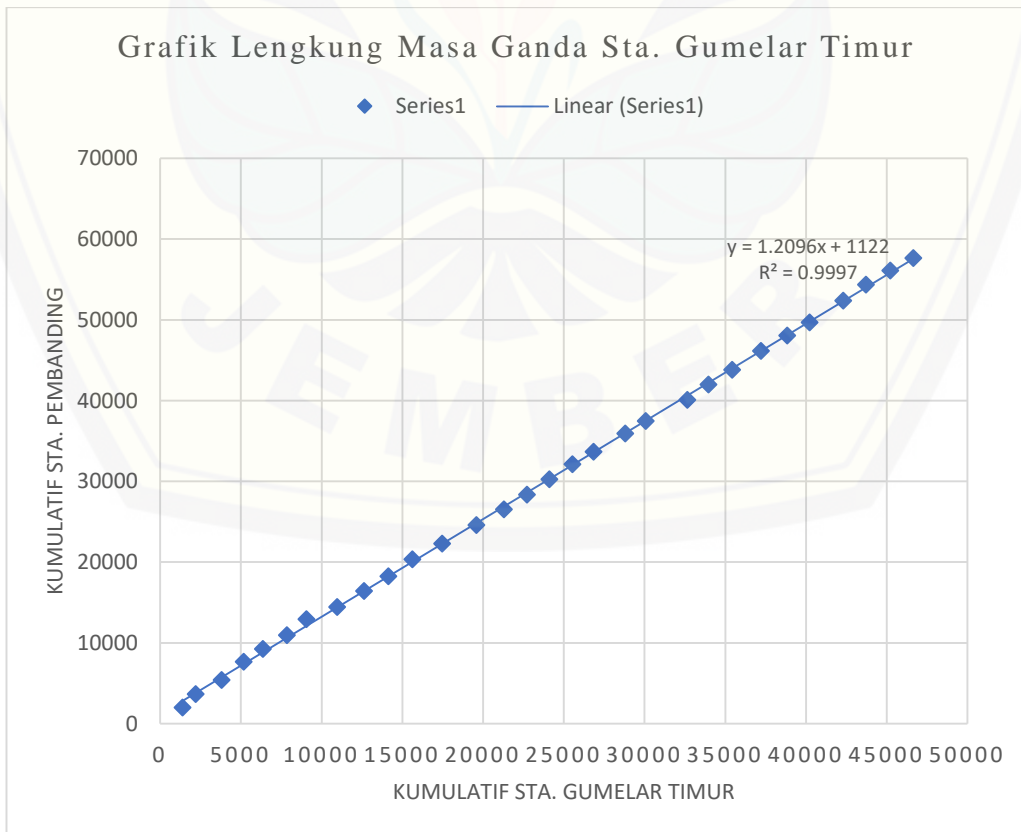
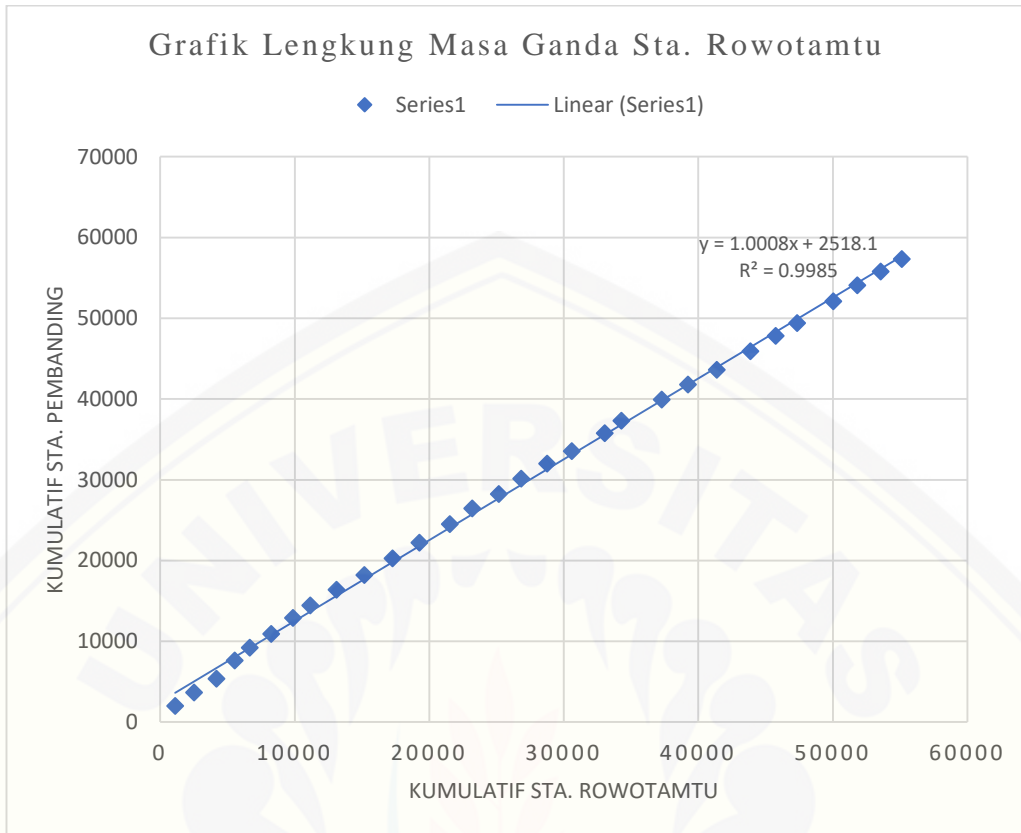


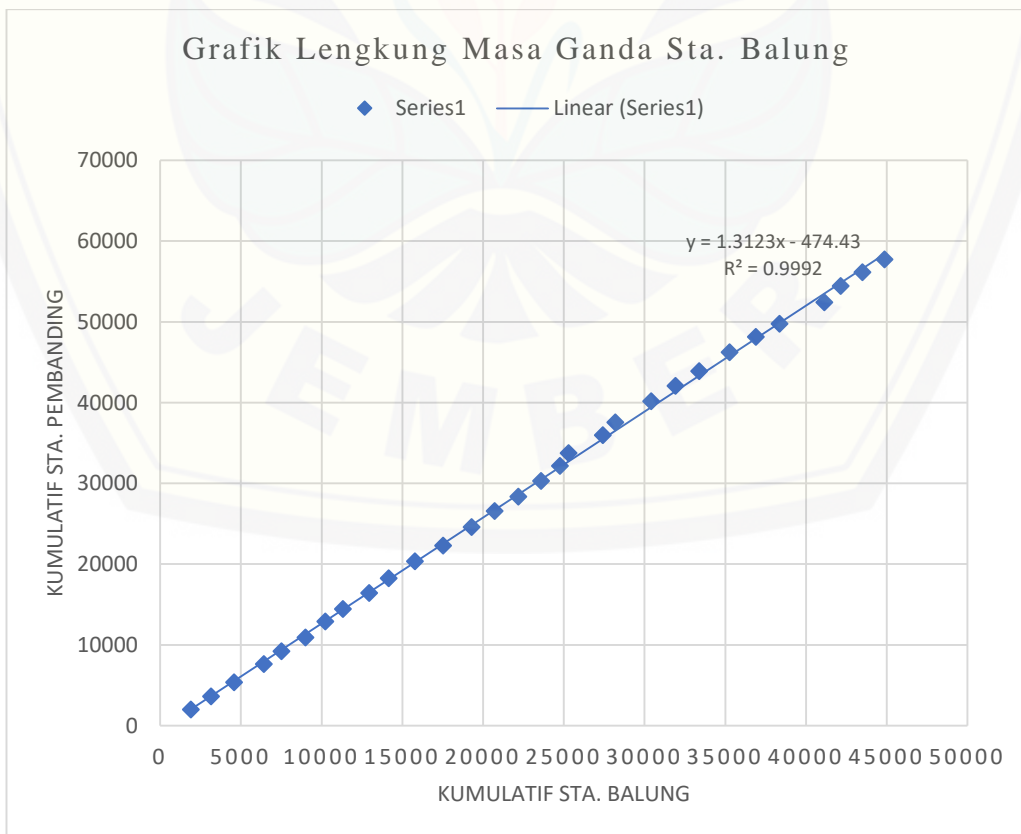
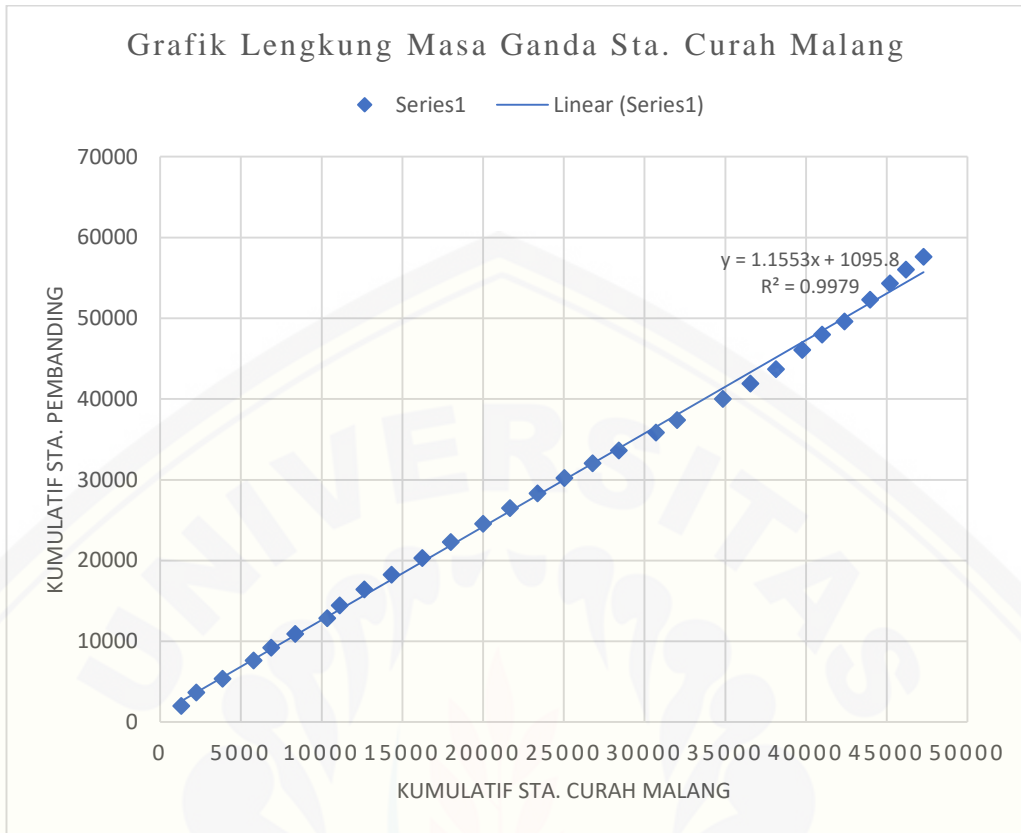


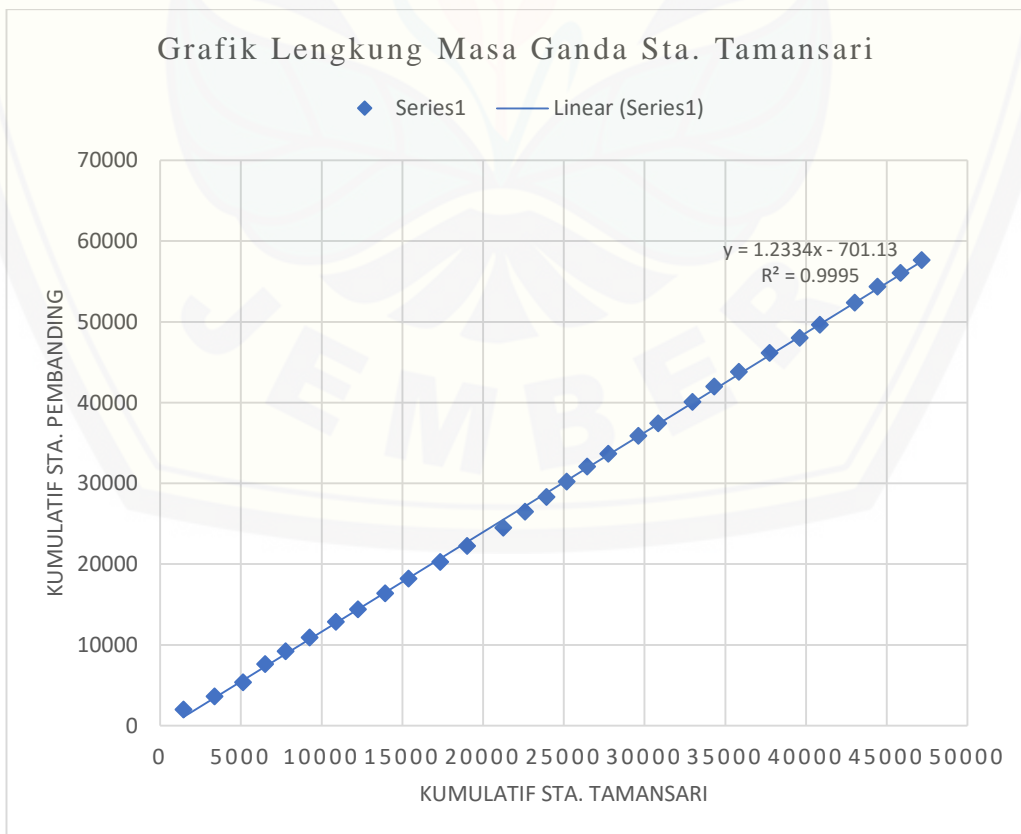
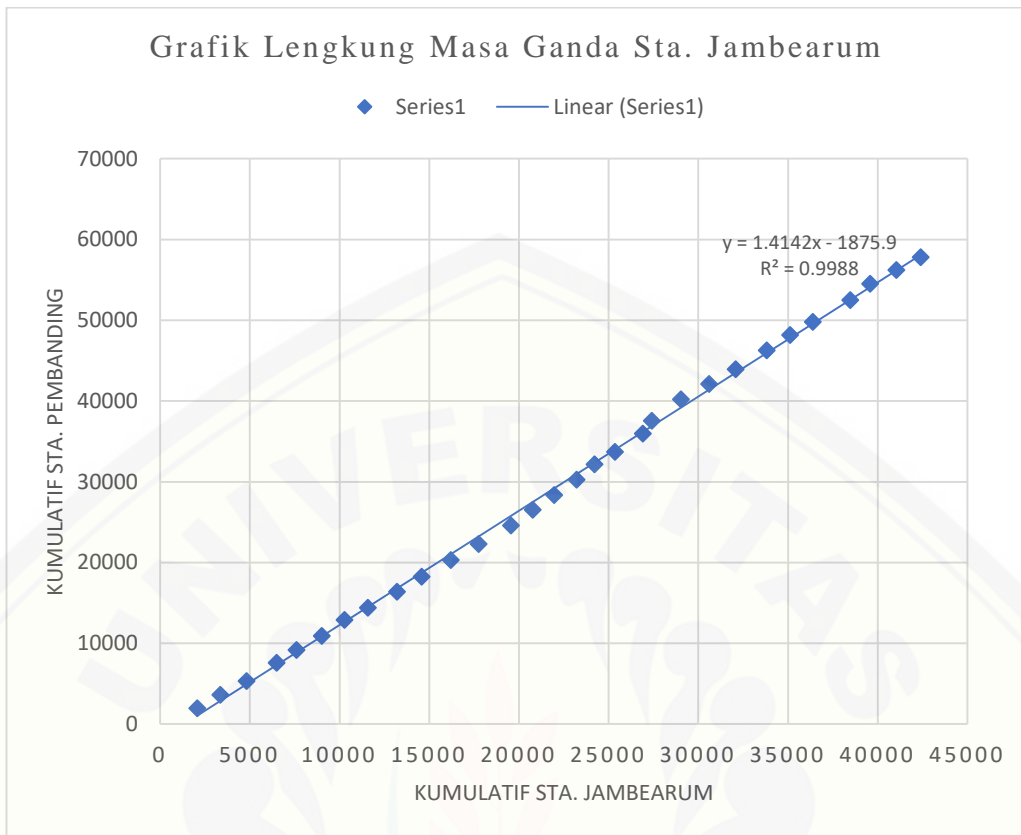


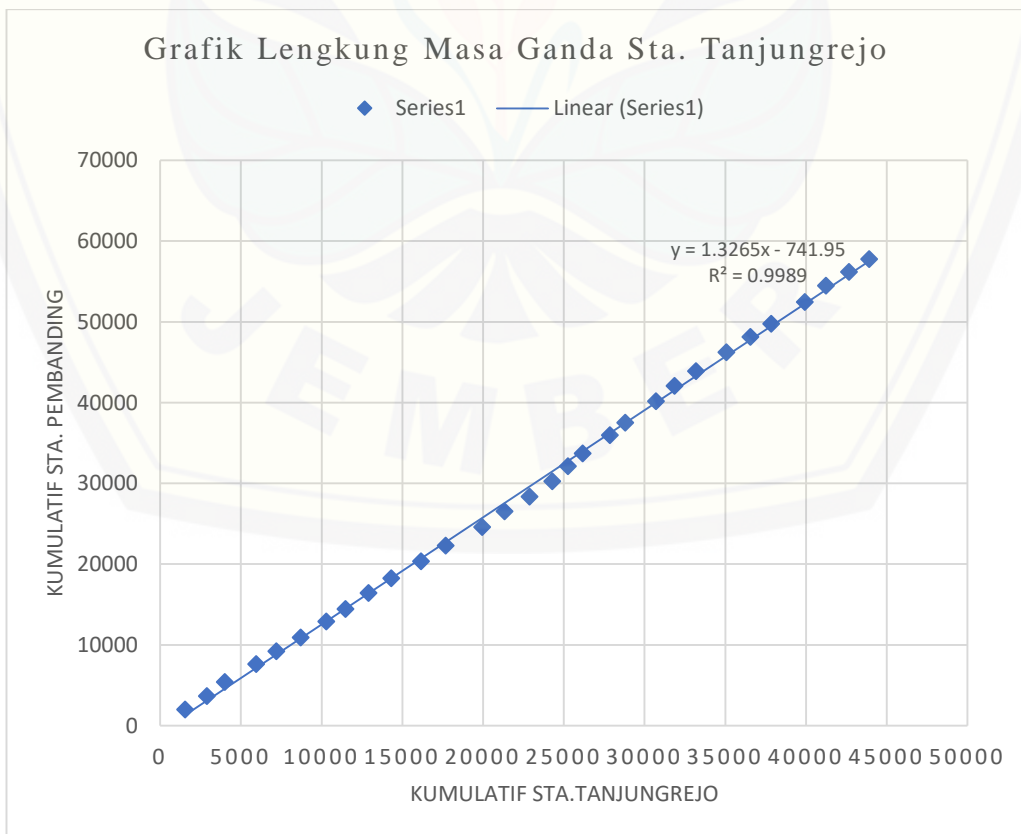
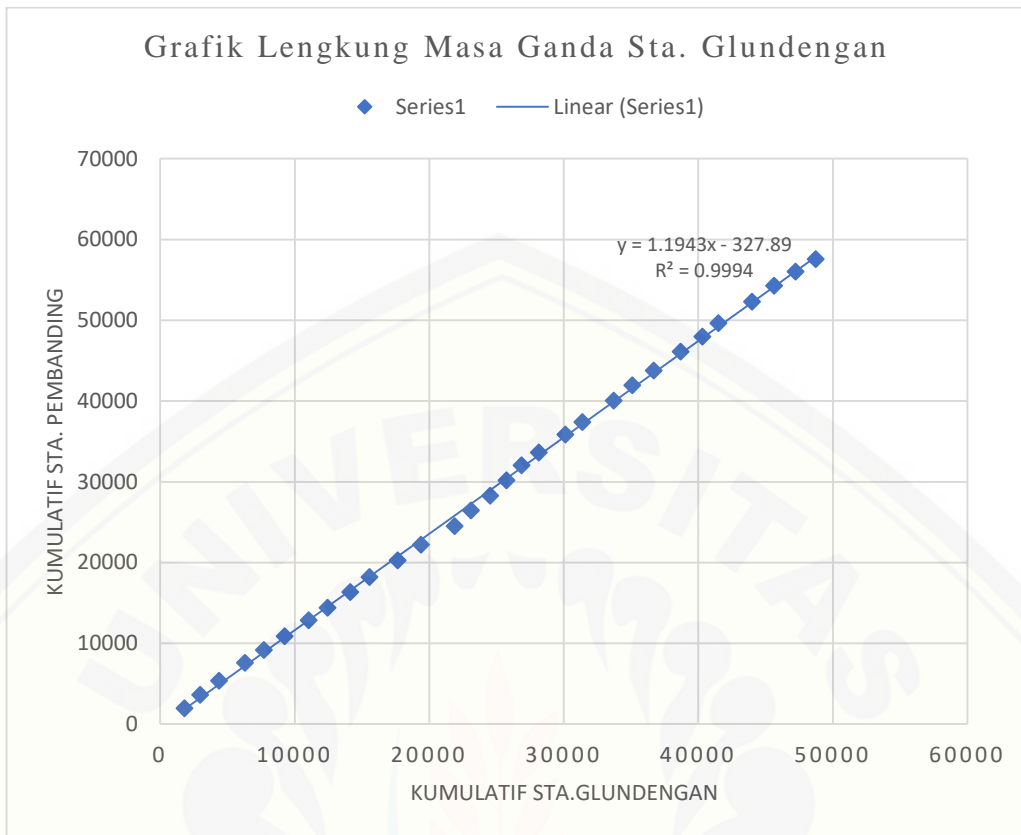


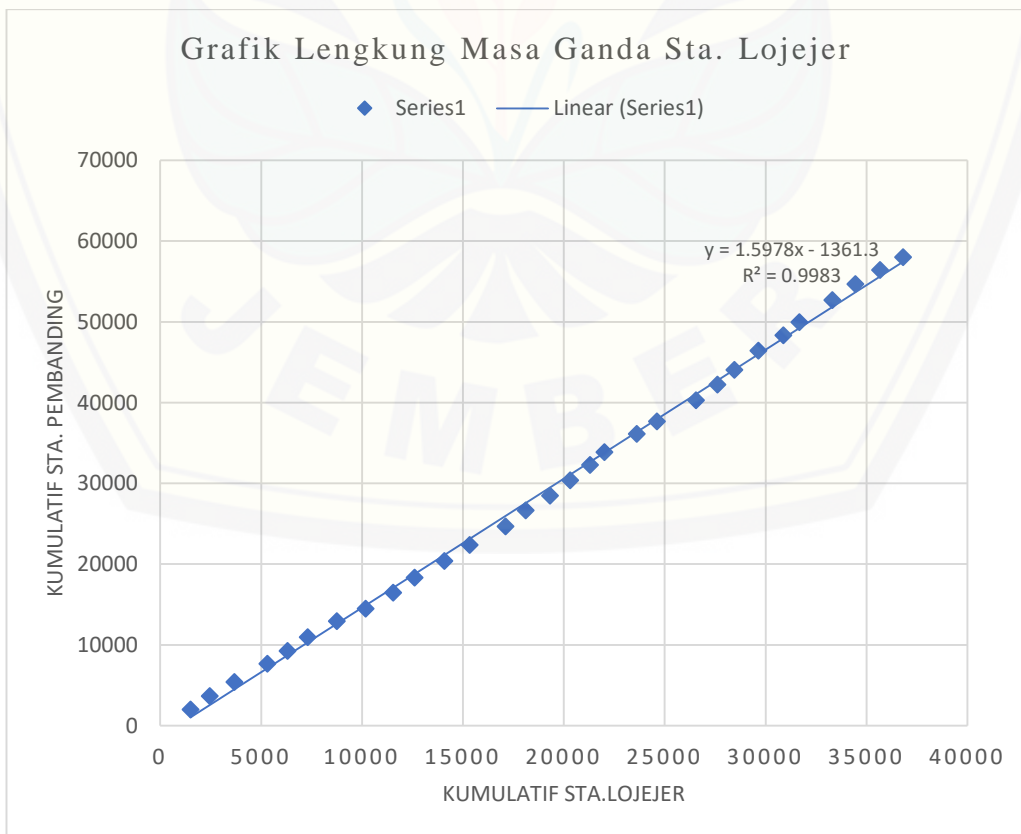
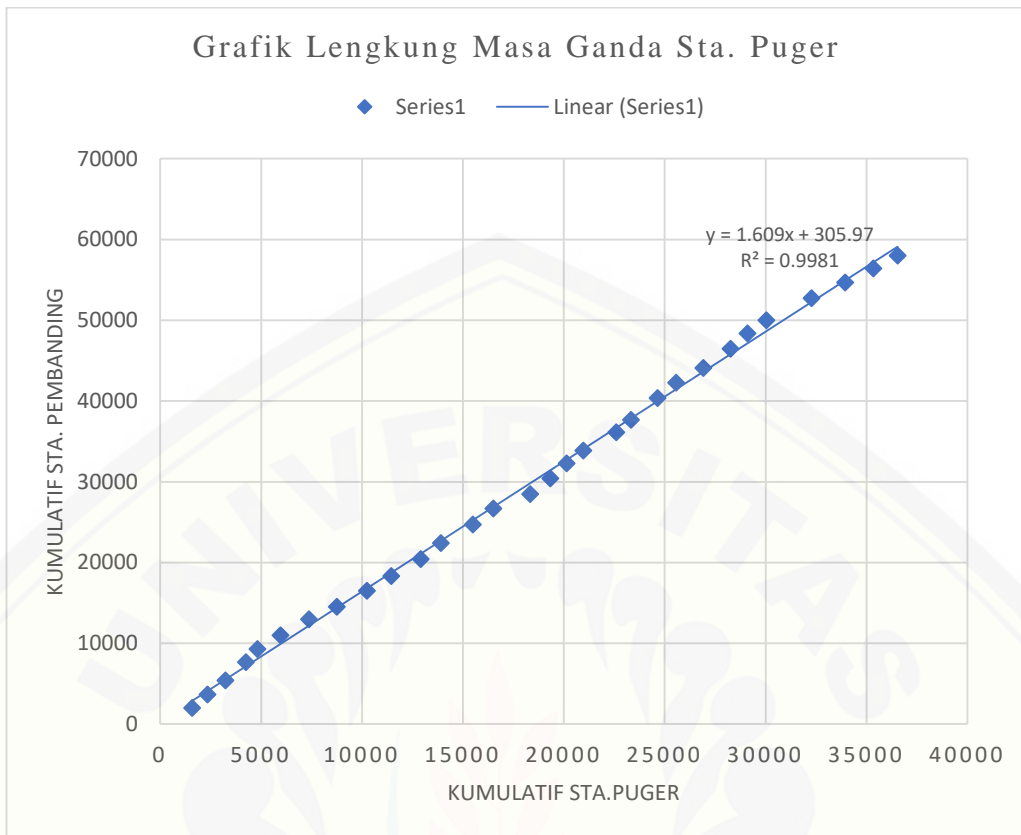


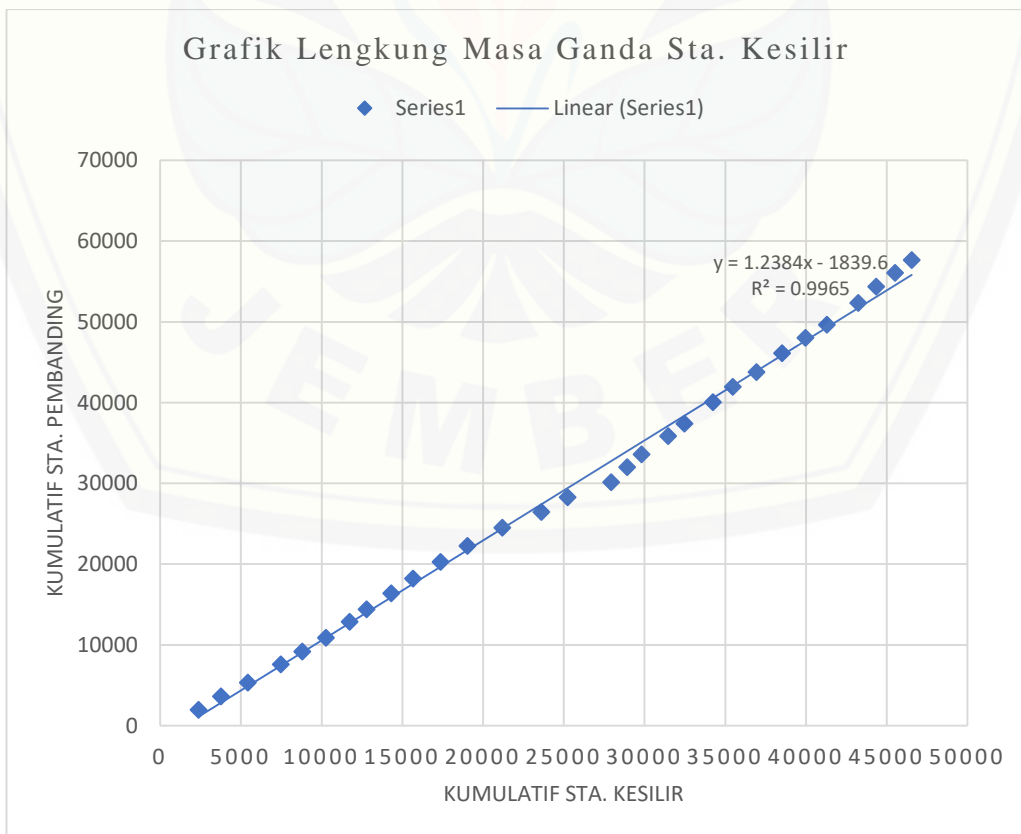
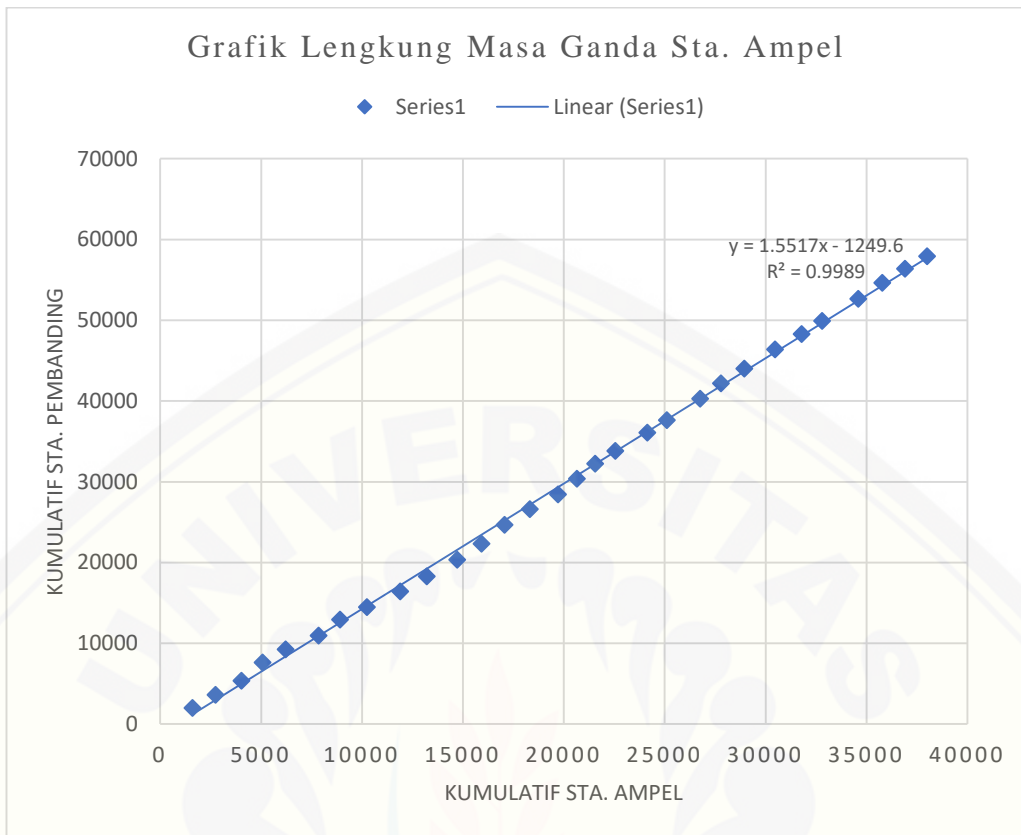


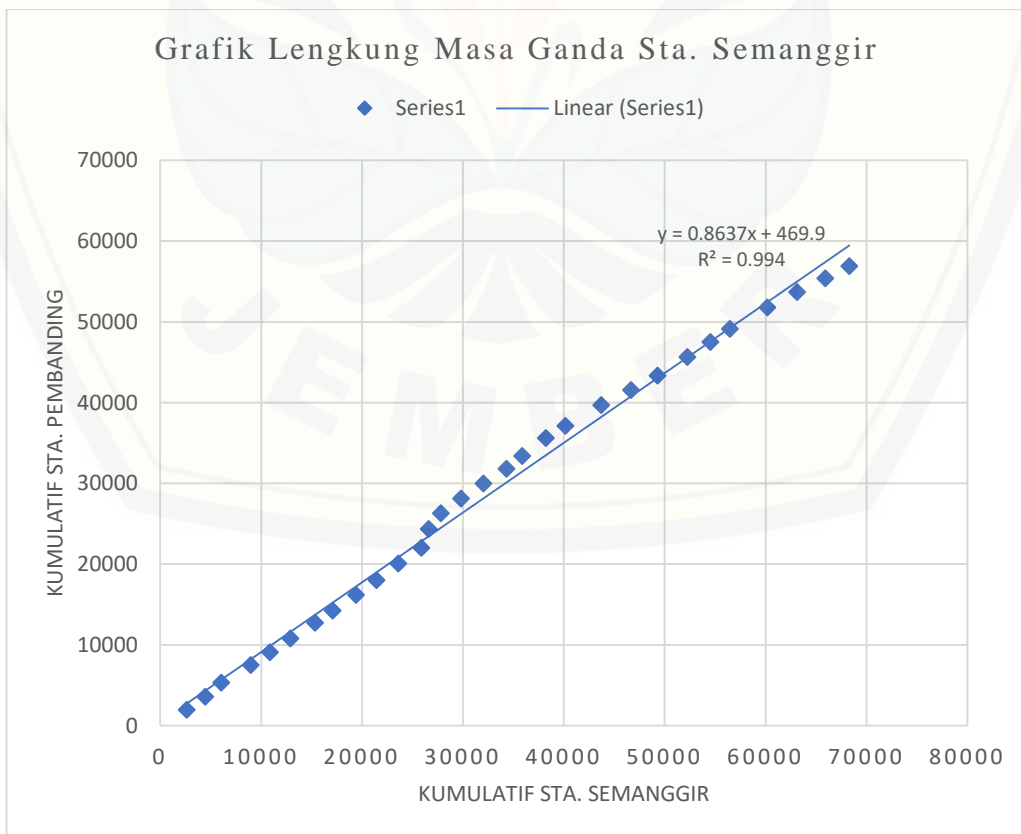
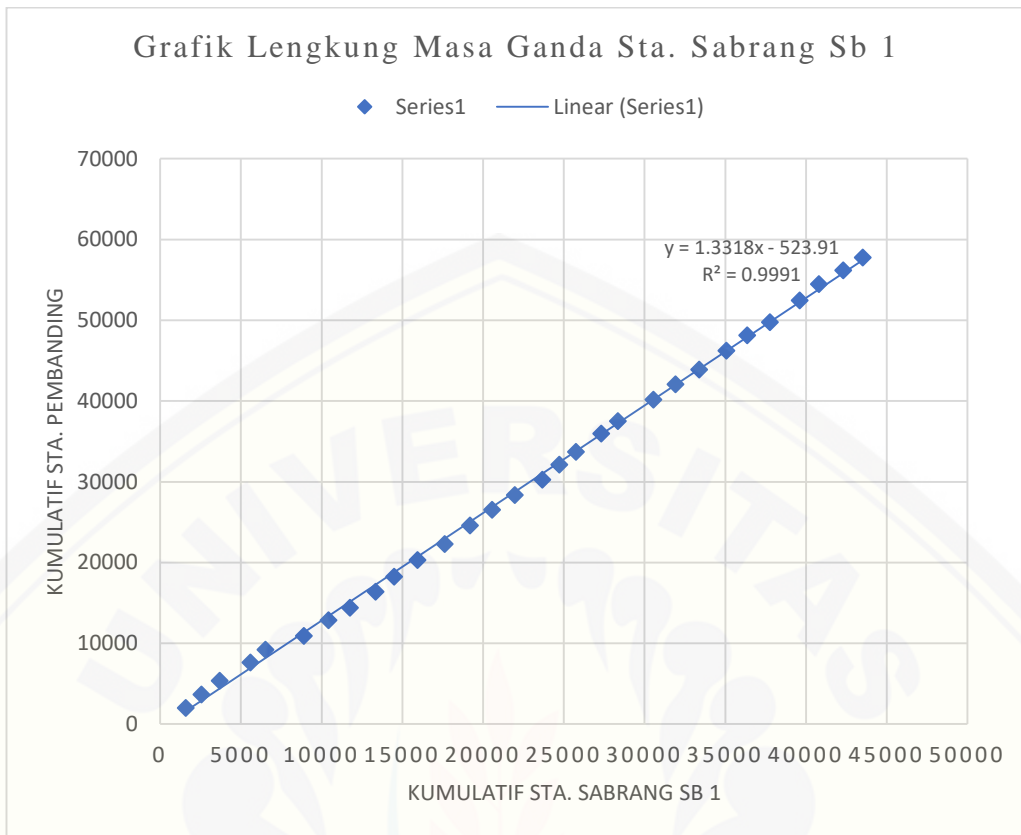












Uji Abnormalitas

Tabel Harga Maksimum Metode Rerata Aljabar

No	xi	log(xi)	xi+b	log(xi+b)	(log(xi+b))^2
1	1531	3.185	1531	3.185	10.144
2	1532	3.185	1532	3.185	10.145
3	1558	3.193	1558	3.193	10.193
4	1563	3.194	1563	3.194	10.201
5	1577	3.198	1577	3.198	10.227
6	1618	3.209	1618	3.209	10.297
7	1641	3.215	1641	3.215	10.337
8	1701	3.231	1701	3.231	10.437
9	1710	3.233	1710	3.233	10.452
10	1722	3.236	1722	3.236	10.472
11	1807	3.257	1807	3.257	10.608
12	1810	3.258	1810	3.258	10.612
13	1820	3.260	1820	3.260	10.628
14	1842	3.265	1842	3.265	10.661
15	1885	3.275	1885	3.275	10.727
16	1886	3.276	1886	3.276	10.729
17	1889	3.276	1889	3.276	10.734
18	1941	3.288	1941	3.288	10.812
19	1956	3.291	1956	3.291	10.833
20	1957	3.292	1957	3.292	10.834
21	1967	3.294	1967	3.294	10.849
22	1968	3.294	1968	3.294	10.850
23	1968	3.294	1968	3.294	10.850
24	2065	3.315	2065	3.315	10.989
25	2228	3.348	2228	3.348	11.208
26	2232	3.349	2232	3.349	11.214
27	2272	3.356	2272	3.356	11.265
28	2323	3.366	2323	3.366	11.330
29	2622	3.419	2622	3.419	11.688
Jumlah	23431	45.118	23431	45.118	145.415
Rerata	1674	3.223	1674	3.223	10.387

no	xs	xt	xs.xt	xs+xt	(xsxt)-xo^2	2xo-(xs+xt)	bi
1	2622	1531	4014768	4153	4013475.062	-4081.449	-983.346
2	2323	1532	3557947	3855	3556654.168	-3782.644	-940.256
						jumlah	-1923.6016

log x ₀	1.5558
x ₀	35.958

m	2.9
b	-5578.4447

*ketika harga b minus, maka diasumsikan menjadi nol

x _e	2684
x ₀	1.5558
x ²	5.0143
s _x	1.6105
x _s +b/x ₀ +b	74.6432
log x _s +b/x ₀ +b	1.8730
y _e	1.1630

x	x ²	x ²	x ² - x ₀ ²	S _x
1.5558	2.421	5.0143	2.5938	1.6105

x _ε	2684
----------------	------

log(x _ε +b)	log(x ₀ +b)	I- J	S _x	y _ε
3.4288	1.5558	1.8730	1.6105	1.1630

Tabel	
y _ε	%
3.720	0.05
3.099	0.25
2.816	0.50
2.419	1.25
2.096	2.5
1.743	5
1.206	12.5
0.702	25

y _ε	ε
0.702	25
1.206	12.5
1.1630	13.5672

ε ₀ =	0.0018	<
ε =	0.1357	

Kesimpulan:
data awal tidak dapat dihilangkan

Tabel Harga Minimum Metode Rerata Aljabar

No	Xi	log(xi)	xi+b	log(xi+b)	(log(xi+b))^2
1	1532	3.185	1532	3.185	10.145
2	1558	3.193	1558	3.193	10.193
3	1563	3.194	1563	3.194	10.201
4	1577	3.198	1577	3.198	10.227
5	1618	3.209	1618	3.209	10.297
6	1641	3.215	1641	3.215	10.337
7	1701	3.231	1701	3.231	10.437
8	1710	3.233	1710	3.233	10.452
9	1722	3.236	1722	3.236	10.472
10	1807	3.257	1807	3.257	10.608
11	1810	3.258	1810	3.258	10.612
12	1820	3.260	1820	3.260	10.628
13	1842	3.265	1842	3.265	10.661
14	1885	3.275	1885	3.275	10.727
15	1886	3.276	1886	3.276	10.729
16	1889	3.276	1889	3.276	10.734
17	1941	3.288	1941	3.288	10.812
18	1956	3.291	1956	3.291	10.833
19	1957	3.292	1957	3.292	10.834
20	1967	3.294	1967	3.294	10.849
21	1968	3.294	1968	3.294	10.850
22	1968	3.294	1968	3.294	10.850
23	2065	3.315	2065	3.315	10.989
24	2228	3.348	2228	3.348	11.208
25	2232	3.349	2232	3.349	11.214
26	2272	3.356	2272	3.356	11.265
27	2323	3.366	2323	3.366	11.330
28	2622	3.419	2622	3.419	11.688
29	2684	3.429	2684	3.429	11.757
Jumlah	23785	45.208	23785	45.208	145.998
Rerata	1699	3.229	1699	3.229	10.428

no	xs	xt	xs.xt	xs+xt	(xsxt)-xo^2	2xo-(xs+t)	Bi
1	2684	1532	4111207	4216	4109895.390	-4143.3270	-991.9312
2	2622	1558	4086013	4181	4084701.718	-4108.0997	-994.3044
					jumlah		-1986.2357

log x ₀	1.5589
x ₀	36.22

x _e	1531	
x ₀	1.5589	
x ²	5.0344	
s _x	1.6138	
0	x _s +b/x ₀ +b	42.2713
	log x _s +b/x ₀ +b	1.6260
	j _e	1.0076

m	2.9
b	-684.9088

*ketika harga b minus, maka diasumsikan menjadi nol

x	x ²	x ²	x ² - x ₀ ²	S _x
1.5589	2.430	5.0344	2.60421	1.6138

x _ε	1530.9324
----------------	-----------

log(x _ε +b)	log(x ₀ +b)	I- J	S _x	y _ε
3.1850	1.5589	1.6260	1.6138	1.0076

Tabel	
y _ε	%
3.720	0.05
3.099	0.25
2.816	0.50
2.419	1.25
2.096	2.5
1.743	5
1.206	12.5
0.702	25

y _ε	ε
0.702	25
1.206	12.5
1.0076	17.4202

ε ₀ =	0.00177
ε =	0.17420

Kesimpulan:
Data Awal tidak dapat dihilangkan

Grafik SPI

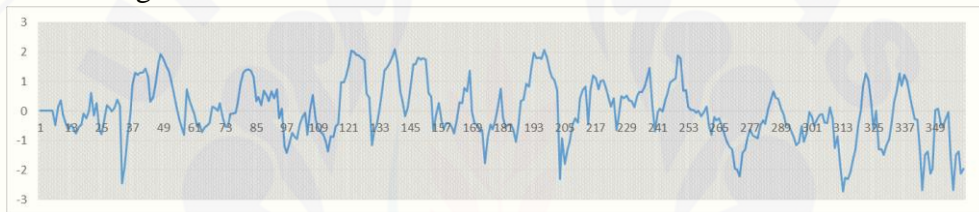
1. Sukowono



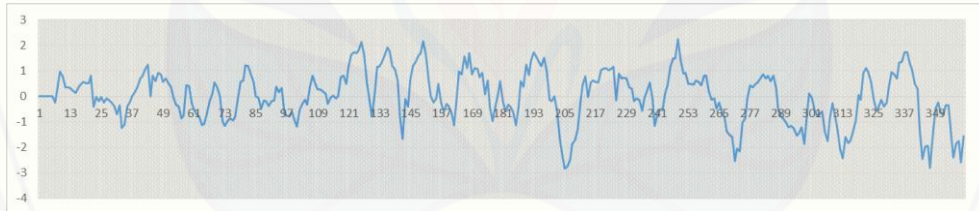
2. Sumber Jambe



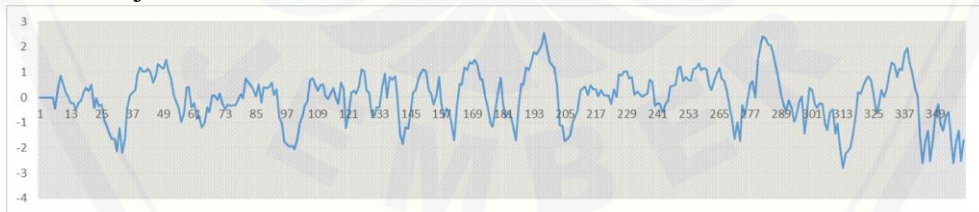
3. Tegal Batu



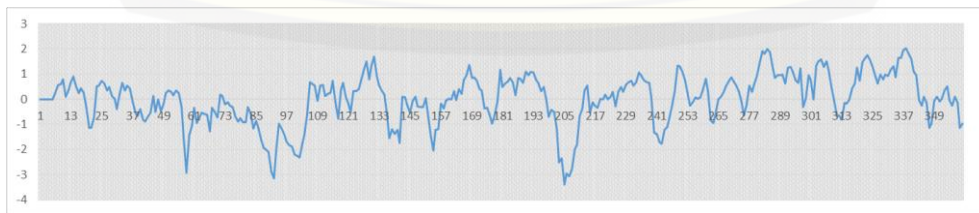
4. Kopang



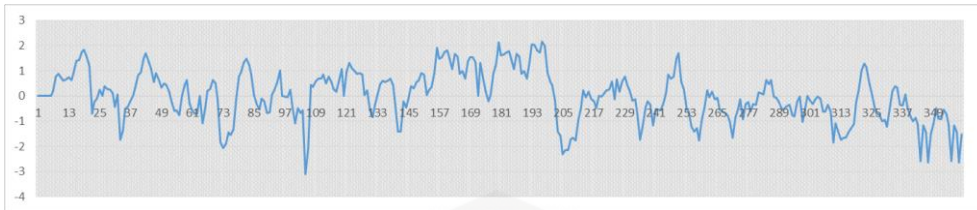
5. Arjasa



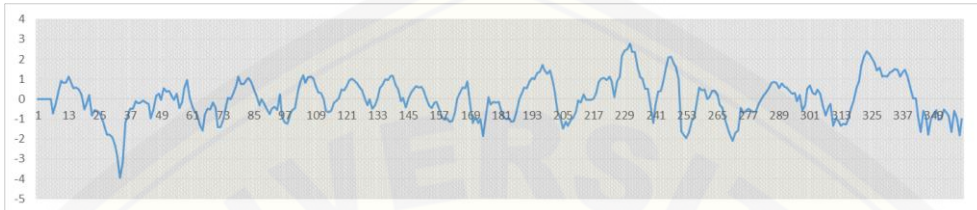
6. Kottok



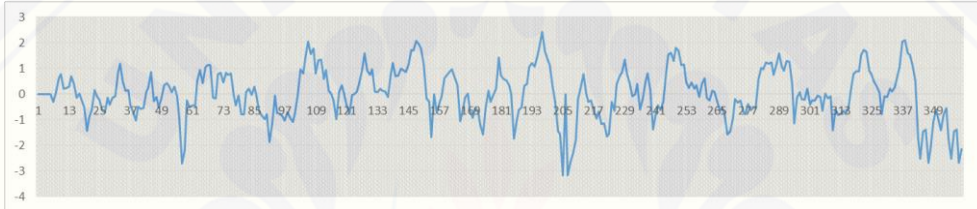
7. **Bintoro**



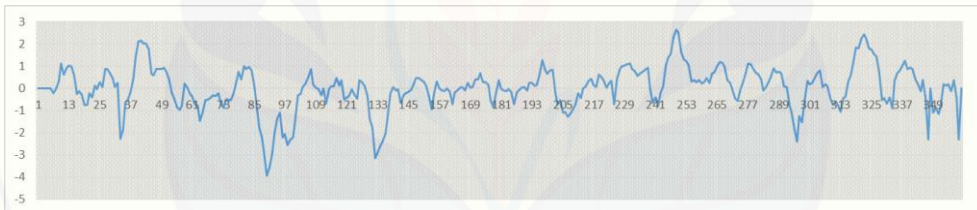
8. **Sembah**



9. **Ajung**



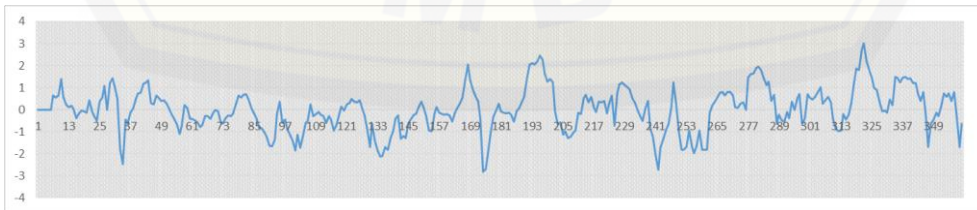
10. **Dam Pono**



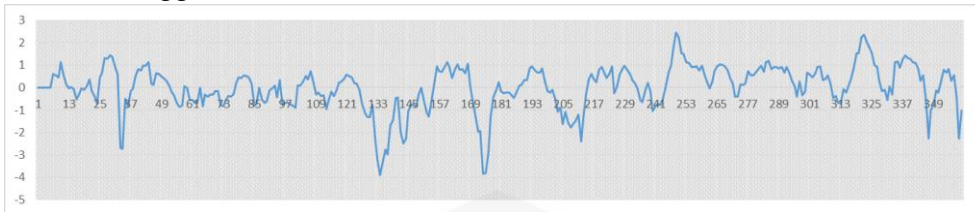
11. **Karanganom**



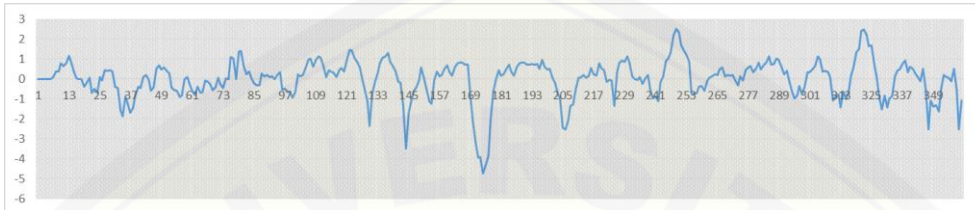
12. **Klatakan**



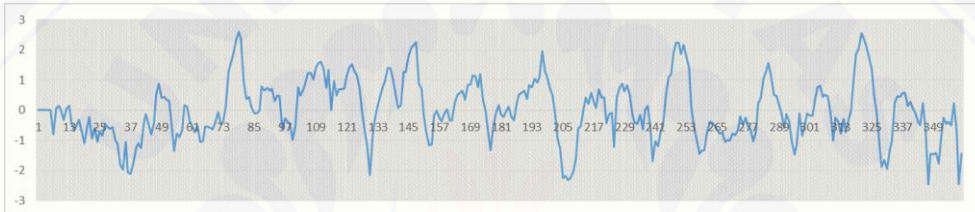
13. Manggis



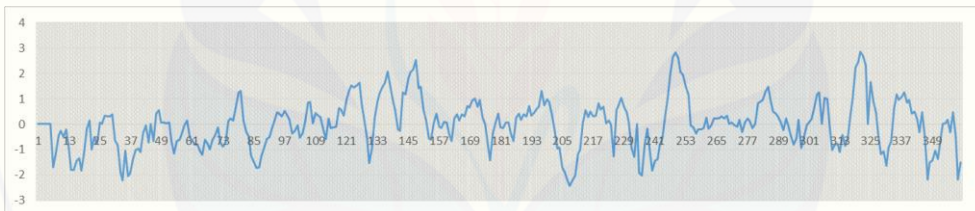
14. Makam



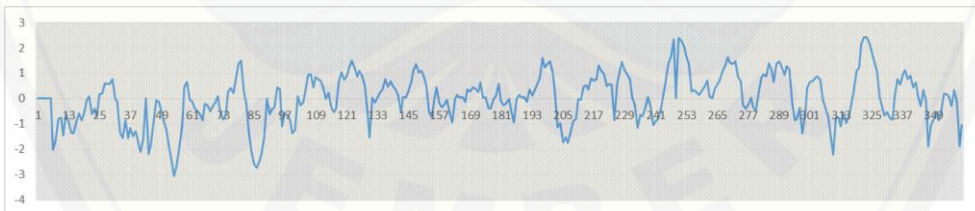
15. Rambipuji



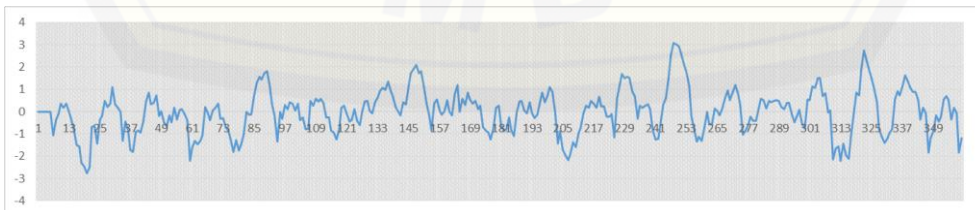
16. Pecoro



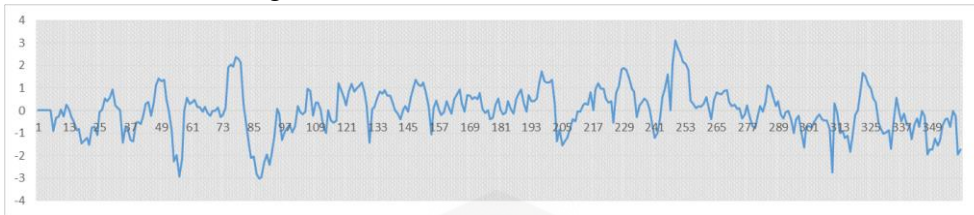
17. Rowotantu



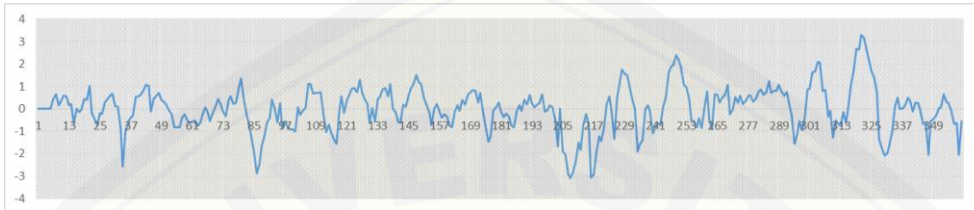
18. Gumelar Timur



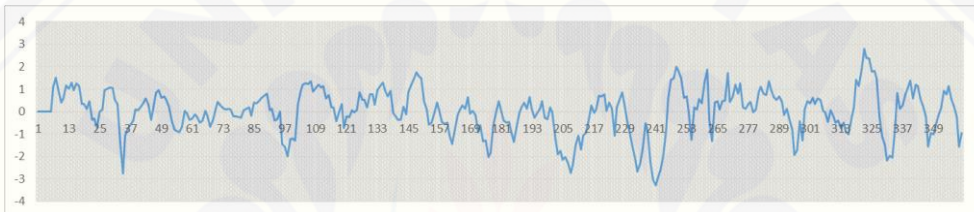
19. Curah Malang



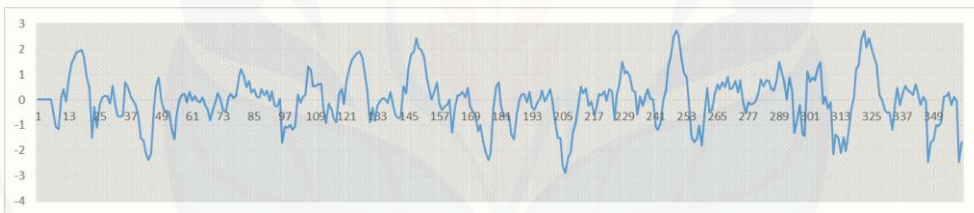
20. Balung



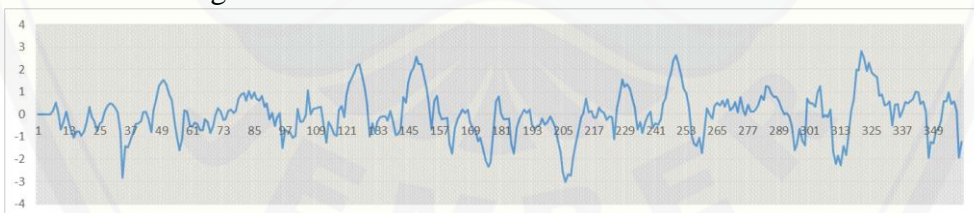
21. Jambearum



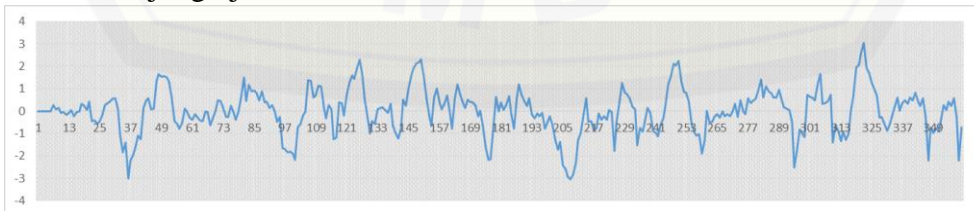
22. Tamansari



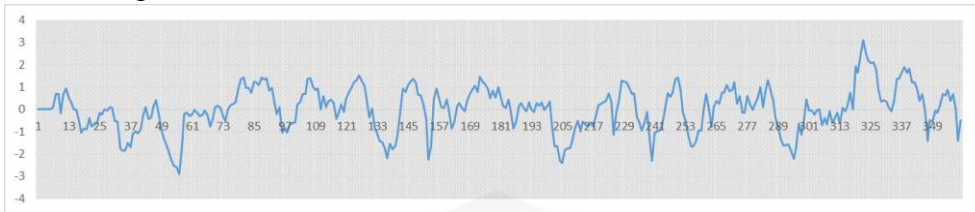
23. Gludengan



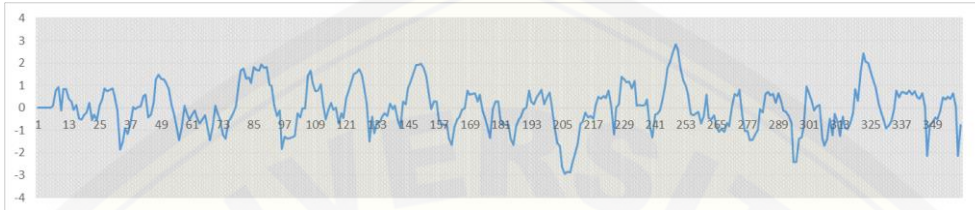
24. Tanjungrejo



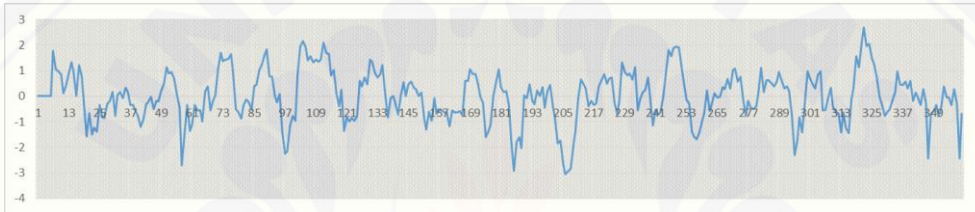
25. Puger



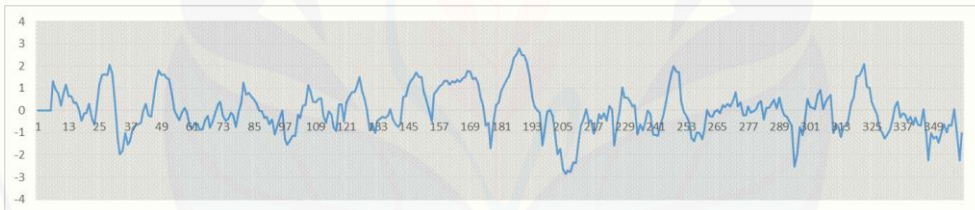
26. Lojejer



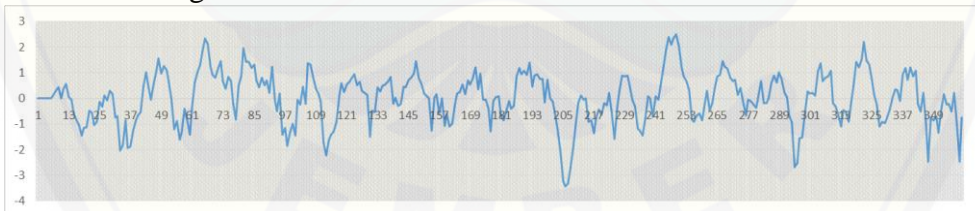
27. Ampel



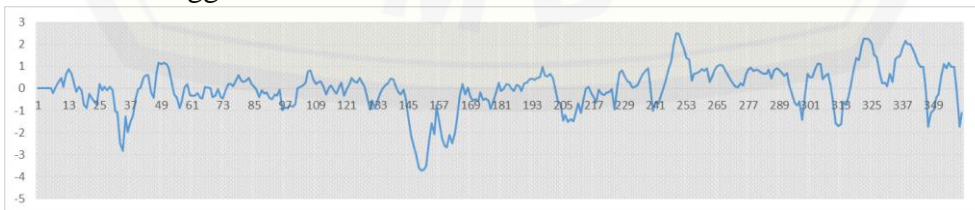
28. Kesilir



29. Sabrang

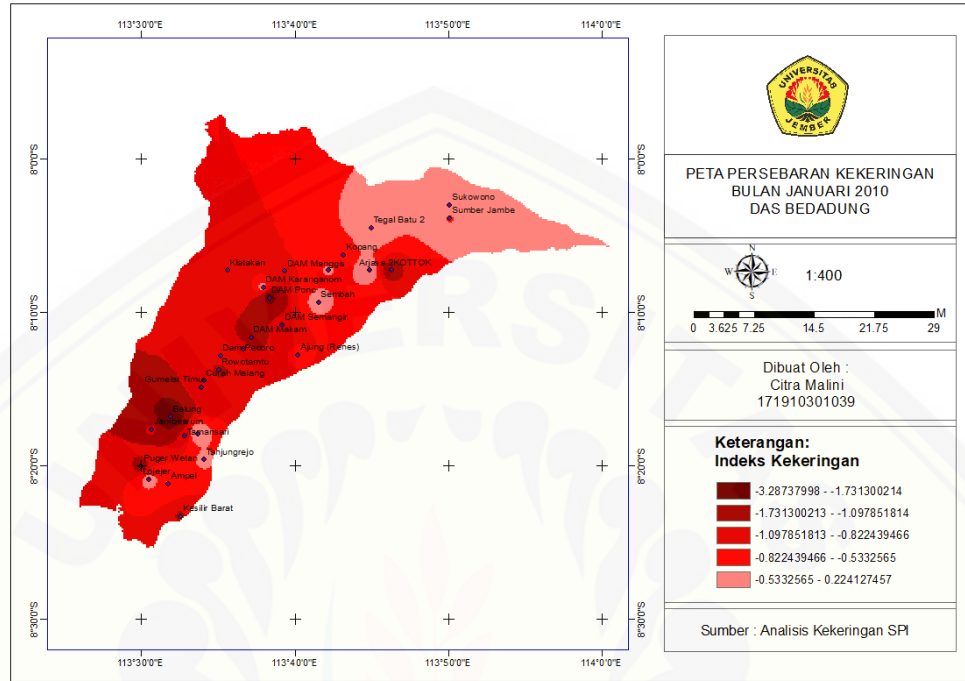


30. Semanggir

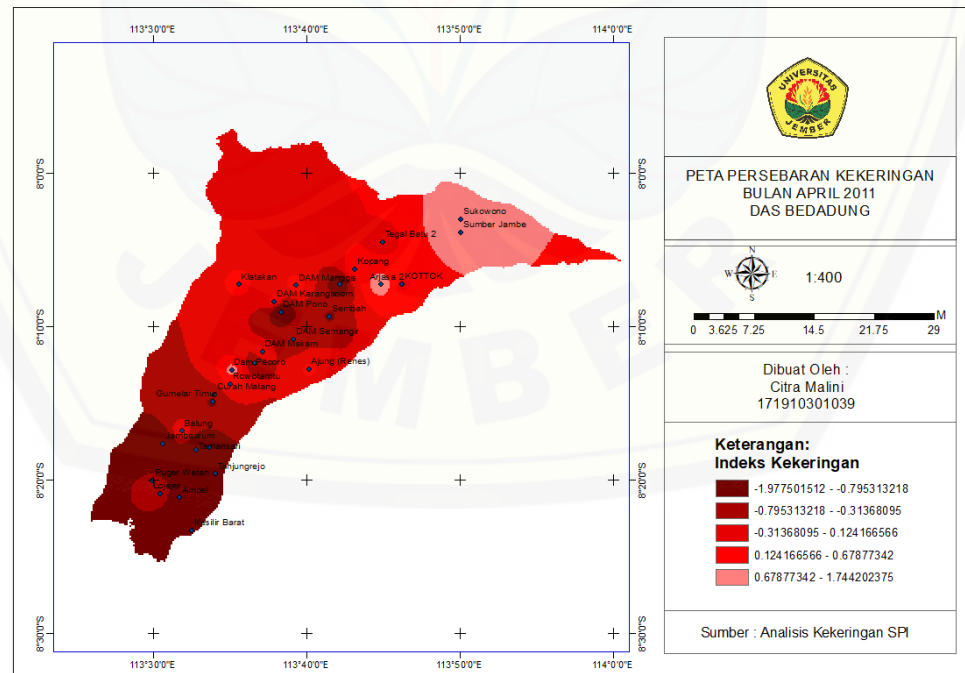


Peta Persebaran Kekeringan

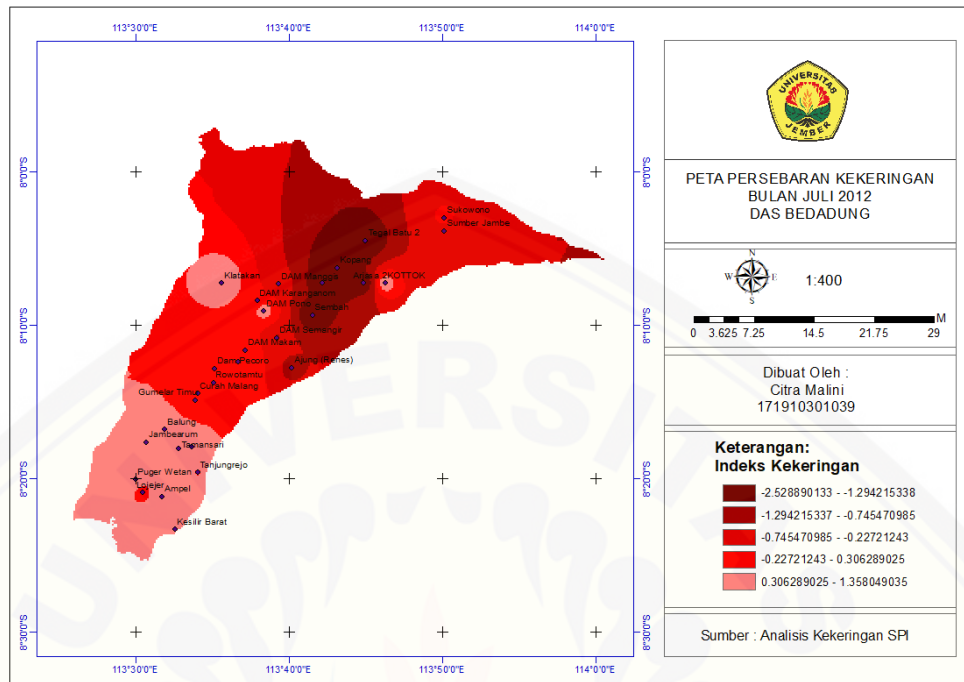
1. Tahun 2010



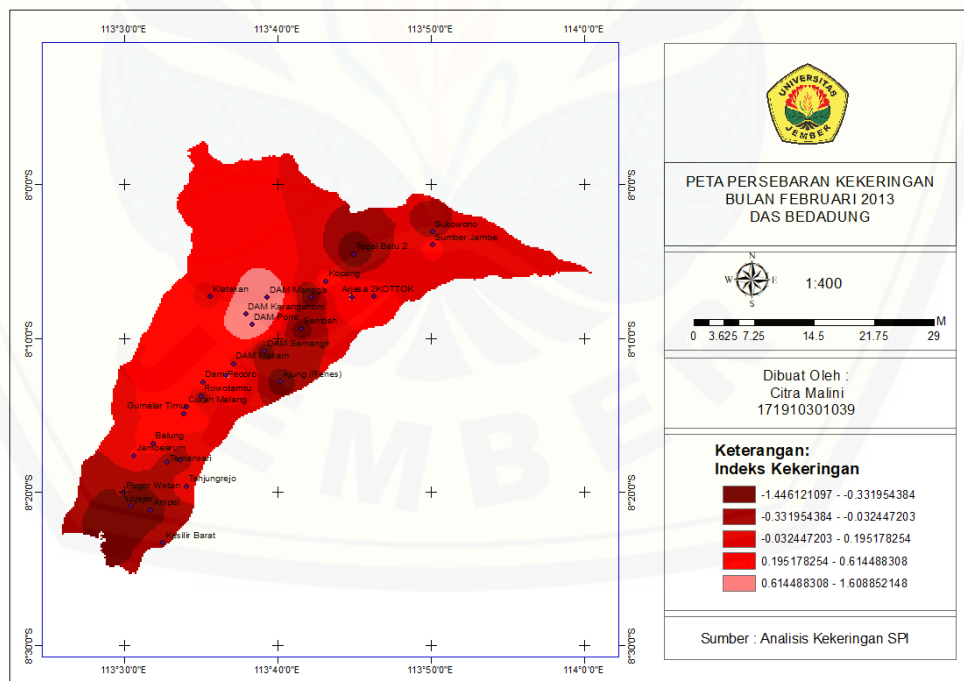
2. Tahun 2011



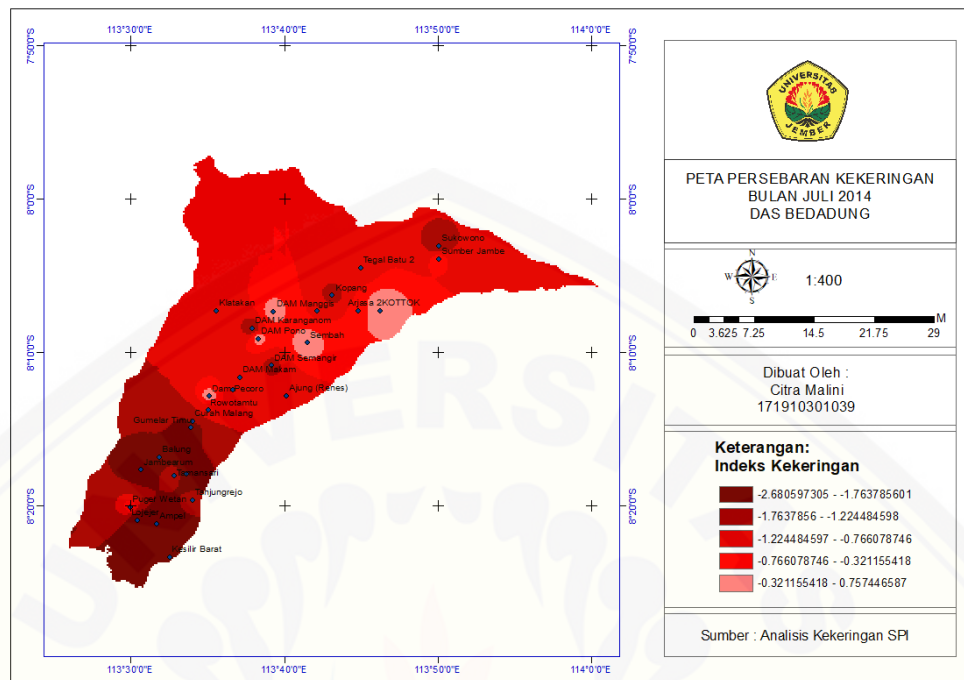
3. Tahun 2012



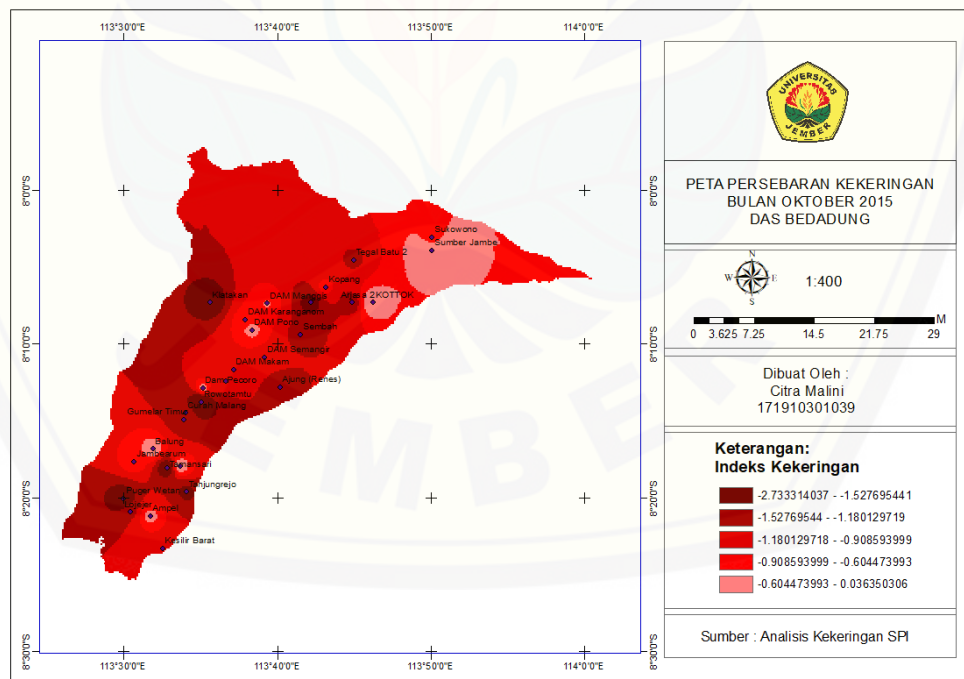
4. Tahun 2013



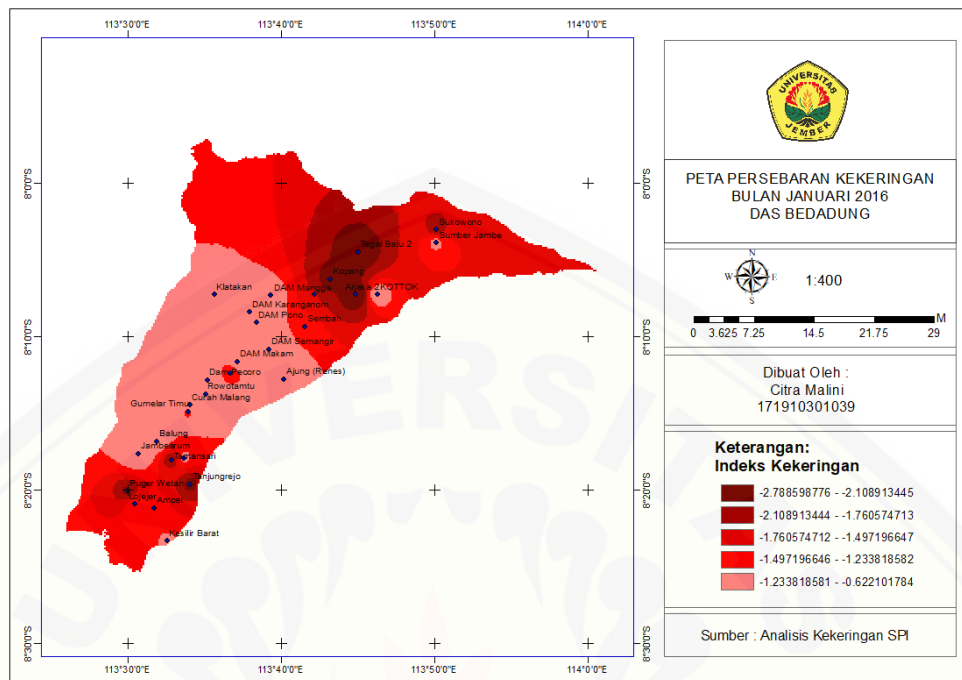
5. Tahun 2014



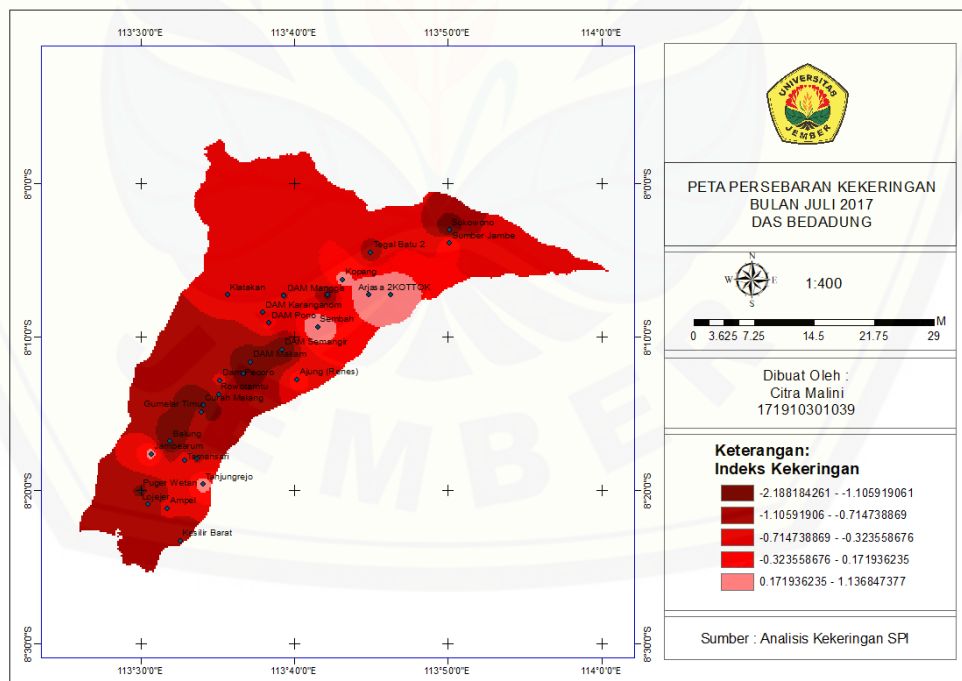
6. Tahun 2015



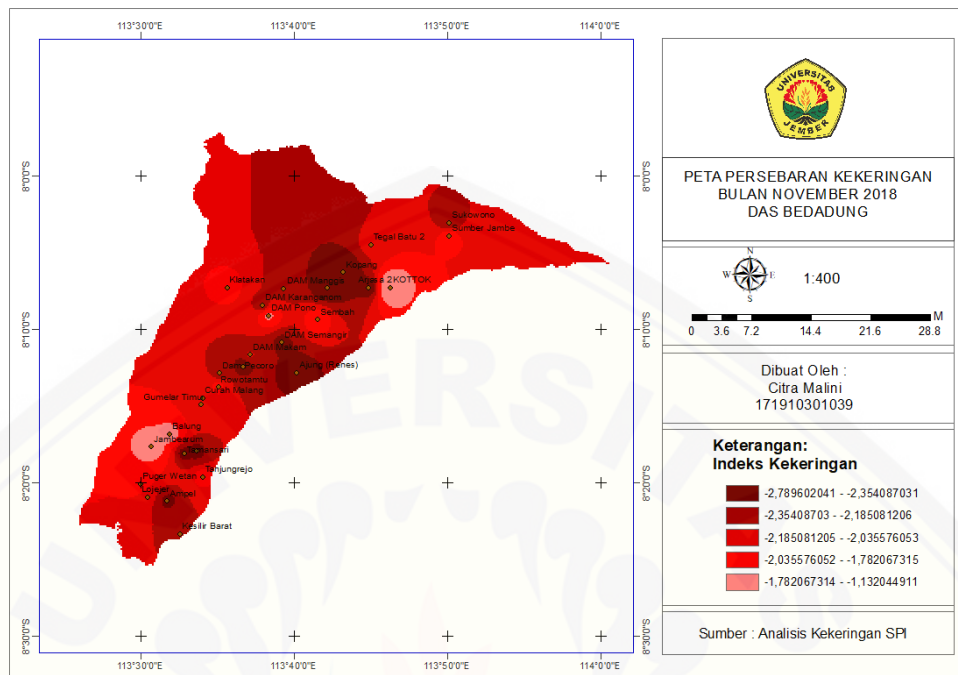
7. Tahun 2016



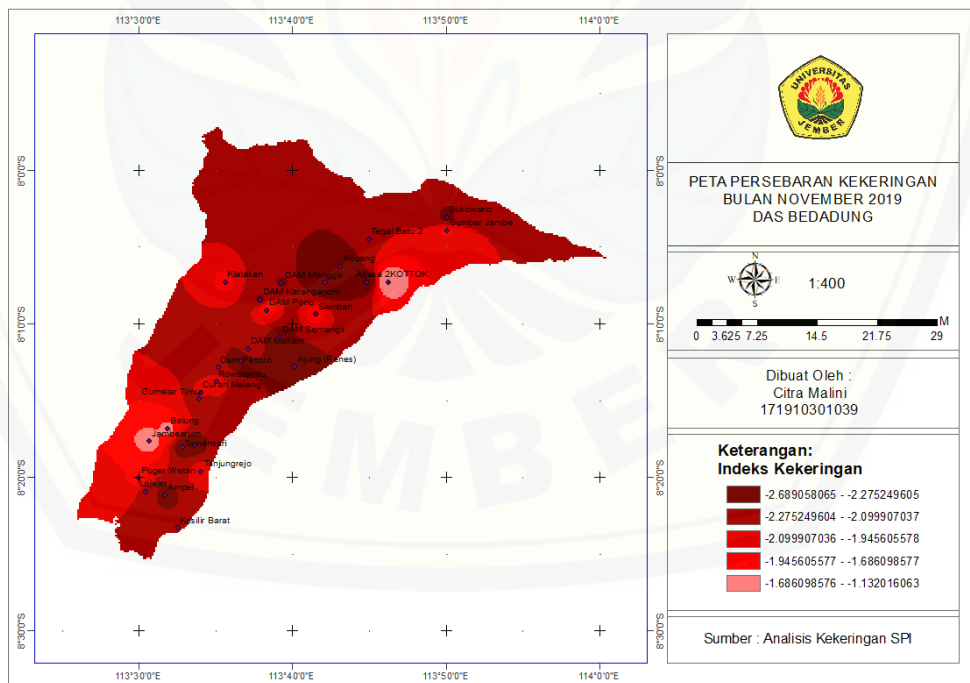
8. Tahun 2017



9. Tahun 2018



10. Tahun 2019



Persebaran kekeringan BPBD

