

Sistem Pendukung Keputusan Spasial Berbasis Web untuk Memprediksi Tingkat Risiko Produksi Padi di Jawa Timur

Ratna Maulidiyah dan Imam Mukhlash

Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: imamm@matematika.its.ac.id

Abstrak—Pengambilan keputusan yang tepat dalam manajemen risiko produksi padi merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan pertanian, terutama bagi negara agraris seperti Indonesia. Keputusan yang baik akan diperoleh apabila data pendukung yang dibutuhkan terpenuhi dan menggunakan metode yang tepat. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan suatu Sistem Pendukung Keputusan Spasial yang dapat digunakan untuk memprediksi tingkat risiko produksi padi di suatu kabupaten sentra produksi padi di Jawa Timur dengan menggunakan Model Regresi OLS dan Copula. Sistem yang dibuat berbasis web sehingga informasi dapat dengan mudah diakses dan dipahami. Hasil uji coba menunjukkan bahwa model-model yang digunakan berhasil memprediksi luas panen di suatu kabupaten sentra produksi padi di Jawa Timur pada waktu tertentu berdasarkan kondisi dan perubahan iklim suatu wilayah, sehingga dapat diketahui prediksi nilai produksi padi beserta tingkat risikonya. Sistem menghasilkan keluaran berupa prediksi tingkat risiko produksi masing-masing kabupaten yang dapat digunakan sebagai salah satu pendukung keputusan bagi pihak yang berwenang.

Kata Kunci—*General Circulation Model, Tingkat Risiko Produksi, Sentra Produksi Padi, Sistem Informasi Geografis*

I. PENDAHULUAN

PERTANIAN merupakan sektor yang sangat penting bagi sebagian besar negara. Indonesia memiliki banyak keunggulan dalam hal sumber daya alam dan telah lama dikenal sebagai negara agraris, namun keberhasilan pertanian tidak hanya dipengaruhi oleh faktor sumber daya alam saja. Pengambilan keputusan yang tepat sangat dibutuhkan dalam perencanaan pertanian, khususnya dalam manajemen risiko produksi. Hal ini untuk menghindari terjadinya gagal produksi.

Pengambilan keputusan untuk perencanaan pertanian dapat dilakukan secara manual, namun hasil yang diperoleh akan jauh lebih optimal apabila menggunakan teknologi berbasis komputer. Pemanfaatan teknologi yang dapat digunakan untuk hal ini adalah dengan membuat suatu sistem yang mampu mengombinasikan alat-alat (*tools*) Sistem Informasi Geografis serta model untuk mengevaluasi berbagai pilihan. Sistem ini dikenal dengan Sistem Pendukung Keputusan Spasial (Kemp 2008, diacu dalam [1]).

Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Sutikno dkk pada tahun 2013 tentang hubungan perubahan iklim terhadap produksi pertanian. Dari penelitian tersebut, diperoleh suatu

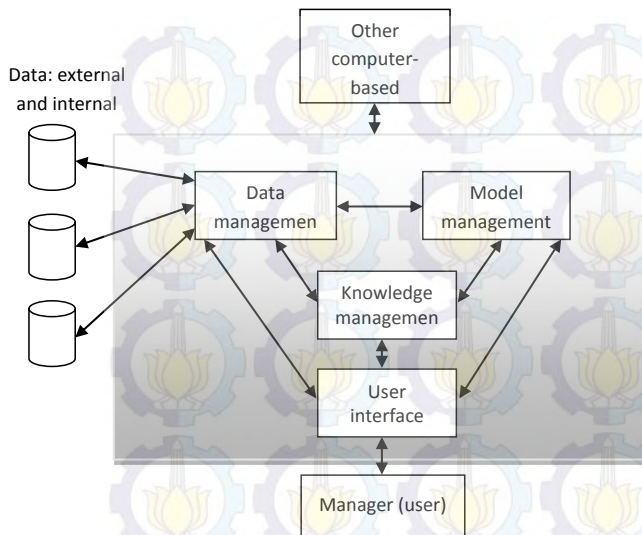
Model Regresi OLS untuk memprediksi curah hujan suatu wilayah. Selanjutnya diperoleh juga Model Copula untuk memprediksi luas panen dari data curah hujan[2]. Model-model tersebut tentunya akan lebih bermanfaat apabila diintegrasikan ke dalam suatu perangkat lunak pendukung keputusan spasial berbasis web, sehingga hasilnya dapat direpresentasikan dalam bentuk informasi yang mudah diakses dan dipahami.

Permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini adalah bagaimana memprediksi tingkat risiko produksi padi di suatu kabupaten sentra produksi padi pada waktu tertentu dan bagaimana mengembangkan suatu Sistem Pendukung Keputusan Spasial untuk memprediksi tingkat risiko produksi tersebut. Dari kedua permasalahan tersebut, tujuan tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui tingkat risiko produksi padi di suatu kabupaten sentra produksi padi pada waktu tertentu dan menghasilkan sebuah perangkat lunak berbasis web yang dapat mengolah data-data yang dibutuhkan untuk memprediksi tingkat risiko produksi. Adapun pembahasan dalam penelitian tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal, antara lain studi kasus yang diambil adalah 5 kabupaten yang merupakan sentra produksi padi di Jawa Timur (Banyuwangi, Bojonegoro, Jember, Lamongan, Ngawi), data yang digunakan yaitu data sekunder yang didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya oleh Sutikno dkk, parameter yang digunakan dalam Model Copula terbatas pada kondisi dan perubahan iklim wilayah, serta sistem yang dibuat dibatasi hanya sampai pada menyediakan salah satu pendukung keputusan dengan menunjukkan kabupaten yang memiliki risiko tinggi dalam produksi padi pada waktu tertentu.

II. DASAR TEORI

A. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System/DSS*) adalah suatu sistem yang interaktif, fleksibel, dan adaptif yang dikembangkan untuk mendukung solusi permasalahan yang semi terstruktur atau yang tidak terstruktur, dengan tujuan agar dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Terdapat empat komponen subsistem pada SPK yaitu subsistem manajemen data, subsistem manajemen model, subsistem manajemen pengetahuan, dan subsistem antar muka pengguna[4].



Gambar 1. Skema komponen Sistem Pendukung Keputusan[4].

B. Sistem Pendukung Keputusan Spasial

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Spasial merupakan suatu sistem yang mengombinasikan alat-alat (*tools*) analisis dengan fungsi yang tersedia dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) serta model untuk mengevaluasi berbagai pilihan (Kemp 2008, diacu dalam [1]).

SPK Spasial memiliki karakteristik antara lain kemampuan untuk manajemen dan analisis data termasuk data spasial, mendukung penyelesaian permasalahan secara berulang-ulang, kemampuan megombinasikan model dan data, kemudahan pembuatan laporan, kemampuan untuk mengevaluasi skenario dan pilihan-pilihan dalam pengambilan keputusan, kemampuan visualisasi data maupun hasil seperti gambar, diagram, bagan, peta, dan sebagainya, menyediakan dukungan terutama pada kondisi data yang semi terstruktur atau tidak terstruktur, serta mudah digunakan dan memiliki tampilan untuk pengguna (*user interface*) yang interaktif[1].

C. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*) yang selanjutnya disebut SIG merupakan suatu sistem yang menyatukan perangkat keras komputer, perangkat lunak komputer, data geografis, dan rancangan pribadi pengguna dalam memperoleh, menyimpan, memanipulasi, mendapatkan kembali (*retrieve*), menganalisis, menampilkan, serta melaporkan seluruh informasi yang perlukan untuk mencapai seperangkat tujuan tertentu (Burrough 1986; Kapetsky dan Travaglia 1995 masing-masing diacu dalam [5])

D. Model OLS dan Copula

Model proyeksi perubahan iklim di masa depan seringkali menggunakan data luaran *general circulation models* (GCM) yang telah diproduksi beberapa negara maju. Namun untuk daerah-daerah dengan topografi yang kompleks seperti di Indonesia, keluaran model GCM hasilnya kurang sensitif (Wilby et al. 2004, diacu dalam [2]). Untuk itu perlu ditentukan titik-titik koordinat (sembilan grid) dan pemotongan (*cropping*) data GCM pada masing-masing grid untuk mendapatkan data luaran GCM yang sesuai[2].

Selanjutnya data diuji dengan Uji Kolmogorov-Smirnov, dan diperoleh kesimpulan bahwa pola hubungan antar variabel dalam penentuan risiko produksi padi tidak mengikuti distribusi normal, sehingga metode yang tepat digunakan yaitu dengan Copula. Copula merupakan salah satu metode statistika untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih pada kasus yang mengikuti distribusi normal maupun yang tidak (Sklar 1959, diacu dalam [3]).

Penelitian sebelumnya menghasilkan konstanta Model Regresi OLS untuk memprediksi curah hujan dari data *Principal Components* (PC), yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Konstanta-Konstanta Model Regresi OLS untuk Memprediksi Curah Hujan dari Data *Principal Components* (PC)[2]

Kabupaten	C	PC1	PC2	PC3
Banyuwangi	150	-0,981	-5,56	0
Bojonegoro	192	-2,78	-13,5	0
Jember	220	-1,41	-14,6	-12,3
Lamongan	-229	84,2	247	0
Ngawi	278	-4,75	10,2	0

Selain itu juga diperoleh konstanta-konstanta Model Copula untuk memprediksi luas panen dari data curah hujan, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

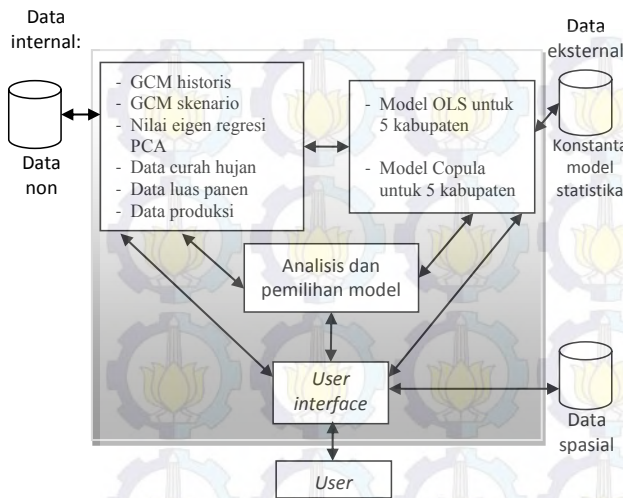
Konstanta-Konstanta Model Copula untuk Memprediksi Luas Panen dari Data Curah Hujan[2]

Kabupaten	Periode	Konstanta				
		(Intercept)	CH _{Jan}	CH _{Feb}	CH _{Mar}	CH _{April}
Banyuwangi	1	10.8112	6e-04	-1e-04	-3e-04	2e-04
	2	10.2994	-0.0001	0.0013	-0.0013	-0.0002
	3	10.2298	0.0000	6e-04	4e-04	3e-04
Bojonegoro	1	11.0727	3e-04	1e-04	-1e-04	-1e-04
	2	9.7273	0.0044	0.0040	-0.0011	-0.0013
	3	8.6694	0.0042	-0.0002	1e-03	1e-04
Ngawi	1	10.5826	0e+00	1e-04	-1e-04	2e-04
	2	10.4984	4e-04	-5e-04	0.0008	-0.0006
	3	9.3203	0.0016	0.0015	-3e-04	0.0003
Jember	1	11.1462	0e+00	0e+00	-1e-04	2e-04
	2	10.6961	0.0011	8e-04	-0.0012	0.0004
	3	9.7154	0.0002	8e-04	3e-04	1e-04
Lamongan	1	11.1135	1e-04	0e+00	-2e-04	2e-04
	2	10.7296	2e-04	-0.0026	-0.0004	0.0021
	3	9.5609	-0.0011	0.0022	-0.0018	2e-04

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perancangan Model Komponen SPK

Model SPK yang dibuat memiliki komponen-komponen subsistem yang diilustrasikan pada Gambar 2, yaitu:



Gambar 2. Desain Komponen Sistem Pendukung Keputusan

1) Subsistem manajemen data

Terdiri data internal dan data eksternal. Data internal merupakan data yang disimpan dalam basis data, berupa data awal yang akan diolah. Sedangkan data eksternal merupakan data di luar basis data, berupa konstanta-konstanta model yang diperoleh dengan bantuan perangkat lunak statistika dan data spasial. Data spasial berupa peta Jawa Timur yang berasal dari *google map*, dengan poligon-poligon yang dibuat untuk 5 kabupaten disimpan pada *google drive* dalam bentuk *fusion table*.

2) Subsistem manajemen model.

Ada dua model yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan yang dibuat ini, yaitu Model Regresi OLS dan Model Copula. Keduanya merupakan model statistika, sehingga tergolong ke dalam model kuantitatif. Terdapat model yang berbeda untuk masing-masing kabupaten, baik pada Model Regresi OLS maupun Model Copula.

3) Subsistem analisis dan pemilihan model.

Berupa analisis jalannya program dan pemilihan model yang sesuai untuk diimplementasikan pada data masing-masing kabupaten. Subsistem ini berperan dalam menghubungkan antara data yang disimpan di dalam dengan basis data dengan model-model yang akan digunakan, kemudian memilih model yang tepat untuk diimplementasikan pada data sesuai dengan kabupaten masing-masing.

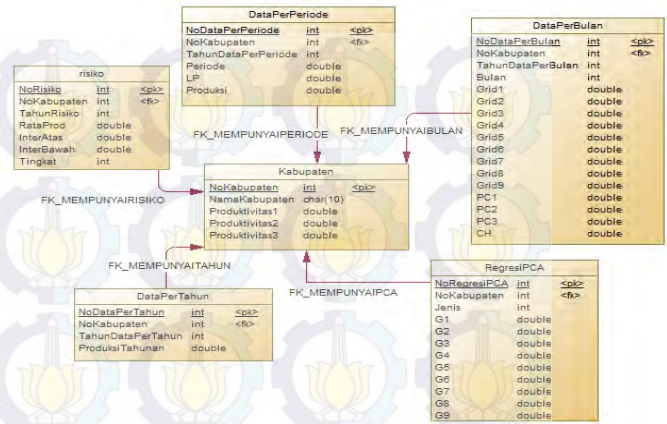
4) Subsistem antarmuka pengguna.

Berupa tampilan yang disediakan yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi serta memerintah sistem pendukung keputusan.

B. Perancangan Data

Data awal merupakan data sebelum proses perhitungan dilakukan. Data didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya oleh Sutikno dkk berupa *file-file excel* yang terdapat data untuk masing-masing kabupaten studi kasus, terdiri dari data nilai eigen regresi PCA, data GCM historis, data GCM skenario SRESA1B dan SRESA2, data curah hujan observasi, data luas panen observasi, dan data produktivitas padi.

Berdasarkan data-data awal yang telah dimiliki, disusun desain basis data untuk memudahkan pengolahan data nantinya. Desain PDM ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Physical Data Model (PDM)

Selanjutnya dilakukan proses *generate* basis data yang menghasilkan *file* teks SQL. *File* ini perlu disesuaikan karena terdapat 3 jenis data yaitu data historis, data skenario SRESA1B, dan data skenario SRESA2. Untuk memudahkan proses pengolahan data, maka tabel **dataperbulan**, **dataperperiode** dan **datapertahun** dibagi menjadi 3 yaitu tabel dengan akhiran angka 1 untuk data historis, angka 2 untuk data skenario SRESA1B, dan angka 3 untuk data skenario SRESA2. Setelah itu, *file-file* data awal disusun kembali menjadi data yang sesuai dengan tabel-tabel dan *field* basis data sehingga data *excel* dapat di-*import* ke basis data.

C. Perancangan Komponen Model

Sesuai karakteristik utama dari SPK yaitu memasukkan sedikitnya satu model, SPK yang akan dibuat menggunakan Model Regresi OLS dan Copula, yang tergolong ke dalam model kuantitatif. Model regresi OLS digunakan untuk memprediksi curah hujan berdasarkan data GCM.

Terdapat model OLS untuk masing-masing kabupaten. Model OLS memiliki syarat yaitu tidak boleh ada variabel prediktor yang berhubungan, sehingga variabel yang saling berhubungan (dalam hal ini data grid 1 hingga grid 9) dijadikan 1 komponen dengan menghitung nilai PC. Untuk menghitung PC, digunakan nilai eigen regresi PCA masing-masing kabupaten, yang telah disimpan dalam basis data.

Setelah diperoleh prediksi curah hujan dengan model OLS, selanjutnya digunakan Model Copula untuk memprediksi luas panen dari data curah hujan. Terdapat model Copula yang berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten.

D. Analisis dan Pemilihan Model

Berupa analisis arsitektur program serta pemilihan model yang sesuai untuk diimplementasikan pada data masing-masing kabupaten studi kasus. Analisis arsitektur program dilakukan untuk menjelaskan jalannya program dari data yang sudah siap diproses hingga mendapatkan hasil berupa tingkat risiko produksi padi. Rancangan akan disajikan dalam bentuk diagram model proses pada Gambar 4.

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa langkah pertama yaitu menghitung nilai PC dengan menggunakan nilai eigen regresi PCA, baik untuk data historis maupun skenario. Nilai PC dihitung dengan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3).

$$PC1 = \sum_{i=1}^9 grid_i \alpha_i \quad (1)$$

$$PC2 = \sum_{i=1}^9 grid_i \beta_i \quad (2)$$

$$PC3 = \sum_{i=1}^9 grid_i \gamma_i \quad (3)$$

Selanjutnya memprediksi curah hujan menggunakan koefisien regresi OLS, yang dinyatakan dalam persamaan (4).

$$CH = f(PC) \quad (4)$$

Setelah itu dilanjutkan dengan memprediksi luas panen dengan menggunakan Model Copula. Luas panen merupakan fungsi dari curah hujan, dinyatakan dalam persamaan (5).

$$LP = f(CH) \quad (5)$$

Setelah diperoleh prediksi luas panen, dihitung produksi per periode yang merupakan perkalian antara luas panen dengan produktivitas, dapat dilihat pada persamaan (6).

$$Produksi_i = LP_i \text{ Produktivitas}_i \quad (6)$$

Kemudian produksi per tahun untuk masing-masing kabupaten dihitung dengan menjumlahkan produksi per periode dari periode 1 (Januari-April) hingga periode 3 (September-Desember), dengan persamaan (7).

$$Pr ota = \sum_{i=1}^3 \text{Produksi}_i \quad (7)$$

Dari proses perhitungan nilai PC hingga produksi tahunan, data skenario terdiri dari 2 jenis data yaitu SRESA1B dan SRESA2, sehingga perlu dihitung rata-rata produksi kedua jenis data tersebut untuk masing-masing tahun. Setelah itu dihitung interval keyakinan untuk menentukan tingkat risiko produksi. Interval keyakinan (*confidence interval*) merupakan pendugaan interval yang disertai dengan tingkat keyakinan. Cara menghitung interval keyakinan dengan peluang keyakinan 90% ditunjukkan pada persamaan (8), dengan s

merupakan standar deviasi. Rumus standar deviasi dinyatakan pada persamaan (9).

$$\text{IntervalKeyakinan} = \bar{X} \pm 2s \quad (8)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (9)$$

Tingkat risiko produksi padi ditentukan sebagai berikut:

- Jika nilai produksi berada di dalam interval keyakinan, maka kabupaten tersebut memiliki tingkat risiko sedang.
- Jika produksi lebih dari batas atas interval keyakinan, maka kabupaten tersebut memiliki tingkat risiko rendah.
- Jika produksi kurang dari batas bawah interval keyakinan, maka kabupaten tersebut memiliki tingkat risiko tinggi.

Langkah terakhir yaitu merepresentasikan hasil ke dalam bentuk peta tematik yang menunjukkan prediksi tingkat risiko produksi padi masing-masing kabupaten. Pada sistem yang dibuat, dari halaman utama pengguna dapat melihat peta tematik. Peta tematik dibuat interaktif sehingga pengguna dapat memilih tahun yang petanya ingin ditampilkan.

IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Perangkat keras yang digunakan dalam uji coba yaitu laptop dengan Prosesor Intel Core i3/1.8 GHz, RAM 4 GB DDR3, dan Hard Disk 500 GB. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu Adobe Dreamweaver CS4 untuk merancang file php, MySQL phpMyAdmin untuk penyimpanan data, dan Power Designer 15.2 untuk desain model.

A. Persiapan Data Input

Menyiapkan data yang dibutuhkan, yaitu data curah hujan GCM model CSIRO, terdiri dari data historis (20C3M) dan data skenario (SRESA1B dan SRESA2). Data historis berupa data grid tahun 1982-2000, sedangkan data skenario berupa data grid tahun 2001-2050. Masing-masing terdiri dari grid 1 hingga grid 9 setiap bulan untuk masing-masing kabupaten.

B. Penentuan Nilai Principal Components

Nilai *Principal Components* (PC) merupakan hasil pengolahan data grid dengan nilai eigen regresi PCA (*Principal Components Analysis*). Nilai eigen regresi PCA berupa konstanta-konstanta yang diperoleh dari regresi PCA yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Nilai PC 1 dan PC 2 dihitung untuk masing-masing kabupaten dan khusus Kabupaten Jember, nilai PC 3 juga diperlukan.

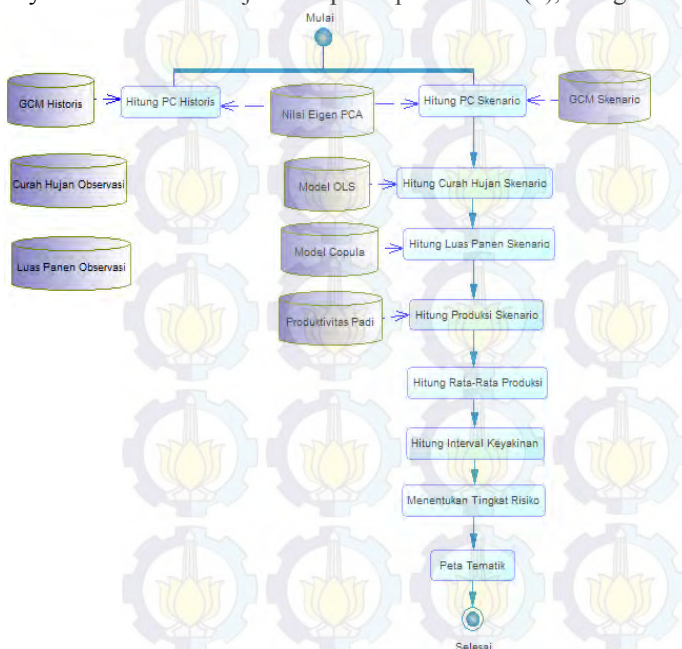
Source code penentuan nilai PC:

```
$pc = $g1*$grid1 + $g2*$grid2 + $g3*$grid3 +
      $g4*$grid4 + $g5*$grid5 + $g6*$grid6 +
      $g7*$grid7 + $g8*$grid8 + $g9*$grid9;
```

C. Prediksi Curah Hujan Skenario

Setelah masing-masing kabupaten memiliki nilai PC 1 dan PC 2 (khusus Jember terdapat PC3) setiap bulan untuk masing-masing tahun, tahap selanjutnya yaitu memprediksi curah hujan skenario yang merupakan fungsi dari PC.

Untuk memprediksi curah hujan skenario, digunakan konstanta-konstanta regresi OLS yang diperoleh dari penelitian



Gambar 4. Diagram Model Proses

sebelumnya. Nilai curah hujan tidak mungkin negatif, sehingga apabila dari persamaan 4 hasil yang diperoleh negatif, nilai curah hujan didefinisikan sebagai nol. Terdapat rumus curah hujan skenario untuk masing-masing kabupaten.

Source code prediksi curah hujan skenario:

```
switch($kab){
case 1:{
$ch = 150 - 0.981*$pc1 - 5.56*$pc2;}
break;
case 2:{
$ch = 192 - 2.78*$pc1 - 13.5*$pc2 ;}
break;
case 3:{
$ch = 220 - 1.41*$pc1 - 14.6*$pc2 -
12.3*$pc3;}
break;
case 4:{
$ch = -229 + 84.2*$pc1 + 247*$pc2 ;}
break;
case 5:{
$ch = 278 - 4.75*$pc1 + 10.1*$pc2 ;}
break;
}
if($ch < 0){ $ch = 0; }
```

D. Prediksi Luas Panen Skenario

Dari perhitungan sebelumnya, masing-masing kabupaten telah memiliki nilai prediksi curah hujan skenario setiap bulan untuk masing-masing tahun hingga tahun 2050. Tahap selanjutnya yaitu memprediksi luas panen skenario. Tahap ini menggunakan Model Copula dan merupakan tahap yang paling penting dalam memprediksi risiko produksi.

Terdapat Model Copula untuk masing-masing kabupaten, sehingga source code yang dibuat dipisahkan untuk masing-masing kabupaten. Berikut contoh source code penentuan luas panen untuk Kabupaten Banyuwangi:

```
$lp[$tah]=exp(10.8112+0.0006*$ch1[$tah]-
0.0001*$ch2[$tah]-
0.0003*$ch3[$tah]+0.0002*$ch4[$tah]);
//periode1
$lp[$tah]=exp(10.2994-
0.0001*$ch5[$tah]+0.0013*$ch6[$tah]-
0.0013*$ch7[$tah]-0.0002*$ch8[$tah]);
//periode2
$lp[$tah]=exp(10.2298+0.0006*$ch10[$tah]+
0.0004*$ch11[$tah]+0.0003*$ch12[$tah]);
//periode3
```

Keterangan:

- Program menghitung secara iteratif. \$tah merupakan tahun yang berjalan, dari tahun 2011 hingga 2050.
- \$ch1 menunjukkan curah hujan Bulan Januari, \$ch2 curah hujan Bulan Februari, dan seterusnya.

E. Penentuan Nilai Produksi

Nilai produksi dihitung dari data prediksi luas panen yang telah dihitung sebelumnya dengan data produktivitas padi yang berasal dari data awal.

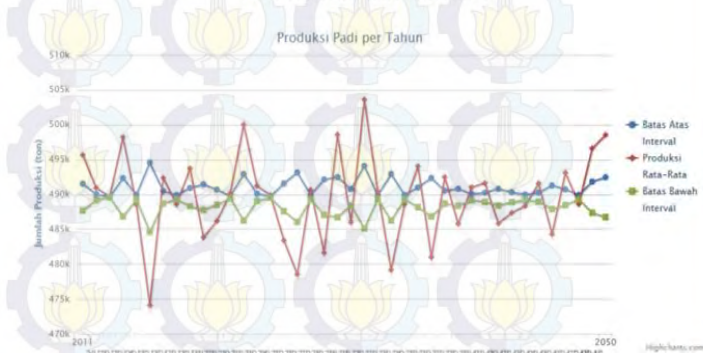
Source code untuk menentukan nilai produksi:

```
$produksi= $produktivitas*$lp;
```

Source code untuk menentukan nilai produksi per tahun:

GRAFIK RISIKO PRODUKSI

KABUPATEN BANYUWANGI



Gambar 5. Grafik Risiko Produksi Kabupaten Banyuwangi

```
$protat+=$produksi;
```

Keterangan: Dengan iterasi tiap periode untuk menghasilkan nilai produksi per tahun.

F. Prediksi Tingkat Risiko Produksi

Rata-rata produksi (SRESA1B dan SRESA2) untuk masing-masing tahun dihitung dengan source code berikut:

```
$prod1[$tah]=$kolom['PRODUKSITAHUNAN2'];
$prod2[$tah]=$kolom['PRODUKSITAHUNAN3'];
$rataprod[$tah]=($prod1[$tah]+$prod2[$tah])/2;
```

Kemudian standar deviasi dengan source code berikut:

```
$sd[$tah] = sqrt(($rataprod[$tah]-$xbar) *
($rataprod[$tah]-$xbar)/39);
```

Dilanjutkan dengan perhitungan batas atas dan batas bawah interval keyakinan, dengan source code berikut:

```
$sinteratas[$tah] = $xbar+2*$sd[$tah];
$sinterbawah[$tah] = $xbar-2*$sd[$tah];
```

Rata-rata produksi tahunan dan interval keyakinan ditunjukkan dalam bentuk grafik dan ditampilkan contohnya pada Gambar 5.

Kemudian source code untuk menentukan prediksi tingkat risiko produksi:

```
if ($rataprod[$tah] > $sinteratas[$tah]) {
$tingkat = 1; echo "Tahun ".$tah." Risiko
rendah<br/>";
$rendah++;
}else if ($rataprod[$tah] <
$sinterbawah[$tah]){
$tingkat = 3; echo "Tahun ".$tah."
Risiko tinggi<br/>";
$tinggi++;
}else{ $tingkat = 2; echo "Tahun ".$tah."
Risiko sedang<br/>";
$sedang++; }
```

Tingkat risiko produksi padi dinyatakan dalam bentuk tabel yang ditunjukkan pada Gambar 6, yang diperoleh dari menu *Output – Tingkat Risiko*. Hasil analisis risiko produksi menghasilkan banyaknya risiko masing-masing kabupaten, yang akan ditunjukkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3, ditunjukkan bahwa Kabupaten Lamongan memiliki tingkat risiko tinggi terbanyak yaitu sebanyak 30 kali, disusul oleh Kabupaten Ngawi sebanyak 20 kali. Selanjutnya Kabupaten

No	Kabupaten	Tahun Risiko	Rata-Rata Produksi (ton)	Interval Keyakinan Atas	Interval Keyakinan Bawah	Tingkat Risiko
1	Banyuwangi	2011	495612.20301193	492474.35241884	486672.46792834	Rendah
2	Banyuwangi	2012	490904.34041295	490212.76837981	488934.05196737	Rendah
3	Banyuwangi	2013	489655.0545088	489612.63084359	489534.18950359	Rendah
4	Banyuwangi	2014	498161.19529056	493898.84870176	485447.97164542	Rendah
5	Banyuwangi	2015	488497.53924376	490090.24185077	489056.57849641	Tinggi
6	Banyuwangi	2016	474088.19494783	497012.26694972	482134.55339746	Tinggi
7	Banyuwangi	2017	492333.72451538	490899.42229201	488247.39805517	Rendah
8	Banyuwangi	2018	488567.92825814	490056.428062	489090.39228518	Tinggi
9	Banyuwangi	2019	493688.22677847	491550.10413215	487596.71921503	Rendah

Gambar 6. Tampilan Tabel Tingkat Risiko Produksi Padi

Banyuwangi dan Jember masing-masing memiliki risiko tinggi sebanyak 19 kali. Kabupaten Bojonegoro memiliki tingkat risiko ringgi paling sedikit, yaitu sebanyak 18 kali.

Selanjutnya tingkat risiko produksi yang telah diperoleh ditampilkan dalam bentuk peta tematik, yang ditunjukkan pada Gambar 7. Tingkat risiko produksi pada tahun 2014 untuk Kabupaten Banyuwangi, Bojonegoro, Jember, dan Ngawi

Tabel 3.

Banyaknya Tingkat Risiko Produksi per Tahun Masing-Masing Kabupaten Selama 40 Tahun (Tahun 2011 – 2050).

Kabupaten	Risiko Tinggi (kali)	Risiko Sedang (kali)	Risiko Rendah (kali)
Banyuwangi	19	0	21
Bojonegoro	18	0	22
Jember	19	0	21
Lamongan	30	0	10
Ngawi	20	0	20

berisiko rendah, ditunjukkan dengan poligon masing-masing kabupaten tersebut yang berwarna hijau. Sedangkan poligon Kabupaten Lamongan berwarna merah karena memiliki risiko tinggi pada tahun tersebut. Hal ini juga diterapkan untuk tahun yang lain, mulai dari 2011 hingga 2050, di mana poligon kabupaten diberi warna sesuai dengan tingkat risiko produksi masing-masing.



Gambar 7. Peta Tematik Risiko Produksi Padi Tahun 2014

Wilayah kabupaten (poligon) pada peta juga dapat diklik untuk menampilkan informasi kabupaten tersebut. Informasi yang ditampilkan antara lain produksi padi tahunan SRESA1B dan SRESA2, rata-rata produksi tahunan, batas atas dan batas bawah interval keyakinan, serta tingkat risiko produksi.

Peta tematik tingkat risiko produksi ini menggunakan *google map*. Poligon masing-masing kabupaten dibuat dengan *google map* API dan disimpan di dalam *google fusion table*. Oleh karena itu, untuk dapat menampilkan peta tematik pada program ini, perangkat keras yang digunakan harus terhubung dengan internet.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh proses dan pembahasan yang dilakukan dalam memprediksi tingkat risiko padi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Pendukung Keputusan yang dibuat telah berhasil memprediksi risiko produksi padi dari tahun 2011 hingga tahun 2050, kemudian mengelompokkannya ke dalam tiga tingkatan risiko yaitu risiko rendah (aman), risiko sedang, dan risiko tinggi (perlu diwaspadai).
2. Data prediksi curah hujan berhasil diperoleh dengan menggunakan Model Regresi OLS. Kemudian dari data prediksi curah hujan tersebut, diperoleh prediksi luas panen dengan menggunakan Model Copula. Dari data prediksi luas panen, diperoleh prediksi produksi padi.
3. Banyaknya produksi padi per tahun dengan tingkat risiko tinggi mulai tahun 2011 hingga 2050 berurutan dari yang terbanyak: Lamongan 30 kali, Ngawi 20 kali, Banyuwangi dan Jember masing-masing 19 kali, dan terakhir Bojonegoro sebanyak 18 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sugumaran, Ramanathan dan Degroote, John. 2011. *Spatial Decision Support Systems Principles and Practices*. Boca Raton: CRC Press Taylor and Francis Group, LLC.
- [2]. Sutikno, Setiawan, dan Mukhlash, Imam. 2013. *Pengembangan Teknologi Adaptasi Produksi Pertanian Terhadap Perubahan Iklim Melalui Pendekatan Extreme Value Theory*. Laporan Akhir Penelitian Strategis Nasional Tahun Ke-2 dari Rencana 3 Tahun. Surabaya: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ITS.
- [3]. Paramita O, Pratnya., Sutikno, dan Kuswanto, Heri. (2012). "Pendekatan Copula untuk Penyusunan Peta Kerawanan Puso Tanaman Padi di Jawa Timur dengan Indikator El-nino Southern Oscillation (ENSO)". Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- [4]. Turban, Efraim dan Aronson, Jay E. 1998. "Decisions Support Systems and Intelligent Systems". New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- [5]. Nath, Shree S dkk. 2000. *Applications Of Geographical Information Systems (GIS) For Spatial Decision Support in Aquaculture*. Elsevier Science, B.V