



**ANALISIS HUJAN EKSTREM DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *HERSFIELD* DI WILAYAH
UPT PSDA DI PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh

**Elsdin Saktiaji
NIM 131710201070**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**ANALISIS HUJAN EKSTREM DENGAN MENGGUNAKAN PMP
(Probability Maximum Precipitation) DI WILAYAH
UPT PSDA DI PASURUAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

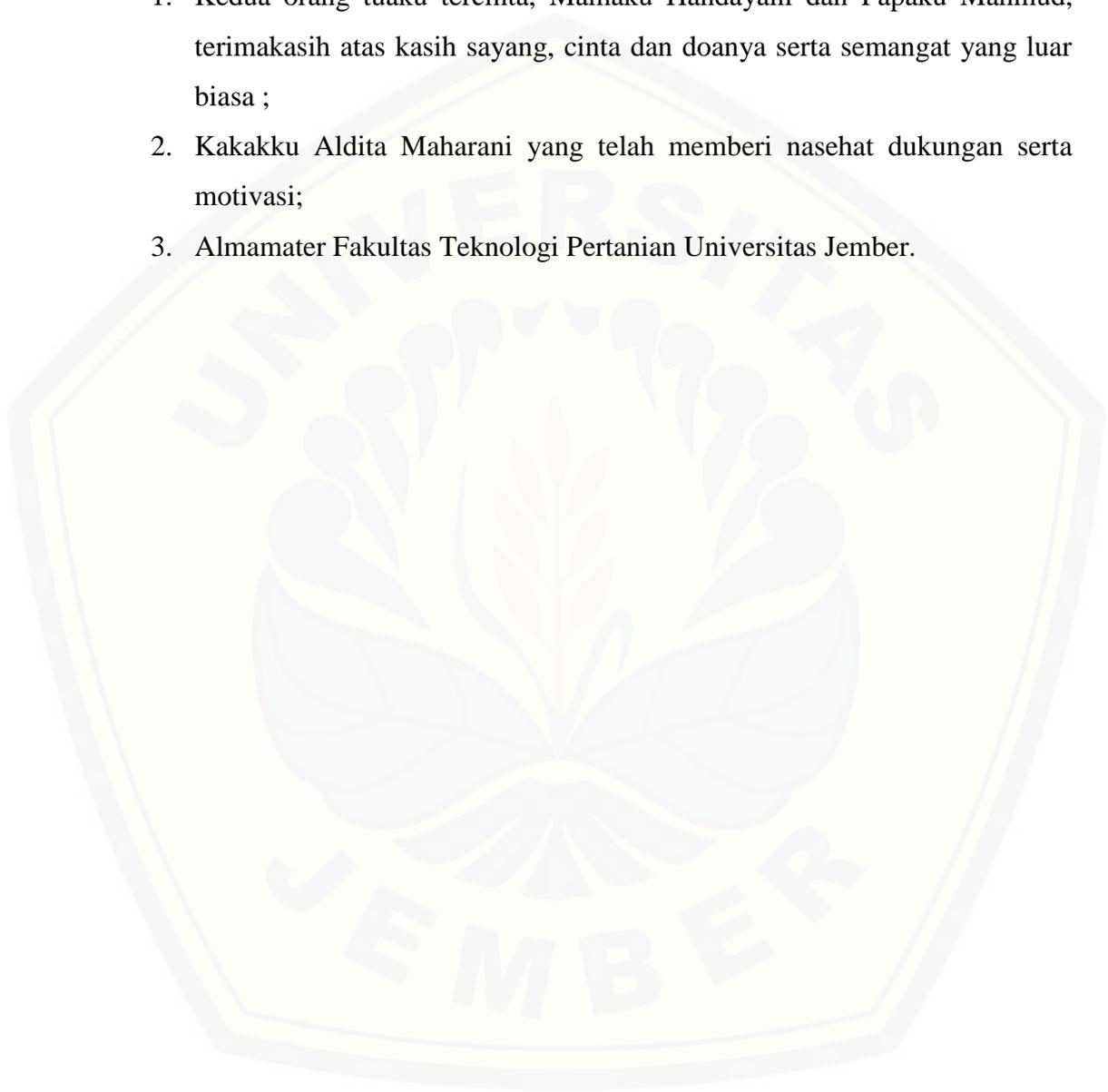
**Elsdin Saktiaji
NIM 131710201070**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Mamaku Handayani dan Papaku Mahmud, terimakasih atas kasih sayang, cinta dan doanya serta semangat yang luar biasa ;
2. Kakakku Aldita Maharani yang telah memberi nasehat dukungan serta motivasi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

"Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil; kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik."

(Evelyn Underhill)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Elsdin Saktiaji

NIM : 131710201070

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Hujan Ekstrem dengan Menggunakan PMP (*Probability Maximum Precipitation*) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2017

Elsdin Saktiaji

NIM 131710201070

SKRIPSI

**ANALISIS HUJAN EKSTREM DENGAN MENGGUNAKAN PMP
(Probability Maximum Precipitation) DI WILAYAH
UPT PSDA DI PASURUAN**

Oleh

**Elsdin Saktiaji
NIM 131710201070**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto. S.TP., DEA.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Analisis Hujan Ekstrem dengan Menggunakan PMP** (*Probability Maximum Precipitation*) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Indarto. S.TP., DEA
NIP. 197001011995121001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T
NIP. 197211301999032001

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng
NIP. 196312121990031002

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

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

“Analisis Hujan Ekstrem dengan Menggunakan PMP (*Probability Maximum Precipitation*) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan”; Elsdin Saktiaji; 131710201070; 2017; 72 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian; Universitas Jember.

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, sampai mm/tahun. Hujan ekstrem terjadi ketika curah hujan mencapai >100 mm/hari. Hujan tersebut akan mengakibatkan bencana, seperti tanah longsor dan banjir. UPT PSDA Pasuruan ini memiliki wilayah kerja yang meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang. Wilayah kerja UPT ini terdapat jalur pantura yang merupakan akses utama transportasi Jawa Timur. Salah satu cara untuk mengantisipasi banjir adalah dengan mengetahui data iklim seperti data curah hujan maksimum dan pola sebaran hujan. Namun, tidak semua wilayah memiliki data curah hujan, sehingga wilayah yang tidak memiliki data hujan perlu perkiraan hujan maksimum. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya nilai PMP di wilayah UPT PSDA Pasuruan dan menggambarkan sebaran spasial hujan menggunakan metode interpolasi dan GIS. Penelitian ini menggunakan metode PMP (*Probable Maximum Precipitation*). Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui nilai PMP yaitu menggunakan metode *Hershfield*. Berdasarkan hasil interpolasi yang ditunjukkan dengan peta interpolasi PMP durasi 1 hari, semakin ke selatan nilai PMP cenderung lebih besar yang merupakan dataran tinggi daripada wilayah bagian utara yang merupakan pesisir pantai. Kecamatan Lawang dan Kecamatan Purwodadi memiliki nilai PMP yang besar yang merupakan dataran tinggi. Wilayah yang memiliki nilai PMP kecil terdapat di Kecamatan Bangil dan Kecamatan Gending yang merupakan dataran rendah dekat pantai. Berdasarkan peta rawan banjir, wilayah yang sering mengalami banjir yaitu Kecamatan Rejos, Kecamatan Bugul, dan Kecamatan Keraton. Banjir tersebut terjadi karena meluapnya Sungai Welang, karena bagian hulu sungai masuk ke wilayah Kecamatan Lawang yang memiliki nilai PMP yang tinggi. Sedangkan untuk Kabupaten Probolinggo wilayah yang sering terjadi banjir yaitu Kecamatan Dringu dan Kecamatan Gending yang disebabkan karena pasang air laut atau biasa kita sebut dengan banjir rob.

SUMMARY

“Extreme Rainfall analysis using PMP (*Probability of Maximum Precipitation*) in the region of UPT PSDA in Pasuruan”; Elsdin Saktiaji; 131710201070; 2017; Pages 72; Agriculture Engineering Departement; University Jember

The rain intensity is the amount of precipitation on a unit of time that is usually expressed in mm/h, mm/day, up to mm/year. The extreme rain occurs when the rainfall is more than 100 mm/day. The rain will lead to disasters, such as the landslides and the flooding. UPT PSDA Pasuruan has a sector which includes of Pasuruan, Probolinggo, Pasuruan County, Probolinggo County, and Lawang Subdistrict. This sectors has north ways access which is the main access to the transportation on East Java. The to anticipate the flood is knowing the climate data such as the maximum rainfall's data and the patterns of rain's distribution. However, not all of the region have a rain data, so areas that don't have rainfall data need maximum rainfall estimates. This research aims to determine the PMP's value in the UPT PSDA Pasuruan and describe the spatial distribution of the rainfall's using interpolation and GIS. This research use the PMP (Probable Maximum Precipitation) analysis with the method used to determine the value of PMP is Hershfiled method.. Based on interpolation result shown with one day PMP interpolation map, the more southerly the value of PMP tends to be greater which is the plateau than the northern part which is the coastal area. Lawang and Purwodadi's Subdistrict have a great PMP because it is a plateau. Areas with small PMP values are located in Bangil and Gending subdistricts, which are lowland areas near the coast area. Based on flood prone map, the flooded areas are Rejoso, Bugul, and Keraton Subdistricts. The flood due to overflow of Welang River, the upstream of Welang River overflows into the Lawang Subdistrict which has a high PMP value. Areas in Probolinggo regency that often flooded is Dringu and Gending Subdistricts, caused by the tide of sea water or we call it the rob flood.

PRAKATA

Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Hujan Ekstrem dengan Menggunakan PMP (*Probability Maximum Precipitation*) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan rasa terima kasih yang teramat dalam kepada :

1. Prof. Dr. Indarto. S.TP., DEA. selaku dosen pembimbing utama, Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku dosen pembimbing anggota dan dosen pembimbing akademik, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
2. Kakakku Aldita Maharani, Darmawan Tri Utama, dan keponakanku Azqiara Alesha Queena, terima kasih atas bantuan, doa, dan semangatnya;
3. Sahabat-sahabatku, Fahri, Ghazy, Dimas, Epe, Iqbal, Yoga dan keluarga TEP-A 2013, terima kasih untuk persahabatannya, saling memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menghibur lewat berbagai candaan dan menumbuhkan semangat dalam meraih gelar S.T bersama;
4. Claudia Ayu Riendestya, yang selalu saling memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Tim Pemetaan 2013 yang telah menjadi *partner* dalam mengerjakan skripsi;
6. Keluarga besar IMATEKTA, terima kasih atas kekompakan, rasa kekeluargaannya dan pengalaman yang tidak ada dibangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh;
7. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;

8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-satu, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kesalahan. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, Desember 2017

Penulis



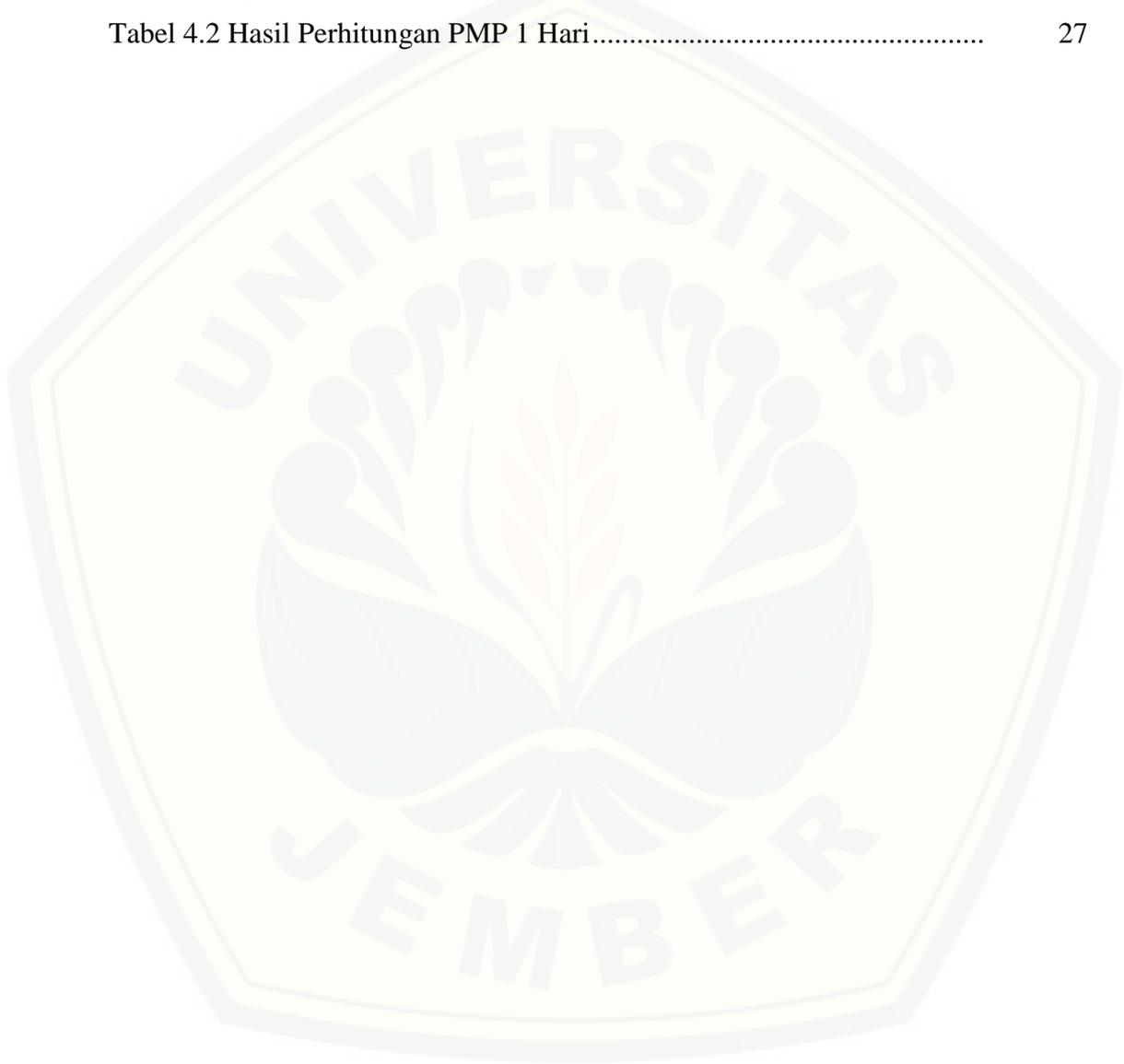
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Intensitas Hujan.....	3
2.2 PMP (<i>Probability Maximum Precipitation</i>).....	3
2.3 Metode <i>Double Mass Curve</i>	4
2.4 Uji <i>Wald-Wolfowitz</i>.....	5
2.5 Uji <i>Mann-Whitney</i>	5
2.6 Uji <i>Grubbs & Beck</i>.....	6
2.7 Metode <i>Hersfield</i>	6
2.8 Interpolasi IDW (<i>Invers Distance Weighting</i>).....	10
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	11

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	12
3.1.1 Waktu Penelitian.....	12
3.1.2 Lokasi Penelitian.....	12
3.1.3 Lokasi Pengolahan Data	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan	13
3.3 Diagram Alir Penelitian	14
3.4 Tahapan Penelitian	15
3.4.1 Studi Literatur	15
3.4.2 Inventarisasi Data	15
3.4.3 Analisis Pendahuluan.....	16
3.4.4 Pengelolaan dan Penyaringan Data.....	16
3.4.5 Menghitung Nilai PMP	19
3.4.6 Interpolasi	20
3.5 Topografi UPT PSDA Pasuruan	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Analisis Pendahuluan	21
4.2 Pengelolaan Data Curah Hujan Maksimum	23
4.3 Penyaringan Data Curah Hujan Maksimum	23
4.4 Uji Konsistensi Data	24
4.5 Perhitungan Nilai PMP	26
4.6 Interpolasi Nilai PMP Menggunakan IDW	28
BAB 5. PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan	3
Tabel 4.1 Uji Konsistensi Data durasi 1 Hari Kab. Pasuruan	25
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan PMP 1 Hari	27

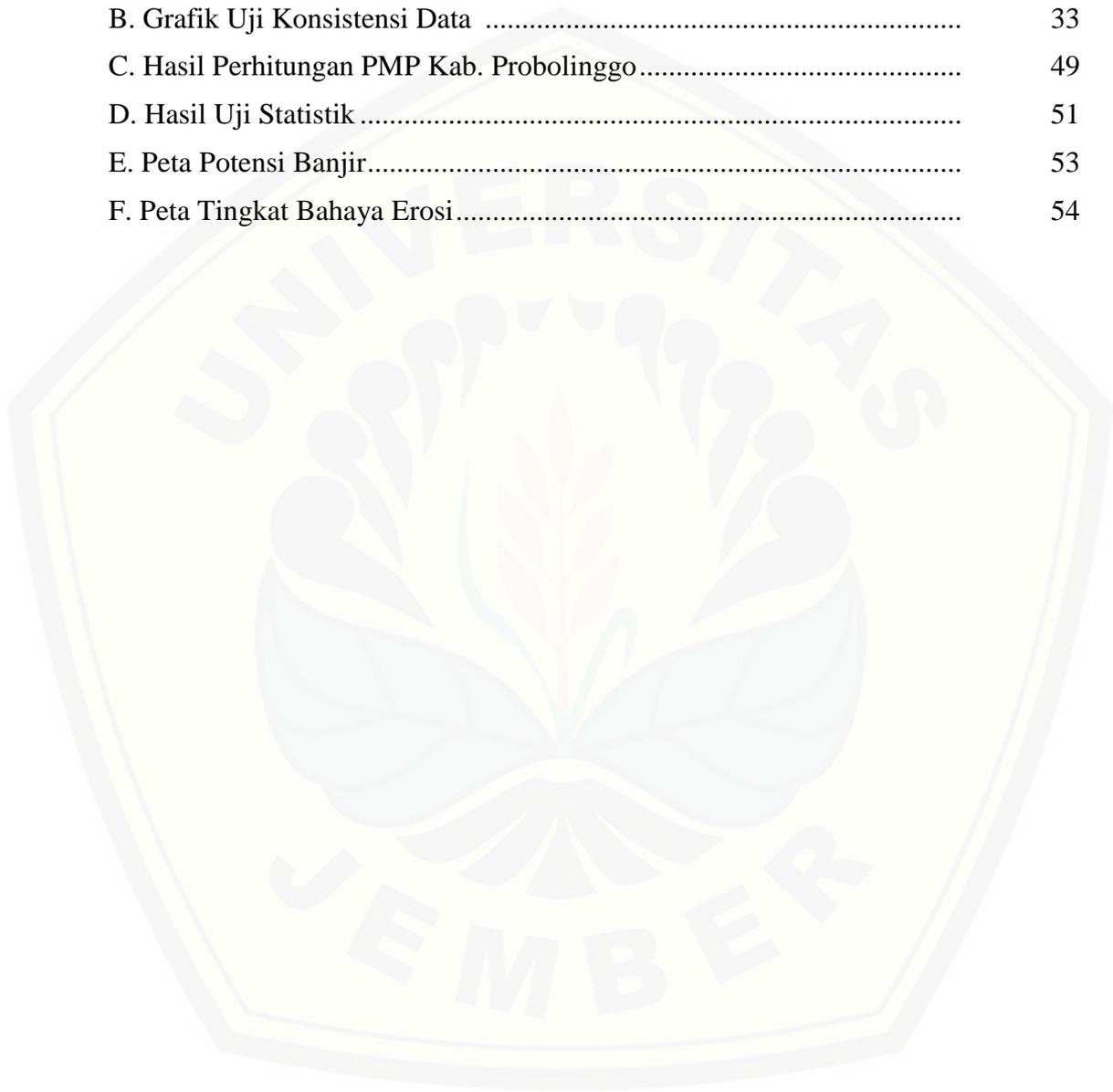


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Massa Ganda	5
Gambar 2.2 Grafik Perhitungan Km	7
Gambar 2.3 Grafik faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan maksimum	8
Gambar 2.4 Grafik faktor penyesuaian simpang baku terhadap pengamatan maksimum	9
Gambar 2.5 Faktor penyesuaian rata-rata dan simpang baku terhadap panjang pengamatan data	9
Gambar 2.6 Ilustrasi Metode IDW	10
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	11
Gambar 3.2 Diagram Alir Penyaringan Data	13
Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan PMP	14
Gambar 3.4 Peta Topografi di Wilayah UPT PSDA Pasuruan	19
Gambar 4.1 Distribusi Frekuensi Hujan Tahunan	21
Gambar 4.2 Grafik Uji Konsistensi Durasi 1 Hari Stasiun Wilo	24
Gambar 4.3 Peta Interpolasi PMP 1 Hari	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Uji Konsistensi Data Kab. Probolinggo	32
B. Grafik Uji Konsistensi Data	33
C. Hasil Perhitungan PMP Kab. Probolinggo.....	49
D. Hasil Uji Statistik	51
E. Peta Potensi Banjir.....	53
F. Peta Tingkat Bahaya Erosi.....	54



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hujan merupakan fenomena alam yaitu jatuhnya titik-titik air dari awan ke bumi. Hujan terjadi akibat penguapan air yang ada dipermukaan bumi, uap air akan mengalami kondensasi dan menjadi titik-titik air, ketika awan mulai penuh dengan titik-titik air maka titik-titik air akan jatuh dan menjadi hujan. Hujan ekstrem terjadi ketika curah hujan mencapai 50-100 mm/hari atau lebih. Hujan tersebut akan mengakibatkan bencana, seperti tanah longsor dan banjir. Banjir juga akan mengakibatkan dampak yang buruk terhadap masyarakat, seperti penyakit, kesulitan air bersih, dan mengganggu aktivitas ekonomi masyarakat.

UPT PSDA Pasuruan ini memiliki wilayah kerja yang meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang. Wilayah kerja UPT ini terdapat jalur pantura yang merupakan akses utama transportasi Jawa Timur. Pada tahun 2016 lalu terjadi banjir di sembilan kecamatan di Kabupaten Pasuruan yang mengakibatkan arus lalu lintas jalur pantura lumpuh dan akses ekonomi menjadi terhambat tidak hanya untuk masyarakat Pasuruan saja tetapi masyarakat di luar Kabupaten (Kompas.com, 2016). Faktor terjadinya banjir adalah tingginya intensitas hujan yang disertai dengan kondisi air laut pasang yang terjadi di pesisir laut sehingga air tidak dapat mengalir langsung ke laut. Hal ini disebabkan karena kondisi topografi daerah hulu yang berada pada dataran tinggi dan daerah hilir dataran rendah yang berdekatan dengan pesisir pantai menyebabkan terjadinya genangan.

Salah satu cara untuk mengantisipasi banjir adalah dengan mengetahui data iklim seperti data curah hujan maksimum dan pola sebaran hujan di wilayah UPT PSDA. Namun, tidak semua wilayah memiliki data curah hujan. Sehingga wilayah yang tidak memiliki data hujan perlu perkiraan hujan maksimum. Perkiraan hujan maksimum dalam penelitian ini menggunakan metode PMP (*Probable Maximum Precipitation*). Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui nilai PMP yaitu menggunakan metode *Hershfield*. Perhitungan PMP dengan metode *Hershfield* ini hanya berlaku untuk hujan titik bukan untuk hujan wilayah. Untuk

memenuhi kebutuhan data hujan maksimum di seluruh wilayah UPT PSDA Pasuruan dalam upaya estimasi banjir, dilakukan perhitungan PMP dengan bantuan sebaran analisis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapa besarnya nilai PMP menggunakan metode *Hershfield* di wilayah UPT PSDA Pasuruan;
2. bagaimana pola sebaran spasial hujan PMP di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan besarnya nilai PMP di wilayah UPT PSDA Pasuruan;
2. menggambarkan sebaran spasial hujan PMP di wilayah UPT PSDA Pasuruan menggunakan metode interpolasi dan GIS.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. mengetahui daerah risiko banjir di wilayah UPT PSDA Pasuruan;
2. mengetahui daerah yang memiliki curah hujan tinggi sehingga dapat melakukan antisipasi dini dari bencana banjir.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Intensitas Hujan

Menurut Triatmodjo (2008) intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, sampai mm/tahun sehingga biasa disebut dengan hujan jaman, hujan harian, hingga hujan tahunan. Keadaan dan intensitas hujan disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan

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

Sumber : (Triatmodjo, 2008)

Menurut Triatmodjo (2008) menunjukkan bahwa curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika durasi waktu lebih lama, penambahan curah hujan adalah kecil dibanding dengan penambahan waktu karena hujan tersebut bisa berkurang atau berhenti. Distribusi hujan sebagai fungsi waktu menggambarkan variasi kedalaman hujan selama terjadinya hujan, yang dapat dinyatakan dalam bentuk diskret atau kontinyu.

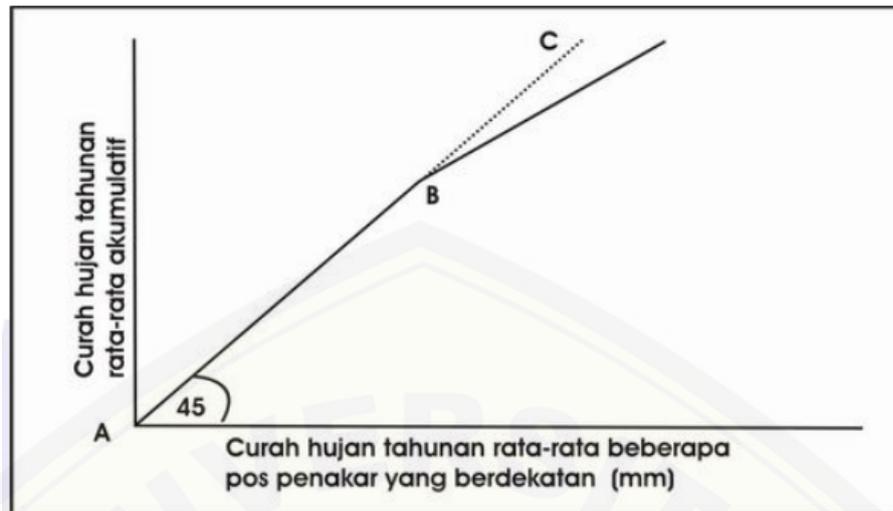
2.2 PMP (*Probable Maximum Precipitation*)

PMP adalah teori menghitung curah hujan maksimum yang terjadi disuatu wilayah tertentu dalam kurun waktu tertentu. PMP juga merupakan besaran hujan rancangan terbesar yang dapat digunakan untuk menyelamatkan bangunan hidrolik yang mengandung resiko besar. Menurut Metode PMP memiliki beberapa macam metode yaitu (a) *local method*, (b) *transposition method*, (c) *combination method*, (d) *inferential method*, (e) *generalized method*, dan (f) *statistical method*. Beberapa metode tersebut dikelompokkan menjadi 2 yaitu hidrometeorologis (a-e) yang didasarkan pada pendekatan deterministik, yaitu berdasarkan hukum dan prinsip fisika, sedangkan metode (f) pada dasarnya adalah metode statistik yang diajukan

oleh *Hershfeld* (Salas *et al.*, 2014). Metode *Hershfeld* menggunakan uji statistik frekuensi. Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian di masa lalu dan yang akan datang. Dalam analisis frekuensi ini diperlukan data hujan yang diperoleh dari setiap stasiun hujan. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat kejadian masa lalu untuk memperoleh kemungkinan (probabilitas) hujan dimasa yang akan datang dengan asumsi bahwa sifat statistik hujan dimasa yang akan datang sama dengan sifat hujan dimasa lalu (Suripin, 2004:22). Perhitungan PMP ini juga terdapat standarisasi dari BSNI yaitu SNI 7746:2012, sehingga penelitian ini mengacu pada standarisasi tersebut.

2.3 Metode *Double Mass Curve*

Pengecekan kualitas data hujan perlu dilakukan untuk mengurangi kesalahan dalam analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan, harus dilakukan pengecekan kualitas data (*data quality control*). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi disebabkan oleh beberapa faktor yaitu manusia, alat, dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat dikatakan tidak konsisten. Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data. Data hujan disebut konsisten berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serta sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi. Salah satu cara untuk menguji konsistensi adalah dengan menggunakan analisis kurva massa ganda (*Double Mass Curve*) (Soewarno, 2000). Pengujian ini dapat dikatakan lolos jika kurva massa ganda yang terbentuk berupa garis lurus atau terjadi penyimpangan kurang dari 5%, dan dikatakan tidak lolos jika kurva massa ganda yang terbentuk menyimpang lebih dari 5% dari garis lurus (BSNI, 2012). Data yang tidak lolos akan dikoreksi kembali agar data tersebut dapat konsisten. Grafik kurva massa ganda ditampilkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Kurva Massa Ganda (Sumber: BSNI, 2012)

2.4 Uji *Wald-Wolfowitz*

Uji peringkat bertanda *Wald-Wolfowitz* (uji run) digunakan pada analisis komparatif untuk menguji dua sampel *independent* (bebas) dengan data berjenis ordinal (Siregar, 2017). Pada uji ini data harus disusun berdasarkan *run*, oleh karena itu sebelum dilakukan perhitungan terlebih dahulu kedua sampel digabungkan, lalu disusun berdasarkan peringkat, setelah itu disusun berdasarkan *run* (tanda). Berikut adalah rumus uji *Wald-Wolfowitz*:

$$Z_{hitung} = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} \quad (2.1)$$

Dimana : μ_r = Nilai rata-rata dari r
 σ_r = Standar Deviasi dari r
 r = Jumlah Pengelompokan (*run*)

2.5 Uji *Mann-Whitney*

Uji Peringkat bertanda *Mann-Whitney* (uji-U) digunakan untuk analisis komparatif yang menguji data dua sampel *independent* (bebas) dengan data berjenis ordinal (Siregar, 2017). Uji ini digunakan untuk menguji rata-rata dari dua sampel yang berukuran tidak sama. Asumsi yang digunakan untuk menerapkan metode ini, antara lain :

- a. Data yang digunakan bersifat acak

- b. Skala pengukuran yang dipakai ordinal
- c. Kedua sampel tidak saling mempengaruhi

Berikut adalah rumus uji *Mann Whitney*:

$$Z_{hitung} = \frac{U - E(U)}{\sqrt{Var(U)}} \quad (2.2)$$

Dimana :

- U = Nilai U_{hitung} yang terkecil
- E (U) = Rata-rata dari U
- Var (U) = Varian dari U

2.6 Uji Grubbs & Beck

Uji *Grubbs & Beck* digunakan untuk mendeteksi *outlier* pada sebuah data. *Outlier* adalah data dengan nilai jauh berada diantara data yang lain. Keberadaan *outlier* biasanya mengganggu pemilihan distribusi untuk suatu sampel data. Uji ini menetapkan dua batas ambang bawah (X_L) dan batas ambang atas (X_H). Data yang nilainya dibawah X_L diklasifikasikan sebagai *outlier* bawah dan yang nilainya diatas X_H dikategorikan *outlier* atas. Dalam perhitungan PMP ini *outlier* bawah langsung dibuang dan *outlier* atas harus dipertimbangkan dulu sebelum dibuang (BSNI, 2012). Berikut adalah rumus uji *Grubbs & Beck*:

$$X_H = \exp(x + K_N S) \quad (2.3)$$

$$X_L = \exp(x - K_N S) \quad (2.4)$$

Dimana :

- x = rata-rata dari Ln sampel data
- S = simpangan baku dari Ln sampel data
- K_N = hasil perhitungan dari $-3,62201 + 6,28446 N^{1/4} - 2,49835 N^{1/2} + 0,491436 N^{3/4} - 0,037811 N$
- N = jumlah sampel data

2.7 Metode Hershfield

Metode hershfield merupakan prosedur statistik yang digunakan untuk memperkirakan nilai hujan maksimum boleh jadi (PMP). Metode ini digunakan

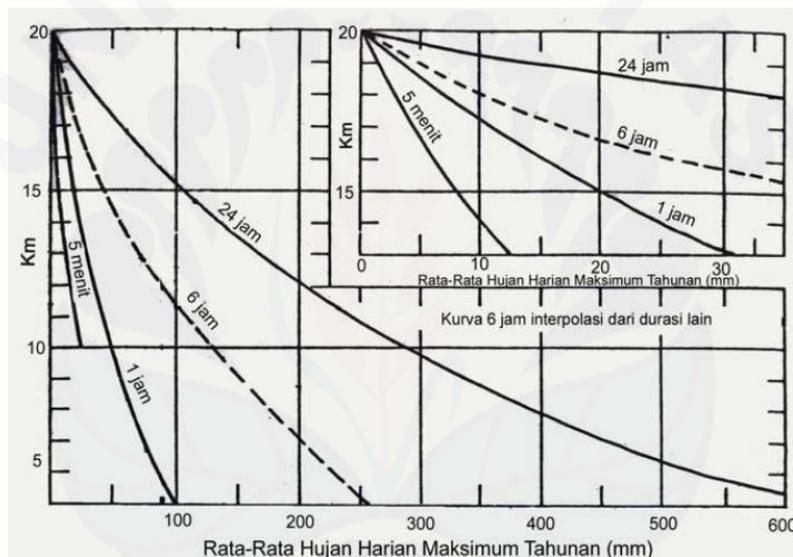
untuk kondisi dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan secara cepat (BSNI, 2012). Hershfield mengembangkan rumus frekuensi chow:

$$X_m = X_p + K_m S_p \quad (2.5)$$

Dimana :

- X_m = nilai hujan maksimum boleh jadi (PMP)
- X_p = rata-rata data hujan harian maksimum tahunan
- K_m = nilai fungsi durasi hujan
- S_p = simpangan baku data hujan harian maksimum

Nilai K_m pada persamaan 2.4 didapatkan dari Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik Perhitungan K_m (Sumber: WMO, 2009)

Nilai K_m tergantung pada durasi dan rata-rata hujan harian maksimum tahunan. Semakin kering suatu daerah akan semakin tinggi nilai K_m . Nilai X_p dan S_p yang digunakan pada persamaan 2.4 adalah nilai X_n dan S_n yang telah disesuaikan terhadap pengamatan maksimum dan terhadap panjang pencatatan data. Perhitungan nilai X_p dan S_p terhadap faktor-faktor koreksi adalah sebagai berikut :

$$X_p = X_n f_1 f_2 \quad (2.6)$$

Dimana :

- X_p = rata-rata yang digunakan pada persamaan 2.5

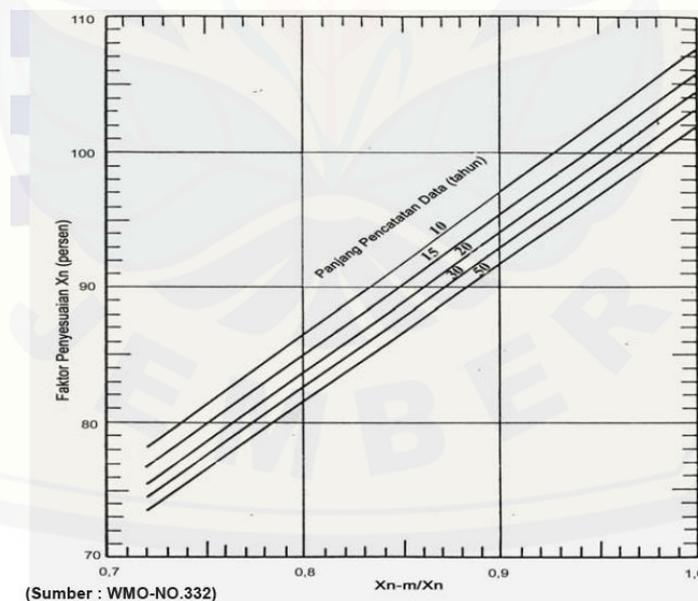
- X_n = rata-rata data hujan harian maksimum tahunan yang lolos penyaringan
- f_1 = faktor penyesuaian terhadap pengamatan maksimal
- f_2 = faktor penyesuaian terhadap panjang data

$$S_p = S_n f_3 f_4 \quad (2.6)$$

Dimana :

- S_p = simpangan baku yang digunakan pada pers 2.5
- S_n = simpangan baku dari data hujan harian maksimum tahunan yang telah lolos penyaringan
- f_3 = faktor penyesuaian terhadap pengamatan maksimal
- f_4 = faktor penyesuaian terhadap panjang data

Grafik faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan maksimum ditampilkan pada Gambar 2.3.



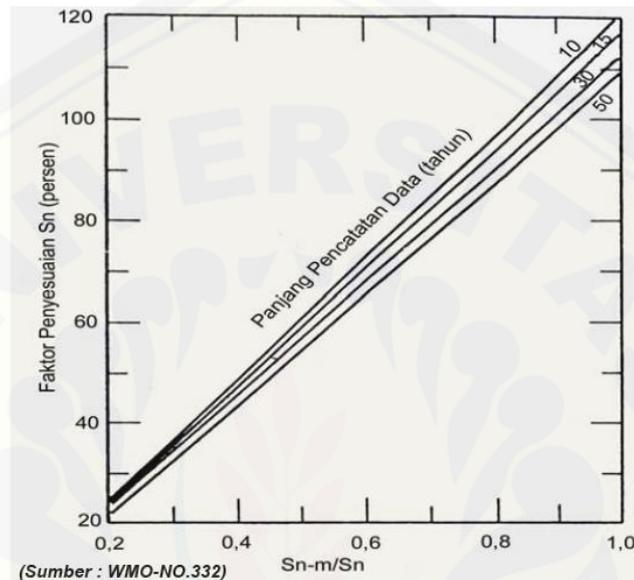
Gambar 2.3 grafik faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan maksimum (Sumber: WMO, 2009)

Keterangan gambar :

- a. X_n adalah rata-rata hujan harian maksimum tahunan

- b. X_{n-m} adalah rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum
- c. Faktor penyesuaian X_n (persen) adalah f_1

Grafik faktor penyesuaian simpang baku terhadap pengamatan maksimum ditampilkan pada Gambar 2.4.

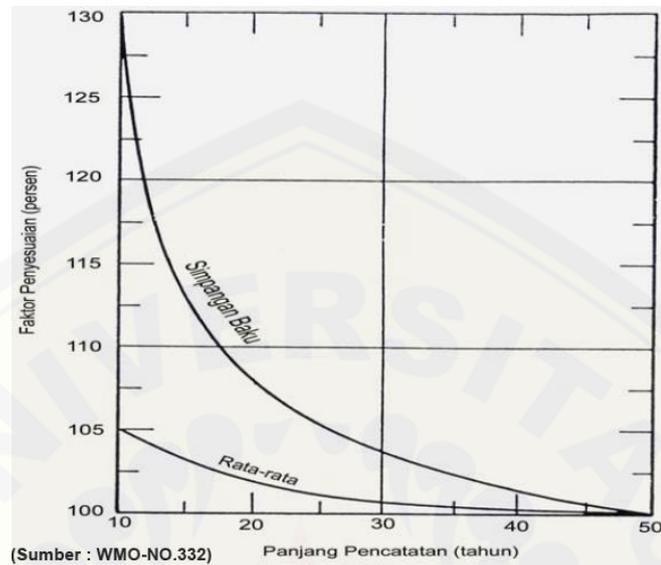


Gambar 2.4 Grafik faktor penyesuaian simpang baku terhadap pengamatan maksimum (Sumber: WMO, 2009)

Keterangan gambar :

- a. S_n adalah simpangan baku
- b. S_{n-m} adalah simpangan baku tanpa nilai maksimum
- c. Faktor penyesuaian S_n (persen) adalah f_3

Grafik faktor penyesuaian rata-rata dan simpangan baku terhadap panjang pengamatan data ditampilkan pada Gambar 2.5.



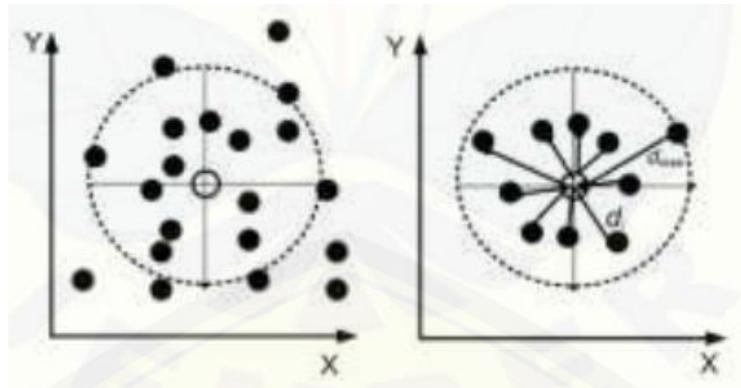
Gambar 2.5 faktor penyesuaian rata-rata dan simpangan baku terhadap panjang pengamatan data (Sumber: WMO, 2009)

Keterangan gambar :

- Faktor penyesuaian rata-rata adalah f_2
- faktor penyesuaian simpangan baku adalah f_4

2.8 Interpolasi IDW (*Invers Distance Weighting*)

Menurut *Johnston et al.* (dalam Indarto, 2013:146) metode IDW mengasumsikan bahwa semakin dekat jarak suatu titik terhadap titik yang tidak diketahui nilainya, maka semakin besar pengaruhnya. IDW menggunakan nilai yang terukur pada titik di sekitar lokasi tersebut, untuk memperkirakan nilai variabel pada lokasi yang dimaksud. Asumsi yang dipakai dalam metode IDW adalah titik yang lokasinya lebih dekat dari lokasi yang diperkirakan akan lebih berpengaruh daripada titik yang lebih jauh jaraknya, sehingga titik yang lebih dekat memiliki bobot yang lebih besar. Karena itu jarak berbanding terbalik dengan harga rerata tertimbang (*weighting average*) dari titik data yang ada di sekitarnya. Ilustrasi metode IDW ditampilkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Ilustrasi Metode IDW (Indarto, 2013)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

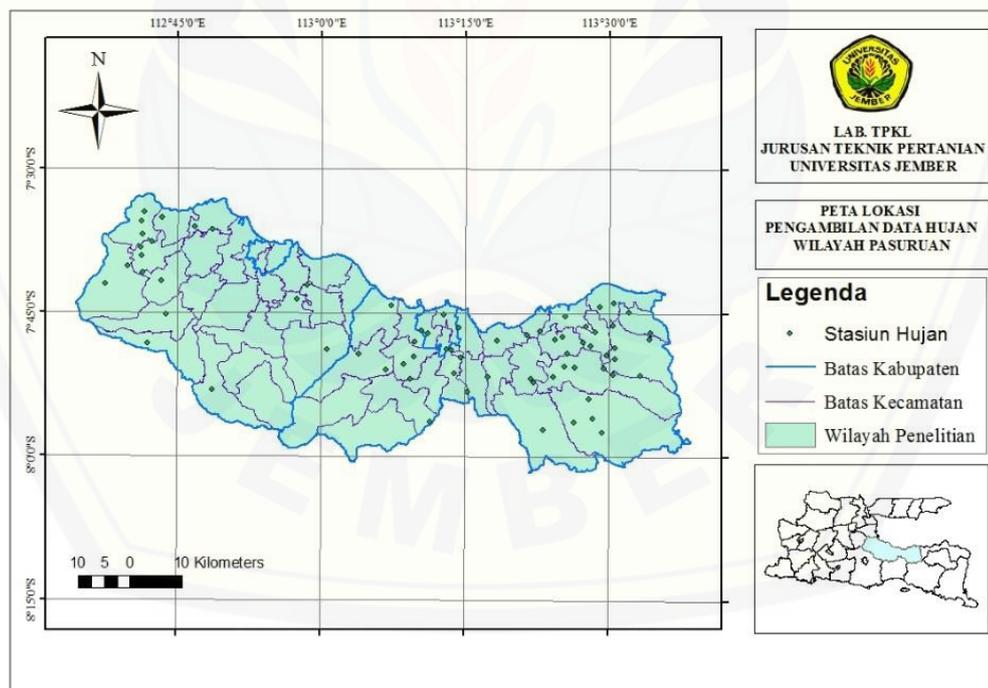
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan November 2017.

3.1.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja UPT PSDA Pasuruan yang meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang dengan mengambil data hujan dari 70 stasiun hujan di wilayah kerja UPT PSDA Pasuruan yang memenuhi kriteria panjang data melebihi 20 tahun secara kontinyu pada rentang tahun 1980 hingga 2015. Titik stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Hasil Pengolahan data 2017)

3.1.3 Lokasi Pengelolaan Data

Pengelolaan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Seperangkat Personal Komputer (*PC*)

Digunakan sebagai media pengolahan data dan pengerjaan skripsi.

- b. *Microsoft Exel 2016*

Digunakan untuk memasukkan, mengedit, dan memformat data sebelum diolah dengan *ArcGis*.

- c. Software *ArcGis 10*

Fungsi dari software *ArcGis* yaitu untuk membuat *layout* peta dan analisis spasial.

- d. *SPSS 22*

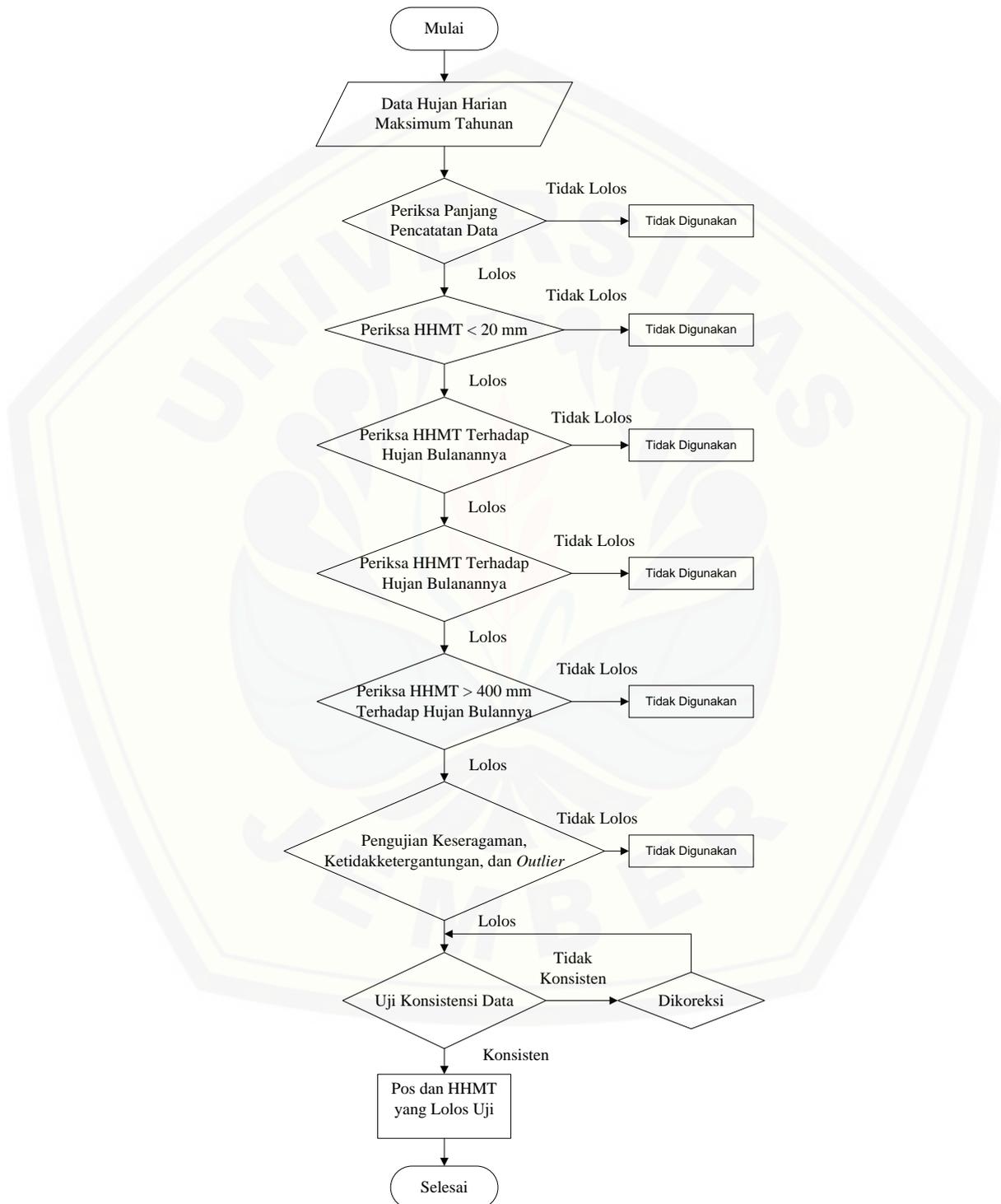
Fungsi dari software ini yaitu untuk analisa statistik.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi data curah hujan di stasiun hujan di wilayah UPT PSDA Pasuruan dari tahun 1980 sampai tahun 2015 untuk wilayah Kabupaten Pasuruan dan 1986 sampai 2015 untuk wilayah Kabupaten Probolinggo.

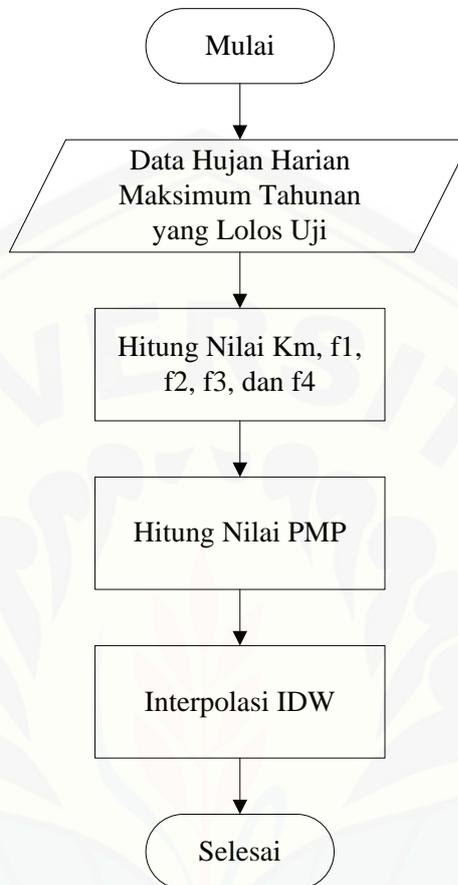
3.3 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penyaringan data dibuat dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penyaringan Data

Prosedur perhitungan PMP dibuat dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan PMP

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Studi Literatur

Menginventarisasi dan mengidentifikasi literatur yang berkaitan dengan teori-teori yang digunakan pada metode *Hersfield* dengan menggunakan analisis spasial.

3.4.2 Inventarisasi Data

Mengumpulkan data curah hujan harian di wilayah UPT PSDA Pasuruan yang berasal dari 70 stasiun yang diperoleh dari UPT PSDA Pasuruan. Data curah

hujan 70 stasiun tersebut di pilih yang memiliki rata-rata data lebih dari 20 tahun dan kemudian diolah kembali sehingga dapat menentukan hujan maksimum.

3.4.3 Analisis Pendahuluan

Analisis Pendahuluan dilakukan untuk mengetahui distribusi curah hujan pada setiap Kecamatan di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

3.4.4 Pengelolaan dan Penyaringan Data

Memeriksa data curah hujan maksimal 24 jam atau hujan maksimal 1 hari. Kemudian data hujan dilakukan penyaringan data secara manual dan secara statistik. Penyaringan secara statistik menggunakan uji *Wald-Wolfowitz* untuk pemeriksaan ketidaktergantungan, uji *Mann-Whitney* untuk pemeriksaan keseragaman, dan uji *Grubbs & Beck* untuk pendeteksian *outlier*.

a. Penyaringan data secara manual

- 1) Memeriksa panjang pencatatan data minimal 20 tahun, apabila terdapat panjang pencatatan data hujan < 20 tahun maka stasiun dinyatakan tidak lolos.
- 2) Memeriksa hujan harian maksimum tahunan < 20 mm.
- 3) Memeriksa hujan harian maksimum tahunan terhadap hujan bulanan. data hujan harian maksimum tahunan yang terjadi pada bulan tertentu diperiksa terhadap hujan bulanan yang bersangkutan. Data diterima jika hujan harian maksimum tahunan lebih kecil dari hujan bulanannya, data ditolak jika hujan harian maksimum tahunan lebih besar dari hujan bulanannya
- 4) Data hujan harian maksimum tahunan lebih besar 400 mm diperiksa terhadap hujan bulanannya. Data diterima jika hujan bulanannya lebih besar dari hujan harian maksimum tahunan yang terjadi, data ditolak jika hujan bulanannya lebih kecil dari hujan harian maksimum tahunan.

b. Penyaringan data secara statistik

- 1) Uji ketidaktergantungan dengan *Wald-Wolfowitz*

Untuk mencari nilai Z_{hitung} pada persamaan 2.1 terlebih dahulu menghitung nilai-nilai sebagai berikut:

- a) Menghitung nilai r (*run*)

Nilai r diketahui dari jumlah perpindahan tanda (A ke B)

b) Nilai rata-rata (μ_r)

Rumus :

$$\mu_r = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 0,5 \quad (3.1)$$

Dimana : n_1 = Sampel pertama; n_2 = Sampel kedua

c) Nilai (σ_r)

Rumus :

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}} \quad (3.2)$$

Dimana : n_1 = Sampel pertama; n_2 = Sampel kedua

d) Menentukan nilai Z_{tabel}

Nilai $\alpha = 5\%$, maka nilai Z_{tabel} dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal. Bila dua sisi, $Z_{\text{tabel}} = 1 - 0,05/2 = 1 - 0,025 = 0,975$, nilai 0,975 pada tabel distribusi normal = 1,96

e) Interpretasi hasil uji statistik

$|Z| \leq 1,96$ hipotesis ketidakketergantungan diterima dengan tingkat kepercayaan 5%

$1,96 < |Z| \leq 2,57$ hipotesis ketidakketergantungan dengan kepercayaan 5% ditolak tetapi pada 1% diterima

$|Z| \geq 2,57$ hipotesis ketidakketergantungan ditolak pada tingkat kepercayaan 1%.

2) Uji keseragaman dengan *Mann-Whitney*

Untuk mencari nilai Z_{hitung} pada persamaan 2.2 terlebih dahulu menghitung nilai-nilai sebagai berikut:

a) Nilai U

Nilai U_{hitung} yang dipilih adalah yang mempunyai nilai terkecil diantara U_1 dan U_2 , berikut ada rumus U :

$$U_1 = n_1n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1 \quad (3.3)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2 \quad (3.4)$$

Dimana : n_1 = jumlah sampel 1; n_2 = jumlah sampel 2; R_1 = jumlah rangking sampel 1; R_2 = jumlah rangking sampel 2.

b) Nilai E (U)

Rumus :

$$E(U) = \frac{n_1 n_2}{2} \quad (3.5)$$

Dimana : n_1 = jumlah sampel 1; n_2 = jumlah sampel 2.

c) Nilai Var (U)

Rumus :

$$Var(U) = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12} \quad (3.6)$$

Dimana : n_1 = jumlah sampel 1; n_2 = jumlah sampel 2.

d) Menentukan nilai Z_{tabel}

Nilai $\alpha = 5\%$, maka nilai Z_{tabel} dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal. Bila dua sisi, $Z_{tabel} = 1 - 0,05/2 = 1 - 0,025 = 0,975$, nilai 0,975 pada tabel distribusi normal = 1,96

e) Interpretasi hasil uji statistik

$|Z| \leq 1,96$ hipotesis keseragaman diterima dengan tingkat kepercayaan 5%

$1,96 < |Z| \leq 2,57$ hipotesis keseragaman dengan kepercayaan 5% ditolak tetapi pada 1% diterima

$|Z| \geq 2,57$ hipotesis keseragaman ditolak pada tingkat kepercayaan 1%.

3) Uji deteksi *outlier* dengan *Grubbs & Beck*

Untuk mencari *outlier* pada suatu data dengan menggunakan uji *Grubbs & Beck*, terlebih dahulu mencari nilai dari variabel yang terdapat pada persamaan 2.3 dan 2.4. Data yang nilainya dibawah X_L diklasifikasikan sebagai *outlier* bawah dan yang nilainya diatas X_H dikategorikan *outlier* atas. Dalam perhitungan PMP ini *outlier* bawah langsung dibuang dan *outlier* atas harus dipertimbangkan dulu sebelum dibuang.

3.4.5 Menghitung Nilai PMP

Perhitungan curah hujan maksimum boleh jadi ini menggunakan pedoman SNI:7746 tahun 2012. Berikut tahap perhitungan PMP dengan metode *Hersfield*.

a. Mencari nilai K_m , f_1 , f_2 , f_3 , dan f_4

- 1) Nilai K_m didapat dari nilai sumbu y pada Gambar 2.2, yang dihasilkan dari persilangan antara garis vertikal dari sumbu x dan garis lengkung kemudian ditarik garis horizontal ke sumbu y . Garis lengkung merupakan durasi hujan, sedangkan sumbu x merupakan rata-rata hujan harian maksimum tahunan (X_n).
- 2) Nilai faktor penyesuaian rata-rata terhadap pengamatan maksimum (f_1) didapat dari nilai sumbu y pada gambar 2.3, yang dihasilkan dari persilangan antara garis vertikal dari sumbu x dengan garis linear yang kemudian ditarik garis horizontal ke sumbu y . Garis linear merupakan panjang pencatatan data hujan, sedangkan sumbu x merupakan nilai X_{n-m} yaitu rata-rata hujan harian maksimum tahunan tanpa nilai maksimum.
- 3) Nilai faktor penyesuaian simpangan baku terhadap pengamatan maksimum (f_3) didapat dari nilai sumbu y pada Gambar 2.4, yang dihasilkan dari persilangan antara garis vertikal dari sumbu x dengan garis linear yang kemudian ditarik garis horizontal ke sumbu y . Garis linear merupakan panjang pencatatan data hujan, sedangkan sumbu x merupakan nilai S_{n-m} yaitu simpangan baku tanpa nilai maksimum.
- 4) Nilai faktor penyesuaian rata-rata dan simpangan baku terhadap panjang pengamatan data (f_2 , f_4) didapat dari nilai sumbu y pada gambar 2.5, yang dihasilkan dari persilangan antara garis vertikal dari sumbu x dan garis lengkung kemudian ditarik garis horizontal ke sumbu y . Garis lengkung merupakan nilai rata-rata (f_2) dan simpangan baku (f_4) sedangkan sumbu x merupakan panjang pencatatan data.

b. Menghitung nilai PMP

Setelah mengetahui nilai K_m , f_1 , f_2 , f_3 , dan f_4 kemudian menghitung nilai X_p sesuai dengan persamaan 2.6 dan S_p sesuai dengan persamaan 2.7. Setelah

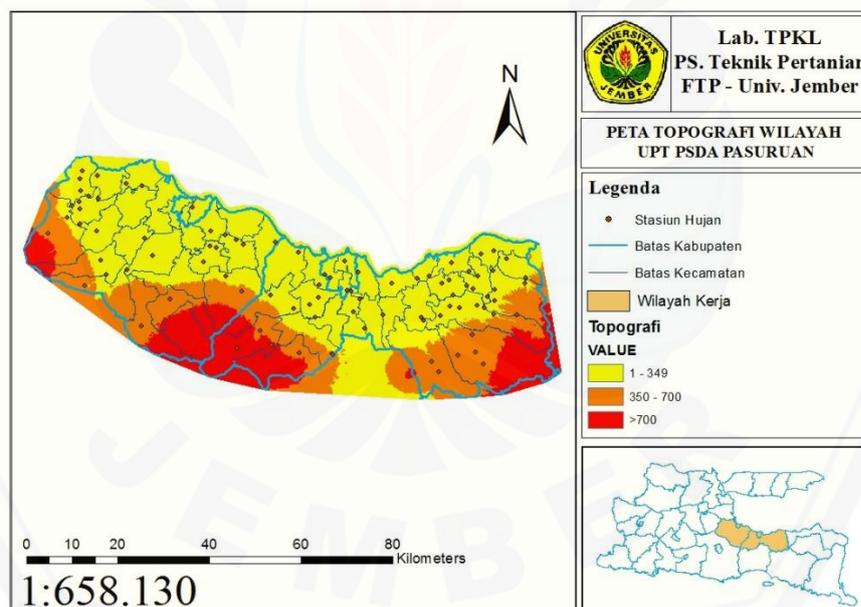
diketahui nilai X_p dan S_p , maka nilai PMP dapat diketahui dengan memasukkan nilai X_p , K_m , dan S_p ke dalam persamaan 2.5.

3.4.6 Interpolasi

Interpolasi digunakan untuk menganalisis distribusi spasial. Interpolasi digunakan adalah interpolasi IDW (*Invers Distance Weight*). Data yang akan digunakan dalam interpolasi ini adalah data curah hujan maksimum boleh jadi (PMP). Hasil dari interpolasi ini adalah peta sebaran hujan PMP 1 Hari atau hujan maksimal 24 jam.

3.5 Topografi UPT PSDA Pasuruan

Gambar 3.2 adalah peta topografi di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Dilihat dari peta topografi, semakin ke selatan ketinggian wilayah dari permukaan laut semakin tinggi.



Gambar 3.4 Peta Topografi di Wilayah UPT PSDA Pasuruan

Menurut PERMENTAN tahun 2006 ketinggian dibagi menjadi 3 kelas, mulai dari ketinggian 1-349 mdpl (dataran rendah) yang ditunjukkan dengan warna kuning, ketinggian 350-700 mdpl (dataran medium) yang ditunjukkan dengan warna orange, dan ketinggian >700 mdpl (dataran tinggi) yang ditunjukkan dengan warna merah yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.

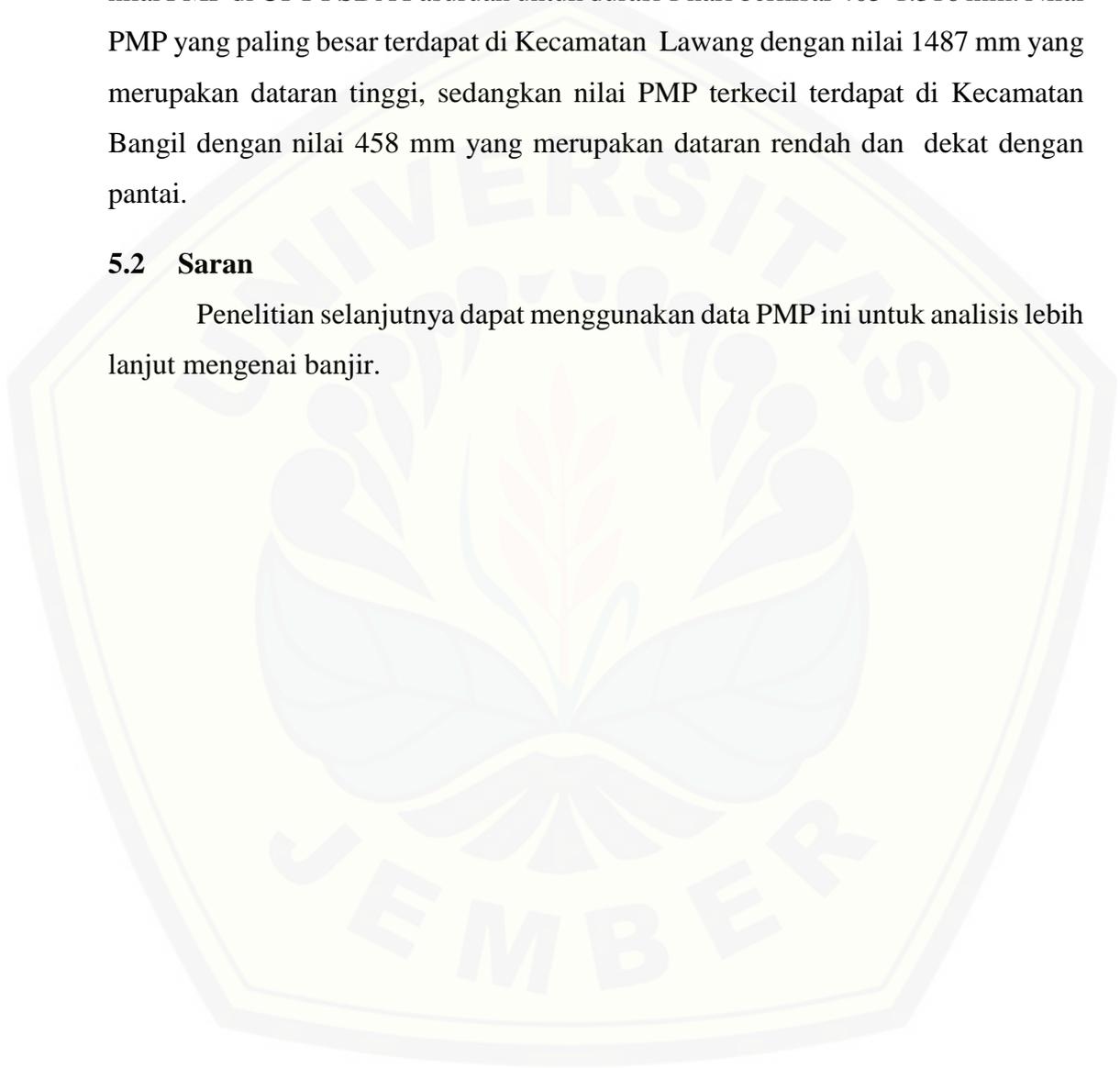
BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai PMP di UPT PSDA Pasuruan untuk durasi 1 hari berkisar 405-1.316 mm. Nilai PMP yang paling besar terdapat di Kecamatan Lawang dengan nilai 1487 mm yang merupakan dataran tinggi, sedangkan nilai PMP terkecil terdapat di Kecamatan Bangil dengan nilai 458 mm yang merupakan dataran rendah dan dekat dengan pantai.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan data PMP ini untuk analisis lebih lanjut mengenai banjir.



DAFTAR PUSTAKA

- BSNI. 2012. *Tata Cara Pehitungan Hujan Maksimum Boleh Jadi dengan Metedo Herrhfield*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Indarto. 2013. *Analisis Geostatistik*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kompas.com. 2016 *Banjir, jalur pantura ditutup*.
<http://regional.kompas.com/read/2016/06/30/11175831/banjir.jalur.pantura.di.pasuruan.ditutup> [Diakses pada 21 November 2017].
- Permentan. 2006. *Pedoman Umum Budidaya Pertanian Pada Lahan Pegunungan*.
<http://perundangan.pertanian.go.id/admin/file/Permentan-47-06.pdf> [Diakses pada 15 November 2017].
- Salas, J. D., Gavilan, G., Salas, F. R., Julien, P. Y. and Abdullah, J. 2014. Uncertainty of the PMP and PMF, *Handbook of Engineering Hydrology*. Colorado: Taylor & Francis Group, p. 575.
- Siregar, S. 2017. *Statistika Terapan untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta: Kencana.
- Soewarno. 2000. *Hidrologi Operasional*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Suyono, S. dan Takeda, K. 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta.: PT Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.
- WMO. 2009. *Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP)*. Geneva: World Meteorological Organization.

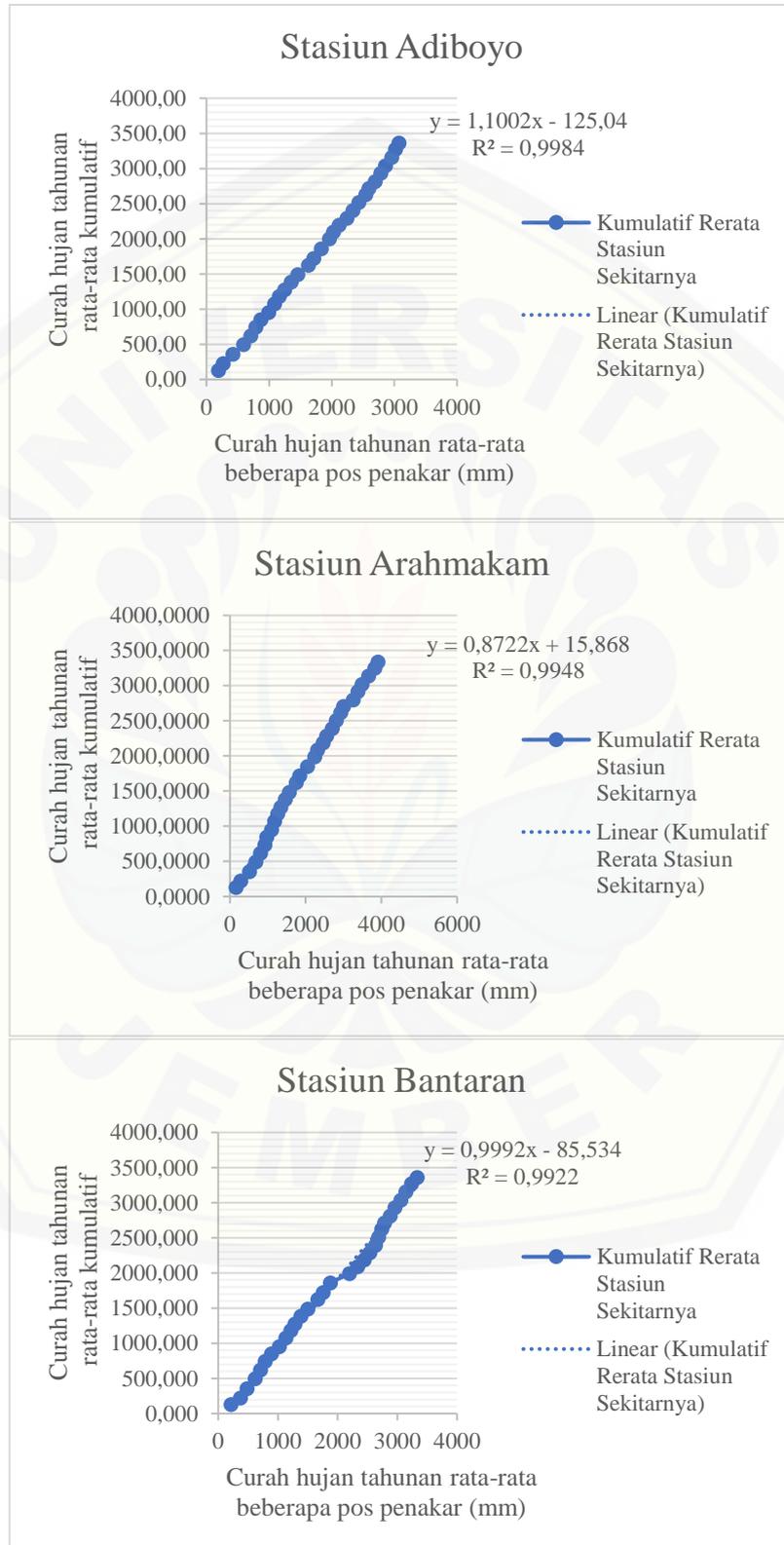
LAMPIRAN

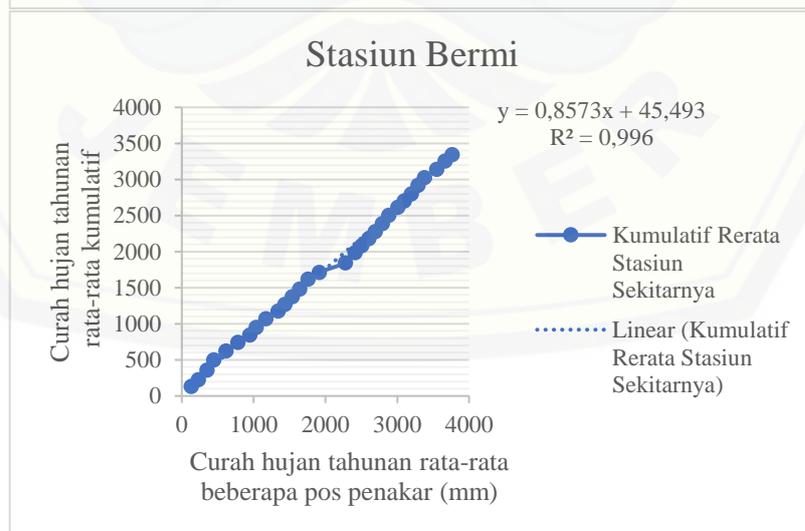
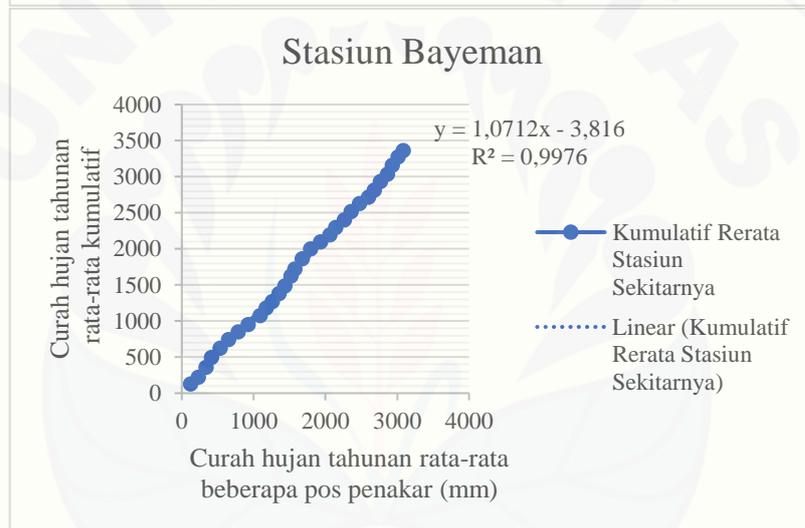
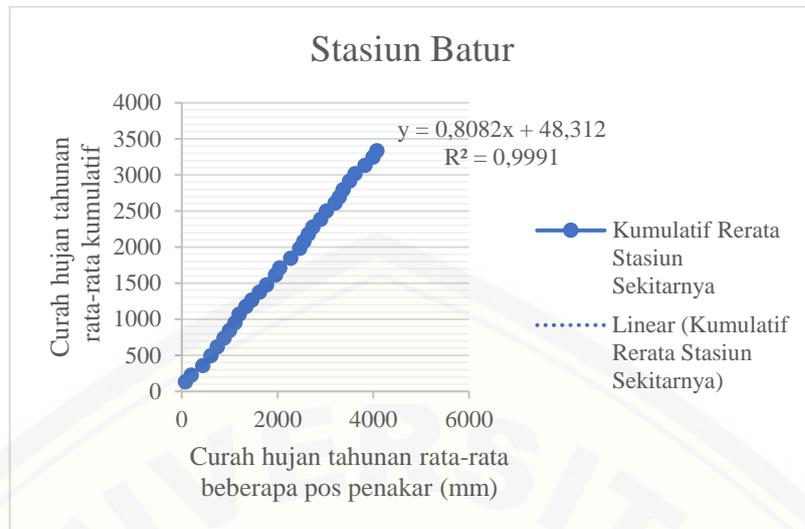
Lampiran A. Uji Konsistensi Data Kab. Probolinggo

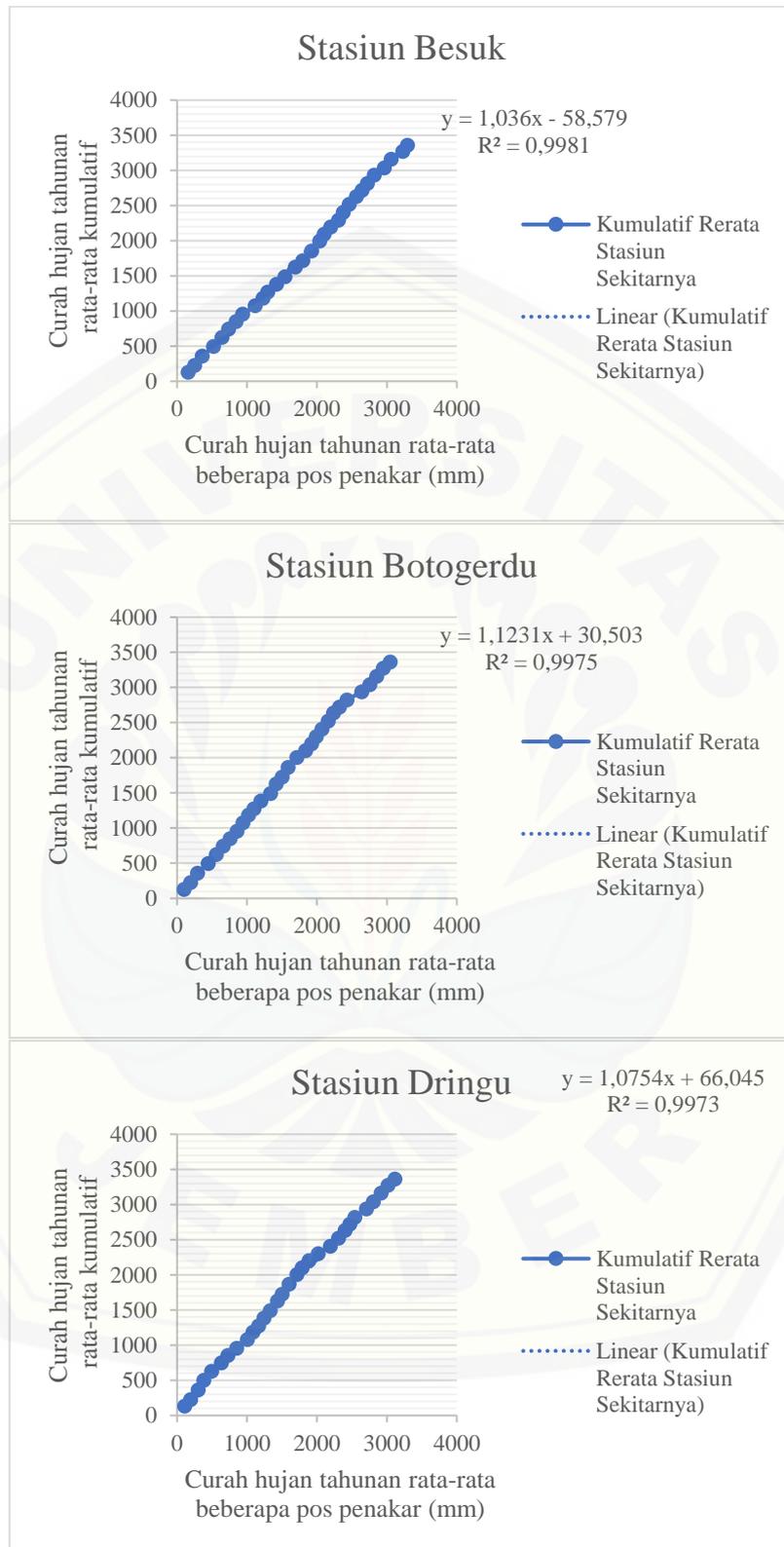
No.	Stasiun	Persamaan	Hasil
1	Adiboyo	$y = 1,0896x - 125,15$ $R^2 = 0,9983$	Konsisten
2	ArahMakam	$y = 0,8644x + 13,804$ $R^2 = 0,995$	Konsisten
3	Bantaran	$y = 0,9897x - 85,975$ $R^2 = 0,992$	Konsisten
4	Batur	$y = 0,801x + 46,115$ $R^2 = 0,999$	Konsisten
5	Bayeman	$y = 1,061x - 5,4462$ $R^2 = 0,9976$	Konsisten
6	Bermi	$y = 0,8494x + 43,523$ $R^2 = 0,9957$	Konsisten
7	Besuk	$y = 1,0261x - 59,469$ $R^2 = 0,998$	Konsisten
8	BotoGerdu	$y = 1,1124x + 28,305$ $R^2 = 0,9977$	Konsisten
9	Dringu	$y = 1,0652x + 63,457$ $R^2 = 0,9975$	Konsisten
10	Gending	$y = 1,1509x + 90,518$ $R^2 = 0,999$	Konsisten
11	GunggunganKidul	$y = 0,9197x - 42,85$ $R^2 = 0,9976$	Konsisten
12	Jabung	$y = 1,0329x + 79,423$ $R^2 = 0,9977$	Konsisten
13	Jorongan	$y = 0,9544x - 99,993$ $R^2 = 0,9907$	Konsisten
14	Kalidandan	$y = 1,1419x + 17,703$ $R^2 = 0,9971$	Konsisten
15	Kandangjati	$y = 1,1625x + 111,55$ $R^2 = 0,997$	Konsisten
16	Katimoho	$y = 0,9983x - 65,129$ $R^2 = 0,9962$	Konsisten
17	Kedungsumur	$y = 0,9349x - 35,883$ $R^2 = 0,9968$	Konsisten
18	Klampokan	$y = 1,0134x + 17,898$ $R^2 = 0,9978$	Konsisten
19	Kraksaan	$y = 0,8889x - 104,25$ $R^2 = 0,9931$	Konsisten
20	Krasak	$y = 0,9707x - 21,693$ $R^2 = 0,9985$	Konsisten
21	Krejengan	$y = 0,9418x + 3,3897$ $R^2 = 0,9976$	Konsisten
22	Krucil	$y = 0,823x - 5,2646$ $R^2 = 0,9944$	Konsisten
23	Leces	$y = 0,8834x - 2,9015$ $R^2 = 0,9987$	Konsisten
24	Lumbang	$y = 0,9122x + 62,837$ $R^2 = 0,9983$	Konsisten
25	Malasan	$y = 0,8938x + 39,413$ $R^2 = 0,9964$	Konsisten
26	Paiton	$y = 1,0187x - 29,389$ $R^2 = 0,9976$	Konsisten
27	Patalan	$y = 0,9883x - 83,281$ $R^2 = 0,9987$	Konsisten
28	Pekalen	$y = 1,1789x + 30,9$ $R^2 = 0,9989$	Konsisten
29	Probolinggo	$y = 1,1034x + 68,443$ $R^2 = 0,9959$	Konsisten
30	Ronggotali	$y = 1,0657x + 7,0984$ $R^2 = 0,9982$	Konsisten
31	Sbr_Bendo	$y = 1,0228x - 6,9849$ $R^2 = 0,9956$	Konsisten
32	Segaran	$y = 1,0299x + 54,614$ $R^2 = 0,999$	Konsisten
33	Sokaan	$y = 1,0731x + 66,697$ $R^2 = 0,9987$	Konsisten
34	TriwungKidul	$y = 1,0382x + 127,99$ $R^2 = 0,9929$	Konsisten
35	Wangkal	$y = 0,963x + 1,6429$ $R^2 = 0,9968$	Konsisten

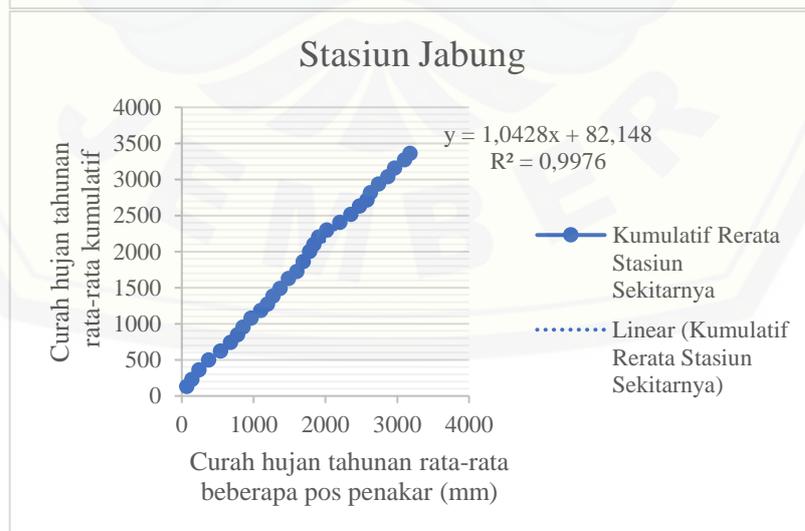
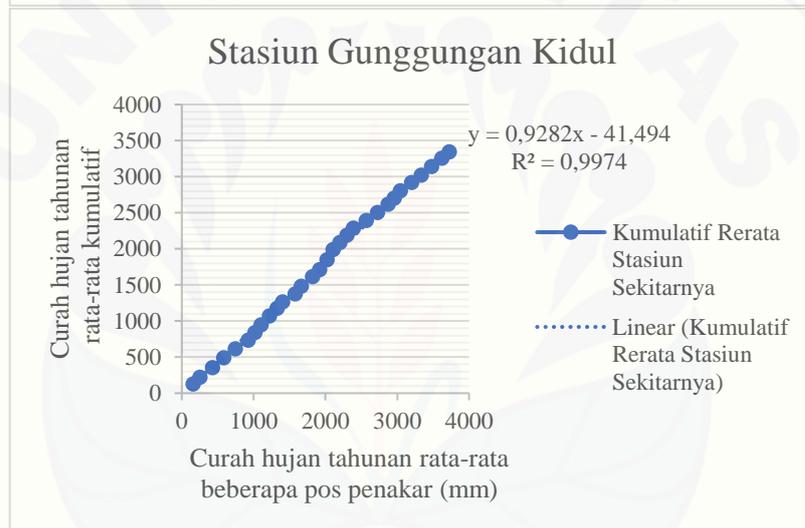
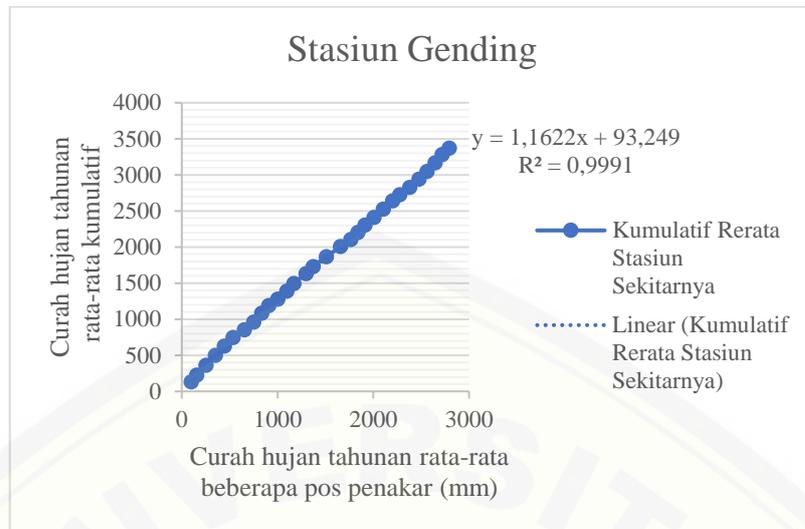
Lampiran B. Grafik Uji Konsistensi Data

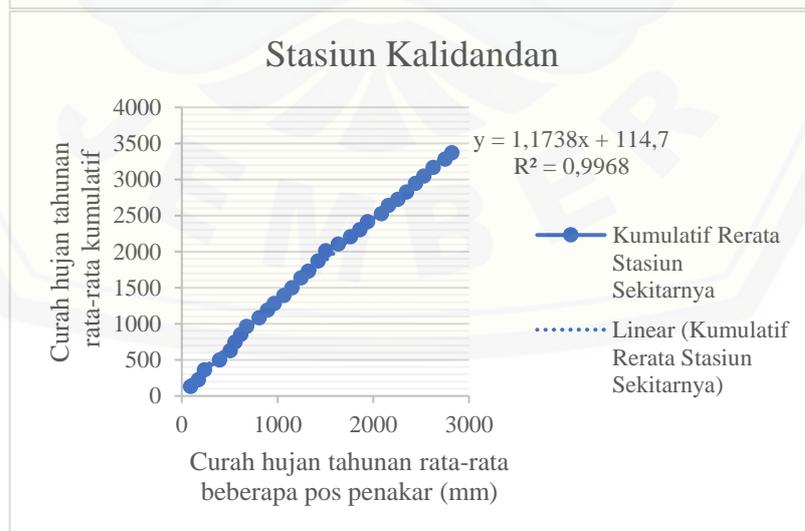
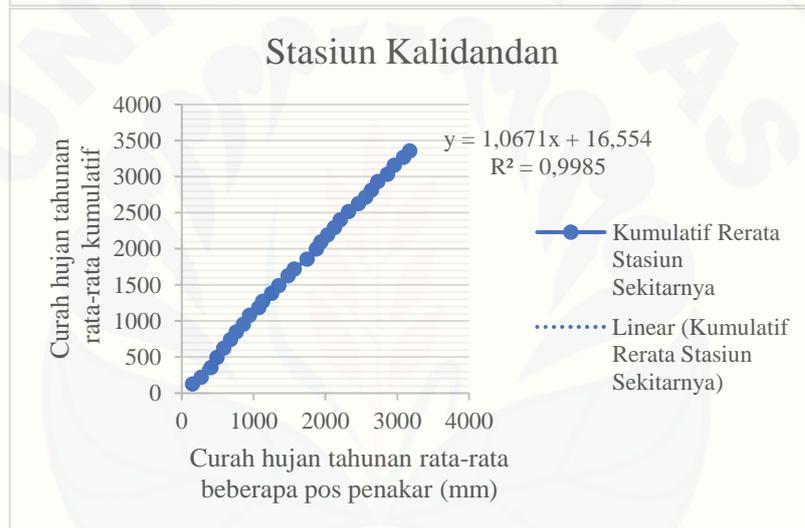
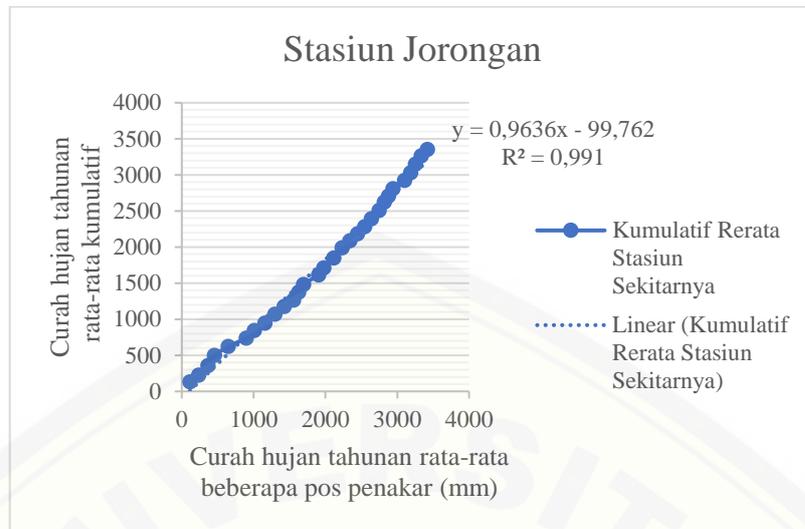
a) Kabupaten Probolinggo

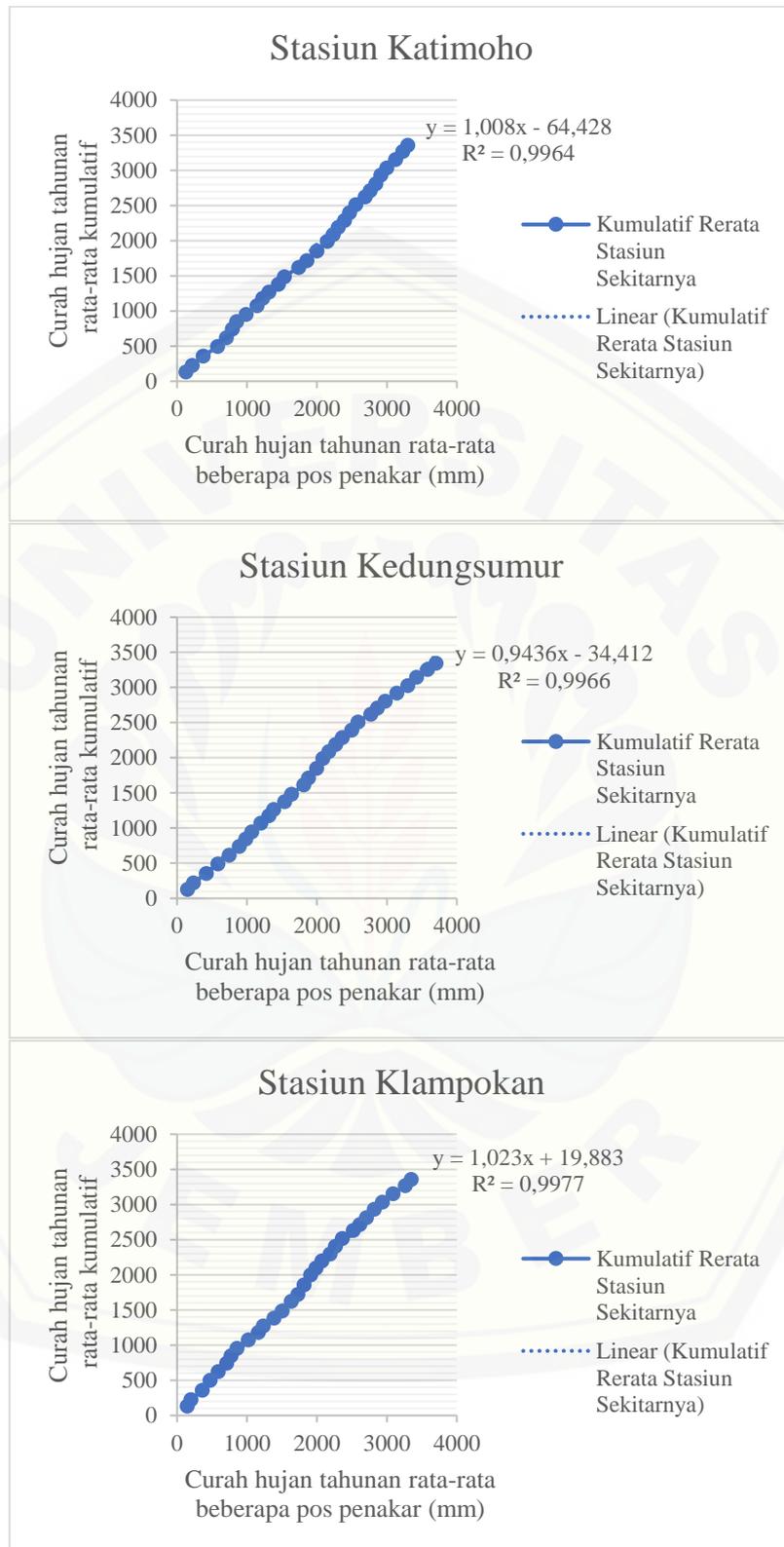


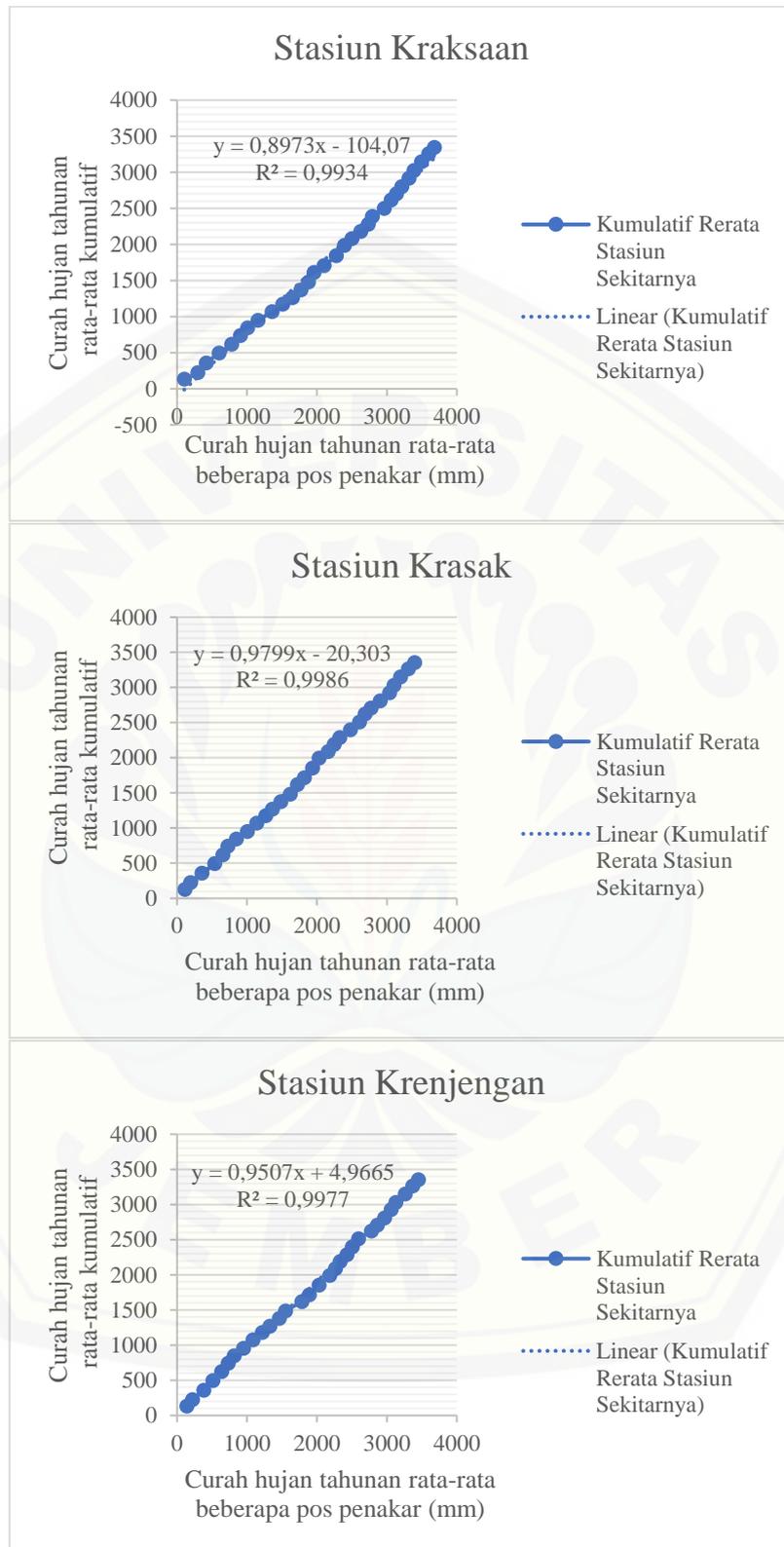


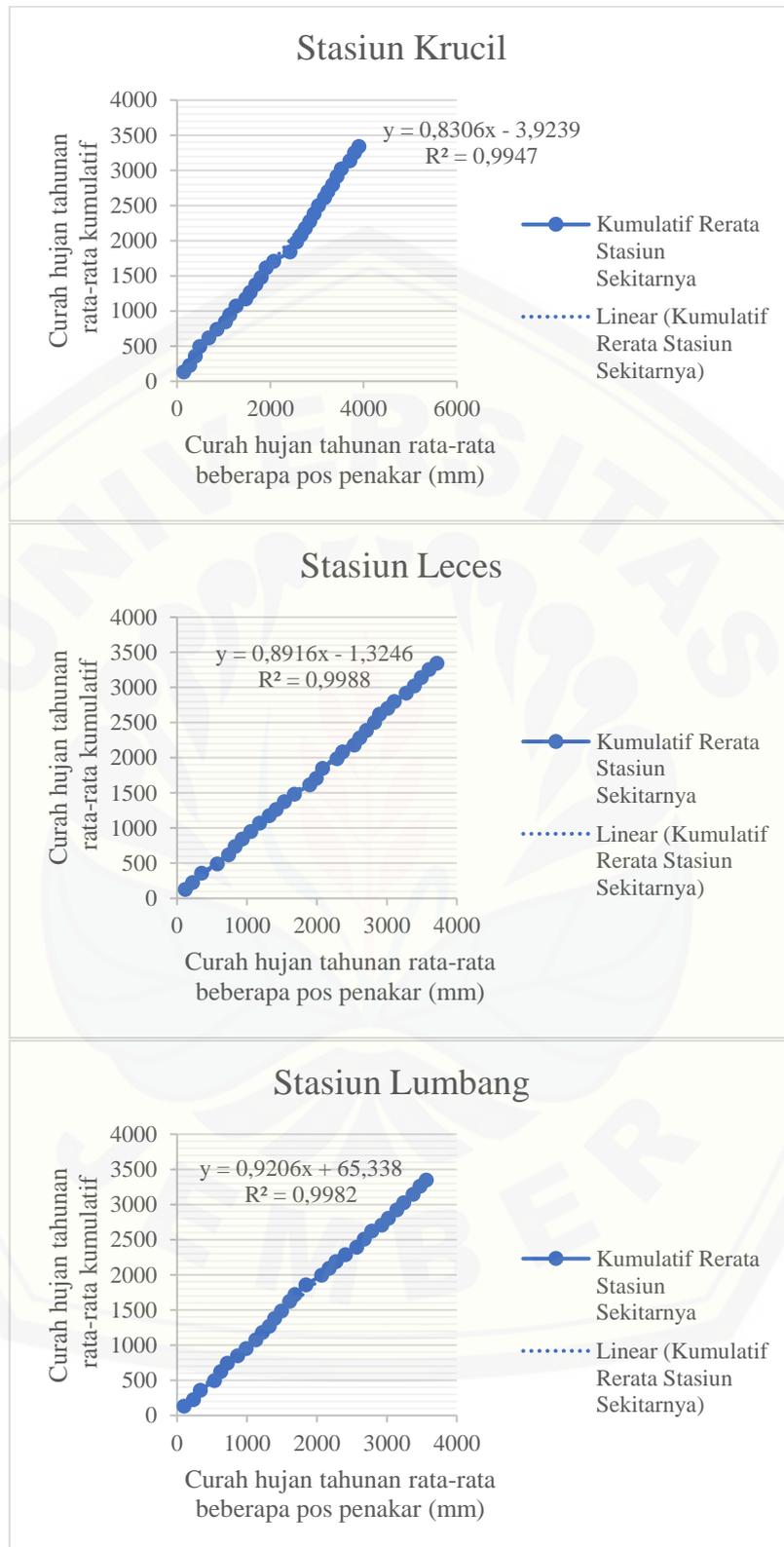


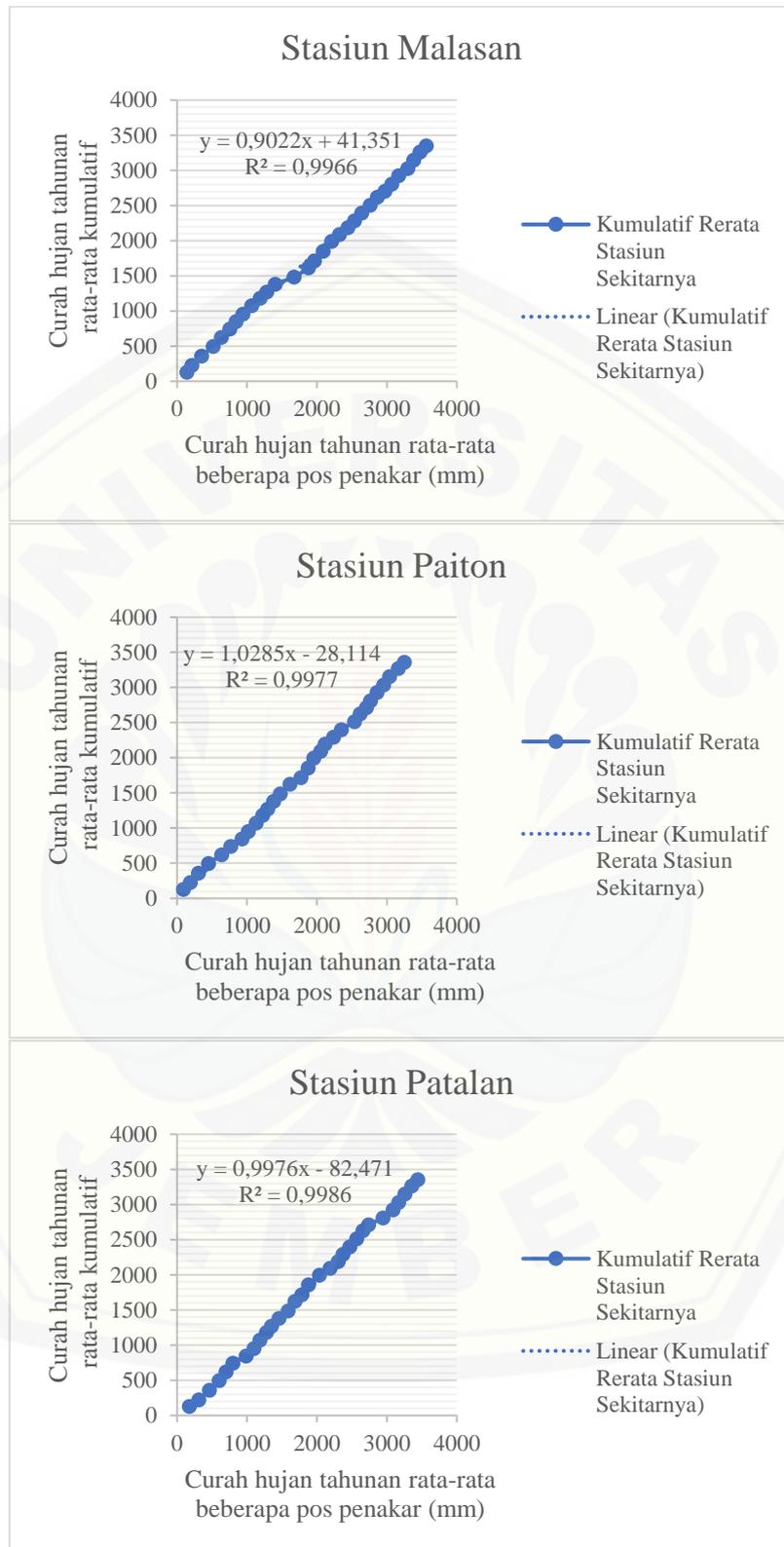


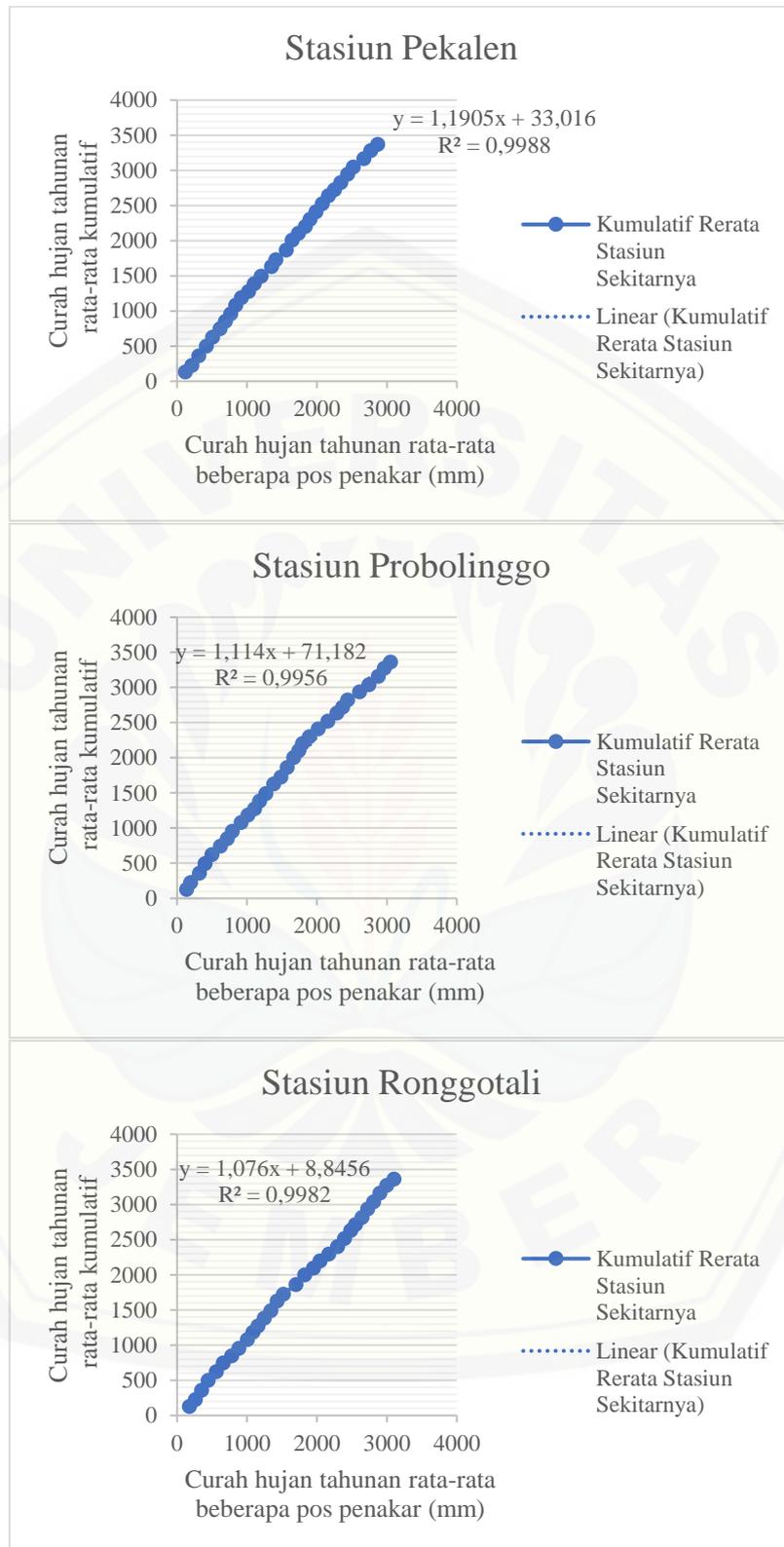


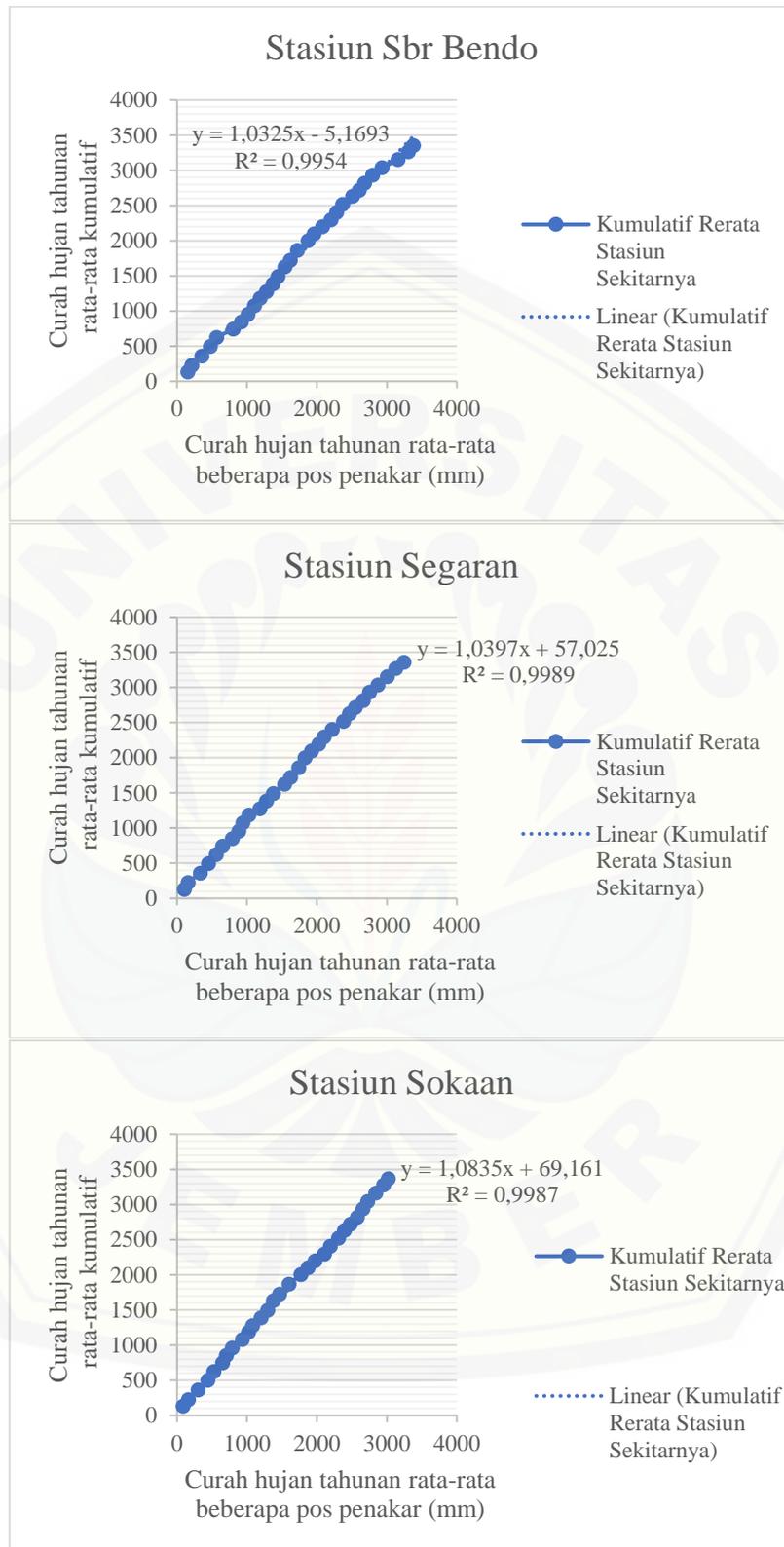


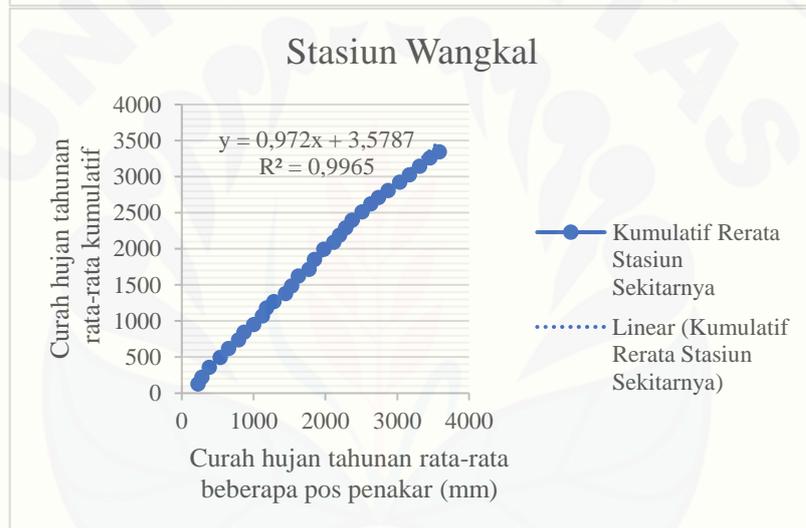
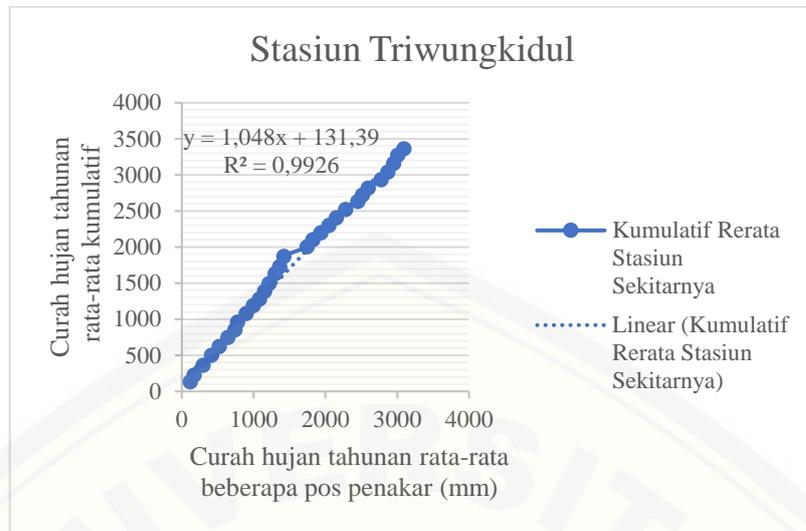




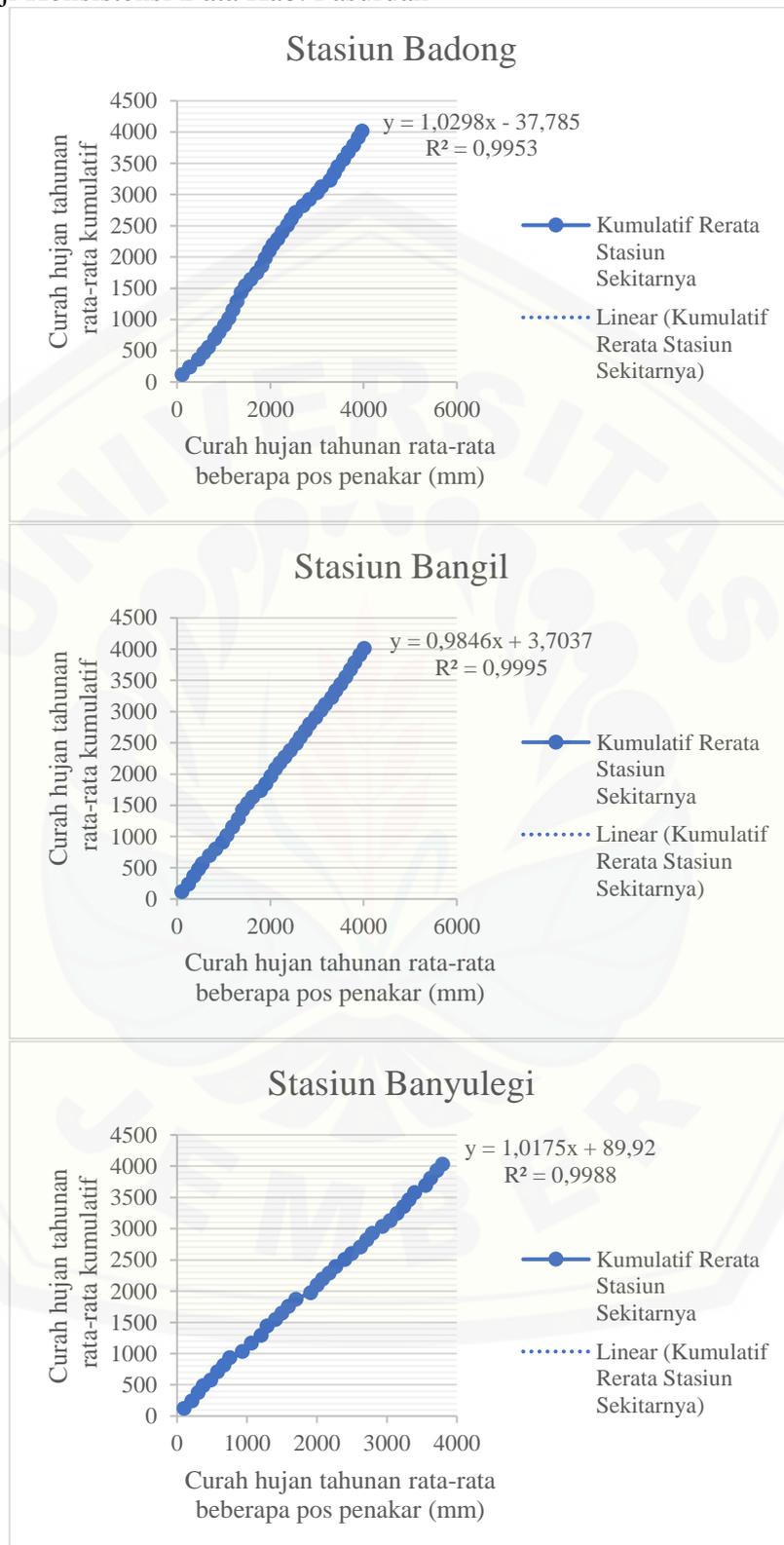


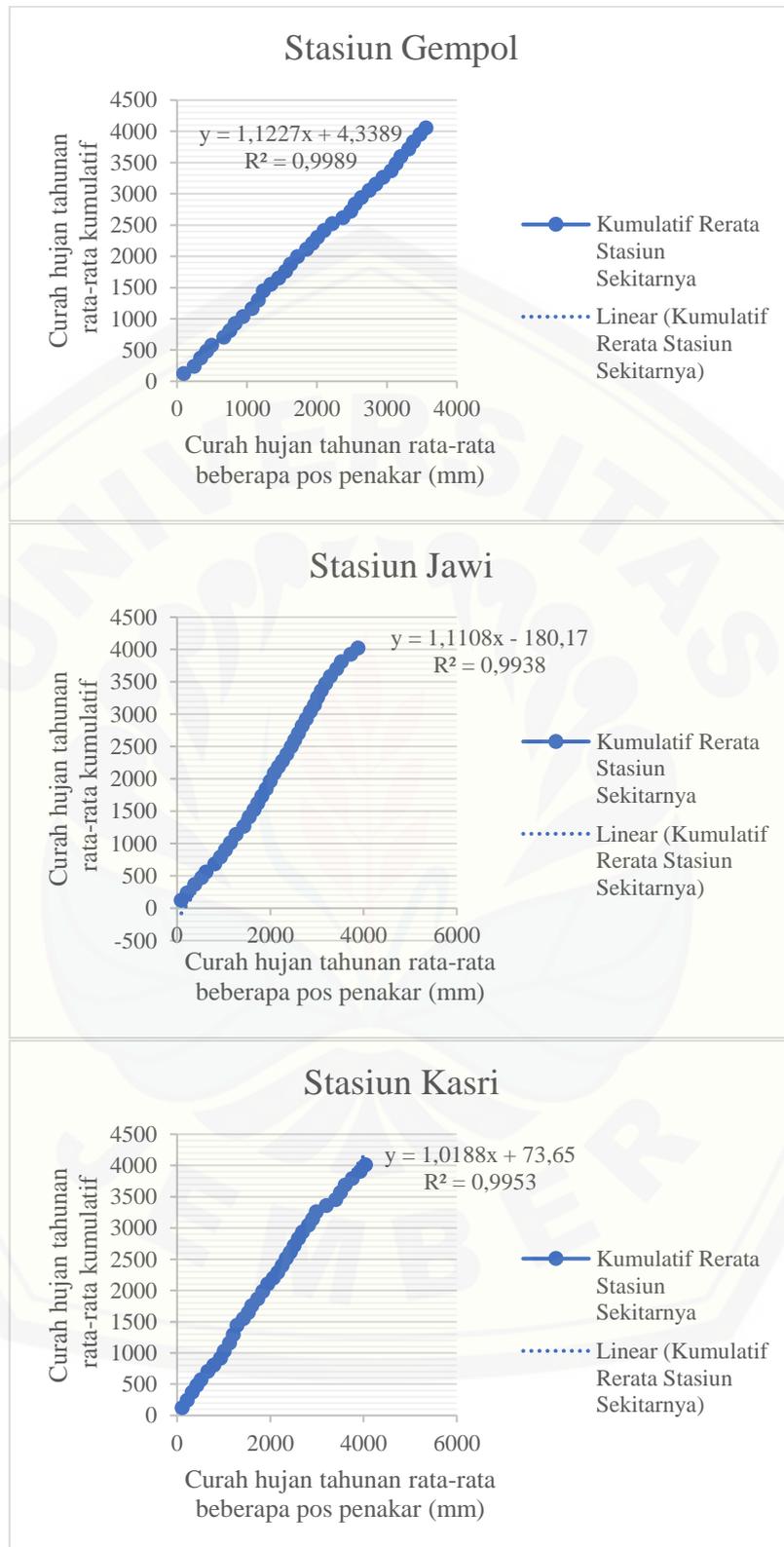


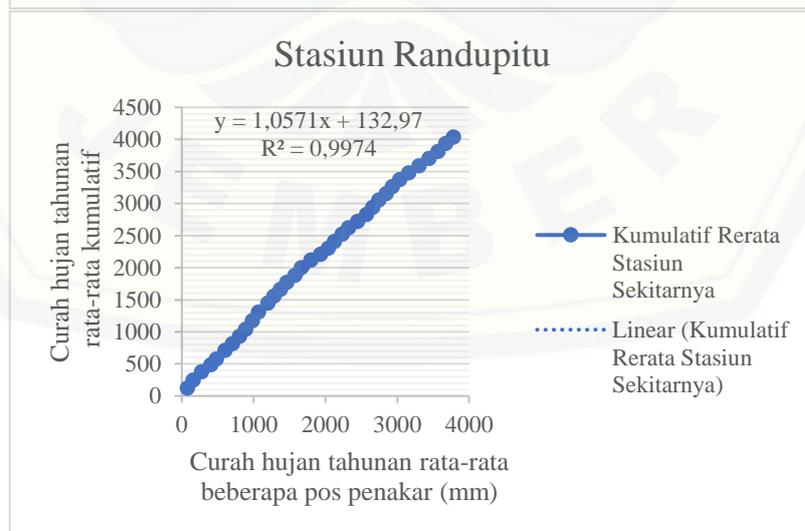
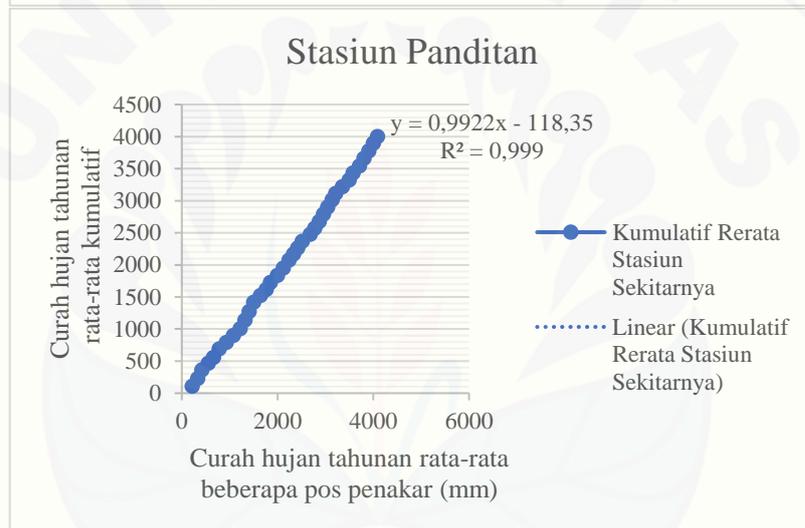
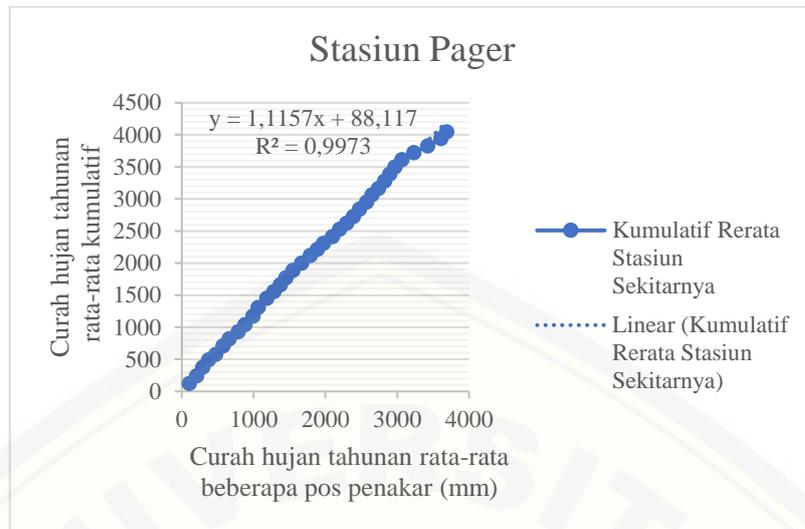


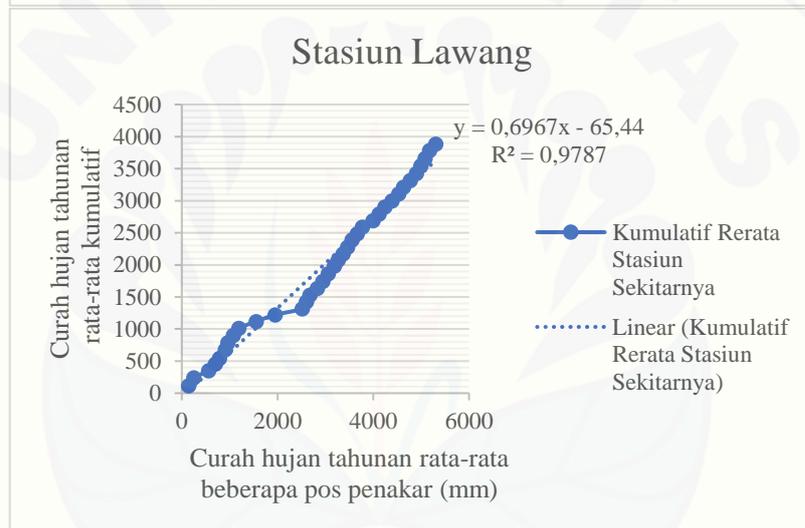
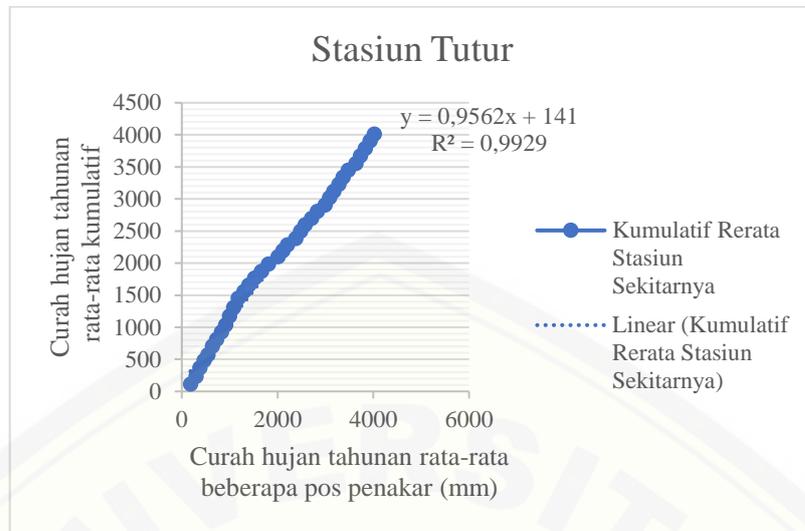


b) Uji Konsistensi Data Kab. Pasuruan









Lampiran C. Hasil Perhitungan PMP Kab. Probolinggo

No.	Stasiun	Max	Xn	Sn	Xn-m	Sn-m	Sn- m/Sn	Xn- m/Xn	f1	f2	f3	f4	Xp	Sp	Km	PMP
1	Adiboyo	190	102,467	34,378	99,448	30,675	0,892	0,971	1,00	1	1,00	1,03	102,569	35,409	15	716,09
2	ArahMakam	258	130,200	51,158	125,793	45,904	0,897	0,966	1,00	1	1,00	1,03	130,070	52,745	14,7	1023,13
3	Bantaran	322	111,133	53,055	103,862	35,674	0,672	0,935	0,97	1	0,74	1,03	107,244	40,439	14,9	802,05
4	Batur	242	135,800	46,254	132,138	42,416	0,917	0,973	1,00	1	1,02	1,03	135,936	48,594	14,1	927,86
5	Bayeman	162	102,800	25,015	100,759	22,773	0,910	0,980	1,01	1	1,02	1,03	103,828	26,281	15	562,79
6	Bermi	363	125,400	53,260	117,207	29,193	0,548	0,935	0,97	1	0,61	1,03	121,011	33,463	14,8	696,39
7	Besuk	178	109,700	31,136	107,345	28,840	0,926	0,979	1,01	1	1,04	1,03	110,797	33,353	14,9	686,77
8	BotoGerdu	211	101,500	28,189	97,724	19,493	0,692	0,963	1,00	1	0,79	1,03	100,993	22,937	15,1	505,50
9	Dringu	172	103,800	27,173	101,448	24,350	0,896	0,977	1,01	1	1,00	1,03	104,734	28,016	15	593,22
10	Gending	146	93,133	19,844	91,310	17,452	0,879	0,980	1,01	1	1,00	1,03	94,065	20,419	15,5	463,93
11	GunggunganKidul	182	124,100	35,139	122,103	33,986	0,967	0,984	1,02	1	1,08	1,03	126,334	39,089	14,8	796,48
12	Jabung	184	105,833	32,036	103,138	28,934	0,903	0,975	1,01	1	1,01	1,03	106,680	33,327	14,9	681,67
13	Jorongan	250	113,933	45,036	109,241	37,639	0,836	0,959	0,99	1	0,97	1,03	112,794	44,996	14,8	879,97
14	Kalidandan	175	105,733	27,453	103,345	24,562	0,895	0,977	1,01	1	1,00	1,03	106,685	28,305	14,9	597,12
15	Kandangjati	160	93,967	25,731	91,690	22,905	0,890	0,976	1,01	1	1,00	1,03	94,812	26,503	15,4	568,35
16	Katimoho	206	109,900	38,812	106,586	34,914	0,900	0,970	1,00	1	1,01	1,03	110,010	40,376	14,9	804,12
17	Kedungsumur	186	123,433	35,132	121,276	33,671	0,958	0,983	1,02	1	1,08	1,03	125,655	39,081	14,8	795,58
18	Klampokan	171	111,633	32,051	109,586	30,557	0,953	0,982	1,02	1	1,07	1,03	113,643	35,324	14,9	723,16
19	Kraksaan	200	122,633	38,563	119,966	36,319	0,942	0,978	1,01	1	1,05	1,03	123,737	41,705	14,8	837,30
20	Krasak	180	113,267	28,531	110,966	26,049	0,913	0,980	1,01	1	1,02	1,03	114,399	29,974	14,8	630,56
21	Krejengan	234	114,933	37,040	110,828	29,954	0,809	0,964	1,00	1	0,91	1,03	114,359	34,718	14,8	709,85
22	Krucil	353	130,000	55,001	122,310	35,998	0,655	0,941	0,97	1	0,75	1,03	126,230	42,488	14,7	848,41

No.	Stasiun	Max	Xn	Sn	Xn-m	Sn-m	$\frac{Sn-m}{Sn}$	$\frac{Xn-m}{Xn}$	f1	f2	f3	f4	Xp	Sp	Km	PMP
23	Leces	224	123,800	39,052	120,345	34,765	0,890	0,972	1,00	1	1,00	1,03	123,924	40,224	14,8	812,73
24	Lumbang	225	118,733	34,459	115,069	28,507	0,827	0,969	1,00	1	0,94	1,03	118,852	33,363	14,8	692,27
25	Malasan	267	119,567	39,230	114,483	28,123	0,717	0,957	0,99	1	0,81	1,03	118,251	32,730	14,8	681,00
26	Paiton	190	108,333	33,019	105,517	29,711	0,900	0,974	1,01	1	1,01	1,03	109,092	34,349	14,9	701,61
27	Patalan	205	114,633	34,993	111,517	31,089	0,888	0,973	1,01	1	1,00	1,03	115,436	36,043	14,8	733,22
28	Pekalen	150	95,533	21,768	93,655	19,523	0,897	0,980	1,01	1	1,00	1,03	96,489	22,443	15,4	499,59
29	Probolinggo	170	101,633	27,097	99,276	24,244	0,895	0,977	1,01	1	1,00	1,03	102,548	27,938	15,1	592,58
30	Ronggotali	178	103,300	25,447	100,724	21,552	0,847	0,975	1,01	1	0,97	1,03	104,126	25,424	15	548,59
31	Sbr_Bendo	237	112,567	42,139	108,276	35,596	0,845	0,962	1,00	1	0,97	1,03	112,004	42,101	14,9	835,42
32	Segaran	172	108,167	29,780	105,966	27,712	0,931	0,980	1,01	1	1,05	1,03	109,248	32,207	14,9	665,72
33	Sokaan	170	100,700	27,647	98,310	24,783	0,896	0,976	1,01	1	1,00	1,03	101,506	28,505	15,1	601,08
34	TriwungKidul	322	103,000	52,540	95,448	32,970	0,628	0,927	0,96	1	0,72	1,03	98,777	38,963	15	772,05
35	Wangkal	226	119,533	36,112	115,862	30,526	0,845	0,969	1,00	1	0,96	1,03	119,653	35,707	14,8	732,37

Lampiran D. Hasil Uji Statistik

a) Kabupaten Probolinggo

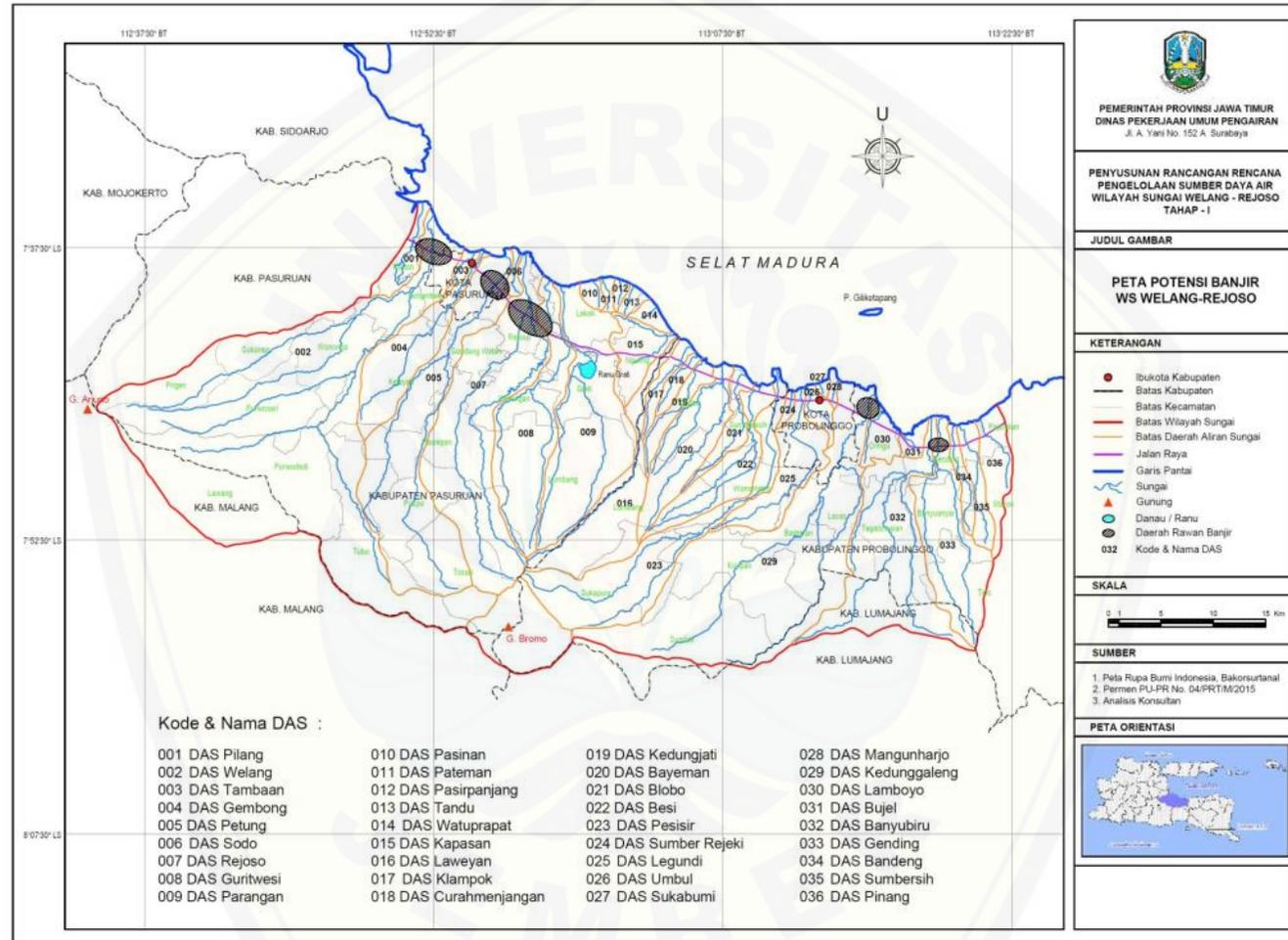
No.	Stasiun	Mann-Whitney	Wald-Wolfowitz	Hasil Uji		
				Xh	Xl	Akhir
1	Adiboyo	1,390	1,301	Lolos	Lolos	Lolos
2	Arahmakam	0,602	0,929	Lolos	Lolos	Lolos
3	Asemjajar	1,142	2,601	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
4	Bago	0,892	2,601	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
5	Bantaran	1,266	0,743	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
6	Banyuanyar	1,890	3,345	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
7	Batur	0,249	1,486	Lolos	Lolos	Lolos
8	Bayeman	0,415	2,230	Lolos	Lolos	Lolos
9	Bermi	1,806	1,858	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
10	Besuk	1,888	1,486	Lolos	Lolos	Lolos
11	Botogerdu	0,042	1,486	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
12	Condong	0,436	2,973	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
13	Dringu	0,623	0,743	Lolos	Lolos	Lolos
14	Gending	0,083	2,230	Lolos	Lolos	Lolos
15	Glagah	1,349	2,601	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
16	Gunggungkidul	0,686	2,044	Lolos	Lolos	Lolos
17	Jabung	0,311	1,486	Lolos	Lolos	Lolos
18	Jatiampuh	0,125	2,230	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
19	Jorongan	2,220	0,557	Lolos	Lolos	Lolos
20	Jurangrejo	1,619	2,601	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
21	Kademangan	0,332	1,115	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
22	Kalidandan	0,021	1,672	Lolos	Lolos	Lolos
23	Kandangjati	1,495	0,743	Lolos	Lolos	Lolos
24	Katimoho	1,932	1,115	Lolos	Lolos	Lolos
25	Kedungsumur	0,291	1,115	Lolos	Lolos	Lolos
26	Kertosuko	2,946	4,088	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
27	Klampokan	0,726	0,557	Lolos	Lolos	Lolos
28	Kotaanyar	0,623	2,601	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
29	Kraksaan	2,676	1,301	Lolos	Lolos	Lolos
30	Krasak	1,432	1,672	Lolos	Lolos	Lolos
31	Krejengan	1,785	0,929	Lolos	Lolos	Lolos
32	Krucil	2,138	0,372	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
33	Leces	1,722	1,301	Lolos	Lolos	Lolos
34	Lumbang	1,227	1,672	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
35	Malasan	1,391	1,486	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
36	Muneng	0,996	1,858	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
37	Paiton	1,784	2,230	Lolos	Lolos	Lolos

No.	Stasiun	Mann-Whitney	Wald-Wolfowitz	Hasil Uji		
				Xh	Xl	Akhir
38	Pajarakan	1,496	4,088	Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
39	Pakistaji	2,905	3,345	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
40	Pakuniran	0,706	2,601	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
41	Pandanlaras	2,595	2,415	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
42	Patalan	1,060	1,486	Lolos	Lolos	Lolos
43	Pekalen	0,270	0,929	Lolos	Lolos	Lolos
44	Probolinggo	0,208	1,858	Lolos	Lolos	Lolos
45	Ronggotali	0,872	1,858	Lolos	Lolos	Lolos
46	Sbr_Bendo	0,810	2,230	Lolos	Lolos	Lolos
47	Sbr_Bulu	0,083	2,601	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
48	Segaran	0,208	0,743	Lolos	Lolos	Lolos
49	Sokaan	0,353	0,557	Lolos	Lolos	Lolos
50	Triwungkidul	0,457	1,858	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
51	Wangkal	0,394	0,743	Lolos	Lolos	Lolos

b) Kabupaten Pasuruan

No.	Stasiun	Mann-Whitney	Wald-Wolfowitz	Hasil Uji		
				Xh	Xl	Akhir
1	Badong	0,190	0,845	Lolos	Lolos	Lolos
2	Bangil	1,662	1,184	Lolos	Lolos	Lolos
3	Banyulegi	1,140	2,029	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
4	Bareng	0,404	0,209	Tidak Lolos	Tidak Lolos	Tidak Lolos
5	Bekacak	0,775	3,044	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
6	Gempol	0,855	0,676	Lolos	Lolos	Lolos
7	Jawi	2,324	1,184	Lolos	Lolos	Lolos
8	Jembrung	1,029	2,706	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
9	Kasri	0,063	2,198	Lolos	Lolos	Lolos
10	Kepulungan	0,032	3,044	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
11	Pager	0,491	1,691	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
12	Panditan	2,169	1,691	Tidak Lolos	Lolos	Lolos
13	Prigen	2,532	3,720	Tidak Lolos	Lolos	Tidak Lolos
14	Randupitu	1,440	1,015	Lolos	Lolos	Lolos
15	Telebuk	2,279	2,706	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
16	Tutur	0,791	1,184	Lolos	Lolos	Lolos
17	Wilo	3,409	1,353	Lolos	Lolos	Tidak Lolos
18	Lawang	1,076	0,507	Tidak Lolos	Lolos	Lolos

Lampiran E. Peta Potensi Banjir



Lampiran F. Peta Tingkat Bahaya Erosi

