

SISTER UNIVERSITAS JEMBER x Rona Teknik Pertanian x +

www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP

ISSN: 2085-2614 | E-ISSN: 2528-2654

RONA TEKNIK PERTANIAN

Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian

INFORMATION

- For Readers
- For Authors
- For Librarians

Chief Editor

- Dr. Kiman Siregar, S.TP, M.Si

Associate Editor

- Prof. Dr. Ir. Yuswar Yunus, MP
- Dr. Ir. Syahul, M.Sc
- Dr. Devianti, S.TP, MP
- Dr. -Ing. Agus Arip Munawar

Editorial Boards

- Prof. Ahmad Syuhada
- Prof. Ade M. Kramadibrata
- Dr. Ir. Sam Herodian
- Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc
- Prof. Dr. Ir. Armansyah H. Tambunan, M.Agr
- Dr. Ir. Edi Iswanto Wiloso, M.ASc



HOME ABOUT USER HOME CATEGORIES SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

Home > **Vol 11, No 1 (2018)**

Rona Teknik Pertanian

J RTP is the official journal from the Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University (Unsyiah), Banda Aceh-Indonesia. It covers and devotes a complete and interdisciplinary wide range of research and review in engineering applications for agriculture and biosystems: agricultural machinery, soil and water engineering, tillage, precision farming, post-harvest technology, agricultural instrumentation, sensors, bio-robotics, systems automation, processing of agricultural products and foods, quality evaluation and food safety, audit energy, waste treatment and management, environmental control, energy utilization agricultural systems engineering, bio-informatics, computer simulation, farm work systems and mechanized farming. Authors should submit the manuscript file written by MS Word through a web site or editor's email. The manuscript must be approved by all authors prior to submission if required.

Announcements

No announcements have been published.

[More Announcements...](#)

Vol 11, No 1 (2018): Volume 11, No. 1, April 2018

USER

You are logged in as...

indarto

- My Journals
- My Profile
- Log Out

INDEXING

Indexed & Abstracted by:

Activate and activate

Go to Settings

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

SISTER UNIVERSITAS JEMBER x Rona Teknik Pertanian x +

www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP



HISTATS Visitors

Pages	42,231
Online	1
Vis. today	5

WORKING PAPER

- View (4 new)
- Manage

Journal Help

FONT SIZE

A A A

Vol 11, No 1 (2018): Volume 11, No. 1, April 2018

Table of Contents

Articles	
Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Pleurotus ostreatus Shinta Rosalia Dewi, Bambang Dwi Argo, Nailly Ulya	1-10
Kajian Volume Bahan dan Lama Penyangraian terhadap Karakteristik Kopi Mengkudu (Morinda citrifolia L.) Renny Eka Putri, Andasuryani Andasuryani, Genni Deea Solehia	11-22
Daya Serap Air dan Kualitas Wadah Semai Ramah Lingkungan Berbahan Limbah Kertas Koran dan Bahan Organik Juwana Akil, Alilaily Alilaily, Dida Syamsuwida, Sri Wilerso Budi R	23-34
Variabilitas Spasial Hujan Tahunan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan, Jawa Timur : Analisis Histogram dan Normal QQ-Plot Askin Askin, Indarto Indarto, Dimas Ghufron Ash-Shiddiq, Sri Wahyuningsih	35-46
Pengaruh Lama Penyangraian terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri dari M. sp. (Mystica fragrans Hoult) Fadillah Ramadhanti Rangkuti, Raida Agustina, Mustaqimah Mustaqimah, Mustafiril Mustafiril	47-59
Ekstraksi Senyawa Fenolik Daun Kenikir (Cosmos caudatus) menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE) Angky Wahyu Putranto, Shinta Rosalia Dewi, Nimatul Izza, Dian Rahmat Yuni, Maria Yeniasta S. Dach, Sumardi Hadi Sumarlan	60-71
Techno-Economic Feasibility Study of Management Palm-Oil Fronds Into Compost and Mulch in West Aceh District	72-83

sinta

DIETORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

Crossref

This journal can be harvested by OAI protocol: Base Dir is <http://jurnal.unsyiah.ac.id/RTP/oai>

SEARCH

Search

Search Scope

Search

Browse

- By Issue
- By Author
- By Title
- Other Journals
- Categories

KEYWORDS

HOMER Performance aktivitas antioksidan antioxidant activity biodiesel characteristics classification grading hybrid interception kolektor surya microwave assisted extractions optimization penyimpanan pump



Variabilitas Spasial Hujan Tahunan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan – Jawa Timur:

Analisis Histogram dan Normal QQ-Plot

Askin Askin¹, Indarto Indarto^{1*}, Dimas Ghuftron A.S¹, Sri Wahyuningsih¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121

*E-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial hujan di wilayah UPT PSDA di Pasuruan. Wilayah studi mencakup kabupaten Probolinggo, kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan dan Kota Pasuruan di Jawa Timur. Data hujan tahunan rerata (Hthn_rrt) dan hujan tahunan maksimal (HthnMaks) dihitung dari kumulatif data hujan harian pada 93 stasiun dan dijadikan sebagai input utama untuk analisis. Panjang periode rekaman data yang digunakan dari tahun 1980 sampai dengan 2015 (35 tahun). Tahap penelitian mencakup: (1) pra-pengolahan data, (2) analisis pendahuluan, (3) analisis menggunakan tool histogram dan voronoi map, (4) interpolasi data dan pembuatan peta tematik. Pra-pengolahan data dilakukan menggunakan excel. Analisis histogram dan QQ-Plot dilakukan untuk melihat variabilitas spasial lebih detail per sub-wilayah. Selanjutnya, metode interpolasi digunakan untuk membuat peta tematik hujan tahunan. Peta tematik menunjukkan hujan tahunan rerata (Hthn_rrt) yang terjadi di wilayah tersebut selama 35 tahun terakhir berkisar antara 1200 sd 2600 mm/tahun. Hujan tahunan maksimal yang terjadi berkisar antara 2100 sd 4500 mm/tahun. Penelitian juga menunjukkan adanya korelasi positif antara lokasi stasiun hujan (elevasi) dengan jumlah hujan tahunan yang diterima..

Kata kunci: Variabilitas, Hujan Tahunan, Histogram, QQ-Plot, Peta Tematik

Spatial Variability of Annual Rainfall in the Administrative Area of UPT PSDA at Pasuruan, East Java: Analysis Using Histogram and Normal QQ-Plot

Askin Askin¹, Indarto Indarto^{1*}, Dimas Ghuftron A.S¹, Sri Wahyuningsih¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121

*E-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

Abstract

This research aims to analyze the spatial variability of annual rainfall. Daily rainfall data from 93 rain-gauge in the administrative area of UPT PSDA Pasuruan were used as the main input. The average annual rainfall and the maximum annual rainfall obtained from the daily rainfall data. Histograms, and QQ-Plot were used to describe the spatial variability in each sub-regions. Next, interpolation methods is used to create a thematic map of the annual rainfall. The results shows that local spatial variability of rainfall can be visualised more detail for each sub-region by means of histogram and QQ-Plot. The thematic map showed that the distribution of average annual rainfall in the region range from 1,200 mm/year up to 2,600 mm/year. Maximum annual rainfall range between 2,100 mm/year up to 4,500 mm/year. The result also show the positif correlation between the altitude of the raingauge and local annual rainfal received.

Keywords : Varibility, Annual Rainfall, Histogram, QQ-Plot, Interpolation, Thematic Map

PENDAHULUAN

Hujan merupakan fenomena alam yang bervariasi terhadap ruang dan waktu. Variabilitas hujan terhadap ruang sering disebut sebagai variabilitas spasial. Variabilitas terhadap waktu disebut sebagai variabilitas temporal. Pemahaman terhadap bagaimana variabilitas spasial dan temporal (spasio-temporal) curah hujan pada suatu wilayah sangat diperlukan dalam rangka pengelolaan sumberdaya air, penjawalan musim tanam, perencanaan kebutuhan dan ketersediaan air. Analisis variabilitas spasial hujan bertujuan untuk memahami dan menggambarkan bagaimana hujan terdistribusi dalam suatu wilayah tertentu. Variabilitas spasial dapat ditunjukkan oleh perbedaan hujan yang diterima oleh sub-wilayah tertentu pada interval waktu tahunan, bulanan, atau harian. Analisis variabilitas temporal dapat digunakan untuk menggambarkan variasi atau fluktuasi hujan yang jatuh pada wilayah tertentu dalam suatu rentang waktu.

Kehadiran sistem informasi geografis dan teknologi pemetaan memungkinkan kita untuk dapat menggambarkan variabilitas spasial dan temporal hujan pada suatu wilayah. Analisis variabilitas spasial hujan sudah umum dilakukan pada banyak tempat di berbagai belahan dunia untuk berbagai keperluan dan menggunakan berbagai metode. Karena sifat pengukuran hujan adalah pengukuran pada titik tertentu, sementara peta distribusi spasial yang menjelaskan fenomena tersebut harus terdistribusi dalam lingkup wilayah tertentu, maka dapat dilakukan berbagai cara interpolasi dari titik menjadi luasan. Interpolasi data titik pengukuran menjadi peta hujan wilayah dapat dilakukan dengan berbagai metode : *poligon thiessen*, *metode spline*, *metode kriging*, *metode IDW* atau metode lainnya.

Penerapan atau perbandingan metode interpolasi untuk membuat berbagai peta tematik terkait dengan distribusi spasial hujan (hujan harian, hujan bulanan, hujan tahunan) dari data point telah dilakukan di berbagai belahan dunia. Misalnya di China, Chen *et al.*, (2010) menggunakan 753 stasiun hujan dan data hujan harian periode 1951–2005 untuk menguji (5) metode interpolasi, mencakup: *ordinary nearest neighbor*, *local polynomial*, *radial basis function*, *inverse distance weighting*, and *ordinary kriging*. Hasil cross-validation merekomendasikan metode *ordinary kriging* (OK) dan *inverse distance weighting* (IDW) yang paling tepat untuk digunakan. Selanjutnya, Sun *et al.*, (2015) menerapkan dan membandingkan 4 metode interpolasi, yaitu: *local ordinary linear regression (OLR)*, *geographically weighted regression (GWR)*, *local regression-kriging (LRK)* dan *geographically weighted regression kriging (GWRK)* untuk memprediksi distribusi spasial hujan tahunan di China. Penelitian menggunakan 684 stasiun hujan dan merekomendasikan metode LRK sebagai tool yang cukup efisien dan praktis untuk digunakan (Sun *et al.*, 2015).

Di Afrika Selatan, Coulibaly and Becker (2007) menggunakan 545 stasiun hujan (rainfall gauges) untuk interpolasi data hujan tahunan dan membandingkan kinerja dari 4

metode interpolasi (inverse distance weighting (IWD), ordinary kriging, universal kriging, cokriging) melalui analisis varian (variation analyses) dan cross-validation.

Selanjutnya di Korea, Kim (Kim *et al.*, 2010) membandingkan 3 metode yaitu PRISM, Kriging, dan IDW untuk interpolasi data temperatur dan hujan untuk membuat peta tematik iklim skala tinggi dengan metode statistik. Kim *et al.*, (2010) menggunakan seri data dari tahun 1977 sampai dengan 2006 dan menyimpulkan bahwa metode PRISM memberikan hasil terbaik. Setiap metode interpolasi punya kelebihan dan kekurangan, keberhasilan penerapannya tergantung pada kondisi lokal, kelengkapan data dan faktor lainnya. Penelitian ini juga tidak bertujuan untuk membandingkan berbagai metode interpolasi yang ada, tetapi lebih pada pemilihan metode interpolasi yang ada dan mudah dipraktikkan untuk membuat peta tematik hujan.

Hasil penelitian sebelumnya tentang analisis hujan di Jawa Timur (Indarto dan Boedi, 2011, Indarto, 2013ab) menunjukkan adanya variabilitas spasial hujan untuk interval waktu tahunan, bulanan dan hujan 24 jam di wilayah Jawa Timur. Aplikasi ESDA untuk analisis variabilitas spasial hujan bulanan di Jawa Timur juga dapat menghasilkan gambaran variabilitas spasial curah hujan bulanan rerata (HBrrt) dan hujan maksimum bulanan (Hbmax). Penelitian tersebut menggambarkan variabilitas spasial hujan per wilayah provinsi Jawa Timur untuk periode sebelum tahun 2010.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial curah hujan di wilayah dengan cakupan yang lebih sempit dan menggunakan data yang lebih lengkap. Kelengkapan data ditunjukkan oleh panjang periode rekaman data harian yang digunakan dan kerapatan stasiun hujan per sub-wilayah. Penelitian ini dilakukan di wilayah administrasi UPT PSDA di Pasuruan. Dalam konteks pengelolaan sumberdaya air, wilayah provinsi Jawa Timur dibagi ke dalam 9 sub-wilayah yang dikenal dengan UPT-PSDA (Unit Pelaksana Teknis – Pengelolaan Sumberdaya Air). Wilayah UPT-PSDA Pasuruan merupakan 1 dari 9 wilayah UPT yang ada di Jawa Timur.

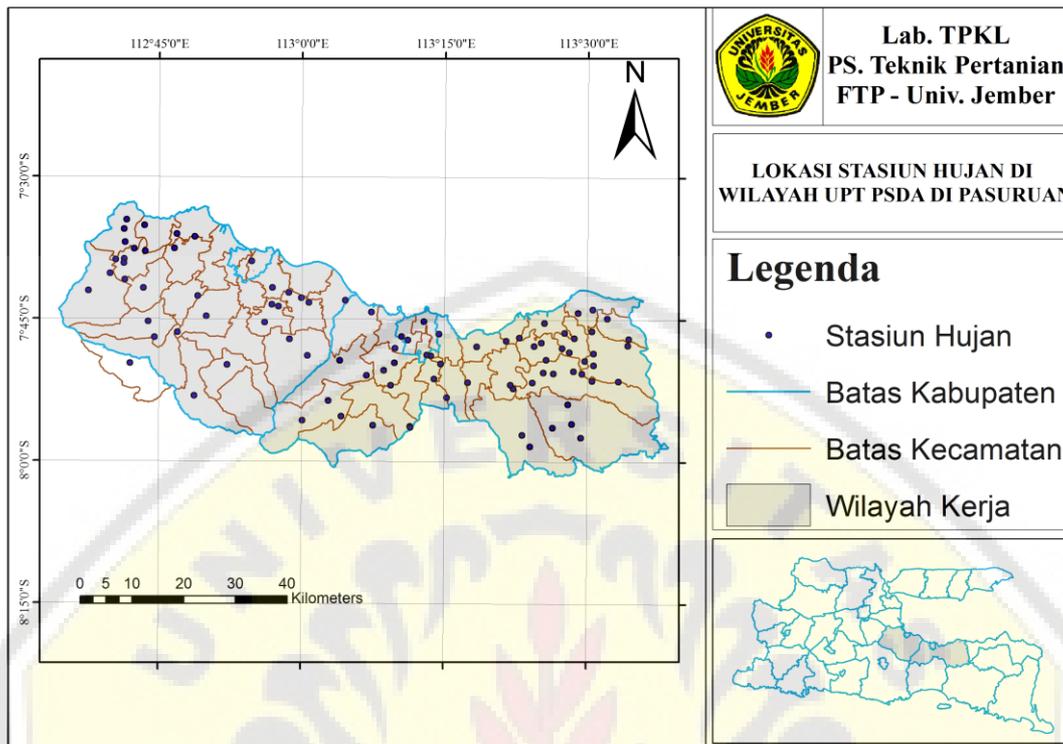
Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk menganalisis variabilitas spasial hujan. Variabilitas spasial ditunjukkan dengan distribusi data secara spasial melalui histogram dan normal QQ-plot. Artikel ini memaparkan hasil analisis untuk data hujan tahunan. Peta tematik yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam perencanaan, monitoring dan evaluasi pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai dengan bulan Oktober 2017. Lokasi penelitian di wilayah kerja UPT PSDA di Pasuruan, yang mencakup wilayah administrasi: Kota Pasuruan, Kabupaten Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Probolinggo, dan

Kecamatan Lawang. Sejumlah, 93 lokasi stasiun pengukuran hujan digunakan dalam penelitian ini (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Stasiun Hujan yang digunakan

Pengolahan data dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian – FTP - Universitas Jember.

Input data dan Peralatan

Input utama untuk penelitian ini adalah data hujan harian yang diperoleh dari 93 stasiun hujan (Gambar 1) yang tersebar di wilayah kerja UPT. Peralatan yang digunakan untuk analisis mencakup: (1) PC, (2) perangkat lunak (Excel dan GIS) untuk analisis pendahuluan, ESDA, dan pembuatan peta tematik. Peta DEM yang diklip dari ASTER G-DEM2 (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) digunakan untuk menggambarkan ketinggian tempat di wilayah tersebut.

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian yang meliputi: (1) inventarisasi data, (2) analisis pendahuluan, (3) analisis Histogram dan Normal QQ-Plot, (4) interpolasi metode IDW, dan (5) pembuatan peta tematik.

Inventarisasi data

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hujan harian yang diambil dari alat ukur yang ada di wilayah kerja UPT PSDA Pasuruan. Panjang periode rekaman hujan harian mulai dari tahun 1980 – 2015 (± 35 tahun). Koordinat dan ketinggian lokasi stasiun hujan juga digunakan sebagai input. Setelah proses tabulasi dan verifikasi data

selesai, data hujan selanjutnya direkap dalam tabel untuk input ke dalam perangkat lunak GIS. Identifikasi untuk tiap kolom di dalam tabel (1) adalah sebagai berikut: kolom 1 adalah nama stasiun; kolom ke 2 dan 3 adalah mT (meter Timur) dan mU (meter Utara) untuk sistem proyeksi UTM Zone 49S WGS84. Selanjutnya, kolom ke 4 adalah El (m) yang menunjukkan ketinggian lokasi stasiun hujan (satuan meter) dan kolom ke 5 adalah Pr merupakan periode rekaman data dalam satuan tahun serta kolom ke 6 (Hthn_Max) adalah hujan tahunan maksimal.

Tabel 1. Contoh format data ke dalam Excel

Nama Stasiun	mT	mU	El (m)	Pr (tahun)	Hthn_Max	HThn_rrt	HRB	Hjn 1hr max	Hjn 2hr max	Hjn 3hr max
Adiboyo	760007	9138450	11	29	1995	1234,3	102,9	190	230	250
ArahMakam	774657	9132016	190	29	4449	2568,0	214,0	258	315	413
Asemjajar	783667	9138745	135	30	2998	1670,4	139,2	175	216	267
Bago	775218	9134509	140	30	3102	1999,7	166,6	175	226	313
Bantaran	737688	9129928	87	30	2691	1640,5	136,7	322	364	386
Banyuanyar	752564	9130402	89	29	2660	1624,8	135,4	135	235	271

Selanjutnya, kolom ke 7 (HThn_rrt) adalah hujan tahunan rata-rata; kolom ke 8 (HRB) adalah hujan rerata bulanan; kolom ke 9 (Hjn 1hr max) adalah hujan maksimal dalam 1 harian; kolom ke 10 (Hjn 2hr max) adalah hujan maksimal 2 harian; dan kolom ke 11 (Hjn 3hr max) adalah hujan maksimal 3 harian. Seterusnya format excel dapat diperpanjang sesuai dengan variabel hujan yang akan dianalisis.

Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dilakukan dengan menampilkan histogram distribusi frekuensi hujan tahunan per sub wilayah. Dalam hal ini ditampilkan rekuensi kejadian hujan tahunan selama 35 tahun tersebut ke dalam beberapa kelas interval.

Analisis ESDA

ESDA atau (*Exploratory Spatial Data Analysis*) digunakan untuk menganalisis secara statistik: distribusi, sebaran dan kecenderungan data. Ada banyak tool yang dapat digunakan di dalam ESDA (*Histogram, Voronoi, Normal QQ-Plot, Thiessen Polygon*). ESDA dapat digunakan untuk melihat variabilitas data secara spasial yang ditunjukkan oleh histogram, distribusi frekuensi, voronoi Map dan QQ-Plot (Johnson et al., 2001; Indarto, 2011, 2013ab). Pada tulisan ini hanya dipaparkan hasil analisis ESDA melalui tool histogram dan QQ-Plot.

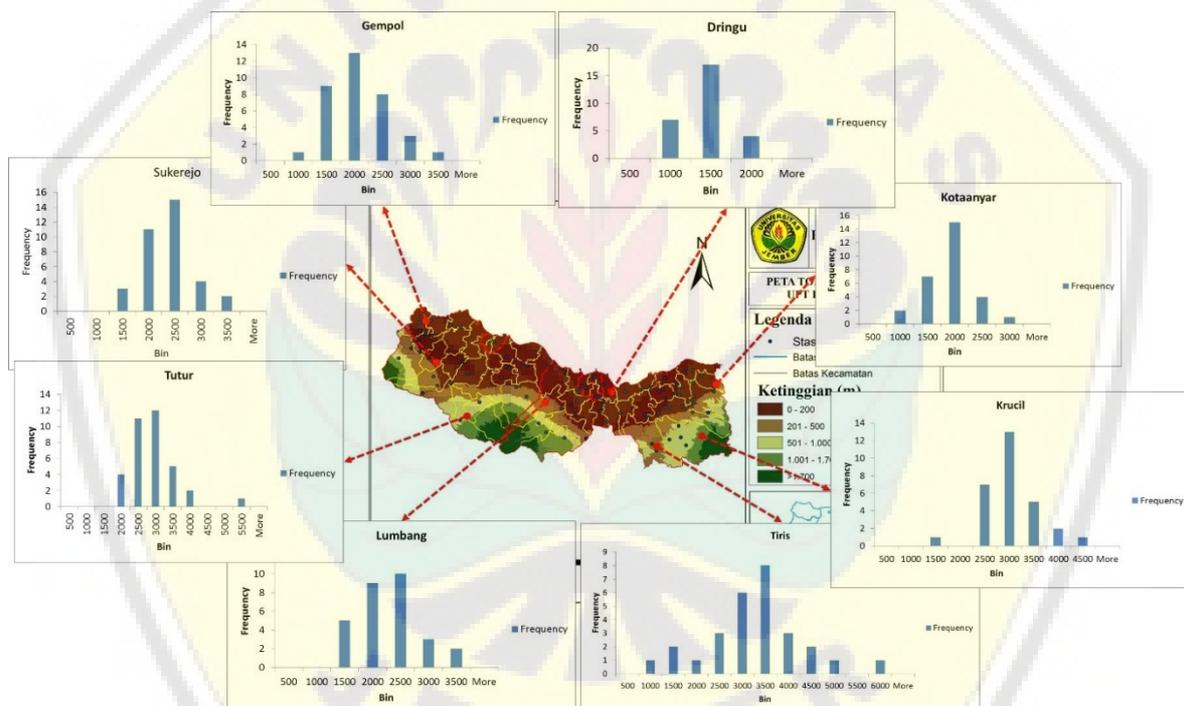
Interpolasi dan Pembuatan Peta Tematik

Metode IDW (*Inverse Distance Weighting*) digunakan untuk membuat peta tematik distribusi spasial hujan tahunan. Detail konsep metodologi dan contoh aplikasi metode tersebut untuk interpolasi data telah dibahas misalnya dalam tulisan (Johnson et al., 2001; Indarto, 2011, 2013ab). Hasil akhir analisis adalah peta distribusi spasial hujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Histogram untuk analisis variabilitas hujan terhadap Waktu

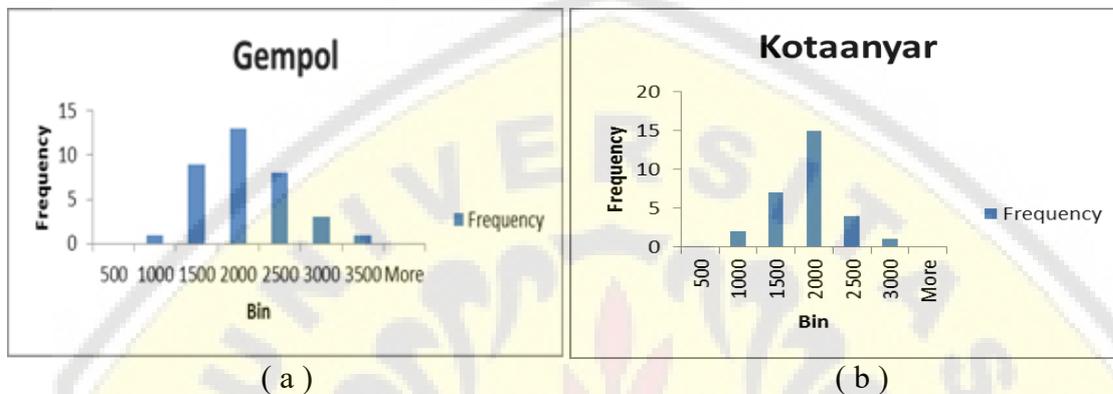
Sub-topik berikut menguraikan tentang aplikasi histogram distribusi frekuensi untuk melihat variabilitas hujan terhadap waktu (variabilitas temporal). Contoh diuraikan dengan menampilkan histogram distribusi frekuensi per kelas ketinggian. Selanjutnya, gambar (2) menampilkan peta ketinggian yang diklip dari peta DEM (*digital elevation model*) dari ASTER G-DEM2 (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) dan menggambarkan distribusi ketinggian tempat di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Garis pantai membentang di bagian utara, dari timur (Kabupaten Probolinggo) ke barat (Kabupaten Pasuruan). Semakin ke arah selatan maka lokasi stasiun hujan semakin tinggi. Hubungan antara lokasi ketinggian stasiun dan jumlah hujan tahunan yang diterima juga diilustrasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Peta ketinggian, batas administratif, dan visualisasi histogram

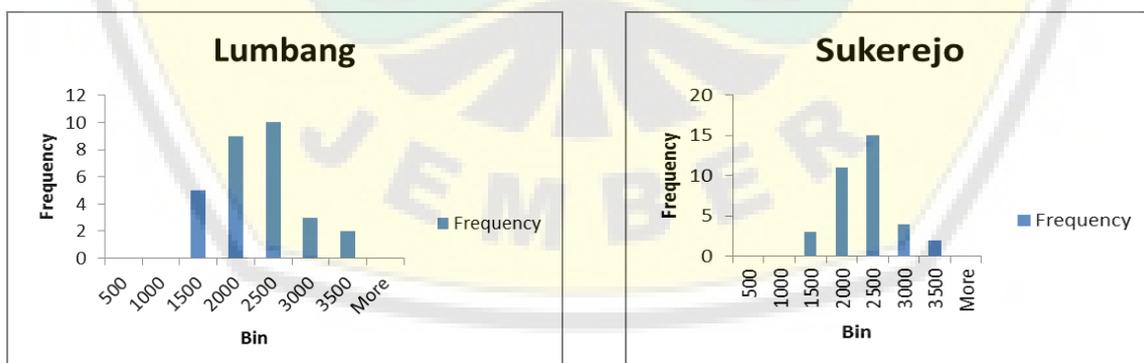
Gambar (2) juga menampilkan distribusi frekuensi hujan tahunan pada 8 stasiun terpilih. Hujan tahunan selama 35 tahun dari tahun 1980 sampai dengan 2015 diklasifikasikan ke dalam beberapa interval kelas hujan tahunan. Histogram menunjukkan bahwa frekuensi curah hujan tahunan di wilayah tersebut paling banyak pada interval 1500 sd 3000 mm per tahun. Distribusi frekuensi hujan tahunan dari tahun 1980 sampai dengan 2015 terlihat berbeda pada beberapa sub-wilayah. Pada gambar (2) juga diperlihatkan bahwa tiga stasiun (**Gempol, Dringu dan Kota Anyar**) terletak di wilayah sepanjang garis pantai dengan ketinggian 0 sd 200 m dpl (di atas permukaan laut). Bentuk distribusi frekuensi mendekati Normal (Gambar 3) dengan nilai hujan tahunan antara 1000 sampai 3500 mm/tahun dan frekuensi terbanyak

pada kelas (1500 – 2000) dan (2000 – 2500) mm/tahun. Stasiun Dringu menerima hujan per tahun-nya paling sedikit, yaitu antara 1000 sd 2000 mm/tahun. Stasiun Dringu terletak di daerah yang relatif kering dari tahun ke tahun. Stasiun Kota anyar juga menunjukkan hujan tahunan yang paling sering terjadi adalah antara 1500 sd 2500 mm per tahun. Terlihat bahwa, walaupun lokasi ketinggian dan posisi yang relatif sama di wilayah dekat dengan garis pantai, jumlah hujan tahunan yang diterima oleh ketiga stasiun juga bervariasi. Hal ini menunjukkan adanya variabilitas spasial hujan tahunan yang diterima per sub-wilayah.



Gambar 3. Distribusi frekuensi hujan tahunan di stasiun : a. Gempol , b. Kota anyar

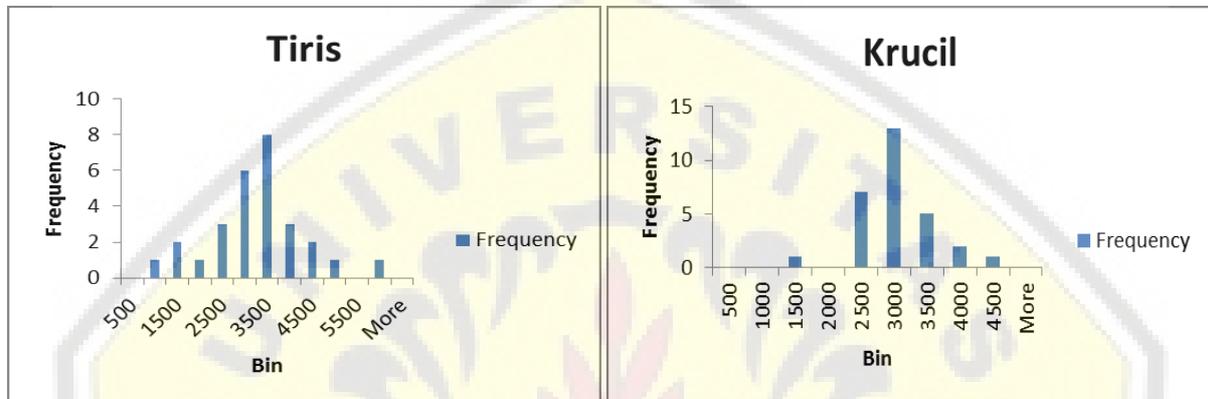
Stasiun **Lumbang** dan **Sukerjo** (Gambar 4) merupakan contoh stasiun hujan yang terletak pada ketinggian antara 201 sd 500 m dpl. Hujan tahunan berkisar antara 1500 sd 3500 mm/tahun. Frekuensi tertinggi pada kisaran 2000 sd 2500 mm/tahun. Artinya selama 35 tahun terakhir hujan yang jatuh pada ke dua stasiun tersebut paling sering terjadi antara 2000 sd 2500 mm/tahun. Bentuk distribusi cenderung tidak normal (gambar 4).



Gambar 4. Distribusi frekuensi hujan tahunan pada stasiun: (a) Lumbang dan (b) Sukerejo

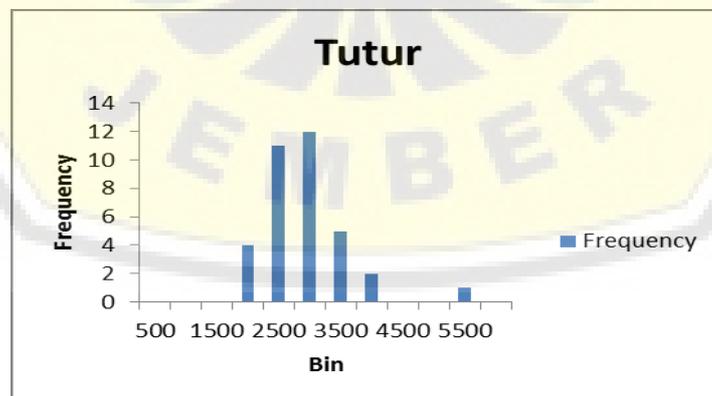
Selanjutnya, Stasiun **Tiris** dan **Krucil** merupakan contoh stasiun hujan yang terletak pada ketinggian antara 501 sd 1.000 m dpl (gambar 5). Bentuk histogram distribusi frekuensi hujan tahunan pada ke dua stasiun tidak terdistribusi normal. Cenderung ada kelas pencilan (*outlier*) pada sisi kiri dan kanan grafik histogram. Data pencilan pada sisi-kiri histogram hujan di stasiun Krucil menunjukkan adanya kejadian tahun-tahun yang ekstrem kering. Jumlah hujan tahunan yang diterima pada stasiun tersebut dalam satu tahun sangat rendah (1500

mm/tahun), hal ini terjadi pada tahun 1995. Hujan pada tahun tersebut relatif sangat rendah jika dibanding yang umumnya jatuh di stasiun Krucil. Hujan tahunan di stasiun Krucil berkisar antara 2500 sd 4000 mm/tahun. Hujan sebesar 4500 mm/tahun merupakan ekstrem tinggi, yang menunjukkan tahun paling basah tahun 2010. Stasiun **Tiris** memperlihatkan histogram hujan tahunan dengan kisaran lebih lebar antara 1000 sd 5000 mm per tahun. Frekuensi hujan tahunan yang paling sering terjadi adalah antara 2500 sd 4500 mm/tahun. Outlier di sebelah kanan menunjukkan tahun ekstrem basah dengan jumlah hujan per tahun lebih sekitar 6000 mm/tahun (Tahun 1999).



Gambar 5. Distribusi frekuensi hujan tahunan pada stasiun: (a) Krucil dan (b) Tiris

Selanjutnya, stasiun **Tutur** mewakili contoh stasiun yang lokasi-nya pada ketinggian 600 sd 800 m dpl (Gambar 6). Bentuk distribusi tidak Normal dan ada nilai outlier pada sebelah kanan histogram. Data Pencilan ini menunjukkan tahun dimana hujan yang turun dalam tahun itu sangat ekstrem 5500 mm/tahun (Tahun 2010). Kisaran hujan tahunan yang jatuh pada stasiun tutur selama 35 tahun terakhir berkisar antara 2500 sd 4500 mm/tahun.

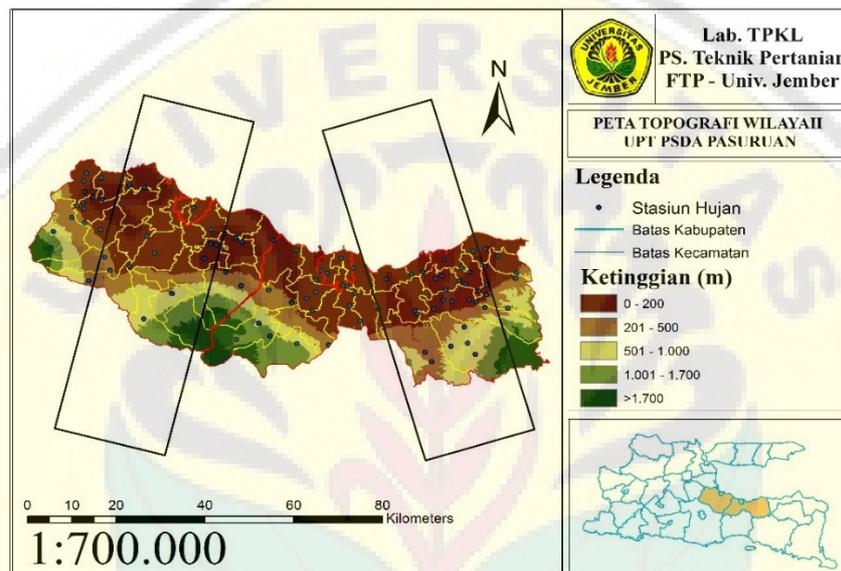


Gambar 6. Distribusi frekuensi hujan tahunan pada stasiun Tutur

Hasil analisis histogram hujan tahunan menunjukkan bahwa semakin tinggi lokasi stasiun hujan, semakin besar hujan tahunan yang diterima. Kejadian tahun ekstrem basah dan ekstrem kering juga sering terjadi, sehingga distribusi cenderung tidak Normal dan adanya data pencilan.

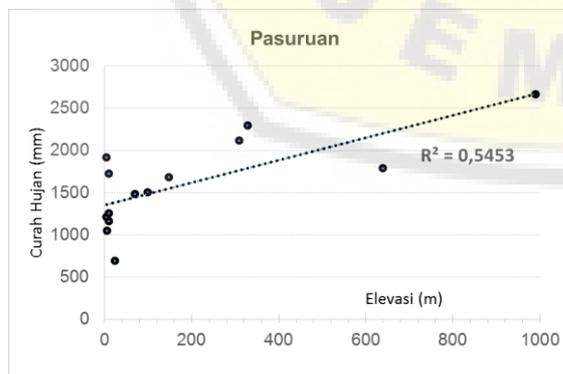
Jumlah hujan tahunan dan lokasi ketinggian stasiun

Hasil analisis histogram hujan tahunan pada uraian di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi lokasi stasiun hujan, semakin besar hujan tahunan yang diterima. Uraian berikut menampilkan plot korelasi antara jumlah hujan tahunan yang diterima dengan elevasi pada lokasi stasiun hujan. Sampel diambil dari dua sub-wilayah sebagaimana dibatasi oleh persegi panjang pada Gambar (7). Sub-wilayah (1) berada di kabupaten Probolinggo dan sub-wilayah (2) berada di wilayah kabupaten Pasuruan. Hasil analisis *scatter plot* antara ketinggian lokasi stasiun hujan dan jumlah hujan tahunan rerata (HTHn_ort) yang diterima pada stasiun tersebut, ditampilkan dalam gambar 8a dan 8b.

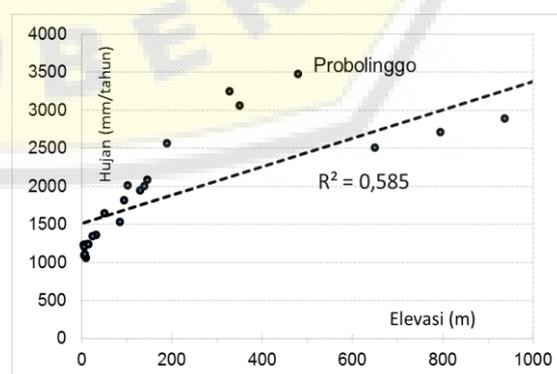


Gambar 7. Stasiun hujan per sub-wilayah : probolinggo dan pasuruan

Hasil Gambar 8a menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh = 0,54. Sedangkan untuk Gambar 8b menunjukkan nilai (r^2) yang diperoleh = 0,58.



Gambar 8a. Scater plot HTHn_ort vs ketinggian lokasi stasiun (sub-wilayah 2)



Gambar 8b. Scater plot hujan tahunan vs ketinggian stasiun HTHn_ort (sub-wilayah 1)

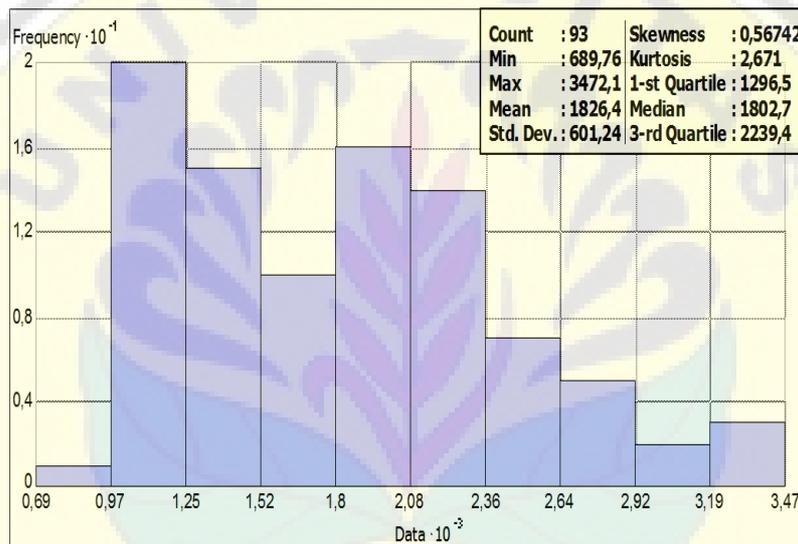
Dari gambar 8ab, dapat dikatakan bahwa ada korelasi positif antara jumlah hujan tahunan yang jatuh pada suatu lokasi dengan ketinggian stasiun hujan. Artinya semakin tinggi lokasi stasiun hujan, semakin besar jumlah hujan tahunan yang diterima.

Histogram Untuk Analisis Variabilitas Spasial Hujan Tahunan

Uraian berikut menampilkan penerapan histogram untuk menggambarkan variabilitas spasial hujan tahunan.

Hujan Tahunan Rerata

Nilai variabel hujan tahunan rerata (Hthn_rrt) dihitung dari nilai rerata hujan tahunan yang jatuh pada tiap stasiun selama 35 tahun (selama periode rekaman). Setiap stasiun mempunyai satu nilai Hthn_rrt. Gambar (9) menampilkan contoh histogram hasil analisis hujan tahunan rata-rata (Hthn_rrt) di wilayah kerja UPT PSDA di Pasuruan.



Gambar 9. Histogram curah hujan tahunan rata-rata

Histogram menunjukkan jumlah stasiun hujan dengan frekuensi hujan tahunan pada kelas tertentu. Histogram juga menampilkan nilai statistik ringkasan (maksimum = 3472 mm/tahun, mean = 1826 mm/tahun, min = 690 mm/tahun, median = 1803 mm/tahun) dan statistik distribusi (*skewness* = 0,56; koefisien kurtosis = 2,67; Standar deviasi = 601 mm).

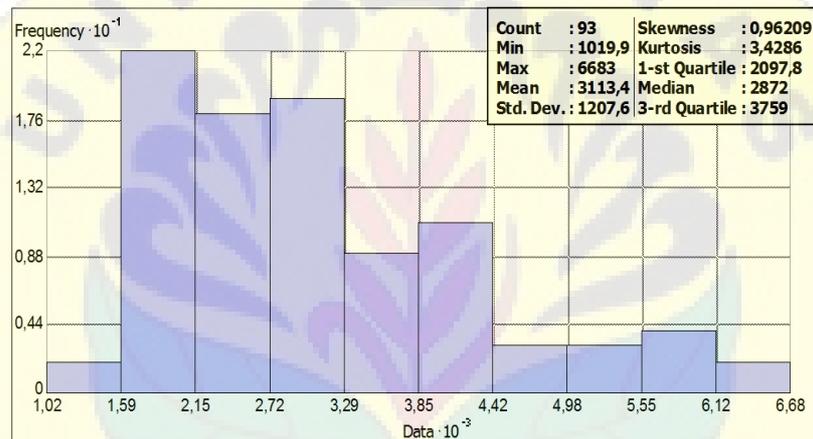


Gambar 10. Distribusi spasial curah hujan nilai 690 – 1520 mm

Dari hasil analisis didapatkan nilai H_{thn_rrt} tertinggi = 3472 mm per tahun dan nilai terendah 690 mm per tahun. Sejumlah $(0,2 \times 93) = 19$ stasiun hujan menerima antara 970 mm sd 1250 mm hujan per tahun dan pada Gambar (10) ditampilkan juga lokasi stasiun hujan yang menerima hujan tahunan dengan nilai antara 690 mm sd 1520 mm per tahun. Demikian seterusnya kita dapat menampilkan dimana lokasi stasiun hujan yang masuk pada kelas tertentu.

Hujan Tahunan Maksimal

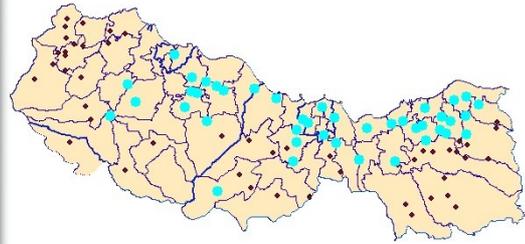
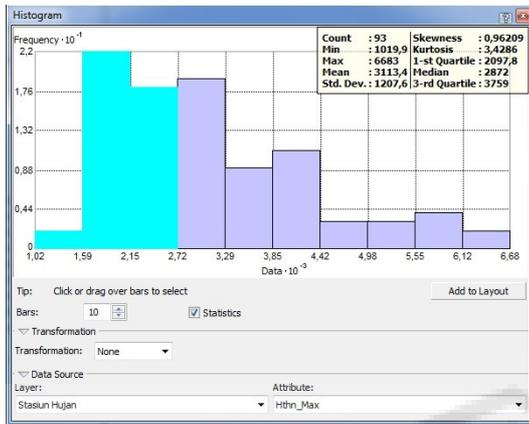
Nilai variabel hujan tahunan maksimal (**H_{thnMaks}**) ditentukan dari nilai hujan tahunan yang paling maksimal selama periode rekaman (35 tahun) untuk setiap stasiun. Setiap stasiun mempunyai satu nilai $H_{thnMaks}$. Gambar (11) memperlihatkan *histogram* hasil analisis hujan tahunan maksimal ($H_{ThnMaks}$) untuk semua stasiun yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 11. *Histogram* hujan tahunan maksimal

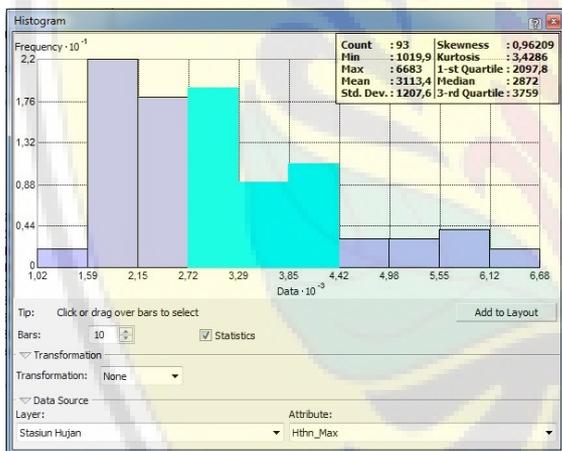
Gambar 11 menunjukkan nilai *count* = 93 yang menunjukkan jumlah stasiun yang dinilai. Hasil analisis menunjukkan nilai tertinggi **H_{ThnMaks}** = 6683 mm per tahun. Nilai terendah $H_{ThnMaks}$ = 1019 mm/tahun. Nilai *mean* yang diperoleh 3113 mm, dan nilai *median* = 2.872 mm. Nilai *skewness* yang didapatkan bernilai positif, sedangkan koefisien *kurtosis* = 3,4. Nilai standar deviasi = 1207 .

Selanjutnya, Gambar 12 menampilkan distribusi spasial **H_{ThnMaks}** di wilayah kerja UPT PSDA di Pasuruan. Nilai **H_{ThnMaks}** ada pada rentang antara 1020 (mm/tahun) sampai dengan 2720 (mm/tahun). Frekuensi yang didapatkan berjumlah 43 stasiun hujan. Penyebaran stasiun cukup merata di wilayah Probolinggo dan Pasuruan.



Gambar 12. Distribusi spasial HThnMaks antara 1020 – 2720 mm/tahun.

Gambar (13) menampilkan distribusi spasial HThnMaks dengan rentang nilai antara 2720 – 4420 mm /tahun. Frekuensi yang didapatkan berjumlah 38 stasiun hujan. Lokasi stasiun tersebut tersebar cukup merata di wilayah tengah dan selatan Probolinggo, sedangkan di wilayah Pasuruan mayoritas berada di sebelah barat dan sebagian kecil di selatan.



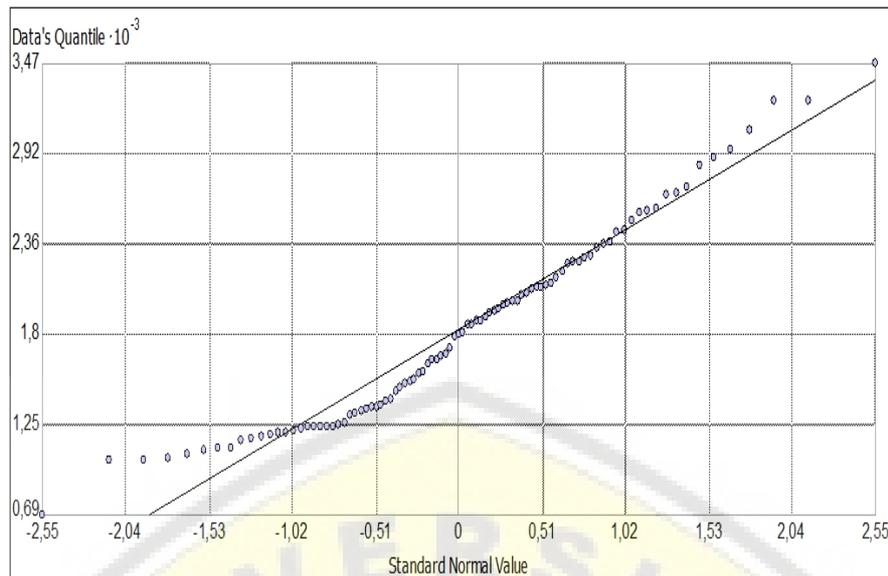
Gambar 13. Distribusi spasial HThnMaks antara 2720 – 4420 mm/tahun

Dan seterusnya distribusi spasial variabel hujan yang akan dianalisis dapat ditampilkan dalam bentuk histogram dan peta lokasi stasiun tersebut.

ANALISIS ESDA MENGGUNAKAN NORMAL QQ-PLOT

Normal QQ-Plot Hujan Tahunan Rerata

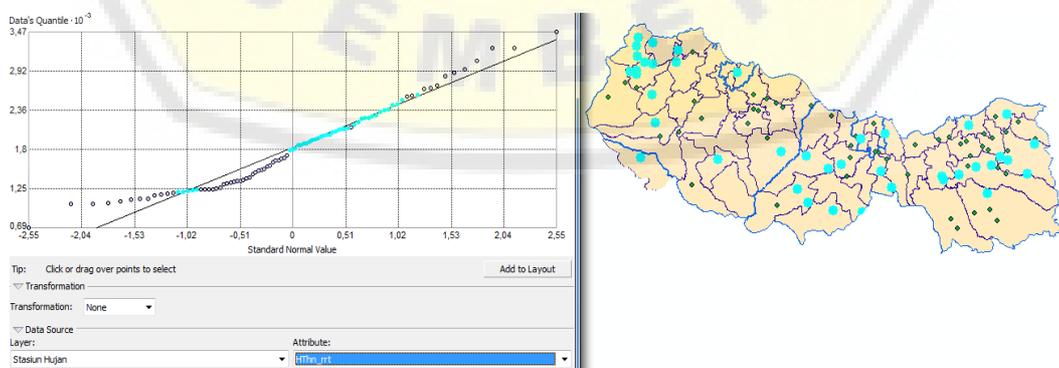
Normal QQ-Plot digunakan untuk membandingkan distribusi suatu seri data terhadap data standar yang berdistribusi normal. Gambar 14 menunjukkan grafik *normal QQPlot* untuk curah hujan tahunan rata-rata (Hthn_rrt). Nilai data Hthn_rrt telah diplotkan dengan nilai distribusi normal standar. Distribusi data pada grafik normal standar dinyatakan dengan garis lurus dari ujung kiri bawah ke kanan atas (gambar 14).



Gambar 14. Grafik *normal Q-QPlot* untuk curah hujan tahunan rata-rata

Distribusi data Hthn_rrt untuk wilayah penelitian dibandingkan dengan distribusi normal standar dan dinyatakan dengan titik-titik yang tersebar di atas, berimpit dan di bawah garis lurus grafik Normal standar. Jika distribusi Hthn_rrt terdistribusi normal maka letak titik-titik (yang menunjukkan stasiun hujan) akan berimpit dengan garis lurus. Titik-titik yang jauh di atas atau di bawah garis lurus menggambarkan stasiun hujan yang data Hthn_rrt nya berbeda dengan distribusi Normal.

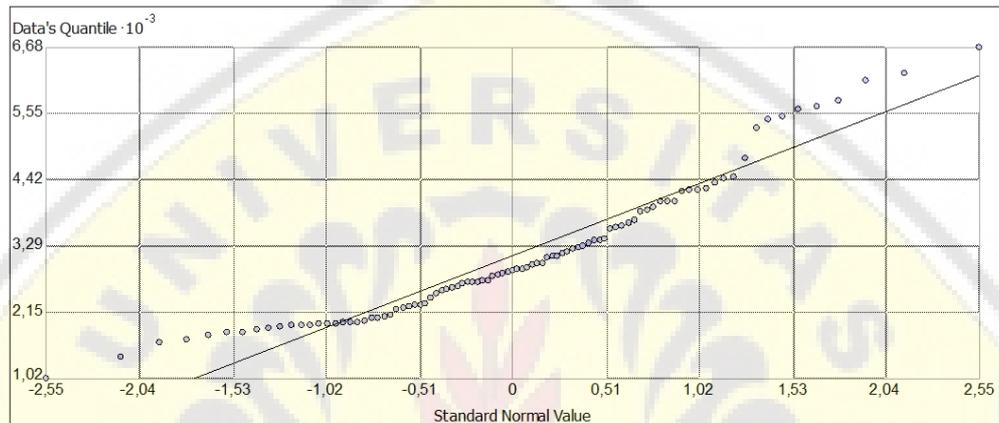
Selanjutnya, gambar (15) memperlihatkan lokasi titik-titik stasiun hujan yang data Hthn_rrt nya sama dengan atau mendekati distribusi normal yang seharusnya. Posisi titik stasiun hujan ditunjukkan oleh titik yang berimpit dengan garis lurus (pada gambar 15.a) dan lokasi riil stasiun hujan tersebut di lapangan ditunjukkan oleh peta (gambar 15.b).



Gambar 15. (a) Perbandingan distribusi Hthn_rrt vs Distribusi Normal dan (b) peta distribusi lokasi stasiun hujan

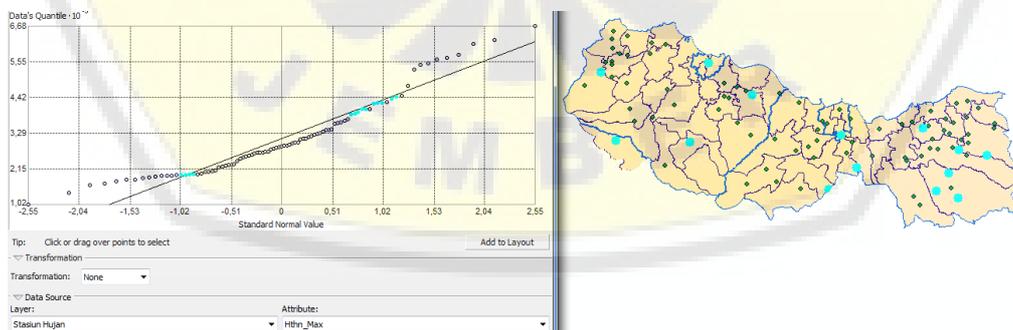
Normal QQ Plot - Curah hujan tahunan maksimal

Gambar (16) menunjukkan perbandingan distribusi hujan tahunan maksimal (HThnMaks) dan grafik distribusi normal standar dalam *normal QQPlot*. Jika dibandingkan bentuk grafik Normal QQ-Plot antara Hthn_rrt dan HthnMaks maka grafik Normal QQ-Plot untuk HthnMaks cenderung jauh berbeda dengan distribusi Normal Standard. Hal ini terlihat pada gambar 16, dimana letak titik-titik stasiun hujan hampir tidak ada yang berimpit dengan garis distribusi normal.



Gambar 16. Grafik *normal QQPlot* untuk curah HthnMaks.

Gambar 17 menunjukkan lokasi stasiun hujan yang nilai HthnMaks-nya berimpit dengan garis lurus pada distribusi normal standar. Terlihat bahwa hanya beberapa stasiun hujan yang berimpit dan lokasi nya digambarkan dalam peta pada gambar 17.



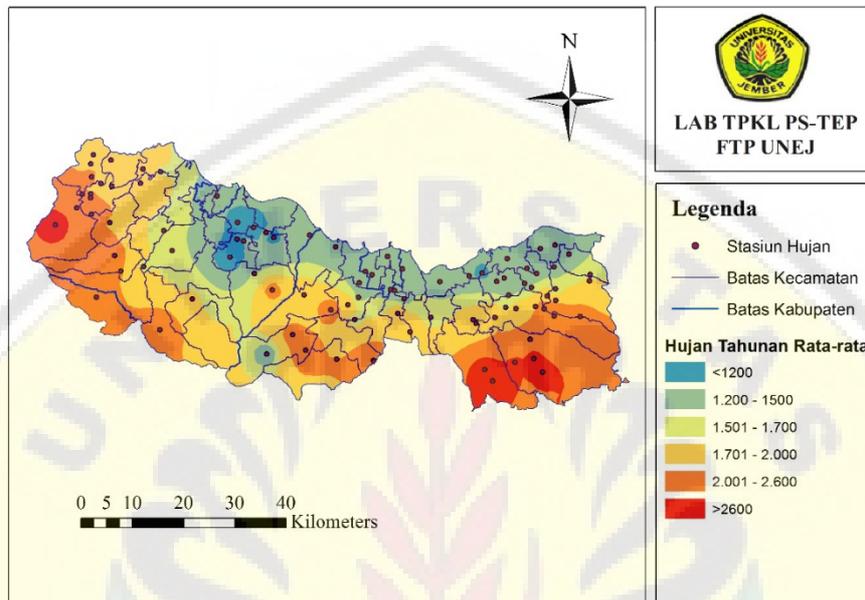
Gambar 17. Visualisasi grafik Normal QQ-Plot untuk hujan tahunan maksimal

Normal QQ-Plot dapat menggambarkan sebaran distribusi suatu seri data terhadap distribusi normal standar.

Interpolasi Spasial : Peta Hujan Tahunan Rerata

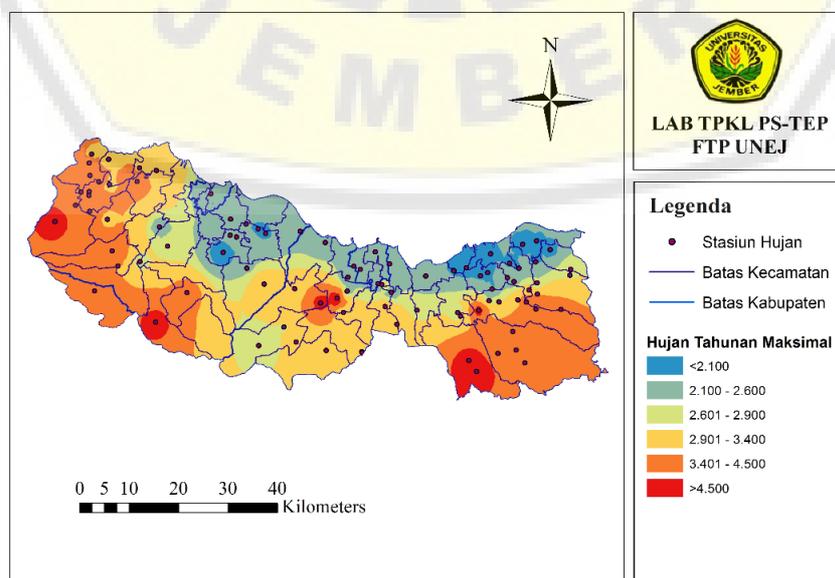
Gambar (18) memperlihatkan peta hujan tahunan rerata (Hthn_rrt) dari hasil interpolasi data Hthn_rrt pada tiap titik stasiun. Interpolasi dilakukan menggunakan metode interpolasi IDW.

Terlihat dari peta pada gambar (18) bahwa selama 35 tahun terakhir hujan tahunan merata di wilayah administratif UPT PSDA tersebut. Besarnya Hthn_rrt pada sebagian besar wilayah UPT berkisar antara 1200 sd 2600 mm/tahun. Hanya sedikit wilayah di bagian pantai yang Hthn_rrt nya kurang dari 1200 mm/tahun. Hujan merata tahunan paling banyak diterima oleh sub-wilayah di ujung timur dan ujung barat wilayah pegunungan (bagian selatan wilayah UPT). Hujan tahunan merata di wilayah ini mencapai lebih dari > 2600 mm/tahun.



Gambar 18. Peta Distribusi spasial hujan tahunan merata (Hthn_rrt)

Gambar 19 menunjukkan peta distribusi spasial hujan tahunan maksimal (Hthn_max) untuk wilayah UPT tersebut. Hujan tahunan maksimal selama 35 tahun terakhir berkisar antara 2100 sd 4500 mm/tahun.



Gambar 19. Peta Distribusi Spasial Hujan tahunan maksimal (Hthn_Max)

Beberapa lokasi mendapatkan nilai HThnMaks lebih dari 4500 mm/tahun. Ada 4 spot lokasi (ditunjukkan oleh warna merah) yang nilai HthnMaks lebih dari 4500 mm/tahun. Hutan tahun maskimal lebih bersifat lokal kejadiannya, sehingga lokasi nya juga tersebar dalam bentuk spot di beberapa titik saja.

KESIMPULAN

Analisis variabilitas spasial hujan tahunan yang mencakup Hujan tahunan Maksimal (HThnMaks) dan Hujan tahunan rerata (Htn_rrt) telah dilakukan di wilayah UPT PSDA di Pasuruan. Data hujan harian dari 93 stasiun hujan yang tersebar di seluruh UPT PSDA Pasuruan digunakan sebagai input utama. Hujan tahunan rata-rata (HThnRrt), dan hujan tahunan maksimal (HthnMaks) didapat dari data hujan harian tersebut. Analisis variabilitas spasial per sub-wilayah dilakukan menggunakan tool Histogram, dan Normal QQ-Plot. Peta tematik hujan tahunan dibuat menggunakan metode interpolasi IDW. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis menggunakan tool ESDA (*Histogram, dan Normal QQ-Plot*) dapat menggambarkan variabilitas spasial hujan per sub-wilayah dengan lebih detail. Peta tematik hasil interpolasi menunjukkan sebaran hujan HThn_rrt di wilayah tersebut antara 1200 mm/tahun sampai dengan 2600 mm/tahun. HthnMaks mencapai nilai antara 2100 mm/tahun sampai dengan 4500 mm/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari **Penelitian Hibah Kompetensi – DRPM** tahun anggaran 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada DRPM Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Program HIBAH Kompetensi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, D. *et al.* (2010) 'Spatial interpolation of daily precipitation in China: 1951–2005', *Advances in Atmospheric Sciences*, 27(6), pp. 1221–1232. doi: 10.1007/s00376-010-9151-y.
- Coulibaly, M. and Becker, S. (2007) 'Spatial Interpolation of Annual Precipitation in South Africa- Comparison and Evaluation of Methods', *Water International*, 32(3), pp. 494–502. doi: 10.1080/02508060708692227.
- Indarto dan Boedi S. 2011. *Variabilitas Spasial Hujan Tahunan di Jawa Timur: Aplikasi ESDA (Histogram, Voronoi Map, QQ-Plot, Trend Analysis)*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. XI ISSN 1412 – 0976 : 61 - 69.
- Indarto. 2013a. *Analisis Geostatistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Indarto. 2013b. *Variabilitas Spasial Hujan Harian di Jawa Timur*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 20(2) : 107-120.

Digital Repository Universitas Jember

- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K. dan Lucas, N. 2001. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. GIS by ESRI.
- Kim, S. *et al.* (2010) 'Comparison of spatial interpolation techniques for predicting climate factors in Korea', *Forest Science and Technology*, 6(2), pp. 97–109. doi: 10.1080/21580103.2010.9671977.

