

Pemodelan Tingkat Okupansi Penumpang Kereta Api dari Surabaya dengan Metode S-SUR (*Spatial-Seeminglyunrelated Regression*)

Kuzairi¹, Anwari², M. Fariz Fadillah Mardianto³

¹Program Studi Matematika, Universitas Islam Madura, kuzairi@fmipa.uim.ac.id

²Program Sistem Informasi, Universitas Islam Madura, anwari@ft.uim.ac.id

³Program Studi Statistika, Universitas Airlangga, m.fariz.fadillah.m@fst.unair.ac.,id

DOI:<https://doi.org/10.15642/mantik.2018.4.1.7-15>

Abstrak

Kereta api merupakan sarana transportasi yang terdiri dari kelas ekonomi, bisnis atau ekonomi plus, dan eksekutif. Tingkat okupansi dari masing-masing kelas untuk jurusan yang sama juga berbeda. Tingkat okupansi penumpang kereta api yang berangkat dari Surabaya menarik untuk diteliti karena ruang lingkup asal penumpang lebih luas daripada penumpang kereta di Jabodetabek. Asal penumpang kereta api di Surabaya tidak hanya penumpang yang berasal atau memiliki kepentingan di kota Surabaya saja melainkan kabupaten dan kota disekitarnya, sampai Pulau Madura. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan tingkat okupansi penumpang kereta api untuk tiap kelas berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat okupansi semua kereta api lintas kota yang berangkat dari Stasiun Surabaya Gubeng, dan Pasar Turi menggunakan metode *Spatial-Seemingly Unrelated Regression* (S-SUR). Metode S-SUR digunakan karena mampu mengakomodasi efek spasial pada seluruh pengamatan. Penelitian ini terdiri atas 12 pengamatan rute tujuan dari Surabaya, 8 prediktor, dan 3 respon yang saling berkorelasi spasial berdasarkan pengujian *Morans I*. Hasilnya adalah prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat okupansi penumpang kereta api untuk semua kelas merupakan prediktor yang terkait dengan kepadudukan yaitu proporsi rata-rata jumlah penduduk, jumlah wisatawan, jumlah tenaga kerja dan jumlah penduduk musiman di sekitar daerah yang disinggahi.

Kata Kunci: S-SUR, Regresi Spasial, Tingkat Okupansi Penumpang, Kereta Api, Surabaya

Abstract

Train is a popular transportation consist of economy, business or economy plus, and executive class. The occupation rate from every class different. The occupation rate from passengers who depart from Surabaya is interesting to be explored because the scope of passengers is larger than passengers in Jabodetabek. The train passengers in Surabaya is not only people who have business in Surabaya but also from the nearby region and Madura island. In this research, we make the model based on factors that affect the occupation rate for all of the passengers in every training class who depart from Surabaya Gubeng, and Surabaya Pasar Turi station using *Spatial-Seemingly Unrelated Regression* (S-SUR). S-SUR is used because can accommodate spatial effect for all of the observation. There are 12 routes that become the observations, 8 predictors, and 3 responses that each all have spatial correlation based on *Morans I* test. The result is predictors that give significant effect is proportion of average from the number of people, the number of tourists, the number of labor, and the number of urban people around the area that be stoped off.

Keywords : S-SUR, Spatial Regression, The occupation rate of passengers, Train, Surabaya

1. Pendahuluan

Salah satu sektor transportasi yang dikelola oleh pemerintah melalui unit Badan Usaha Milik Negara (BUMN) adalah kereta api. Kereta api merupakan sarana transportasi yang populer di Pulau Jawa, pulau dengan mobilitas penduduk tertinggi di Indonesia. Transportasi yang dikelola penuh oleh unit BUMN PT. Kereta Api Indonesia (PT KAI) Persero memiliki tiga kelas kereta api antar kota yaitu ekonomi, bisnis, dan eksekutif. Masing-masing kelas mempunyai segmentasi penumpang dan kualitas pelayanan serta kecepatan waktu tempuh yang berbeda [1] Tingkat keterisian tempat duduk atau okupansi dari masing-masing kelas untuk jurusan yang sama juga berbeda. Tingkat okupansi penumpang kereta api ekonomi belum tentu paling tinggi dibandingkan kereta api kelas bisnis, dan eksekutif. Hal tersebut dapat terjadi sebaliknya. Dalam penelitian ini penulis ingin mengkaji faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap tingkat okupansi penumpang kereta api kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif untuk semua kereta api lintas kota yang berangkat dari Stasiun Gubeng, dan Pasar Turi Surabaya.

Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia memiliki tingkat mobilitas penduduk yang tinggi. Sedikitnya terdapat 35 tujuan yang dilayani oleh kereta api kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif dari dua stasiun keberangkatan di Surabaya, dengan jumlah lebih dari 40 rangkaian kereta [7]. Tingkat okupansi penumpang kereta api yang berangkat dari Surabaya menarik untuk diteliti karena cakupan asal penumpang lebih luas daripada penumpang kereta di Jabodetabek. Asal penumpang kereta api di Surabaya tidak hanya penumpang yang berasal atau memiliki kepentingan di kota Surabaya saja melainkan kabupaten dan kota di sekitarnya seperti Sidoarjo, Gresik, Kabupaten dan Kota Mojokerto, Lamongan, sampai Pulau Madura yang terdiri atas empat kabupaten.

Beberapa penelitian tentang perkeretaapian di Surabaya pernah dilakukan diantaranya Mukminin dan Zainul [10] menganalisis kepuasan penumpang terhadap fasilitas dan

layanan PT KAI Daops XIII Surabaya [10]. Penelitian-penelitian [6], [13], [14] dan penelitian lain hanya sebatas meramalkan jumlah penumpang di salah satu rangkaian kereta api saja. Sampai saat ini belum ada penelitian yang menganalisis dan memodelkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat okupansi penumpang kereta api dalam lingkup yang lebih besar.

Metode yang tepat untuk menentukan dan memodelkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat okupansi penumpang kereta api kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif untuk semua kereta api lintas kota yang berangkat dari Stasiun Gubeng, dan Pasar Turi di Surabaya adalah *Spatial-Seemingly Unrelated Regression* (S-SUR) yang merupakan model SUR berbasis spasial. Berdasarkan [9] keunggulan analisis data spasial adalah mengakomodasi informasi lokasi dan keterhubungan antar wilayah [9]. Dalam hal ini terdapat jaringan jalan berupa rel yang terhubung sehingga membuat jumlah kereta api yang melintas di wilayah yang berdekatan saling berpengaruh satu sama lain. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan model S-SUR yang terdiri dari faktor pengaruh perkembangan tingkat okupansi penumpang kereta api ekonomi, bisnis, dan eksekutif dari Surabaya untuk perencanaan.

2. Tinjauan Pustaka

Berikut diberikan penjelasan singkat terkait konsep fundamental yang digunakan dalam menerapkan metode S-SUR untuk faktor pengaruh tingkat okupansi penumpang kereta api di Surabaya.

2.1. *Seemingly Unrelated Regression*

Seemingly Unrelated Regression (SUR) merupakan sebuah pengembangan dari model regresi linear multivariat yang terdiri dari beberapa persamaan regresi, dimana setiap persamaan memiliki variabel respon yang berbeda dan dimungkinkan memiliki himpunan variabel prediktor yang berbeda-beda pula [11]. Secara umum model SUR untuk m buah persamaan dimana masing-masing persamaan

terdiri dari p_j variabel prediktor dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y_{1i} &= \beta_{10} + \beta_{11}X_{1i,1} + \beta_{12}X_{1i,2} + \dots + \beta_{1i,p_1}X_{1i,p_1} + \varepsilon_{1i} \\ y_{2i} &= \beta_{20} + \beta_{21}X_{2i,1} + \beta_{22}X_{2i,2} + \dots + \beta_{2i,p_2}X_{2i,p_2} + \varepsilon_{2i} \\ &\vdots \\ y_{ji} &= \beta_{j0} + \beta_{j1}X_{ji,1} + \beta_{j2}X_{ji,2} + \dots + \beta_{jp_j}X_{ji,p_j} + \varepsilon_{ji} \\ &\vdots \\ y_{mi} &= \beta_{m0} + \beta_{m1}X_{mi,1} + \beta_{m2}X_{mi,2} + \dots + \beta_{mp_m}X_{mi,p_m} + \varepsilon_{mi} \end{aligned} \quad (1)$$

dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$
 Persamaan (1) jika ditulis dalam bentuk matriks dengan bentuk sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & X_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_m \end{bmatrix} \quad (2)$$

Persamaan (2) secara umum dapat ditulis sebagai berikut:

$$y = X\beta + \varepsilon$$

y merupakan vektor berukuran $mn \times 1$, X merupakan matriks ukuran $mn \times \sum_{j=1}^m p_j$, β adalah vektor parameter berukuran $\sum_{j=1}^m p_j \times 1$, dan ε merupakan vektor *error* berukuran $mn \times 1$.

Asumsi yang harus dipenuhi pada model SUR adalah sebagai berikut:

a. $E(\varepsilon_j) = 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, m$

b. $E(\varepsilon_j^T \varepsilon_k) = \begin{cases} \sigma_{jk} \mathbf{I} & \text{untuk } j \neq k \\ 0 & \text{untuk } j = k \end{cases}$
 dengan $j = 1, 2, \dots, m$ dan $k = 1, 2, \dots, m$

c. X_j , untuk $j = 1, 2, \dots, m$ merupakan *fixed-variable*.

2.2. Spatial-Seemingly Unrelated Regression

Pemodelan *Spatial-Seemingly Unrelated Regression* (S-SUR) pada dasarnya memiliki kesamaan spesifikasi dengan model SUR yang ditambahkan efek spasial pada setiap persamaannya [11]. Istilah S-SUR diperkenalkan pertama kali oleh [12] dengan mengacu pada kasus model *space-time*..

Karakteristik dari pendekatan ini adalah adanya heterogenitas yang terbatas, sehingga koefisien regresi diasumsikan sama untuk setiap individu. Estimasi parameter S-SUR dilakukan berdasarkan hasil dari metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan pembobot spasial atau berdasarkan metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) dengan pembobot spasial. Prosedur yang dilakukan terkait analisis data dengan menggunakan S-SUR adalah

a. Penentuan Bobot Spasial

Penentuan bobot spasial atau W yang berguna untuk pengujian dependensi spasial, dan estimasi spasial untuk parameter S-SUR. Ada banyak jenis pembobot spasial. Dalam hal ini pembobot spasial yang digunakan adalah pembobot *customize*. Pembobot ini merupakan pembobot yang disusun tidak hanya memperhatikan faktor persinggungan antar wilayah tetapi juga mempertimbangkan faktor kedekatan ekonomi, transportasi, sosial, infrastruktur, ataupun faktor lainnya.

b. Dependensi Spasial

Dependensi spasial didefinisikan sebagai adanya hubungan fungsional antara apa yang terjadi pada satu titik dalam ruang dan apa yang terjadi di tempat lain [2]. Besarnya dependensi spasial, dapat dilihat dengan indeks *Morans I* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{\varepsilon^T W \varepsilon}{\varepsilon^T \varepsilon} \quad (3)$$

Untuk matriks pembobot yang belum distandartkan, indeks *Morans I* didapatkan dengan mengalikan persamaan (3) dengan n/S , n merupakan banyak pengamatan, S adalah faktor standarisasi yang merupakan jumlahan dari seluruh elemen matriks pembobot yang belum distandartkan. Untuk melihat apakah besarnya dependensi spasial (I_j) signifikan pada data, dilakukan dengan pengujian pada indeks *Morans I* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : I_j = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I_j \neq 0$ (terdapat dependensi spasial)

Statistik uji yang digunakan pada pengujian signifikansi *Morans I* adalah sebagai berikut:

$$Z = [I_j - E(I_j)] / \text{var}(I_j)^{1/2} \quad (4)$$

H_0 ditolak jika $Z > Z_{\alpha/2}$. Nilai dari indeks *Morans I* besarnya antara -1 sampai 1. Jika $I_j > E(I_j)$ maka data memiliki autokorelasi positif dan jika $I_j < E(I_j)$ maka data memiliki autokorelasi negatif.

c. Heterogenitas Spasial

Adanya heterogenitas spasial pada data, dapat dilihat dengan melakukan uji Breush-Pagan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2$$

(homoskedastisitas)

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

(heteroskedastisitas)

Statistik uji yang digunakan pada uji Breush-Pagan (BP) menurut Anselin (2016) adalah sebagai berikut:

$$BP = (1/2) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (5)$$

Nilai statistik uji BP asimtotik dengan distribusi $\chi^2_{(p_j+1)}$, sehingga H_0 ditolak jika BP

$> \chi^2_{(p_j+1)}$ atau P-value kurang dari α . Untuk

kasus adanya dependensi spasial maka statistik uji Breush-Pagan pada persamaan (5) ditambahkan dengan $((\boldsymbol{\epsilon}^T \mathbf{W} \boldsymbol{\epsilon}) / \sigma^2)^2 / \text{tr}(\mathbf{W}^T \mathbf{W} + \mathbf{W}^2)$.

3. Metode Penelitian

Tahapan pemodelan tingkat okupansi penumpang kereta api dari Surabaya dengan menggunakan pendekatan S-SUR adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis Statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik data pada masing – masing persoalan atau variabel.
2. Menentukan pembobot spasial.
3. Melakukan pengujian dependensi spasial
4. Melakukan pengujian heterogenitas spasial.
5. Menentukan nilai estimator untuk parameter S-SUR, dan melakukan pengujian signifikansi secara individu.

6. Menentukan nilai parameter S-SUR baru berdasarkan prediktor yang signifikan.
7. Menentukan ukuran kebaikan model.

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

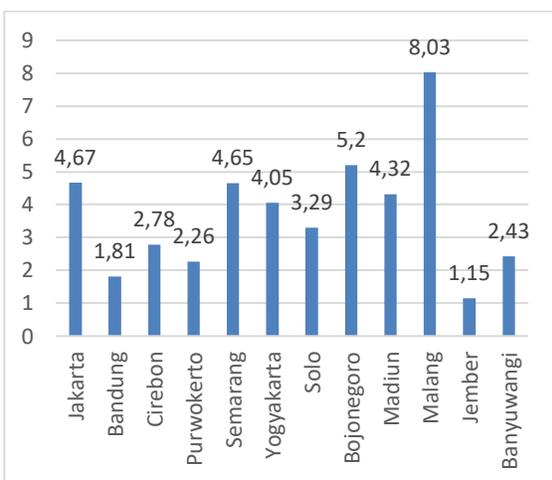
Simbol	Variabel	Satuan
Y1	Tingkat okupansi penumpang kelas ekonomi dari Surabaya	Persen dari kapasitas semua gerbong ekonomi
Y2	Tingkat okupansi penumpang kelas bisnis dari Surabaya	Persen dari kapasitas semua gerbong bisnis
Y3	Tingkat okupansi penumpang kelas eksekutif dari Surabaya	Persen dari kapasitas semua gerbong eksekutif
X1	Rata-rata jumlah penduduk di sekitar daerah yang disinggahi	Persen dari penduduk Indonesia
X2	Rata-rata jumlah wisatawan domestik di sekitar daerah yang disinggahi	Persen dari wisatawan domestik di Indonesia
X3	Rata-rata jumlah tenaga kerja di sekitar daerah yang disinggahi	Persen dari jumlah tenaga kerja di Indonesia
X4	Rata-rata jumlah penduduk musiman di sekitar daerah yang disinggahi	Persen dari penduduk Indonesia
X5	Rata-rata rasio kepemilikan kendaraan bermotor di sekitar daerah yang disinggahi	Persen dari rasio kepemilikan kendaraan bermotor di Indonesia
X6	Jumlah rangkaian kereta api yang melayani dalam semua kelas	Persen dari keseluruhan rangkaian kereta api yang ada di Indonesia
X7	Jumlah total tiket yang disediakan untuk semua kelas	Persen dari kuota tiket tiap rangkaian
X8	Jumlah armada bus rute sejenis yang melayani dari Surabaya	Persen dari seluruh armada bus antar kota yang mempunyai trayek di Terminal Purabaya

4. Pembahasan

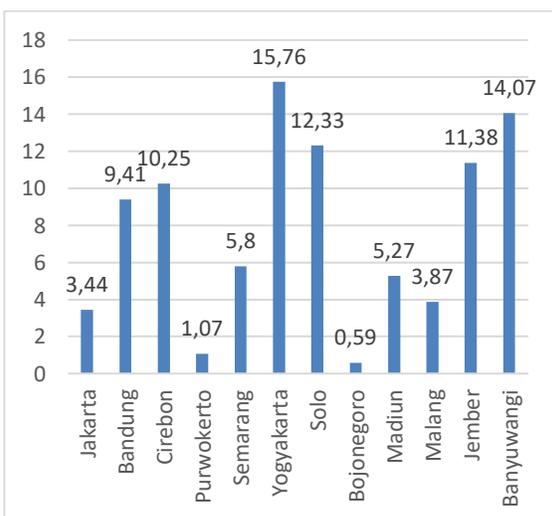
Berikut merupakan pembahasan yang berisi hasil dari penelitian ini.

4.1. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif digunakan untuk mengetahui karakteristik dari data yang akan dianalisis dengan menggunakan metode statistika lebih lanjut. Analisis statistika deskriptif dilakukan untuk masing – masing variabel respon. Ukuran statistika deskriptif yang digunakan yaitu ukuran nilai minimum, maksimum, dan rata-rata berdasarkan proporsi.



Gambar 1. Rata-rata Proporsi Tingkat Okupansi Kereta Api Ekonomi dari Surabaya



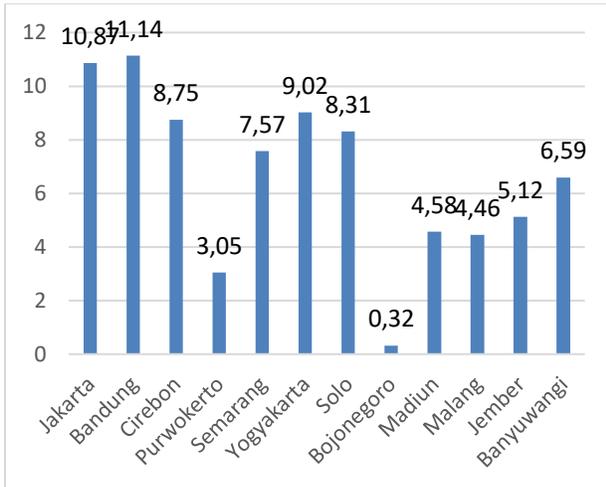
Gambar 2. Rata-rata Proporsi Tingkat Okupansi Kereta Api Bisnis dari Surabaya

Dalam penelitian ini terdapat 12 pengamatan yaitu kota – kota yang menjadi tempat tujuan kereta api dari Surabaya. Kota – kota tersebut adalah Jakarta, Semarang, Bandung, Solo, Yogyakarta, Purwokerto, Cirebon, Malang, Madiun, Jember, Bojonegoro, dan Banyuwangi. Kota – kota tersebut dilalui kereta api untuk kelas ekonomi, bisnis, dan eksekutif dari Surabaya. Kota – kota tersebut merupakan kota penting di Pulau Jawa sebagai pusat mobilitas dan ekonomi tingkat regional sampai nasional. Selain kereta api, terdapat transportasi lain seperti bus yang berangkat dari Surabaya setiap hari.

Gambar 1 menyajikan rata-rata proporsi tingkat okupansi kereta api ekonomi dari Surabaya. Berdasarkan Gambar 1, penumpang yang berangkat ke Malang dari Surabaya dengan kereta api ekonomi memiliki rata-rata proporsi tertinggi. Penumpang yang berangkat ke Jember dari Surabaya dengan kereta api ekonomi memiliki rata-rata proporsi terendah. Gambar 2 menyajikan rata-rata proporsi tingkat okupansi kereta api bisnis dari Surabaya.

Gambar 2 menyajikan rata-rata proporsi tingkat okupansi kereta api bisnis dari Surabaya. Berdasarkan Gambar 2, penumpang yang berangkat ke Yogyakarta dan Banyuwangi dari Surabaya dengan kereta api bisnis memiliki rata-rata proporsi tertinggi pertama dan kedua dengan selisih tidak terlalu jauh. Penumpang yang berangkat ke Bojonegoro dari Surabaya dengan kereta api bisnis memiliki rata-rata proporsi terendah.

Gambar 3 menyajikan rata-rata proporsi tingkat okupansi kereta api eksekutif dari Surabaya. Berdasarkan Gambar 2, penumpang yang berangkat ke Bandung dan Jakarta dari Surabaya dengan kereta api eksekutif memiliki rata-rata proporsi tertinggi pertama dan kedua dengan selisih tidak terlalu jauh. Penumpang yang berangkat ke Bojonegoro dari Surabaya dengan kereta api eksekutif memiliki rata-rata proporsi terendah.



Gambar 3. Rata-rata Proporsi Tingkat Okupansi Kereta Api Eksekutif dari Surabaya

Berdasarkan analisis tersebut, tampak bahwa untuk kereta api kelas ekonomi memiliki segmentasi penumpang jarak dekat. Kereta api kelas bisnis memiliki segmentasi penumpang jarak menengah, dan kereta api kelas eksekutif memiliki segmentasi penumpang jarak jauh. Ketiga respon saling berkorelasi berdasarkan hasil pengujian *Bartlett Sphericity* sebagai berikut

Hipotesis :

H_0 : Antar variabel respon tak berkorelasi

H_1 : Antar variabel respon berkorelasi

Statistik Uji :

$$\chi^2_{hitung} = - \left\{ n - 1 - \frac{2q+5}{6} \right\} \ln|\mathbf{R}| \quad (6)$$

dengan matriks korelasi

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 1 & 0,4523 & 0,2667 \\ 0,4523 & 1 & 0,5823 \\ 0,2667 & 0,5823 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Daerah Penolakan :

Jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel} = \chi^2_{\alpha; \frac{1}{2}q(q-1)}$ maka tolak

H_0 sehingga antar variabel respon berkorelasi.

Berdasarkan persamaan (6) dengan $n = 12, q = 3$ dan \mathbf{R} dari (7), diperoleh $\chi^2_{hitung} = 8,894 > \chi^2_{tabel} = 7,815$, maka tolak H_0 sehingga antar variabel respon berkorelasi.

4.2. Pemodelan S-SUR

Berikut hasil analisis data dengan menggunakan S-SUR.

4.2.1. Penentuan Pembobot Spasial

Pembobot spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobot *customize*. Pembobot *customize* memiliki kelebihan dibandingkan pembobot lainnya. Pembobot ini merupakan pembobot yang disusun tidak hanya memperhatikan faktor persinggungan antar wilayah tetapi juga mempertimbangkan faktor kedekatan hubungan. Antar wilayah memiliki kedekatan hubungan tingkat okupansi penumpang kereta api. Misalkan jika pada hari libur, tingkat okupansi penumpang kereta api ke suatu kota tinggi, maka tingkat okupansi penumpang ke kota lain juga tinggi. Untuk kasus tersebut diberikan nilai pembobot 1. Secara lengkap, bobot diberikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Pembobot Customized W

0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

4.2.2. Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian *Morans I* dilakukan untuk menentukan dependensi spasial antar wilayah. Persamaan (3) digunakan untuk menentukan nilai-nilai kolom 2 pada Tabel 3. Persamaan (4) digunakan untuk menentukan nilai-nilai kolom 3 pada Tabel 3. Tabel 3 disajikan sebagai berikut:

Dengan $\alpha = 0,05$, maka $Z_{\alpha/2} = 1,96$, dan $I_0 = 2,156$. Terlihat bahwa seluruh variabel dependen maupun independen menghasilkan

nilai $Z(I) < Z_{\alpha/2}$ yang artinya gagal tolak H_0 . Ini mengindikasikan bahwa tidak ada dependensi secara spasial antar daerah. Namun demikian semua nilai *Morans I* bernilai lebih besar dari I_0 yang artinya semua variabel dependen maupun independen mempunyai nilai yang mirip dan cenderung dapat membentuk kelompok.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Morans I*

Variabel	<i>Morans I</i>	Z(I)
Y ₁	0,127	2,748
Y ₂	0,144	2,623
Y ₃	0,190	2,879
X ₁	0,087	2,923
X ₂	0,161	2,417
X ₃	0,176	2,633
X ₄	0,029	3,632
X ₅	0,123	2,805
X ₆	0,055	2,231
X ₇	0,125	2,677
X ₈	0,178	2,505

4.2.3. Pengujian Heterogenitas Spasial

Adanya heterogenitas spasial pada data, dapat dilihat dengan melakukan uji *Breush-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{12}^2$$

(homoskedastisitas)

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

(heteroskedastisitas)

Statistik uji yang digunakan pada uji *Breush-Pagan*(BP) menggunakan persamaan (5). Secara komputasi dihasilkan nilai BP test = 11,564 dan nilai *p-value* = 0,172 kurang dari $\alpha = 0,05$ sehingga H_0 gagal ditolak. Jadi terdapat homoskedastisitas secara spasial.

4.2.4. Hasil Estimasi Parameter S-SUR

Dari hasil perhitungan secara komputasi, Tabel 4 menyajikan hasil estimasi untuk parameter model S-SUR beserta ukuran yang digunakan untuk pengujian signifikansi parameter.

Tabel 4. Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter Model S-SUR

Respon	Prediktor	Nilai Parameter	P-value	Signifikan/tidak
Y ₁	Intercept	1,7717	0,0492	Signifikan
	X ₁	10,3383	0,0463	Signifikan
	X ₂	1,5015	0,0619	Signifikan
	X ₃	2,2742	0,0748	Signifikan
	X ₄	6,6751	0,0704	Signifikan
	X ₅	-15,2313	0,5312	Tidak
	X ₆	7,3282	0,7166	Tidak
	X ₇	-4,5746	0,9471	Tidak
Y ₂	X ₈	2,5606	0,8896	Tidak
	Intercept	-0,8099	0,0797	Signifikan
	X ₁	28,2835	0,0153	Signifikan
	X ₂	9,7531	0,0500	Signifikan
	X ₃	10,0560	0,0295	Signifikan
	X ₄	47,5345	0,0823	Signifikan
	X ₅	-64,1814	0,0841	Signifikan
	X ₆	-3,6481	0,8852	Tidak
Y ₃	X ₇	92,9923	0,3189	Tidak
	X ₈	13,2154	0,5778	Tidak
	Intercept	-0,3754	0,0644	Signifikan
	X ₁	15,8025	0,0181	Signifikan
	X ₂	3,1951	0,0233	Signifikan
	X ₃	6,1462	0,0444	Signifikan
	X ₄	13,2939	0,0643	Signifikan
	X ₅	-27,3302	0,0187	Signifikan
X ₆	-2,8822	0,6578	Tidak	
X ₇	75,1773	0,0225	Signifikan	
X ₈	4,8883	0,4288	Tidak	
Nilai Log Likelihood				9,4062
Nilai R ²				0,8541
Nilai AIC				36,8124

Keputusan signifikan atau tidak diperoleh dengan membandingkan nilai *p-value* dan taraf signifikansi $\alpha = 0,1$. Jika *p-value* < 0,1, maka nilai parameter signifikan. Berdasarkan hasil tersebut nilai parameter yang semuanya signifikan diperoleh untuk parameter prediktor X₁, X₂, X₃ dan X₄. Sama dengan konsep regresi linear, dilakukan analisis S-SUR untuk mendapatkan model baru dengan menggunakan prediktor yang nilai parameternya signifikan. Prediktor yang nilai parameternya tidak signifikan tidak dilibatkan dalam pembentukan model baru.

4.2.5. Hasil Akhir Estimasi S-SUR

Estimasi parameter pada tahap ini hanya dilakukan dengan melibatkan prediktor – prediktor yang nilai parameter pada Tabel 4 signifikan untuk semua respon. Dari hasil perhitungan secara komputasi, Tabel 5

menyajikan hasil estimasi untuk parameter model S-SUR baru beserta ukuran yang digunakan untuk pengujian signifikansi parameter.

kerja dan jumlah penduduk musiman di sekitar daerah yang disinggahi.

Tabel 5. Hasil Estimasi dan Signifikansi Parameter Model S-SUR Baru

Var. Respon	Prediktor	Nilai Parameter	t _{hitung}	p-value	Kesimpulan ($\alpha=5\%$)	Parameter Spasial
Y ₁	Intercept	3,3682	3,1933	0,0015	Signifikan	-
	X ₁	0,4283	-1,007	0,0351	Signifikan	0,0131
	X ₂	0,1545	0,1845	0,0459	Signifikan	0,0093
	X ₃	0,8743	0,5379	0,0316	Signifikan	0,0047
	X ₄	0,5144	0,7927	0,0453	Signifikan	0,0035
Y ₂	Intercept	4,9542	2,1875	0,0466	Signifikan	-
	X ₁	0,9119	-0,534	0,0216	Signifikan	0,0107
	X ₂	0,9031	2,1601	0,0368	Signifikan	0,0066
	X ₃	0,1364	0,0468	0,0179	Signifikan	0,0023
	X ₄	0,0713	0,2295	0,0238	Signifikan	0,0058
Y ₃	Intercept	3,3467	3,3725	0,0120	Signifikan	-
	X ₁	0,9694	0,4932	0,0406	Signifikan	0,0115
	X ₂	0,1111	1,4199	0,0202	Signifikan	0,0087
	X ₃	0,3514	2,0357	0,0028	Signifikan	0,0064
	X ₄	0,7025	1,1589	0,0286	Signifikan	0,0038
Nilai Log Likelihood					14,673	
Nilai R ²					0,8776	
Nilai AIC					11,6277	

Tabel 5 memperlihatkan bawa semua nilai parameter untuk prediktor yang dilibatkan signifikan berdasarkan indikator yang digunakan yaitu nilai $p\text{-value} < \alpha = 0,1$. Selain itu dilihat dari ukuran kebaikannya seperti R² dan AIC, estimasi S-SUR yang baru lebih baik.

5. Kesimpulan

Pemodelan tingkat okupansi penumpang kereta api untuk tiap kelas berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat okupansi semua kereta api lintas kota yang berangkat dari Stasiun Surabaya Gubeng, dan Pasar Turi menggunakan metode *Spatial-Seemingly Unrelated Regression* (S-SUR). Hasilnya adalah prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat okupansi penumpang kereta api untuk semua kelas merupakan prediktor yang terkait dengan kependudukan yaitu proporsi rata-rata jumlah penduduk, jumlah wisatawan, jumlah tenaga

Referensi

- [1] Rozi, F. (2011), *Analisis Pengaruh Kualitas Pelayanan PT KAI terhadap Pengaruh Konsumen*. Tugas Akhir UIN Malang, Malang.
- [2] Anselin, L. (2016), “Estimation and Testing in the Spatial Seemingly Unrelated Regression Model”, *GeoDa Center*, Vol. 1, hal. 1-13.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2015), *Statistik Transportasi Jawa Timur 2015*. BPS Jawa Timur, Surabaya.
- [4] Baltagi, B.H., dan Pirotte, A. (2010), “Seemingly Unrelated Regressions with Spatial Error Components”, *Policy Research Paper*, Vol. 125, hal. 1-22.
- [5] Biana, L. (2010), “Manajemen Strategi PT KAI”, <http://lellykelilingdunia.blogspot.com/2010/01/manajemen-strategi-pt-kereta-api.html>, diakses tang-gal 9 September 2015.
- [6] Ditago, A.P. (2011), *Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Penataran Tujuan Surabaya-Malang*. Tugas Akhir ITS, Surabaya.
- [7] Kereta Api Indonesia. (2015), *Jadwal Perjalanan Kereta Api 2015*. PT Kereta Api Indonesia (Persero), Bandung.
- [8] Kereta Api Indonesia. (2015), *Laporan Tahunan PT.KAI Persero 2015*. PT Kereta Api Indonesia (Persero), Jakarta.
- [9] Liu, Y. dan Jarrett, D. (2007), “Spatial Statistical Modeling of Traffic Accidents”, *Makalah*, _____
- [10] Mukminin, dan Zainul, E. (2013), *Analisis Kepuasan Penumpang terhadap Fasilitas dan Pelayanan PT. Kereta Api Indonesia: Studi Pada PT. Kereta Api Indonesia Daops XIII Surabaya*. Tesis UIN Sunan Ampel, Surabaya.
- [11] Mur, J., dan F. López. (2010), *Spatial SUR models: Specification, Testing and Selection*. Research Project University of Zaragoza, Zaragoza.

- [12] Anselin, L. (1988), “A test for Spatial Autocorrelation in Seemingly Unrelated Regressions”, *Economics Letters*, Vol. 28, hal. 335-341.
- [13] Widodo, E. (2015), *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Trayek Surabaya-Malang-Blitar dan Blitar-Malang-Surabaya dii Dapos VIII Surabaya*. Tugas Akhir ITS, Surabaya.
- [14] Wulandari, R. (2012), *Peramalan Jumlah Permintaan Tiket Kereta Api di Stasiun Gubeng Surabaya dengan Metode Box-Jenkins*. Tugas Akhir ITS, Surabaya.
- [15] Wang, X. dan Kockelman, K., (2007), “Specification and Estimation of a Spatially and Temporally Autocor-related Seemingly Unrelated Regression Model: Application to Crash Rates in China”, *Journal of Transportation*, Vol.34, hal. 281-300.