

# ANALISIS SPASIAL DISTRIBUSI BULAN BASAH DAN BULAN KERING DI JAWA TIMUR

Spatial Distribution of Wet Month and Dry Month in East Java Region

**Indarto, Boedi Susanto, Ardian Nur Fakrudin**

Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), Pusat Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember, 68121  
E-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

## ABSTRAK

Makalah ini memaparkan distribusi spasial Bulan Basah (BB) dan Bulan Kering (BK) di Jawa Timur. Data hujan diperoleh dari 943 lokasi stasiun hujan yang tersebar merata di seluruh wilayah Provinsi Jawa Timur. Hujan bulanan dihitung dari kumulatif hujan harian. Selanjutnya, nilai BB dan BK ditentukan berdasarkan metode klasifikasi Iklim Oldeman. Analisa spasial dilakukan menggunakan tool ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) yang terdapat pada ArcGIS Geostatistical Analyst. Tool yang digunakan mencakup: Histogram, Voronoi Map, dan QQ-Plot. Hasil analisa menunjukkan grafik Histogram dan Normal QQPlot untuk Bulan Basah dan Bulan Kering (BK) mendekati distribusi normal. Nilai statistik BB yang diperoleh adalah: minimal = 1 bulan/tahun dan maksimal = 9 bulan/tahun. Nilai bulan basah (BB) rerata dari seluruh stasiun untuk semua periode adalah 3,67 bulan/tahun dan nilai median = 4 bulan/tahun. Histogram bulan basah menghasilkan nilai standar deviasi = 1,2; koefisien skewness = 0,05; dan koefisien curtosis sebesar (3,09). Histogram Bulan Kering, menghasilkan nilai minimal 2 bulan/tahun dan maksimal = 11 bulan/tahun. Sedangkan, nilai BK rerata dari seluruh stasiun untuk semua periode adalah 6,4 bulan/tahun dan nilai median = 6 bulan/tahun. Histogram juga menampilkan nilai standar deviasi = 1,21; koefisien skewness = 0,11; dan koefisien curtosis = (3,6). Penelitian menunjukkan bahwa analisa menggunakan: histogram, Voronoi Map, Normal QQ-Plot dapat menggambarkan lebih detail variabilitas spasial Bulan Basah dan Bulan Kering di Jawa Timur.

**Kata kunci:** ESDA, histogram, voronoi-map, QQ-plot, bulan basah, bulan kering, Jawa Timur

## ABSTRACT

This paper expose the spatial distribution of Wet Month (WM) and Dry Month (DM) in East Java region. Daily Rainfall data was collected from 943 pluviometres spread around the region. Monthly rainfall data is calculated from cumulatif of daily rainfall data. Then, wet and dry month were determined from monthly rainfall data using Oldeman Classification method. Furthermore, Spatial statistics were analysed by means of ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) available on Geostatistical Analyst extention of ArcGIS (9.x.). Statistical tools exploited to analyse the data include: (1) Histogram, (2) Voronoi Map and (3) QQ-Plot. The result show that histogram and QQ-Plot of WM and DM are close to normal distribution. Statistical value of Wet Month (WM) obtained from the analysis are: minimum = 1 month/year, maximum = 9 month/year, average = 3,67 month/year, and median = 4 month/year. Other statistical value summarised are: standard deviation = 1,2; skewness = 0,05; dan curtosis = 3,09. While for Dry Month (DM), statistical value obtained are: minimum = 2 month/year, maximum = 11 month/year, average = 6,4 month/year, and median = 6 month/year. Other statistical value summarised are: standard deviation = 1,21; skewness = 0,11; and curtosis = 3,6. The research demonstrate the capability and benefit of those statistical tool to describe detailed spatial variability of Wet Month (WM) and Dry Month (DM).

**Keywords:** ESDA, histogram, voronoi-map, QQplot, wet month, dry month, East Java

## PENDAHULUAN

Perkembangan pemodelan spasial dan prosedur estimasi, metode inferensi, dan perangkat lunak pendukung telah memungkinkan kita untuk memodelkan fenomena yang relatif: lebih kompleks, jumlah data lebih besar dan dengan menggunakan berbagai metode.

Studi tentang variabilitas spasial hujan dan penerapan metode interpolasi untuk pemetaan hujan sudah umum dilakukan oleh banyak peneliti di berbagai Penjuru Dunia. Dirks dkk. (1998) menggunakan jaringan stasiun hujan yang cukup rapat untuk interpolasi data hujan dari alat ukur yang berupa titik-titik pengukuran menjadi hujan luasan untuk wilayah Norfolk Island. Pada prinsipnya ada banyak metode interpolasi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Studi untuk membandingkan metode interpolasi mana yang paling efektif digunakan juga telah banyak dilakukan, misalnya oleh Li dkk. (2000). Selanjutnya, Johnston dkk. (2001) mengklasifikasikan metode interpolasi data ke dalam dua kelas utama: *Deterministik* dan *Geostatistik*. Lebih jauh, Johnston dkk. (2001) juga menjelaskan konsep dan contoh aplikasi masing-masing metode.

Sejak dekade terakhir ini, penerapan berbagai metode untuk interpolasi dan studi variabilitas spasial terhadap data hidro-klimatologi semakin intensif di berbagai belahan Dunia. Beberapa contoh yang relatif berbeda misalnya dijumpai dalam uraian berikut. Jones dan Thornton (2000) menggunakan model “*third-order markov*” untuk interpolasi data iklim. Goovaerts (2000) menggunakan pendekatan geostatistik dan data ketinggian yang selanjutnya digunakan untuk interpolasi data hujan wilayah. Metode geostatistik juga digunakan oleh Wen-Yuan dkk. (2004) untuk interpolasi data meteorologi. Szentimrey dkk. (2005) memaparkan konsep MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data). Selanjutnya, Lupikasza (2006) menerapkan metode interpolasi untuk data hujan di daratan Eropa. Moges dkk. (2007) mengkombinasikan teknik yang ada pada GIS dan geostatistik dengan memanfaatkan data penginderaan jauh untuk interpolasi data hujan. Haberlandt (2007) menggunakan interpolasi geostatistik untuk memprediksi data hujan jam-jam-an (*hourly precipitation*) melalui kombinasi data konvensional (pengukuran pada stasiun hujan) dan radar meteorologi untuk memodelkan kejadian hujan ekstrim dalam skala luas. Ellouze dkk. (2009) mempelajari karakteristik spasial hujan bulanan dan hujan tahunan di wilayah selatan Tunisia. Selanjutnya, De Smith dkk. (2007) memaparkan dan mereview lebih detail tentang perkembangan berbagai metode, model, perangkat lunak dan contoh aplikasi yang dapat digunakan untuk interpolasi data dan aplikasi statistik spasial. Berbagai model, metode dan perangkat lunak tersebut pada prinsipnya dapat diterapkan

tidak terbatas pada hidro-meteorologi saja, tetapi dapat juga diaplikasikan hampir pada segala bidang kehidupan.

Teknik analisa spasial yang sekarang berkembang sering disebut sebagai *Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA)*. Konsep ESDA merupakan analogi dari EDA (*Exploratory Data Analysis*). EDA dan ESDA pada prinsipnya sama-sama merupakan alat analisa statistik. Perbedaannya, pada ESDA nilai dan visualisasi statistik terintegrasi dengan nilai dan visualisasi peta yang di analisa. Sementara, perangkat lunak EDA umumnya tidak menyediakan fitur untuk visualisasi data secara spasial. ESDA dapat digunakan untuk menganalisa data dalam berbagai cara (sudut pandang). Sebelum membentuk luasan, ESDA memungkinkan kita untuk memahami lebih mendalam fenomena yang sedang dianalisa, sehingga keputusan yang kita ambil terkait dengan data lebih tepat. Ada banyak teknik statistik dan analisa di dalam konsep ESDA. ESDA dapat digunakan untuk memplotkan distribusi data, melihat kecenderungan global dan lokal, mengevaluasi auto-korelasi spasial (*spasial autocorrelation*), memahami covarian diantara beberapa seri data (De Smith dkk., 2007).

Analisa paling sederhana di dalam ESDA adalah membuat ringkasan nilai statistik dari suatu seri data atau dalam konteks data spasial adalah membuat ringkasan dari atribut tabel atau nilai grid.

Analisa dalam bentuk grafik umumnya berupa: histogram, pie charts, box plots dan/atau scatter plot. Tidak satupun grafik di atas menunjukkan secara eksplisit perspektif spasial dari suatu seri-data, tetapi jika ada fasilitas untuk menghubungkan data tersebut dengan peta dan tabel, maka data-data tersebut dapat lebih bermakna untuk analisa spasial. ESDA memfasilitasi analisa tersebut. Pemilihan terhadap objek melalui linking dapat dilakukan secara otomatis (melalui pemrograman) atau didefinisikan oleh pengguna melalui grafik (De Smith dkk., 2007).

Fasilitas seperti tersebut di atas telah diimplementasikan pada berbagai perangkat lunak misalnya: ArcGIS Geostatistical Analyst (Johnston dkk. 2001) dan GS+TM (Robertson, 2008).

Makalah ini memaparkan contoh aplikasi ESDA untuk mendeskripsikan variabilitas spasial suatu fenomena. Fenomena dalam hal ini adalah bulan basah (BB) dan bulan kering (BK) di Jawa Timur. Analisa ESDA dilakukan dengan memanfaatkan ekstension ArcGIS Geostatistical Analyst. Tool yang digunakan mencakup: (1) Histogram, (2) Voronoi Map, (3) Normal QQPlot, dan (4) Trend Analysis.

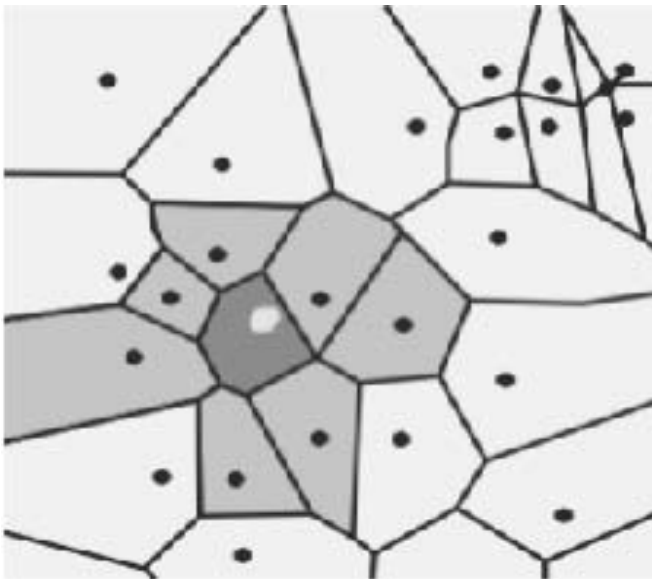
### Histogram

Histogram berupa diagram batang yang menunjukkan seberapa sering suatu nilai data terjadi (*frekuensi*) untuk interval atau kelas tertentu. Dalam studi ini, frekuensi yang

dimaksud adalah jumlah stasiun yang berada pada kelas tertentu di dalam Histogram.

### Voronoi Map

Voronoi map dibuat dari suatu seri poligon yang dibentuk mengelilingi tiap titik pengukuran. Poligon dibuat sedemikian rupa sehingga setiap lokasi di dalam poligon lebih dekat terhadap sampel titik tersebut, jika dibandingkan jaraknya terhadap titik-titik lainnya. Setelah suatu poligon terbentuk, maka poligon-tetangga (*neighbors*), didefinisikan sebagai semua poligon yang mengelilingi titik-titik sampel di sekitarnya dan berbatasan langsung dengan poligon yang dimaksud (Gambar 1).



Gambar 1. Konsep voronoi map

Dengan menggunakan konsep semacam ini, maka beberapa nilai statistik lokal dapat dihitung. Sebagai contoh, dengan merujuk pada Gambar (1), rerata-lokal dihitung dengan melibatkan nilai rerata titik sampel di dalam poligon berwarna merah dan biru muda tersebut. Nilai rerata-lokal ini selanjutnya diberikan untuk poligon berwarna merah. Selanjutnya, cara perhitungan semacam ini diulangi untuk semua poligon dan poligon tetangga (*neighbors*), seri warna menunjukkan nilai-relatif rerata lokal tersebut, yang selanjutnya dapat menggambarkan daerah dengan nilai rerata tinggi atau rendah .

Sampel titik (berwarna hijau), dikelilingi oleh poligon berwarna merah. Setiap lokasi di dalam poligon merah lebih dekat jaraknya terhadap titik hijau daripada jarak terhadap titik sampel lain (warna hitam). Semua poligon berwarna biru muda berbatasan langsung dengan poligon merah. Jadi poligon

poligon biru tersebut, merupakan tetangga (*neighbors*) dari poligon merah (Johnston dkk., 2001).

*Voronoi Mapping Tool (VMT)* di dalam *ArcGIS Geostatistical Analyst* menyediakan berbagai metode untuk penentuan dan perhitungan nilai polygon. Voronoi statistik digunakan untuk berbagai keperluan dan pada prinsipnya dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori:

- Local Influence* : Simple
- Local Smoothing* : Mean, Mode, Median
- Local Variation* : Standard Deviation, Interquartile range, Entropy
- Local Outliers* : Cluster

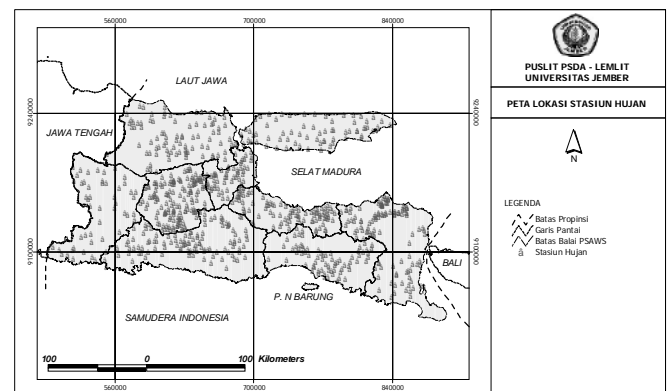
### QQ-Plot

*QQPlots* membandingkan kuantile dari dua distribusi dalam satu grafik. Ada dua jenis QQ-Plot, yaitu: **Normal QQ-Plot** dan **General QQ-Plot**. Pada Normal QQ-Plot kuantile dari suatu seri-data dibandingkan dengan kuantile dari standard distribusi normal. Normal Jika ke dua grafik mirip, maka data tersebut dapat diasumsikan memiliki distribusi normal General QQ-Plot digunakan untuk mengukur similaritas distribusi dari dua seri-data. General QQ-Plot dibuat dengan memplotkan distribusi kumulatif dari dua seri data tersebut (Johnston dkk., 2001).

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Provinsi Jawa Timur. Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis yang diambil dari 943 alat ukur (penakar hujan/pluviometri/gelas ukur) yang ada di seluruh Wilayah Provinsi Jawa Timur. Data diperoleh dari Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur. Gambar (2) menampilkan lokasi alat ukur tersebut. Terlihat bahwa 943 alat ukur tersebut terdistribusi merata ke dalam (9) sembilan wilayah UPT PSAWS.



Gambar 2. Lokasi alat ukur

**Input Data**

Data hujan yang digunakan adalah hujan harian atau kumulatif tebal hujan selama 24 jam. Hujan bulanan diperoleh dari kumulatif hujan harian selama periode 1 bulan. Hujan tahunan (HThn) dihitung dari kumulatif hujan harian selama 1 tahun berjalan. Selanjutnya, untuk keperluan analisa spasial, data yang dipakai adalah data hujan bulanan rerata pada setiap lokasi (Stasiun). Nilai rerata dihitung dari rerata hujan bulanan selama periode yang ada. Penelitian ini lebih fokus pada analisa variabilitas spasial, sehingga lebih mementingkan kerapatan stasiun hujan relatif terhadap ruang (*space*). Variasi panjang periode rekaman data hujan antara satu stasiun dengan stasiun yang lain-nya diabaikan. Diasumsikan bahwa panjang periode rekaman tidak berpengaruh secara nyata terhadap penentuan nilai rerata hujan bulanan.

**Format Data**

Data hujan selanjutnya direkam dalam tabel EXCEL.

Identifikasi untuk tiap kolom dalam tabel tersebut adalah sebagai berikut: kolom ke 1 adalah: ID (No urut identifikasi); kolom ke 2 = Dtbs (kode stasiun hujan di dalam database); kolom ke 3 = mT (Meter Timur) atau koordinat (x) untuk sistem proyeksi UTM Zone 49S WGS84; kolom ke 4 = mU (Meter Utara) atau koordinat (y) untuk sistem proyeksi UTM Zone 49S WGS84; kolom ke 5 = El (m) yang menunjukkan ketinggian lokasi stasiun hujan (satuan meter); kolom ke 6 = HThn (mm) mewakili rerata hujan tahunan (satuan mm); kolom ke 7 = HH (hari hujan) merupakan rerata jumlah hari di mana terdapat hujan dalam satu tahun kalender masehi, pada setiap lokasi stasiun tersebut; H24(mm) = hujan 24jam maksimal (satuan mm), mewakili hujan maksimal yang terjadi selama satu hari (24 jam) dan direkap sepanjang periode rekaman; Pr = periode rekaman data (satuan: tahun). Variabel lainnya hujan bulan Januari sd Desember, bulan basah (BB) dan Bulan kering (BK) diletakkan pada kolom selanjutnya (Gambar 3A dan 3B).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID	Dtbs	mT	mU	El (m)	HThn(mm)	HH	H24(mm)	Pr(tahun)
2	1	0101001	635429	9094030	150,0	1831,0	64,0	318,0	3
3	2	0101002	649032	9117009	589,0	3483,0	131,0	143,0	4
4	3	0101003	622185	9102789	134,0	2112,0	78,0	112,0	2
5	4	0101004	629940	9105008	193,0	1827,0	74,0	181,0	4
6	5	0101005	640837	9102073	203,0	2077,0	96,0	156,0	3
7	6	0101006	650566	9090509	229,0	1728,0	85,0	102,0	4
8	7	0101007	627024	9115183	277,0	2281,0	85,0	105,0	2
9	8	0101008	648251	9102835	229,0	2348,0	103,0	94,0	4
10	9	0101009	609688	9107082	99,0	1541,0	87,0	111,0	4
11	10	0101010	643766	9111476	394,0	3244,0	120,0	105,0	4
12	11	0101011	634446	9107130	225,0	2142,0	121,0	102,0	3
13	12	0101012	644131	9114393	490,0	2498,0	107,0	127,0	3
14	13	0101013	639164	9094448	165,0	1973,0	67,0	325,0	4
15	14	0101014	626531	9099195	134,0	1491,0	79,0	102,0	3
16	15	0101015	637028	9118726	560,0	2403,0	87,0	105,0	4
17	16	0101016	637583	9117890	615,0	2358,0	88,0	110,0	3
18	17	0101017	650987	9098578	198,0	2108,0	104,0	159,0	4
19	18	0101018	634430	9099497	163,0	2065,0	90,0	243,0	4
20	19	0101019	636101	9113717	406,0	2374,0	108,0	140,0	4
21	20	0101020	643469	9099005	193,0	1700,0	94,0	134,0	4

**A**

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Y	Z
h jan	h feb	h mar	h apr	h mei	h jun	h jul	h ags	h sep	h okt	h nov	h des	bb	bk
364,0	355,0	190,0	98,0	48,0	0,0	0,0	0,0	55,0	9,0	251,0	519,0	4,0	7,0
536,0	443,0	605,0	307,0	128,0	72,0	78,0	4,0	73,0	104,0	496,0	768,0	6,0	5,0
402,0	391,0	367,0	317,0	66,0	25,0	0,0	0,0	31,0	28,0	162,0	367,0	5,0	7,0
324,0	363,0	255,0	141,0	53,0	13,0	0,0	30,0	14,0	48,0	147,0	472,0	5,0	7,0
355,0	401,0	298,0	145,0	126,0	43,0	0,0	0,0	23,0	29,0	199,0	3,0	5,0	6,0
334,0	269,0	238,0	99,0	96,0	13,0	80,0	0,0	56,0	76,0	185,0	403,0	4,0	6,0
314,0	390,0	375,0	118,0	140,0	55,0	64,0	0,0	66,0	123,0	256,0	486,0	6,0	5,0
404,0	380,0	428,0	192,0	80,0	70,0	130,0	0,0	9,0	61,0	256,0	477,0	5,0	5,0
262,0	305,0	224,0	125,0	79,0	10,0	28,0	2,0	3,0	37,0	112,0	384,0	4,0	7,0

**B**

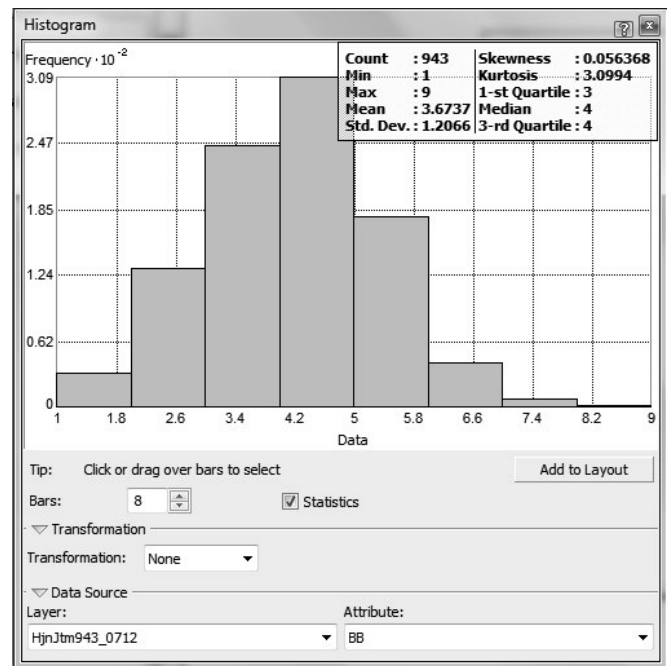
Gambar 3. Contoh format data di dalam Excel

Pada penelitian ini, Bulan Basah (BB) dan Bulan Kering (BK) ditentukan dengan metode klasifikasi iklim Oldeman. Dasar penentuan Bulan basah, Bulan lembab, dan Bulan kering menurut metode Oldeman (Oldeman dan Frere, 1982) adalah sebagai berikut:

1. Bulan basah, apabila curah hujannya > 200 mm/bulan.
2. Bulan lembab, apabila curah hujannya 100 – 200 mm/bulan.
3. Bulan kering, apabila curah hujannya < 100 mm/bulan.

**Analisa ESDA**

Analisa dilakukan dengan menggunakan tool statistik yang ada pada: *ArcGIS Geostatistical Analysis*. Setelah data terformat dan dapat diintegrasikan ke dalam database ArcGIS, dilanjutkan dengan analisa ESDA melalui sub-menu *ExplorData*. Tool ESDA yang dipakai meliputi: (1) *Histogram*, (2) *Voronoi Map*, (3) *Normal QQQPlot*, dan (4) *Trend Analysis*, (5) *Semivariogram/Covariance Cloud*, (6) *General QQQPlot*, dan (7) *Crosscovariance Cloud*. Tahap analisa mengikuti prosedur yang ada di dalam *ArcGIS Geostatistical Analyst*. Pada tulisan ini hanya dibahas hasil analisa menggunakan tiga tool pertama, yaitu: *Histogram*, *Voronoi Map*, *Normal QQ-Plot*.



Keterangan: Nilai statistik BB yang dihasilkan adalah sebagai berikut: Minimum = 1; Maksimum = 9, Rerata = 3,67; Standar deviasi = 1,28; koefisien skewness = 0,056; Koefisien Kurtosis = 3,09; dan Median = 4.

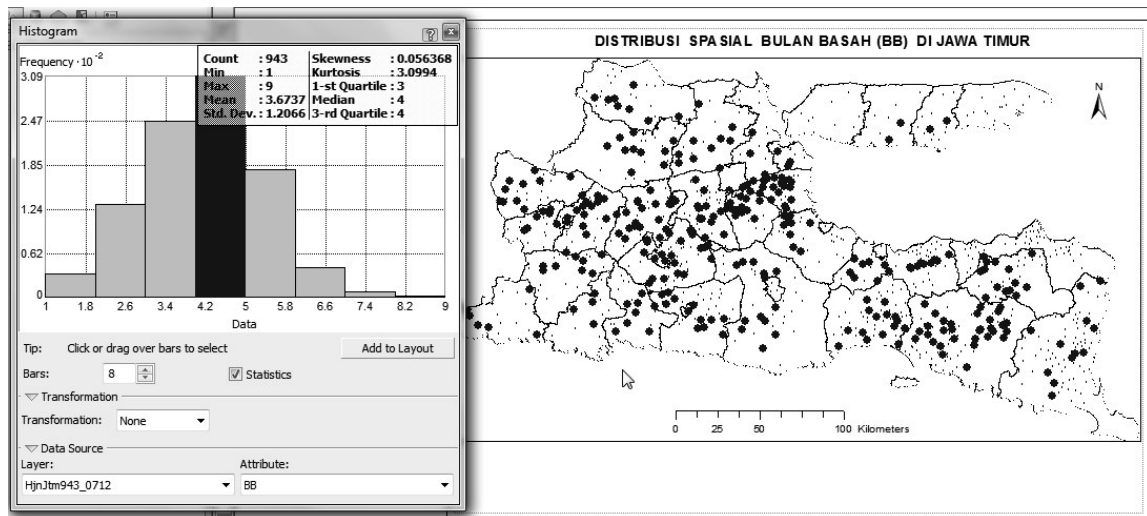
Gambar 4. Distribusi stasiun hujan berdasarkan kelas BB

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Histogram Bulan Basah**

Gambar (4) menunjukkan distribusi frekuensi jumlah stasiun hujan berdasarkan kelas Bulan Basah (BB). Kelas BB dinyatakan dalam sumbu X, dan frekuensi kejadian stasiun hujan (jumlah stasiun hujan yang memiliki kelas tersebut) digambarkan dalam sumbu Y.

Dari sejumlah 943 stasiun, terlihat bahwa 309 stasiun memiliki BB antara 4 sd 5 bulan per tahun. Distribusi spasial lokasi stasiun hujan pada kelas tersebut ditunjukkan dalam Gambar (5) berupa titik-titik yang dipertebal warnanya. Wilayah tersebut tersebar hampir di seluruh Jawa Timur, kecuali di Pulau Madura dan sebagian wilayah Pantai Utara (Gresik, Lamongan, Tuban). Sekitar 19, Kabupaten dan kota



Gambar 5. Distribusi stasiun dengan berbagai nilai bulan basah.

yang termasuk dalam kelas tersebut. Ini membuktikan bahwa lamanya Bulan Basah di sebagian besar wilayah Jawa Timur antara 4 – 5 bulan per tahun.

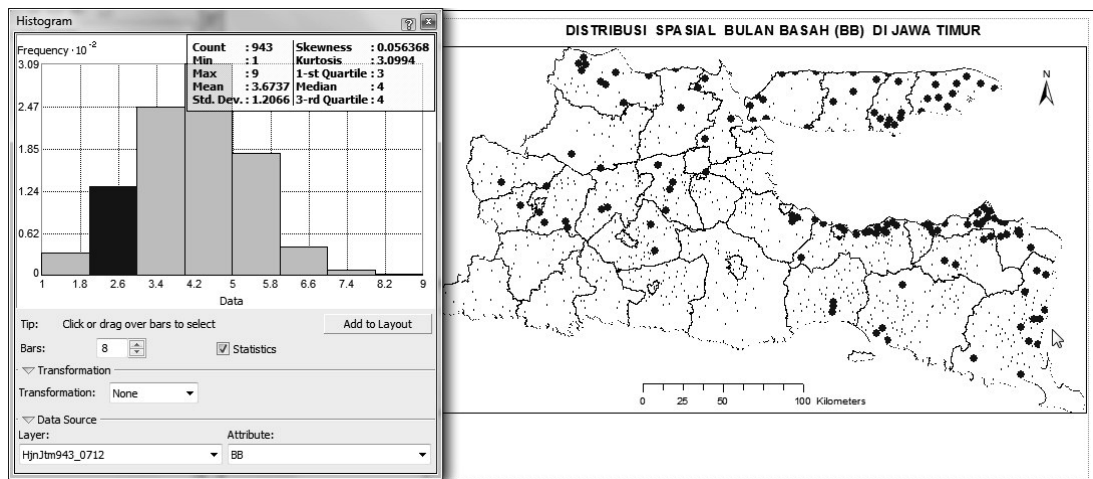
Dengan cara yang sama, kita dapat menggambarkan distribusi spasial daerah dengan periode bulan basah antara: 2 sd 3 bulan (Gambar 6a), antara 3 sd 4 bulan (Gambar 6b), dan antara 5 sd 6 bulan (Gambar 6c). Frekuensi BB antara 2 sd 3 bulan ditunjukkan oleh 126 stasiun (Gambar 6a), yang secara spasial stasiun-stasiun tersebut berada di Wilayah: Banyuwangi, Situbondo, Bondowoso, Jember, Probolinggo, Madura, Gresik, Lamongan, Tuban, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Kediri, Madiun dan Magetan.

Frekuensi BB antara 3 sd 4 bulan ditunjukkan oleh 247 stasiun hujan (Gambar 6b). Frekuensi BB antara 5 sd 6 ditunjukkan oleh 185 stasiun hujan (Gambar 6c), yang tersebar pada wilayah Kabupaten/Kota: Banyuwangi, Jember,

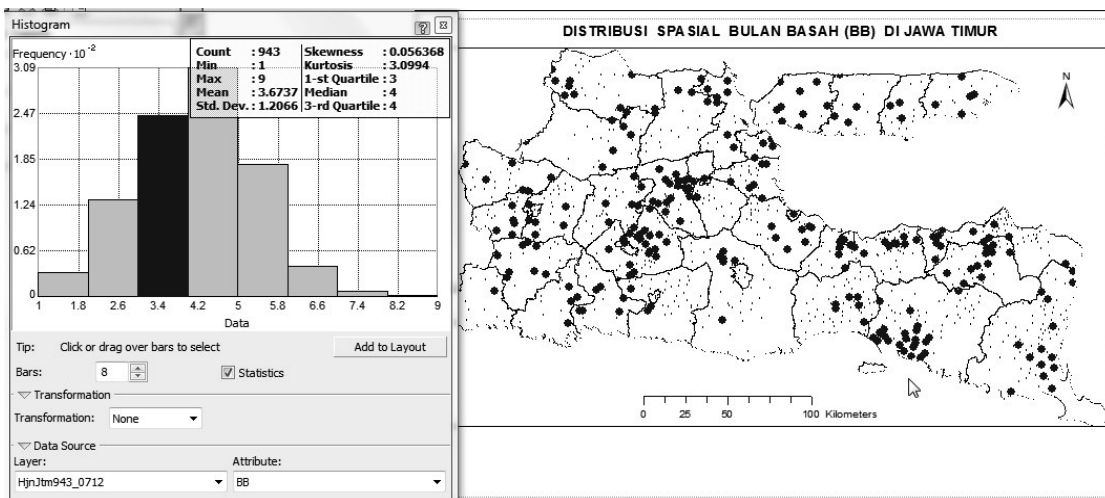
Lumajang, Probolinggo, Malang, Blitar, Pacitan, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Mojokerto dan Pasuruan. Distribusi frekuensi juga mengukur sebaran titik-titik di sekitar nilai rerata, yang ditunjukkan oleh nilai varian (*variance*) dan standar deviasi. *Variance (V)* menunjukkan tingkat deviasi rerata semua sampel terhadap nilai rerata-nya.

Standar Deviasi (*SD*) adalah akar kuadrat dari variance. *SD* menggambarkan sebaran data terhadap nilai rerata. Nilai *SD* pada histogram BB tersebut relatif besar ( $SD = 1,2$ ), hal ini menunjukkan sebaran data yang relatif merata ke semua kelas (tidak mengumpul di sekitar nilai rerata) dan menghasilkan bentuk grafik yang relatif tumpul.

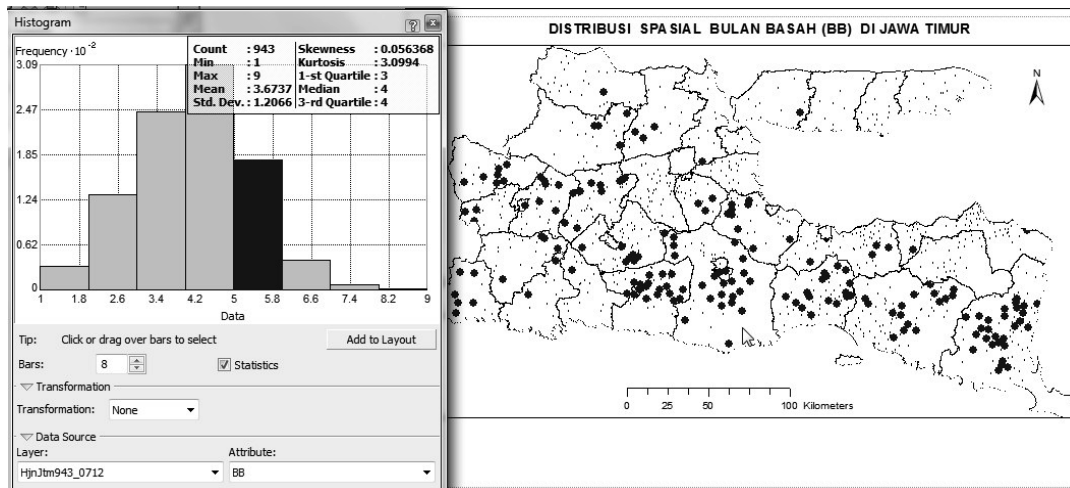
Distribusi frekuensi juga dicirikan oleh bentuk (*shape*), yang ditunjukkan oleh kemencengan (*coefficient of skewness*) dan *kurtosis*. *Skewness* mengukur tingkat simetri dari suatu distribusi. Distribusi frekuensi yang simetri (atau kurva



(6a)



(6b)



(6c)

Gambar 6. Histogram dan distribusi spasial stasiun hujan, yang menggambarkan: (a) wilayah dengan BB: 2 – 3 bulan/ tahun, (b) BB: 3 – 4 bulan/tahun, dan (c) BB: 5 – 6 bulan/tahun

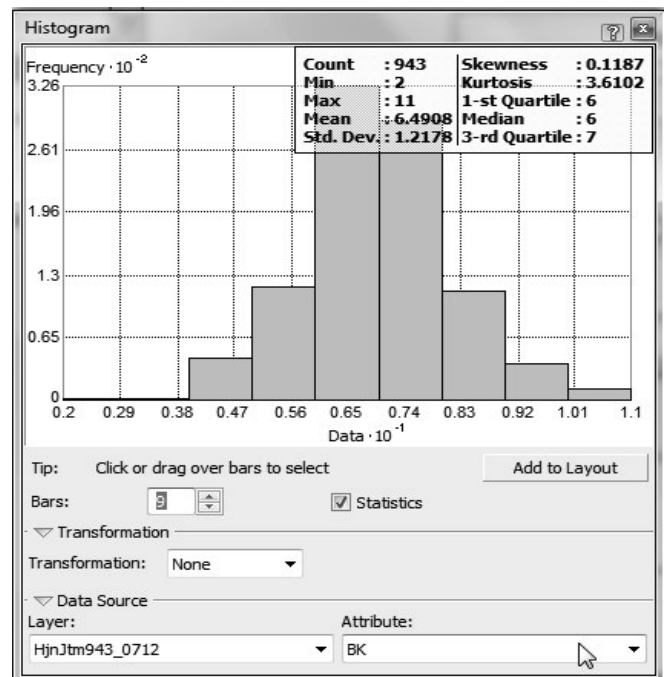
bagian kiri dan kanan relatif seimbang), dikatakan memiliki nilai *skewness* = 0. Distribusi frekuensi dengan nilai *skewness positif* akan condong ke kanan dan lebih banyak mempunyai kelas dengan nilai besar (Johnston dkk., 2001).

Sebaliknya, distribusi dengan nilai *skewness negatif* disebut sebagai condong ke kiri dan lebih banyak terdiri dari nilai-nilai kecil. Histogram BB (Gambar 5) tergolong normal atau netral, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien *skewness* = 0,05. Hal ini juga diperkuat oleh nilai rerata (*mean*), *median*, dan *quantile* yang relatif seragam antara 3 sd 4.

*Kurtosis* didasarkan pada bentuk dan ukuran distribusi. Kurtosis menjelaskan bagaimana suatu distribusi akan menghasilkan nilai ekstrem (*outliers*). Kurtosis untuk distribusi normal = 3. Distribusi dengan bentuk relatif tebal disebut *Leptokurtosis*, dimana nilai kurtosis lebih besar dari 3. Distribusi dengan bentuk relatif kurus disebut *platykurtosis* dengan nilai kurtosis kurang dari 3 (Johnston dkk., 2001). Gambar (5) memperlihatkan distribusi BB dengan nilai kurtosis ~ 3,09 yang menunjukkan distribusi Normal.

### Histogram Bulan Kering

Gambar (7) menunjukkan histogram Bulan Kering (BK) yang dibuat dari 943 stasiun tersebut. Histogram menunjukkan nilai statistik minimum = 2, Maksimum = 11, rerata = 6,4; standar deviasi = 1,2; koefisien *skewness* = 0,11; kurtosis = 3,61; Median = 6; 1<sup>st</sup> Quartile = 6; dan 3<sup>rd</sup> Quartile = 7.



Gambar 7. Histogram bulan kering memperlihatkan ringkasan nilai statistik umum.

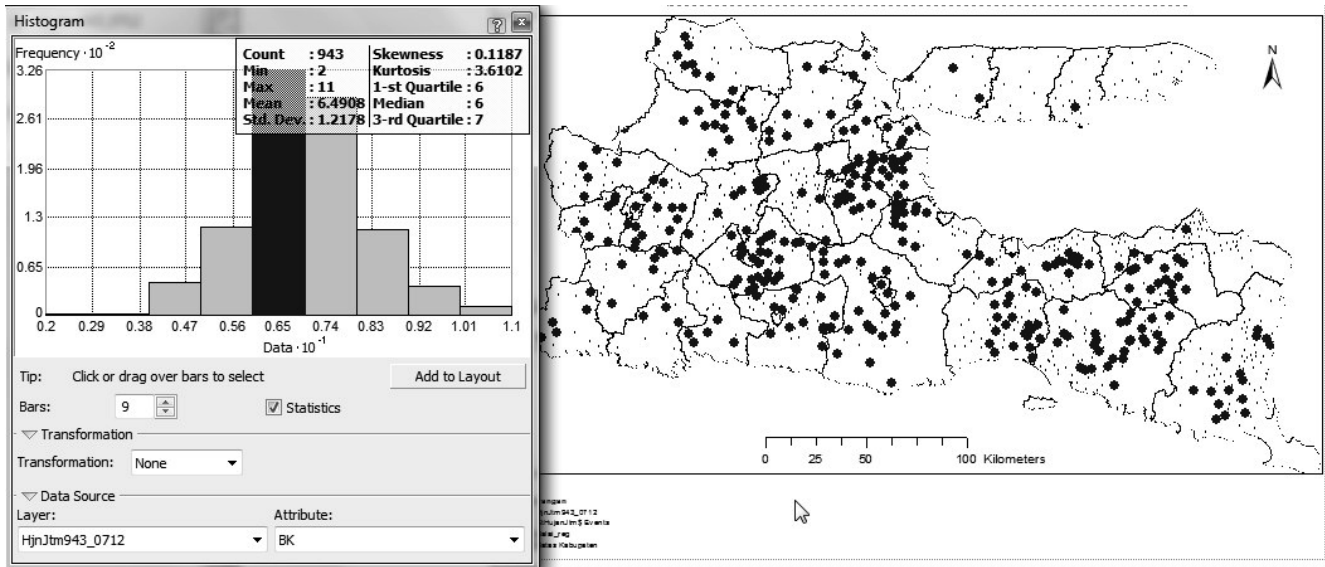
Histogram BK tersebut menunjukkan nilai koefisien *Skewness* (~ 0,11), yang berarti lebih positif dari *skewness* untuk distribusi frekuensi BB. Dapat dikatakan bahwa distribusi sedikit condong ke kanan. Bentuk distribusi BK dapat dikatakan *Leptokurtosis* dan ditunjukkan oleh nilai kurtosis ~ 3,61.

Gambar (8a) memperlihatkan distribusi spasial stasiun hujan dengan nilai BK antara 6 sd 7 (rerata 6,5) bulan per tahun, dan ditunjukkan oleh ~333 stasiun hujan. Lokasi stasiun hampir tersebar merata di seluruh wilayah Jawa Timur.

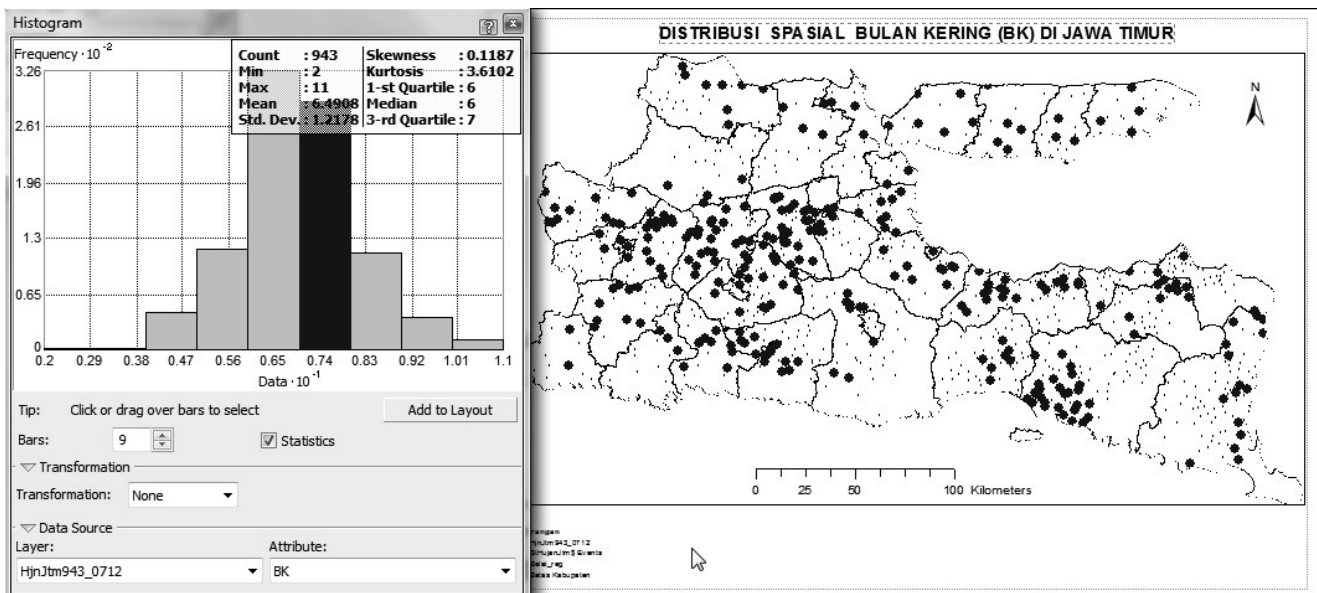
Gambar (8b) memperlihatkan distribusi spasial stasiun hujan dengan nilai BK antara 7 sd 8. Ditunjukkan oleh ~280 stasiun hujan yang relatif tersebar merata di seluruh bagian Jawa Timur. Gambar (8c) menunjukkan distribusi spasial

stasiun hujan dengan nilai BK antara: 8 sd 9 bulan. Yang ditunjukkan oleh sejumlah ~90 stasiun.

Daerah kering ini meliputi sebagian besar wilayah Pantura (Tuban, Lamongan, Gresik, Surabaya, Pasuruan, Probolinggo, Situbondo) dan sebagian besar wilayah pantai di pulau Madura (Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep), serta sedikit wilayah pada bagian barat Jawa Timur.

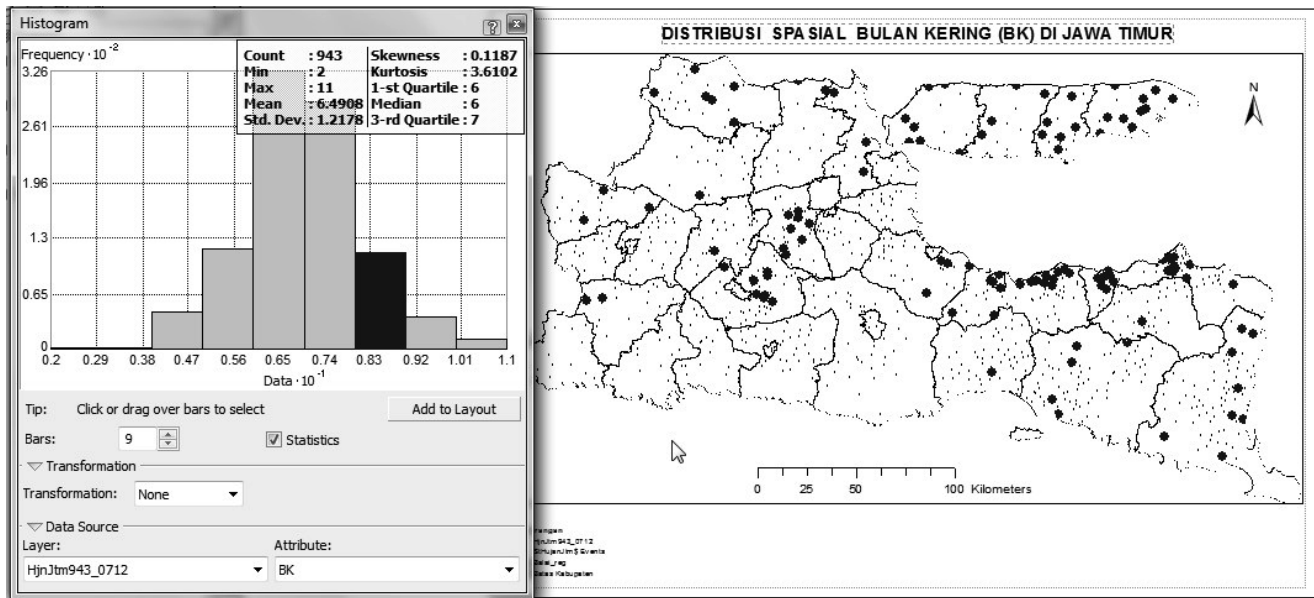


(8a)



(8b)





(8c)

Gambar 8. Histogram BK yang menggambarkan distribusi spasialwilayah dengan jumlah BK, antara : (a) 6 – 7 bulan, (b) 7 – 8 bulan dan (c) 8 – 9 bulan.

**Voronoi Map Bulan Basah**

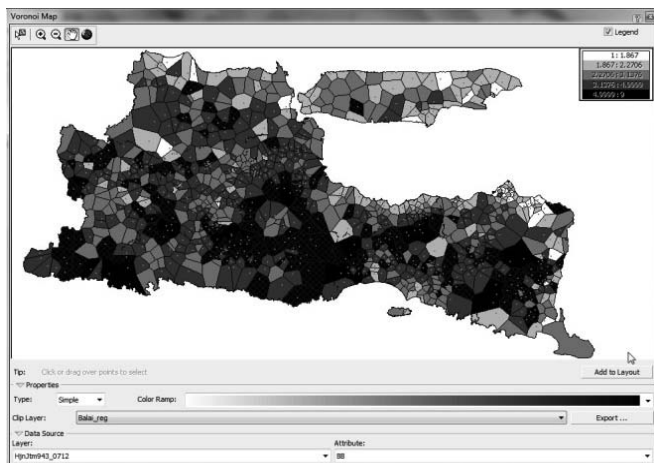
Gambar (9) menampilkan *voronoi-map* untuk Bulan basah dan Gambar (10) menampilkan *voronoi-map* untuk Bulan kering. Voronoi map menampilkan nilai-nilai statistik dalam sebuah peta dengan perbedaan warna poligon. Nilai statistik tersebut mencakup: (a) *simple*, (b) *mean*, (c) *mode*, (d) *median*, (e) *cluster*, (f) *entropy*, (g) *standar deviasi* dan (h) *IQR*.

Voronoi metode *simple* (Gambar 9a dan 10a), memperlihatkan nilai dari masing-masing stasiun, sehingga warna

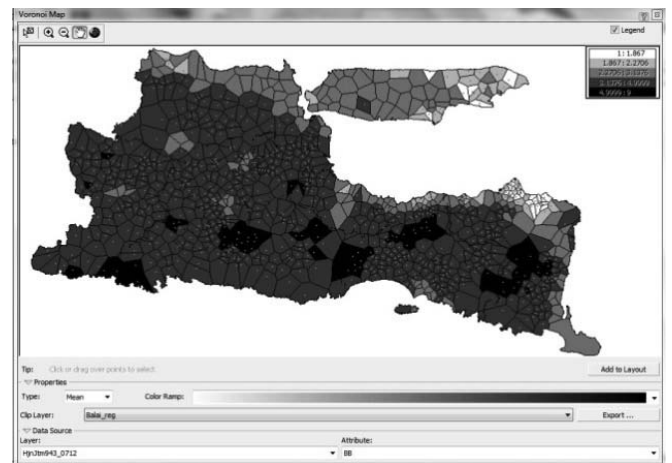
poligon satu dan sekeliling-nya sangat bervariasi (sporadis).

Adanya *Local Smoothing* dapat diamati melalui voronomi map yang dihitung dengan metode: (1) Mean, (2) Mode, dan (3) Median, dimana untuk bulan basah terlihat lebih tegas perbedaan kelas warna dan relatif lebih mengelompok dengan pola tertentu.

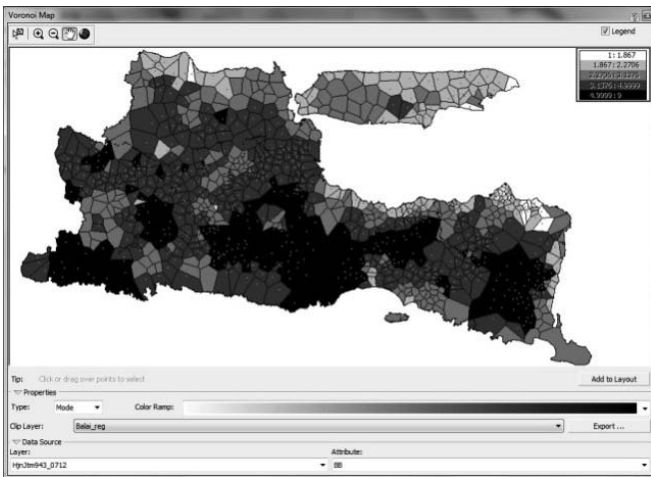
Voronoi Map yang ditunjukkan oleh nilai: (1) *Standard Deviation*, (2) *Interquartile range*, dan (3) *Entropy* menunjukkan variasi lokal yang lebih jelas antara satu poligon dengan lainnya melalui perbedaan warna yang tidak mengelompok.



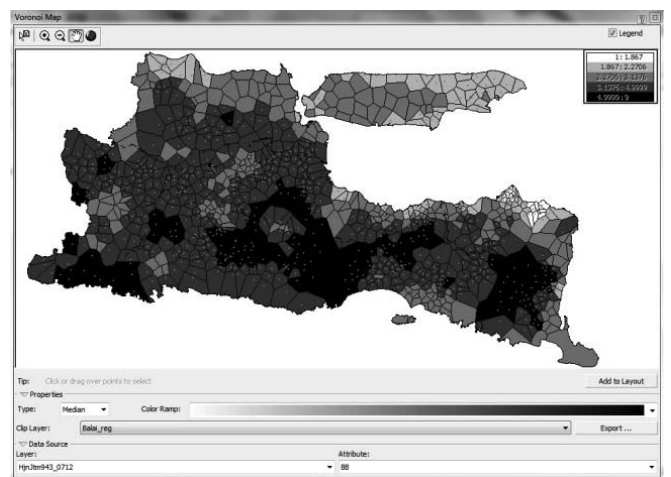
(a) Voronoi Map BB: *Simple*



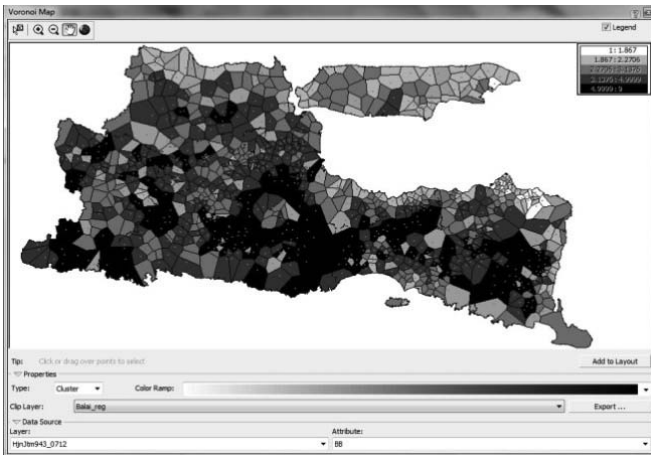
Voronoi map BB: *Mean*



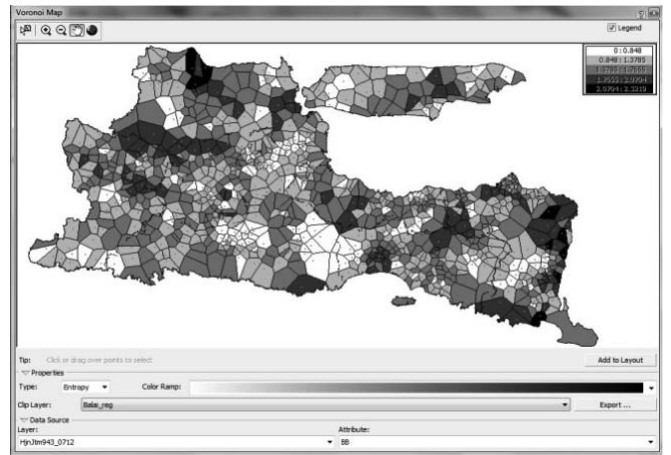
Voronoi Map BB: *Mode*



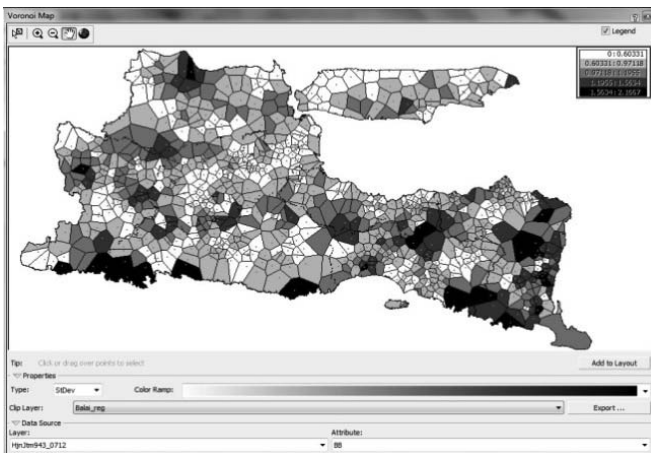
Voronoi map BB: *Median*



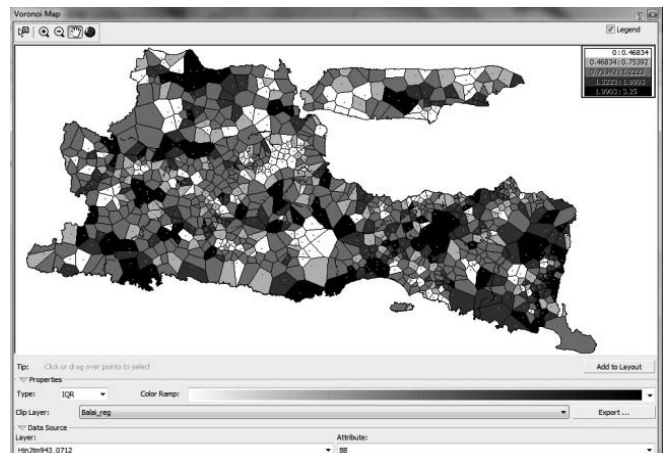
Voronoi Map BB: *Cluster*



Voronoi Map BB: *Entropy*



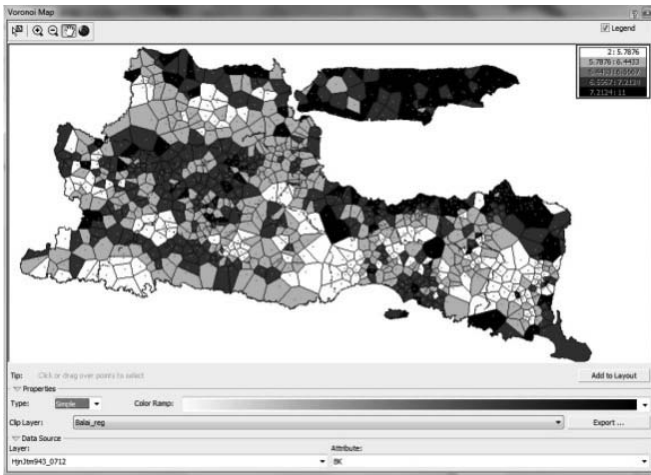
Voronoi Map BB: *Standar Deviasi*



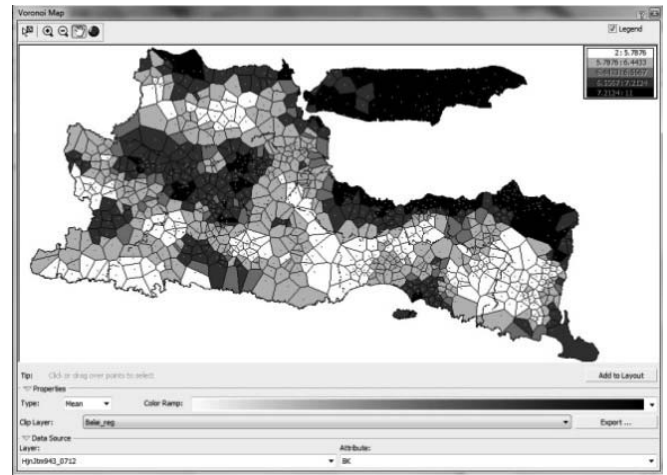
Voronoi Map BB: *IQR*

Gambar 9. Voronoi map bulan basah

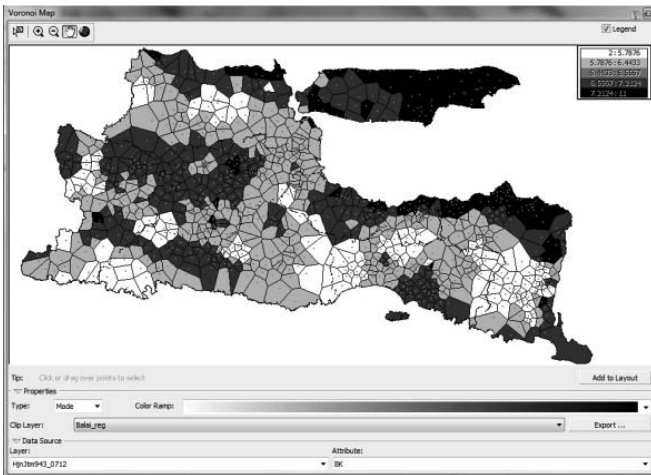
Voronoi Map Bulan Kering



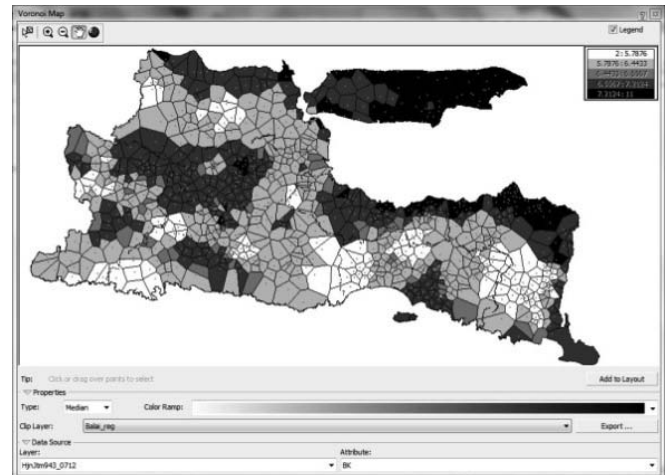
Voronoi Map BK: *Simple*



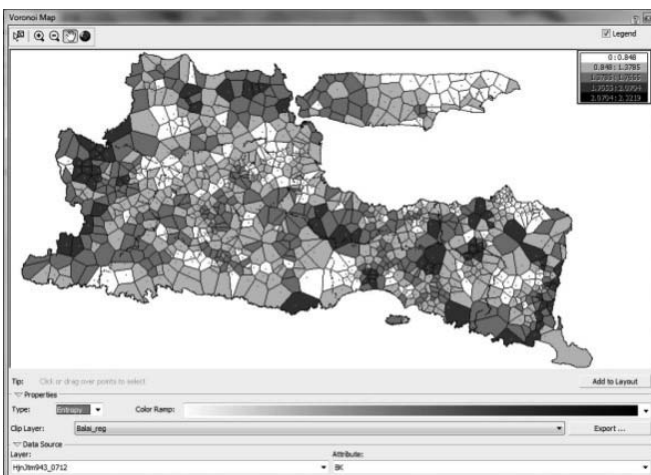
Voronoi Map BK: *Mean*



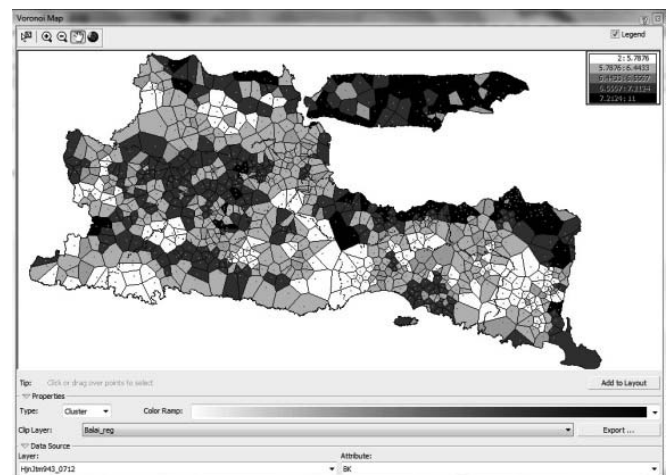
Voronoi Map BK: *Mode*



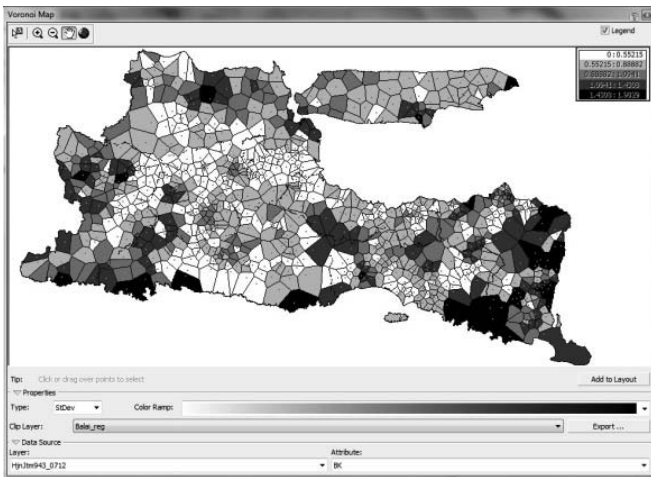
Voronoi Map BK: *Median*



Voronoi Map BK: *Entropy*

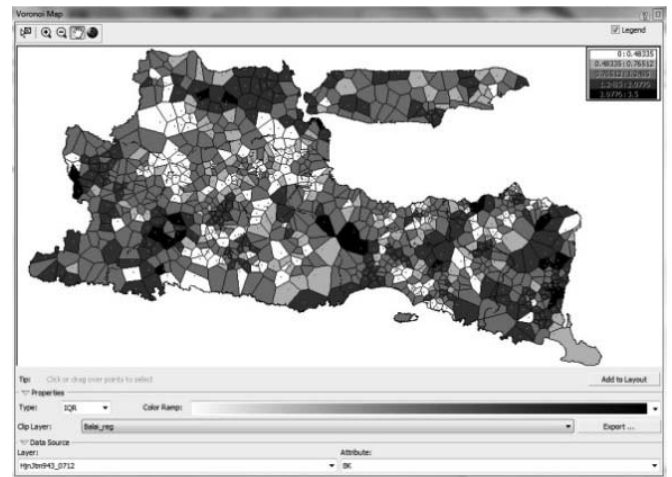


Voronoi Map BK: *Cluster*



Voronoi Map BK : Standar deviasi

Gambar 10. Voronoi map bulan kering.

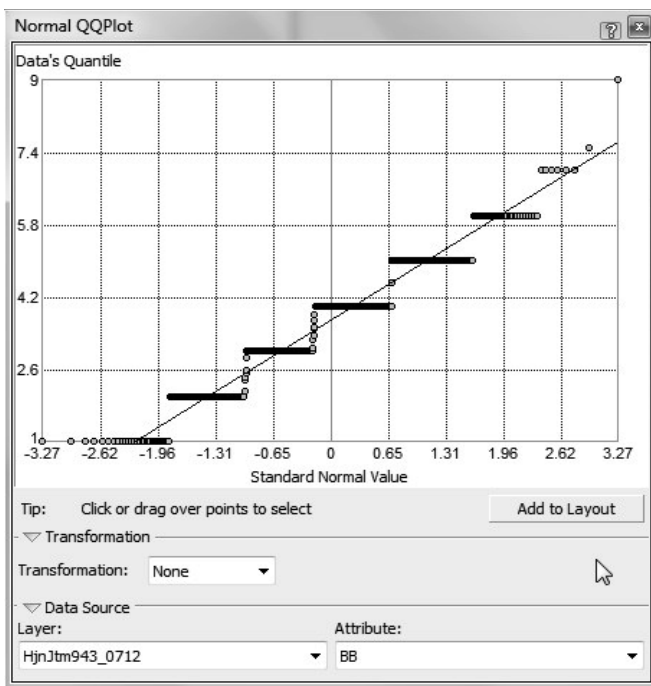


Voronoi Map BK: IQR

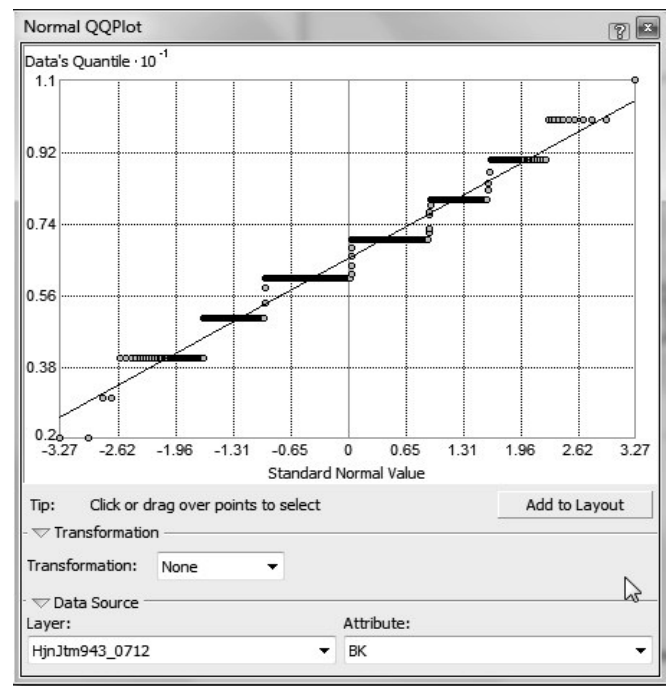
### Normal QQ-Plot

Gambar (11) menunjukkan grafik Normal QQ-Plot untuk distribusi: (a) bulan basah dan (b) Bulan kering. Distribusi pada Gambar (11) menunjukkan bahwa titik-titik sampel tidak membentuk garis lurus sejajar dengan garis normal, namun titik-titik tersebut membentuk seperti anak tangga.

Hal ini dikarenakan data yang diinputkan mempunyai range nilai yang rendah yaitu antara: 1 sd 9 dan 1 sd 11, sehingga tingkat kerapatan antara data satu dengan data lainnya dari garis tersebut sangat renggang sehingga tidak membentuk garis lurus. Namun demikian garis-garis tersebut masih menyentuh garis normal sehingga data tersebut bisa digolongkan data terdistribusi normal.



(a) Bulan Basah



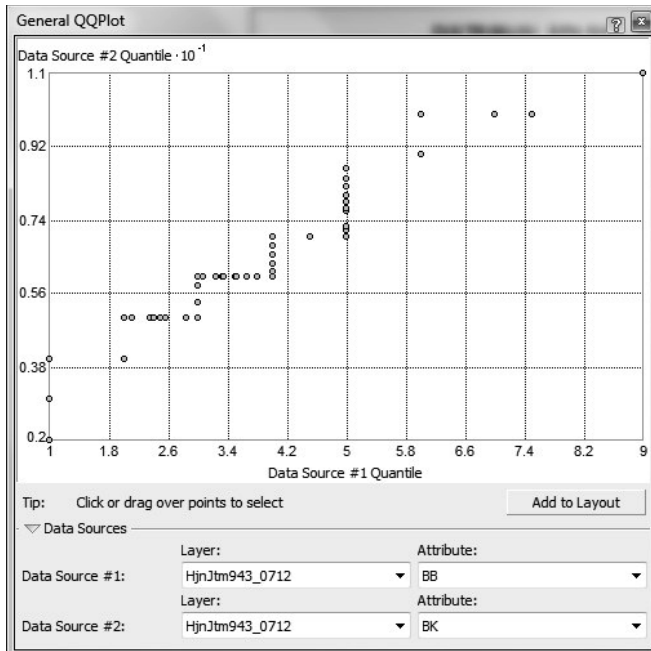
(a) Bulan Kering

Gambar 11. Normal QQ-Plot

**General QQ-Plot**

General QQ-Plot memperlihatkan dua seri data yang diplotkan ke dalam satu grafik untuk melihat kemiripan antara ke dua distribusi data tersebut.

Gambar (12) memperlihatkan hasil plot dari distribusi Bulan basah (BB) dan Bulan kering (BK) dalam grafik General QQ-Plot. Dapat dikatakan bahwa ke dua distribusi hampir mirip.



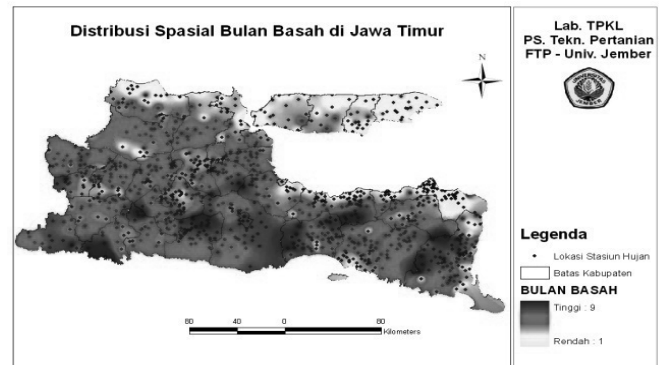
Gambar 12. General QQPlot antara bulan basah dengan bulan kering

**Pembuatan Peta Tematik**

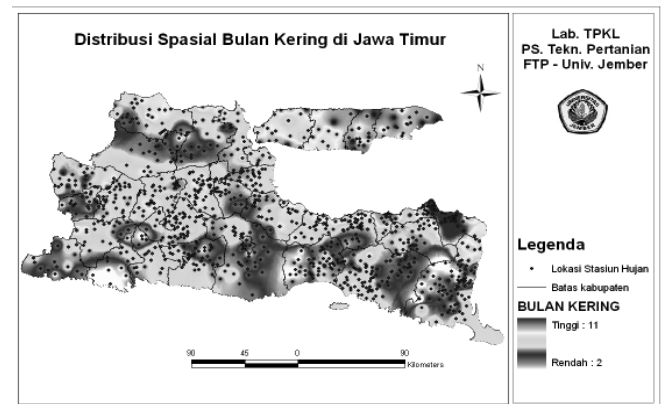
Analisa ESDA dilakukan untuk mempelajari karakteristik atau kecenderungan spasial suatu seri data. Setelah dilakukan ESDA, selanjutnya data tersebut diinterpolasi menggunakan salah satu metode interpolasi untuk membuat peta tematik.

Gambar (13) menampilkan peta distribusi spasial Bulan Basah (BB) di Jawa Timur. Peta dibuat dengan melakukan interpolasi data BB dari semua stasiun tersebut, menggunakan metode interpolasi Inverse Distance Weigthing (IDW). Gambar (13) menunjukkan wilayah-wilayah dengan jumlah BB terendah sampai tertinggi. Jumlah BB terendah = 1 dan untuk jumlah BB tertinggi = 9. Warna ungu pada peta menunjukkan daerah yang memiliki BB tinggi, sedangkan daerah dengan BB rendah digambarkan dengan warna kuning. Daerah dengan BB tinggi mencakup wilayah kabupaten/kota: Banyuwangi, Jember, Lumajang, Probolinggo, Malang, Blitar, Tulungagung, Ponorogo dan Pacitan.

Selanjutnya, Gambar (14) menampilkan contoh peta distribusi spasial Bulan kering (BK) yang diperoleh dengan metode interposisi yang sama.



Gambar 13. Peta distribusi spasial bulan basah di Jawa Timur, interpolasi menggunakan metode IDW



Gambar 14. Peta distribusi spasial bulan kering di Jawa Timur, interpolasi menggunakan metode IDW

Peta tersebut menunjukkan wilayah dengan jumlah Bulan Kering (BK) terendah sampai tertinggi, antara: 2 sd 11 bulan. Perbedaan warna pada peta menunjukkan perbedaan jumlah BK. Warna coklat tua untuk jumlah bulan kering tertinggi, sedangkan warna putih untuk bulan kering terendah. Wilayah dengan bulan kering tertinggi terdapat pada kabupaten: Situbondo, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumanep, Tuban, sebagian Jombang dan Nganjuk.

Lebih lanjut, peta tersebut dapat diklasifikasikan per wilayah Kabupaten/Kota, untuk keperluan perencanaan di bidang pertanian atau bidang lain. Misalnya, klasifikasi bulan kering didasarkan atas jumlah curah hujan < 100 mm per bulan, sehingga tanaman yang cocok untuk daerah dengan jumlah bulan kering tertinggi yaitu jenis tanaman palawija seperti jagung, kacang-kacangan, umbi-umbian dan lain-lainnya. Selanjutnya, Daerah dengan Bulan Basah tinggi umumnya cocok untuk ditanami oleh Padi, karena membutuhkan curah hujan diatas 160 mm perbulan.

## KESIMPULAN

Hasil analisa histogram, voronoi, dan normal QQ-Plot menunjukkan adanya variabilitas spasial Bulan Basah (BB) dan Bulan Kering (BK) di Jawa Timur. Hal ini menunjukkan distribusi hujan yang diterima pada masing-masing wilayah tidak merata. Ketiga analisa tersebut juga menunjukkan distribusi yang normal untuk Bulan basah maupun Bulan kering. Analisa data dengan menggunakan ESDA dapat menggambarkan lebih detail distribusi spasial bulan basah dan bulan kering di Jawa Timur. Informasi sebaran bulan basah dan bulan kering selanjutnya dapat digunakan untuk keperluan perencanaan lebih lanjut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur atas dukungannya, dan semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data*, Revised Edition. John Wiley, New York.
- De Smith, M.J., Goodchild, M.F. dan Longley, P.A. (2007). *Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to principles, Techniques and Software Tools*. Matador, Leiceister, UK.
- Dirks, K. N , Hay, J. E, Stow, C. D. dan Harris D. (1998). High-resolution studies of rainfall on Norfolk Island: part II: interpolation of rainfall data. *Journal of Hydrology* **208**: 187-193.
- Ellouze, M., Azri, C. dan Abida, H. (2009). Spatial variability of monthly and annual rainfall data over Southern Tunisia. *Atmospheric Research* **93**: 832-839.
- Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology* **228**: 113-129.
- Haberlandt, U. (2007). Geostatistical interpolation of hourly precipitation from rain gauges and radar for a large-scale extreme rainfall event. *Journal of Hydrology* **332**: 144-157.
- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K. dan Lucas, N. (2001). *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. GIS by ESRI.
- Jones, P.G. dan P.K. Thornton (1999). Fitting a third-order Markov rainfall model to interpolated climate surfaces. *Agricultural and Forest Meteorology* **97**: 213-231.
- Li, X., Cheng G.D. dan Lu L. (2000). Comparison of spatial interpolation methods. *Advances in Earth Sciences* **15**(3): 260-265.
- Lupikasza, E. (2006). Interpolation methods for precipitation fields in Europe. *Geophysical Research Abstracts* **8**: 06493.
- Moges, S.A., Alemaw, B.F., Chaoka, T.R. dan Kachroo. R.K. (2007). Rainfall interpolation using a remote sensing CCD data in a tropical basin – A GIS and geostatistical application. *Physics and Chemistry of the Earth* **32**: 976-983.
- Murray, A., McGuffoc, I., Western, J.S. dan Mullin, P. (xxxx). *Exploratory Spasial Data Analysis: Techniques for Examining Urban Crime*.
- Norahman, F. (2010). Klasifikasi Iklim Menurut Oldeman. <http://www.zimbio.com/> [8 Februari 2011].
- Oldeman, L.R. dan Frere M. (1982). *Technical Report on A Study of the Agroclomatology of the humid Tropic of South-east Asia*, 229 hl. FAO/Unesco/WMO Inter-agency Project on Agroclimatology. WMO.
- Robertson, G.P. (2008). *GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences*. Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA.
- Szentimrey, Z.T, Bihari dan S. Szalai (2005). Meteorological interpolation based on surface homogenized data basis (MISH). *Geophysical Research Abstracts* **7**: 07310.
- Wen-yuan, C., Xin-gang D. dan C. Hong-wu. (2004). A case study of geostatistical interpolation in meteorological fields. *Chinese Journal of Geophysics* **47**(6): 1104-1112.