

**PEMODELAN *SPATIAL DURBIN MODEL* (SDM) UNTUK  
MENGIDENTIFIKASI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**OLEH  
IKFI KHOIRULIT TAUFIQOH  
NIM.19610086**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**PEMODELAN *SPATIAL DURBIN MODEL* (SDM) UNTUK  
MENGIDENTIFIKASI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh  
Ikfi Khoirulit Taufiqoh  
NIM. 19610086**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**PEMODELAN *SPATIAL DURBIN MODEL* (SDM) UNTUK  
MENGIDENTIFIKASI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Ikfi Kholrulit Taufiqoh  
NIM. 19610086**

Telah Disetujui untuk Diuji

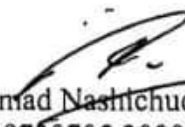
Malang, 12 Desember 2025

Dosen Pembimbing I



Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.  
NIPPPK. 19900709 202321 2 037

Dosen Pembimbing II



Dr. Achmad Nashichuddin, M.A.  
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,  
Kepala Program Studi Matematika



Dr. Fachrud Rozi, M.Si.  
NIP. 19800527 200801 1 012

**PEMODELAN *SPATIAL DURBIN MODEL* (SDM) UNTUK  
MENGIDENTIFIKASI FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Oleh**  
**Ikfi Khoirulit Taufiqoh**  
**NIM. 19610086**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S. Mat)

Tanggal 24 Desember 2025

Ketua Penguji : Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si.

Anggota Penguji I : Abdul Aziz, M.Si.

Anggota Penguji II : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.

Anggota Penguji II<sup>I</sup> : Dr. Achmad Nashichuddin, M.A.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
  
Dr. Fachrudin Rozi, M.Si.  
NIP. 19800527 200801 1 012

## PERNYATAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ikfi Khoirulit Taufiqoh  
NIM : 19610086  
Program Studi : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : *Pemodelan Spatial Durbin Model (SDM) untuk Mengidentifikasi Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Ikfi Khoirulit Taufiqoh  
19610086

## **MOTO**

*“Be brave, be smart and be kind”*

## **PERSEMBAHAN**

Penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

Bapak dan Ibu penulis yang selalu mendukung, selalu mengerti,  
selalu mendoakan dan selalu memberikan kasih sayang.

Kedua adik penulis yang selalu memberikan semangat dan  
selalu menolong ketika dibutuhkan bantuan.

Sahabat dan teman penulis yang selalu menemani, selalu  
mendukung dan selalu peduli terhadap penulis.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT sebab dengan segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemodelan *Spatial Durbin Model* (SDM) untuk Mengidentifikasi Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur”. Sholawat dan salam senantiasa di sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, yang membimbing umat Islam dari masa kebodohan menuju jalan kebenaran.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrur Rozi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang dengan penuh teliti dan sabar dalam memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
5. Dr. Achmad Nashichuddin, M.A., selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh teliti dan sabar dalam memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
6. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Ketua Penguji yang dengan penuh teliti dan sabar dalam menguji serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
7. Abdul Aziz, M.Si., selaku Anggota Penguji I yang dengan penuh teliti dan sabar dalam menguji serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis.

8. Seluruh dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk material, moral maupun batin sehingga penulis dapat menyelesaikan hingga akhir.
10. Seluruh teman-teman mahasiswa Angkatan 2019 khususnya Program Studi Matematika yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam keadaan apapun.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan pahala yang terbaik atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Harapan penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri untuk meningkatkan ilmu pengetahuan serta pemahaman ilmu matematika, utamanya pada bidang statistika.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, 12 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....                                                  | i         |
| HALAMAN PENGAJUAN .....                                              | ii        |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                            | iii       |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                             | iv        |
| PERNYATAN KEASLIAN TULISAN .....                                     | v         |
| MOTO .....                                                           | vi        |
| PERSEMBAHAN.....                                                     | vii       |
| KATA PENGANTAR.....                                                  | viii      |
| DAFTAR ISI.....                                                      | x         |
| DAFTAR TABEL .....                                                   | xii       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                  | xiii      |
| DAFTAR SIMBOL .....                                                  | xiv       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                | xvi       |
| ABSTRAK .....                                                        | xvii      |
| ABSTRACT .....                                                       | xviii     |
| مستخلص البحث .....                                                   | xix       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                       | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                                             | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                            | 6         |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                          | 6         |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                         | 7         |
| 1.5 Batasan Penelitian .....                                         | 7         |
| <b>BAB II KAJIAN TEORI .....</b>                                     | <b>8</b>  |
| 2.1 Analisis Regresi Spasial.....                                    | 8         |
| 2.2 Matriks Pembobot Spasial .....                                   | 9         |
| 2.3 Uji Autokorelasi Spasial .....                                   | 11        |
| 2.4 <i>Spatial Durbin Model</i> .....                                | 13        |
| 2.5 Estimasi Parameter SDM .....                                     | 14        |
| 2.6 Uji Signifikansi Parameter SDM .....                             | 18        |
| 2.7 Pemeriksaan Asumsi Model.....                                    | 19        |
| 2.8 Ukuran Kebaikan Model.....                                       | 21        |
| 2.9 Efek Langsung dan Tidak Langsung.....                            | 23        |
| 2.10 Definisi Angka Harapan Hidup dan Faktor yang Mempengaruhi ..... | 24        |
| 2.11 Hidup Sehat Menurut Ajaran Islam .....                          | 27        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                               | <b>30</b> |
| 3.1 Jenis Penelitian.....                                            | 30        |
| 3.2 Sumber Data.....                                                 | 30        |
| 3.3 Variabel Penelitian .....                                        | 30        |
| 3.4 Tahapan Penelitian .....                                         | 31        |
| 3.5 Diagram Penelitian.....                                          | 33        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                             | <b>34</b> |
| 4.1 Analisis Deskriptif .....                                        | 34        |
| 4.2 Matriks Pembobot Spasial .....                                   | 36        |
| 4.3 Uji Autokorelasi Spasial .....                                   | 38        |

|              |                                                      |           |
|--------------|------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4          | Pemodelan Spatial Durbin Model.....                  | 42        |
| 4.5          | Pemeriksaan Asumsi SDM .....                         | 46        |
| 4.6          | Ukuran Kebaikan Model.....                           | 47        |
| 4.7          | Faktor yang Berpengaruh Signifikan terhadap AHH..... | 49        |
| 4.8          | Pemodelan SDM dalam Pandangan Islam.....             | 52        |
| <b>BAB V</b> | <b>PENUTUP.....</b>                                  | <b>54</b> |
| 5.1          | Kesimpulan .....                                     | 54        |
| 5.2          | Saran .....                                          | 55        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                           | <b>56</b> |
|              | <b>LAMPIRAN.....</b>                                 | <b>59</b> |
|              | <b>RIWAYAT HIDUP.....</b>                            | <b>77</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Hipotesis dan Statistik Uji <i>Wald</i> .....                      | 19 |
| <b>Tabel 2.2</b> Kriteria Nilai MAPE.....                                           | 23 |
| <b>Tabel 4.1</b> Analisis Deskriptif .....                                          | 34 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Estimasi Parameter Model SDM.....                            | 43 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji Signifikansi Parameter SDM.....                          | 44 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Estimasi dan Uji Signifikansi Setelah Eliminasi.....         | 45 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil Asumsi Normalitas .....                                      | 46 |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil Asumsi Homogenitas.....                                      | 47 |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil Estimasi Efek Langsung, Efek Tidak Langsung dan Efek Total . | 50 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....                                           | 33 |
| <b>Gambar 4.1</b> Peta Sebaran Angka Harapan Hidup di Jawa Timur.....                     | 35 |
| <b>Gambar 4.2</b> Grafik Sebaran Angka Harapan Hidup di Jawa Timur .....                  | 35 |
| <b>Gambar 4.3</b> <i>Scatter Plot</i> Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi ..... | 49 |

## DAFTAR SIMBOL

|                       |                                                                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Y$                   | : Vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$                                              |
| $\rho$                | : Koefisien parameter ketergantungan spasial variabel independen                               |
| $W$                   | : Matriks pembobot spasial yang berukuran $n \times n$                                         |
| $X$                   | : Matriks variabel independen berukuran $n \times (k + 1)$                                     |
| $\beta$               | : Vektor parameter regresi berukuran $(k + 1) \times 1$                                        |
| $u$                   | : Vektor error yang mempunyai efek spasial berukuran $n \times 1$                              |
| $\lambda$             | : Koefisien parameter spasial <i>error</i>                                                     |
| $\varepsilon$         | : Vektor <i>error</i> berukuran $n \times 1$                                                   |
| $\alpha$              | : Vektor parameter konstan                                                                     |
| $\theta$              | : Vektor parameter regresi spasial <i>lag</i> variabel independen                              |
| $n$                   | : Banyak amatan atau lokasi ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )                                        |
| $k$                   | : Banyak variabel independen ( $k = 1, 2, \dots, l$ )                                          |
| $I$                   | : Matriks identitas dengan ukuran $n \times n$                                                 |
| $d_{ij}$              | : Jarak <i>euclidean</i> antara titik lokasi amatan ke- $i$ dengan titik lokasi amatan ke- $j$ |
| $u_i$                 | : Koordinat lintang lokasi amatan ke- $i$                                                      |
| $u_j$                 | : Koordinat lintang lokasi amatan ke- $j$                                                      |
| $v_i$                 | : Koordinat bujur lokasi amatan ke- $i$                                                        |
| $v_j$                 | : Koordinat bujur lokasi amatan ke- $j$                                                        |
| $h$                   | : Parameter peluruhan                                                                          |
| $I_M$                 | : Indeks Moran                                                                                 |
| $x_i$                 | : Nilai pada lokasi ke- $i$                                                                    |
| $x_j$                 | : Nilai pada lokasi ke- $j$                                                                    |
| $\bar{x}$             | : Nilai rata-rata data                                                                         |
| $w_{ij}$              | : Bobot lokasi pada matriks pembobot spasial antara lokasi $i$ dan $j$                         |
| $E(I_M)$              | : Nilai ekspektasi Indeks Moran                                                                |
| $var(I_M)$            | : Nilai variansi Indeks Moran                                                                  |
| $y_i$                 | : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $i$                                                    |
| $y_j$                 | : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $j$                                                    |
| $\beta_i$             | : Nilai parameter regresi variabel independen ke- $i$                                          |
| $\theta_k$            | : Nilai parameter regresi variabel independen ke- $k$                                          |
| $x_{ki}$              | : Nilai variabel independen ke- $k$ pada lokasi ke- $i$                                        |
| $x_{kj}$              | : Nilai variabel independen ke- $k$ pada lokasi ke- $j$                                        |
| $D$                   | : Nilai uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>                                                          |
| $F(X)$                | : Probabilitas kumulatif dari data pengamatan                                                  |
| $F_0(X)$              | : Probabilitas kumulatif distribusi normal                                                     |
| BP                    | : Nilai uji <i>Breusch-Pagan</i>                                                               |
| $\varepsilon_i$       | : Vektor <i>error</i> pada amatan ke- $i$                                                      |
| $Z$                   | : Matriks berukuran $n \times (k + 1)$ yang berisi vektor konstan                              |
| $Wald$                | : Nilai uji <i>Wald</i>                                                                        |
| $var(\hat{\rho})$     | : Nilai variansi estimasi dari parameter $\rho$                                                |
| $var(\hat{\beta}_j)$  | : Nilai variansi estimasi dari parameter $\beta$ ( $j = 1, 2, \dots, k$ )                      |
| $var(\hat{\theta}_j)$ | : Nilai variansi estimasi dari parameter $\theta$ ( $j = 1, 2, \dots, k$ )                     |

$R^2$  : Nilai Koefisien Determinasi  
 $\hat{y}_i$  : Nilai prediksi variabel dependen di lokasi ke- $i$   
 $\bar{Y}$  : Nilai rata-rata variabel dependen  
 $MAPE$  : Nilai *Mean Absolute Percentage Error*

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1</b> Data Penelitian.....                                      | 59 |
| <b>Lampiran 2</b> Koordinat Garis Lintang dan Garis Bujur .....             | 60 |
| <b>Lampiran 3</b> Matriks Jarak <i>Euclidean</i> .....                      | 61 |
| <b>Lampiran 4</b> Matriks Pembobot Jarak Eksponensial .....                 | 63 |
| <b>Lampiran 5</b> Matriks Pembobot Jarak Eksponensial Terstandarisasi ..... | 65 |
| <b>Lampiran 6</b> Perhitungan Indeks Moran dengan <i>Excel</i> .....        | 67 |
| <b>Lampiran 7</b> Tabel Distribusi Normal Z .....                           | 68 |
| <b>Lampiran 8</b> Tabel Nilai Kritis <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....        | 69 |
| <b>Lampiran 9</b> Tabel Distribusi <i>Chi-Square</i> .....                  | 70 |
| <b>Lampiran 10</b> <i>Output</i> Menggunakan Rstudio .....                  | 71 |
| <b>Lampiran 11</b> Hasil <i>Output</i> Menggunakan Rstudio .....            | 71 |

## ABSTRAK

Taufiqoh, Ikfi Khoirulit. 2025. **Pemodelan *Spatial Durbin Model* (SDM) untuk Mengidentifikasi Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si. (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

**Kata Kunci:** *Spatial Durbin Model*, Angka Harapan Hidup, Matriks Pembobot Jarak Eksponensial, *Maximum Likelihood Estimation*, Regresi Spasial.

Regresi spasial merupakan pengembangan dari metode regresi linier klasik yang disebabkan oleh keberadaan aspek spasial dalam data yang sedang diteliti. *Spatial Durbin Model* adalah salah satu jenis regresi yang perhitungan lag spasial bukan hanya pada variabel dependen, namun juga akan diperhitungkan lag spasial pada variabel independennya. Model tersebut menggunakan matriks pembobot jarak eksponensial di mana semakin dekat jarak antara lokasi satu dengan lainnya maka nilai bobotnya semakin besar dan bobotnya akan menurun/meluruh secara eksponensial seiring bertambahnya jarak antar lokasi. Estimasi parameter pada model menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Sektor kesehatan adalah salah satu sektor prioritas dalam dimensi nasional, karena menjadi modal penting bagi kehidupan masyarakat untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Angka Harapan Hidup (AHH) menjadi salah satu indikator untuk mengukur kesejahteraan dalam bidang kesehatan sebagai representasi komponen hidup sehat dan umur panjang. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi variasi AHH. Berikut model SDM dengan nilai sebesar 96,14% dan nilai MAPE sebesar 0,42% dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap AHH yaitu:  $x_1, x_2, x_5, x_7$ , lag  $x_1$ , lag  $x_2$ , lag  $x_5$ , lag  $x_6$  dan lag  $x_7$ .

$$y_i = 323.8005096 - 9.4534 \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j - 0.0314581 x_1 - 0.0701906 x_2 - 0.1656535 x_5 + 0.6441181 x_7 - 0.6770304 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} - 0.9071822 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} - 2.4456317 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} - 5.1161396 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + 10.9018991 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon$$

## ABSTRACT

Taufiqoh, Ikfi Khoirulit. Year: 2025. Title: **Spatial Durbin Model (SDM) Modeling to Identify Factors Affecting Life Expectancy in East Java Province**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si. (II) Achmad Nashichuddin, M.A.

**Keywords:** Spatial Durbin Model, Life Expectancy, Exponential Distance Weighting Matrix, Maximum Likelihood Estimation, Spatial Regression.

Spatial regression is a development of the classical linear regression method due to the spatial aspect of the data being studied. The Spatial Durbin Model is a type of regression that calculates spatial lag not only for the dependent variable but also for the independent variables. The model uses an exponential distance weighting matrix, where the closer the distance between one location and another, the greater the weight value, and the weight decreases/decays exponentially as the distance between locations increases. Parameter estimation in the model uses Maximum Likelihood Estimation (MLE). The health sector is one of the priority sectors in the national dimension, because it is a vital capital for people's lives to carry out daily activities. Life Expectancy (AHH) is one indicator to measure welfare in the health sector as a representation of the components of a healthy life and longevity. Several factors influence AHH variations. The following is the SDM model with an  $R^2$  value of 96.14% and a MAPE value of 0.42% with variables that have a significant effect on AHH, namely:  $x_1, x_2, x_5, x_7, \text{lag } x_1, \text{lag } x_2, \text{lag } x_5, \text{lag } x_6$  and  $\text{lag } x_7$ .

$$y_i = 323.8005096 - 9.4534 \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j - 0.0314581 x_1 - 0.0701906 x_2 - 0.1656535 x_5 + 0.6441181 x_7 - 0.6770304 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} - 0.9071822 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} - 2.4456317 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} - 5.1161396 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + 10.9018991 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon$$

## مستخلص البحث

توفيقوه، اكفي خيرالتوفيقه. ٢٠٢٥. نمذجة نموذج دورين المكاني (*SDM*) لتحديد العوامل المؤثرة على متوسط العمر المتوقع في مقاطعة جاوة الشرقية. البحث العلمي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية في مالانج. المشرفون: (١) ريبا ديبا ليلي نور حرسما، الماجستير. (٢) احمد ناصيح الدين، الماجستير.

**الكلمات المفتاحية:** نموذج دورين المكاني، متوسط العمر المتوقع، مصفوفة ترجيح المسافة الأسية، تقدير الاحتمال الأقصى، الانحدار المكاني.

يُعدّ الانحدار المكاني تطوراً لطريقة الانحدار الخطي الكلاسيكية نظراً لوجود جوانب مكانية في البيانات المدروسة. نموذج دورين المكاني هو نوع من الانحدار يحسب التأخر المكاني ليس فقط على المتغير التابع، بل أيضاً على المتغيرات المستقلة. يستخدم النموذج مصفوفة ترجيح المسافة الأسية، حيث كلما اقتربت المسافة بين موقعين، زادت قيمة الترجيح، ويتناقص الترجيح أسياً مع ازدياد المسافة بين المواقع. يستخدم النموذج طريقة تقدير الاحتمال الأقصى (*MLE*) لتقدير المعلمات. يُعدّ قطاع الصحة من القطاعات ذات الأولوية على المستوى الوطني، لأنه يُمثّل ركيزة أساسية لحياة الناس وممارسة أنشطتهم اليومية. يُعدّ متوسط العمر المتوقع (*AHH*) إحدى المؤشرات قياس الرفاه في قطاع الصحة، كونه يُمثّل عناصر الحياة الصحية وطول العمر. وتؤثر عدة عوامل على تباين متوسط العمر المتوقع. فيما يلي نموذج *SDM* بقيمة  $R^2$  تبلغ 96.14% وقيمة *MAPE* تبلغ 0.42% مع المتغيرات التي لها تأثير كبير على *AHH*، وهي:  $x_1, x_2, x_5, x_7, \text{lag } x_1, \text{lag } x_2, \text{lag } x_5, \text{lag } x_6$  و  $\text{lag } x_7$

$$y_i = 323.8005096 - 9.4534 \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j - 0.0314581 x_1 - 0.0701906 x_2 - 0.1656535 x_5 + 0.6441181 x_7 - 0.6770304 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} - 0.9071822 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} - 2.4456317 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} - 5.1161396 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + 10.9018991 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon$$

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Regresi spasial merupakan pengembangan dari metode regresi linier klasik yang disebabkan oleh keberadaan aspek spasial dalam data yang sedang diteliti (Anselin, 1988). Data pengukuran yang di dalamnya mencakup informasi suatu lokasi geografis atau ruang disebut dengan data spasial. Pada data spasial, sering kali pengamatan pada satu lokasi dipengaruhi oleh lokasi lain yang bertetangga (Hidayah & Indrasetianingsih, 2019). Oleh sebab itu, pemodelan pada regresi spasial memerlukan matriks pembobot sebagai faktor penentu adakah keterkaitan antara lokasi yang satu dengan lokasi lain. Ada beberapa macam matriks pembobot spasial, salah satunya yaitu matriks pembobot jarak eksponensial.

*Spatial Durbin Model* adalah salah satu jenis regresi yang menggunakan data spasial sebagai area pendekatannya. Pada model SDM *lag* spasial yang dihitung bukan hanya pada variabel dependen, namun juga akan diperhitungkan *lag* spasial pada variabel independennya. Dalam hal ini, model SDM bertujuan untuk mampu menghasilkan pengaruh efek langsung (*direct effect*) maupun efek tidak langsung (*indirect/spillover effect*) antarlokasi pada data spasial yang di amati.

Sektor kesehatan adalah salah satu sektor prioritas dalam dimensi nasional, karena kesehatan menjadi modal penting bagi kehidupan masyarakat untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Pembangunan kesehatan merupakan sasaran dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia (Wardhana & Kharisma, 2020). Oleh sebab itu, menjaga kesehatan bukan hanya merupakan kewajiban pemerintah,

akan tetapi juga merupakan kewajiban setiap masyarakat. Pada hal ini, Angka Harapan Hidup (AHH) menjadi indikator untuk mengukur kesejahteraan dalam bidang kesehatan sebagai representasi komponen hidup sehat dan umur panjang (BPS, 2022).

Dalam kajian keislaman, harapan hidup manusia hanya diketahui oleh Allah saja, sesuai dengan kalam Allah yang terdapat dalam Al-Qur'an, pada surat Al-Imran ayat 145.

وَمَا كَانَ لِنَفْسٍ أَنْ تَمُوتَ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ كَتَبْنَا مُوَدَّتَهُ ۖ وَمَنْ يُرِدْ ثَوَابَ الدُّنْيَا نُؤْتِهِ مِنْهَا ۖ وَمَنْ يُرِدْ ثَوَابَ الْآخِرَةِ نُؤْتِهِ مِنْهَا ۖ وَسَنَجْزِي الشَّاكِرِينَ

*“Setiap yang bernyawa tidak akan mati, kecuali dengan izin Allah sebagai ketetapan yang telah ditentukan waktunya. Siapa yang menghendaki pahala dunia, niscaya Kami berikan kepadanya pahala (dunia) itu dan siapa yang menghendaki pahala akhirat, niscaya Kami berikan (pula) kepadanya pahala (akhirat) itu. Kami akan memberi balasan kepada orang-orang yang bersyukur” (Departemen Agama RI, 2006).*

Ayat tersebut berisi peringatan kepada orang-orang yang imannya tergoncang disebabkan mendengar wafatnya Nabi Muhammad SAW, bahwa hidup dan mati seseorang sudah ditentukan oleh Allah, bukan dari tangan orang itu sendiri. Dalam buku tafsir Ibnu Katsir, Asbabun nuzul ayat tersebut yaitu ketika peristiwa Perang Uhud dimana teguran terhadap kaum muslim yang lari dari medan perang karena takut mati ketika mendengar berita kematian Nabi yang disebarkan oleh fitnah seseorang dari kaum musyrik. Dengan meninggalkan medan perang, tidak bisa menjadi sebab kematian dikarenakan kematian hanya terjadi jika Allah menghendaki (Farida, 2014). Sebagai seorang muslim, kita diperintahkan agar senantiasa berusaha agar diberikan kesehatan, umur yang berkah, dan kesejahteraan hidup yang baik sebelum kematian yang di kehendaki oleh Allah terjadi.

Badan Pusat Statistik (BPS) mendefinisikan Angka Harapan Hidup sebagai suatu alat evaluasi kinerja pemerintah dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya dalam meningkatkan derajat kesehatan. Rendahnya AHH di suatu daerah, perlu dilakukan langkah-langkah perbaikan melalui program sosial dan program kesehatan lainnya. Pada hal ini, mencakup aspek kesehatan lingkungan, aspek kecukupan gizi dan kalori, serta program pemberantasan kemiskinan. AHH dapat dijadikan sebagai cerminan derajat kesehatan masyarakat suatu daerah dan sebagai indikator kesejahteraan masyarakat. Jika AHH meningkat maka derajat kesehatan dan kesejahteraan suatu masyarakat juga meningkat. Peningkatan indikator ini juga menunjukkan keberhasilan di bidang sosial ekonomi, sehingga AHH menjadi salah satu indikator yang diperlukan dalam mengukur Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

Provinsi Jawa Timur ialah lokasi dengan populasi penduduk kedua terbesar di Indonesia pada tahun 2022. Jumlah populasi penduduk yang tinggi harus selaras dengan kesehatan penduduk pada lokasi tersebut. Peningkatan AHH penduduk di Jawa Timur dari tahun ke tahun menggambarkan kemajuan pada derajat kesehatan. AHH penduduk Jawa Timur pada tahun 2022 adalah sebesar 71,74 tahun, artinya rata-rata harapan hidup bayi yang lahir pada tahun 2022 dapat mencapai umur 71,74 tahun. Apabila dibandingkan dengan rata-rata harapan hidup bayi yang lahir pada tahun 2010, bayi yang lahir tahun 2022 memiliki AHH yang cukup signifikan yaitu 1,85 tahun lebih lama. Meskipun demikian, AHH penduduk di Jawa Timur masih lebih rendah dibandingkan AHH nasional yang mencapai 71,85 tahun.

Berdasarkan informasi data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada indikator AHH di 38 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur tahun 2022, terdapat variasi AHH antara kabupaten/kota tersebut. Kabupaten Tulungagung mencatatkan AHH tertinggi sebesar 74,54 tahun, yang berarti mengalami peningkatan sebanyak 0,38 tahun dibanding tahun sebelumnya yang mencapai 74,16 tahun. Di sisi lain, Kabupaten Bondowoso mencatatkan AHH terendah sebesar 67,29 tahun, namun terjadi peningkatan sebanyak 0,40 tahun dibanding tahun sebelumnya yang mencapai 66,89 tahun. Variabilitas ini menunjukkan perbedaan derajat kesehatan antar lokasi di Provinsi Jawa Timur.

Pertumbuhan yang terus meningkat pada indikator AHH di Provinsi Jawa Timur diharapkan dapat diikuti oleh seluruh kabupaten/kota di lokasi tersebut. Meskipun secara keseluruhan AHH di Jawa Timur mengalami peningkatan, tetapi ada 6 kabupaten di lokasi tersebut yang memiliki AHH dibawah 70 tahun. Perubahan angka ini, baik peningkatan maupun penurunan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Oleh sebab itu, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan berpengaruh pada Angka Harapan Hidup, dan salah untuk melakukannya adalah melalui pemodelan.

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan metode *Spatial Durbin Model* (SDM), salah satu diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Lokang & Dwiatmoko (2019), Suaib dkk. (2022) dan Triliani & Bkti (2017). Pada penelitian Lokang dan Dwiatmoko menghasilkan metode *Spatial Durbin Model* dapat menggambarkan presentase penduduk miskin sebesar 68,4%. Selanjutnya pada penelitian Suaib dkk. didapatkan bahwa pemodelan *Spatial Durbin Model* (SDM) dapat menggambarkan Indeks Pembangunan Gender (IPG) sebesar 51,52%.

Triliani dan Bkti menjelaskan bahwa pada metode *Spatial Durbin Model* terdapat variabel dependen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel independen dan juga metode ini dapat menggambarkan TPT dengan nilai AIC sebesar 128,62 dan 49,45 untuk nilai *R-square* yang artinya nilai tersebut menandakan metode SDM lebih baik daripada metode OLS pada penelitian tersebut.

Penelitian lain mengenai Angka Harapan Hidup menggunakan metode regresi spasial juga terdapat beberapa penelitian, diantaranya yaitu dilakukan oleh Intan dan Sulistiyawan (2018) dengan melakukan pemodelan *Spatial Autoregressive Model* pada data AHH di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2016. Penelitian ini menghasilkan rata-rata AHH di Jawa Timur cukup tinggi sebesar 71,05 tahun dan nilai koefisien determinasi pada model sebesar 72,459% serta nilai AIC sebesar 137,36 dengan kesimpulan model dianggap cukup baik. Penelitian selanjutnya merupakan penelitian yang dilakukan oleh Nisa dkk. (2022), metode pada pemodelan yang digunakan yaitu *Mixed Geographically Weighted Regression* dengan *Adaptive Bandwith* pada data AHH di Provinsi Jawa Tengah yang menghasilkan model dengan nilai AIC sebesar 98,26476.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian mengenai Angka Harapan Hidup dengan memperhatikan pengaruh aspek geografis penting dilakukan untuk mendapatkan model yang lebih akurat dalam menentukan faktor yang berpengaruh terhadap studi kasus tersebut. Sehingga, penulis termotivasi untuk menyusun penelitian yang berjudul “Pemodelan *Spatial Durbin Model* untuk Mengidentifikasi Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur”. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai indikator-indikator yang berpengaruh terhadap variasi AHH di berbagai lokasi

Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Tujuan penulisannya adalah untuk memberikan kontribusi dalam pemahaman ilmu statistika dan matematika bagi pembaca dan penulis, serta diharapkan dapat memberikan manfaat bagi instansi pemerintah dalam upayanya meningkatkan AHH, sehingga kualitas hidup penduduk dan kesejahteraan masyarakat dapat ditingkatkan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan paparan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Spatial Durbin Model*?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi variasi tinggi rendahnya Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rincian pada rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan model SDM untuk menggambarkan Angka Harapan Hidup lokasi Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2022.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi tinggi rendahnya Angka Harapan Hidup lokasi Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat tersampaikan kepada penulis, pembaca, dan instansi pemerintahan diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi penulis, diharapkan penelitian ini dapat menambah pemahaman dan wawasan mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka harapan hidup lokasi abupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan model SDM.
2. Bagi pembaca, diharapkan penelitian ini dapat memberikan pengetahuan dan pemahaman lebih lanjut mengenai *Spatial Durbin Model*.
3. Bagi instansi pemerintahan, penelitian ini dapat memberikan informasi terkait lokasi-lokasi yang memerlukan perhatian khusus dalam merencanakan pembangunan berkelanjutan yang tepat sasaran.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Beberapa batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup:

1. Model regresi yang akan diteliti menggunakan *Spatial Durbin Model*.
2. Estimasi parameter model menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
3. Matriks pembobot menggunakan matriks pembobot jarak eksponensial.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### 2.1 Analisis Regresi Spasial

Analisis regresi merupakan satu dari metode statistik yang digunakan untuk membuat model dengan tujuan dapat menggambarkan keterkaitan antara dua atau lebih variabel, yaitu variabel dependen (Y) dan variabel independen (X). Variabel dependen atau variabel terikat adalah variabel yang nilainya bergantung pada variabel lain atau variabel yang dipengaruhi kedudukannya oleh variabel independen. Sedangkan variabel independen atau variabel bebas adalah variabel yang nilainya tidak bergantung pada variabel lain atau variabel yang kedudukannya mempengaruhi variabel dependen (Algifari, 2000).

Regresi spasial adalah metode regresi yang digunakan pada data tipe spasial atau data yang terdapat efek lokasi (*spatial effect*). Berdasarkan tipe data, pemodelan spasial dapat dibedakan menjadi pemodelan menggunakan pendekatan titik dan pendekatan area. Beberapa pendekatan titik meliputi *Geographically Weighted Regression* (GWR), *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), *Space-Time Autoregressive* (STAR), dan *Generalized Space-Time Autoregressive* (GSTAR). Beberapa pendekatan area meliputi *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), *Spatial Durbin Model* (SDM), *Conditional Autoregressive Model* (CAR), dan *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA) (Hidayah & Indrasetyaningsih, 2019). SARMA merupakan kasus khusus dari penggabungan model SAR dan model SEM, hal ini terjadi apabila data menghasilkan dependensi *lag* dan dependensi *error*.

LeSage dan Pace (2009) menjelaskan bahwa penulisan persamaan umum dalam model regresi spasial sebagai berikut:

$$y = \rho Wy + X\beta + u \quad (2.1)$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

$$\varepsilon \sim N(0, I\sigma^2)$$

di mana:

$y$  : Vektor variabel dependen berukuran  $n \times 1$

$\rho$  : Koefisien parameter ketergantungan spasial variabel independen

$W$  : Matriks pembobot spasial yang berukuran  $n \times n$

$X$  : Matriks variabel independen berukuran  $n \times (k + 1)$

$\beta$  : Vektor parameter regresi berukuran  $(k + 1) \times 1$

$u$  : Vektor *error* yang mempunyai efek spasial berukuran  $n \times 1$

$\lambda$  : Koefisien parameter spasial *error*

$\varepsilon$  : Vektor *error* berukuran  $n \times 1$

$n$  : Banyak amatan atau lokasi ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$k$  : Banyak variabel independen ( $k = 1, 2, \dots, l$ )

$I$  : Matriks identitas dengan ukuran  $n \times n$

## 2.2 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot memiliki peran penting untuk menjelaskan kedekatan antar lokasi. Pembobot spasial berfungsi mengukur besarnya koefisien autokorelasi yang muncul pada lokasi yang diamati. Matriks pembobot spasial terdiri dari sejumlah entri/elemen dengan nilai pembobot yang diberikan untuk perbandingan antar lokasi yang diamati (Kumboro Adi dkk., 2016). Pendekatan

matriks pembobot spasial didasarkan pada letak lokasi yang membentuk matriks pembobot dengan ukuran  $n \times n$  dan nonnegatif, dinotasikan dengan  $W$ . Nilai pada  $w_{ij}$  adalah nilai elemen matriks pembobot di baris ke- $i$  pada kolom ke- $j$ .

Secara umum penulisan matriks pembobot spasial adalah sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & w_{n3} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Pada penelitian ini, matriks pembobot spasial menggunakan matriks pembobot jarak eksponensial dimana semakin dekat jarak antara lokasi satu dengan lainnya maka nilai bobotnya semakin besar dan bobotnya akan menurun/meluruh secara eksponensial seiring bertambahnya jarak antar lokasi. Dalam hal ini, elemen matriks pembobot spasial  $w_{ij}$  dapat dituliskan sebagai berikut (LeSage & Pace, 2009):

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp(-hd_{ij}) & \text{untuk } i \neq j \\ 0 & \text{untuk } i = j \end{cases} \quad (2.2)$$

dengan:

$$d_{ij} : \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (2.3)$$

di mana:

$d_{ij}$  : Jarak *euclidean* antara titik lokasi amatan ke- $i$  dengan titik lokasi amatan ke- $j$

$u_i$  : Koordinat lintang lokasi amatan ke- $i$

$u_j$  : Koordinat lintang lokasi amatan ke- $j$

$v_i$  : Koordinat bujur lokasi amatan ke- $i$

$v_j$  : Koordinat bujur lokasi amatan ke- $j$

$h$  : Parameter peluruhan

### 2.3 Uji Autokotokorelasi Spasial

Pengujian efek spasial bertujuan dalam menentukan nilai autokorelasi spasial yang berfungsi untuk identifikasi suatu lokasi pengelompokkan spasial. Uji autokorelasi spasial ini menggunakan statistik *Moran's I*. Nilai Indeks Moran dirumuskan sebagai berikut (Wardani dkk., 2018):

$$I_M = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.4)$$

di mana:

$I_M$  : Indeks Moran

$x_i$  : Nilai pada lokasi ke-  $i$

$x_j$  : Nilai pada lokasi ke-  $j$

$\bar{x}$  : Nilai rata-rata data

$w_{ij}$  : Bobot lokasi pada matriks pembobot spasial terstandarisasi antara lokasi  $i$  dan  $j$

Nilai dari indeks  $I_M$  berada pada kisaran antara -1 dan 1. Sehingga jika nilainya berada dalam rentang  $-1 \leq I_M < 0$  maka data menunjukkan ada autokorelasi negatif, sedangkan jika nilainya berada dalam rentang  $0 < I_M \leq 1$  maka data menunjukkan ada autokorelasi positif (Wuryandari dkk., 2014). Berikut merupakan uji hipotesis pada Indeks Moran:

$H_0$ : Tidak terdapat autokorelasi spasial

$H_1$ : Terdapat autokorelasi spasial

Statistik uji:

$$Z_{hitung} = \frac{I_M - E(I_M)}{\sqrt{var(I_M)}} \quad (2.5)$$

di mana:

$E(I_M)$  : Nilai ekspektasi Indeks Moran

$var(I_M)$  : Nilai variansi Indeks Moran

Pengambilan keputusan yaitu  $H_0$  ditolak jika  $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ , yang berarti terdapat autokorelasi antar lokasi (Lee & Wong, 2001). Kemudian untuk nilai ekspektasi dan variansi Indeks Moran memiliki definisi sebagai berikut:

$$E(I_M) = -\frac{1}{n-1} \quad (2.6)$$

$$var(I_M) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I_M)]^2 \quad (2.7)$$

dengan:

$$S_0 : \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$S_1 : \frac{1}{2} \sum_{i \neq j}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 : \sum_{i \neq j}^n (w_{i0} + w_{0i})^2$$

$$w_{i0} : \sum_{i=1}^n w_{ij}$$

$$w_{0i} : \sum_{j=1}^n w_{ji}$$

di mana:

$n$  : Banyak amatan atau lokasi yang diteliti

$w_{ij}$  : Bobot lokasi pada matriks pembobot spasial terstandarisasi antara lokasi  $i$  dan  $j$

## 2.4 *Spatial Durbin Model*

*Spatial Durbin Model* (SDM) merupakan pengembangan dari *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dengan menambahkan pengaruh *lag* terhadap variabel independen, sehingga memerlukan penambahan ketergantungan spasial terhadap modelnya. Pembobotan pada model ini diterapkan pada variabel independen dan juga pada variabel dependen. LeSage & Pace (2009) menjelaskan bahwa model regresi spasial Durbin mempunyai bentuk persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = \rho WY + \alpha + X\beta + WX\theta + \varepsilon \quad (2.8)$$

di mana:

$Y$  : Vektor variabel dependen berukuran  $n \times 1$

$\rho$  : Koefisien spasial *lag* variabel dependen

$W$  : Matriks pembobot spasial yang berukuran  $n \times n$

$X$  : Matriks variabel independen berukuran  $n \times k$

$\alpha$  : Vektor parameter konstan

$\beta$  : Vektor parameter regresi berukuran  $k \times 1$

$\theta$  : Vektor parameter regresi spasial *lag* variabel independen berukuran  $k \times 1$

$\varepsilon$  : Vektor *error* berukuran  $n \times 1$

$n$  : Banyak amatan atau lokasi yang diteliti

$k$  : Banyak variabel independen ( $k = 1, 2, \dots, l$ )

Secara sistematis, model spasial Durbin dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j + \alpha + \sum_{k=1}^l \beta_k x_{ki} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \theta_k (w_{ij} x_{kj}) + \varepsilon_i \quad (2.9)$$

di mana:

- $y_i$  : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $i$   
 $y_j$  : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $j$   
 $\rho$  : Koefisien spasial *lag* variabel dependen  
 $w_{ij}$  : Bobot lokasi pada matriks pembobot spasial terstandarisasi antara lokasi  $i$  dan  $j$   
 $\alpha$  : Vektor parameter konstan  
 $\beta_i$  : Nilai parameter regresi variabel independen ke- $i$   
 $\theta_k$  : Nilai parameter regresi variabel independen ke- $k$   
 $x_{ki}$  : Nilai variabel independen ke- $k$  pada lokasi ke- $i$   
 $x_{kj}$  : Nilai variabel independen ke- $k$  pada lokasi ke- $j$   
 $\varepsilon_i$  : Vektor *error* pada amatan ke- $i$

Persamaan (2.8) dapat ditulis juga seperti berikut:

$$Y = \rho WY + Z\delta + \varepsilon \quad (2.10)$$

dengan:

$$Z : [1 \quad X \quad WX]$$

$$\delta : [\alpha \quad \beta \quad \theta]^T$$

$$Y : \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \beta: \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}, \theta: \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \vdots \\ \theta_n \end{bmatrix}, X: \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ x_{21} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}, \varepsilon: \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

## 2.5 Estimasi Parameter SDM

*Spatial Durbin Model* (SDM) menerapkan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) sebagai estimasi parameternya. Pembentukan fungsi *likelihood*

berdasarkan persamaan (2.10) pada kesalahan atau *error* ( $\varepsilon$ ) yang berdistribusi normal (LeSage & Pace, 2009).

$$Y = \rho WY + Z\delta + \varepsilon$$

dengan

$$\begin{aligned}\varepsilon &= Y - \rho WY - Z\delta \\ &= (I - \rho W)Y - Z\delta\end{aligned}\tag{2.11}$$

Fungsi kepadatan peluang dari  $\varepsilon_i$  dimana  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$  yaitu:

$$f(\varepsilon_i | \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{\varepsilon_i^2}{2\sigma^2}\right)}$$

Sehingga diperoleh fungsi *likelihood* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L(\sigma^2) &= \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i | \sigma^2) \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_i^2}{2\sigma^2}\right) \\ &= \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_1^2}{2\sigma^2}\right)\right) \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_2^2}{2\sigma^2}\right)\right) \dots \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_n^2}{2\sigma^2}\right)\right) \\ &= \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2\right) \\ &= \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \varepsilon^T \varepsilon\right)\end{aligned}\tag{2.12}$$

Fungsi *Jacobian* diperoleh dengan melakukan diferensiasi pada persamaan (2.11) terhadap  $Y$  sebagai berikut:

$$J = \frac{\partial \varepsilon}{\partial Y} = \frac{\partial (I - \rho W)Y - Z\delta}{\partial Y} = I - \rho W\tag{2.13}$$

Fungsi *likelihood* diperoleh dengan substitusi persamaan (2.11) dan menambahkan persamaan (2.13) ke dalam fungsi *likelihood* (2.12). Persamaan yang dihasilkan sebagai berikut:

$$L(\rho, \delta, \sigma^2 | Y) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{n}{2}}} |J| \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \varepsilon^T \varepsilon\right)$$

$$= \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{n}{2}}} |I - \rho W| \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}((I - \rho W)Y - Z\delta)^T((I - \rho W)Y - Z\delta)\right) \quad (2.14)$$

Fungsi *likelihood* pada persamaan (2.12) akan dicari fungsi *log-likelihood* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(L) &= \frac{n}{2} \ln\left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right) + \ln|I - \rho W| + \\ &\quad \left(-\frac{1}{2\sigma^2}((I - \rho W)Y - Z\delta)^T((I - \rho W)Y - Z\delta)\right) \\ &= \frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln\sigma^2 + \ln|I - \rho W| + \\ &\quad \left(-\frac{1}{2\sigma^2}((I - \rho W)Y - Z\delta)^T((I - \rho W)Y - Z\delta)\right) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Selanjutnya akan dicari estimasi parameter  $\delta$ ,  $\sigma^2$  dan  $\rho$  sebagai berikut:

#### 1. Estimasi Parameter $\delta$

Pada estimasi parameter  $\delta$  didapatkan dari fungsi *log-likelihood* yang di maksimumkan pada persamaan (2.15) dengan mendiferensialkan persamaan tersebut terhadap  $\delta$ , sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial \delta} &= 0 \\ \frac{\partial l}{\partial \delta} &= \frac{\partial\left(-\frac{1}{2\sigma^2}((I_n - \rho W)Y - Z\delta)^T((I - \rho W)Y - Z\delta)\right)}{\partial \delta} \\ 0 &= \frac{1}{\sigma^2} (Z^T(I_n - \rho W)Y - Z^T Z\delta) \\ \delta &= (Z^T Z)^{-1} Z^T (I - \rho W)Y \end{aligned}$$

Sehingga estimasi parameter  $\delta$  adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{\delta} &= (Z^T Z)^{-1} Z^T (I - \hat{\rho} W)Y \\ \hat{\delta} &= (Z^T Z)^{-1} Z^T Y - \hat{\rho} (Z^T Z)^{-1} Z^T WY = \hat{\delta}_0 - \hat{\rho} \hat{\delta}_d \end{aligned}$$

Sehingga estimasi parameter  $\delta$  menjadi:

$$\hat{\delta} = \hat{\delta}_0 - \hat{\rho}\hat{\delta}_d \quad (2.16)$$

## 2. Estimasi Parameter $\sigma^2$

Pada estimasi Parameter  $\sigma^2$  didapatkan dari fungsi *log-likelihood* yang di maksimumkan pada persamaan (2.15) dengan mendiferensialkan persamaan tersebut terhadap  $\sigma^2$ , sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial l}{\partial \sigma^2} \right| &= 0 \\ \left. \frac{\partial l}{\partial \sigma^2} \right| &= -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2(\sigma^2)^2} ((I - \rho W)Y - Z\delta)^T ((I - \rho W)Y - Z\delta) \\ 0 &= -n + \frac{1}{\sigma^2} ((I - \rho W)Y - Z\delta)^T ((I - \rho W)Y - Z\delta) \\ \sigma^2 &= \frac{((I - \rho W)Y - Z\delta)^T ((I - \rho W)Y - Z\delta)}{n} \\ &= \frac{(Y - \rho WY - Z\delta)^T (Y - \rho WY - Z\delta)}{n} \end{aligned}$$

Maka estimasi parameter untuk  $\sigma^2$  adalah sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(Y - \hat{\rho}WY - Z\hat{\delta})^T (Y - \hat{\rho}WY - Z\hat{\delta})}{n} \quad (2.17)$$

Dengan substitusi persamaan (2.16) terhadap persamaan (2.17), maka akan didapat persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}^2 &= \frac{(Y - \hat{\rho}WY - Z(\hat{\delta}_0 - \hat{\rho}\hat{\delta}_d))^T (Y - \hat{\rho}WY - Z(\hat{\delta}_0 - \hat{\rho}\hat{\delta}_d))}{n} \\ &= \frac{(Y - Z\hat{\delta}_0 - \hat{\rho}(WY - Z\hat{\delta}_d))^T (Y - Z\hat{\delta}_0 - \hat{\rho}(WY - Z\hat{\delta}_d))}{n} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Selanjutnya substitusikan persamaan (2.16) terhadap persamaan (2.18), sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(\varepsilon_0 - \hat{\rho}\varepsilon_d)^T (\varepsilon_0 - \hat{\rho}\varepsilon_d)}{n} \quad (2.19)$$

### 3. Estimasi Parameter $\rho$

Pada estimasi parameter  $\rho$  didapatkan dengan meregresikan variabel  $Y$  dan  $WY$  terhadap  $Z$ , agar mempermudah perhitungan maka dihasilkan sebagai berikut:

$$Y = Z\delta_0 + \varepsilon_0 \text{ dan } WY = Z\delta_d + \varepsilon_d \quad (2.20)$$

Dari persamaan (2.20) akan disubstitusikan terhadap parameter  $\sigma^2$ , sehingga didapat *error*  $\varepsilon_0$  dan  $\varepsilon_d$  seperti pada persamaan berikut:

$$\varepsilon_0 = Y - Z\hat{\delta}_0 \text{ dan } \varepsilon_d = WY - Z\hat{\delta}_d \quad (2.21)$$

$$\sigma^2 = \frac{([\varepsilon_0 - \rho\varepsilon_d]^T [\varepsilon_0 - \rho\varepsilon_d])}{n} \quad (2.22)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.18) terhadap persamaan (2.14) diperoleh fungsi logaritma natural untuk mengestimasi  $\rho$ :

$$l(\rho|Y) = C - \frac{n}{2} \ln([\varepsilon_0 - \rho\varepsilon_d]^T [\varepsilon_0 - \rho\varepsilon_d]) + \ln|I - \rho W| \quad (2.23)$$

$$\rho \in (\min(\lambda)^{-1}, \max(\lambda)^{-1})$$

di mana  $C$  yaitu suatu konstanta yang tidak tergantung terhadap parameter  $\rho$ .

Nilai parameter  $\rho$  adalah pada rentang  $\frac{1}{\lambda_{\max}} < \rho < \frac{1}{\lambda_{\min}}$  dengan  $\lambda$  merupakan nilai *eigen* dari matriks  $W$  yang terstandarisasi (LeSage & Pace, 2009).

## 2.6 Uji Signifikansi Parameter SDM

Hasil parameter yang diperoleh saat estimasi parameter model akan dilakukan pengujian *Wald* untuk mengetahui signifikansi parameter model SDM (Wardani dkk., 2018). Berikut merupakan hipotesis dan statistik uji untuk pengujian parameter  $\rho$ ,  $\beta$ , dan  $\theta$  yang terdapat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Hipotesis dan Statistik Uji *Wald*

| Parameter | Hipotesis                                                                                                     | Statistik uji                                                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| $\rho$    | $H_0$ : jika $\rho = 0$ (Parameter tidak signifikan)<br>$H_1$ : jika $\rho \neq 0$ (Parameter signifikan)     | $Wald_{\rho} = \frac{\hat{\rho}^2}{var(\hat{\rho})}$           |
| $\beta$   | $H_0$ : jika $\beta = 0$ (Parameter tidak signifikan)<br>$H_1$ : jika $\beta \neq 0$ (Parameter signifikan)   | $Wald_{\beta} = \frac{\hat{\beta}_j^2}{var(\hat{\beta}_j)}$    |
| $\theta$  | $H_0$ : jika $\theta = 0$ (Parameter tidak signifikan)<br>$H_1$ : jika $\theta \neq 0$ (Parameter signifikan) | $Wald_{\theta} = \frac{\hat{\theta}_j^2}{var(\hat{\theta}_j)}$ |

di mana:

$Wald$  : Nilai uji *Wald*

$var(\hat{\rho})$  : Nilai variansi estimasi dari parameter  $\rho$

$var(\hat{\beta}_j)$  : Nilai variansi estimasi dari parameter  $\beta$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ )

$var(\hat{\theta}_j)$  : Nilai variansi estimasi dari parameter  $\theta$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ )

Pengambilan keputusan yaitu  $H_0$  menolak jika nilai  $Wald > \chi^2_{(\alpha, 1)}$ .

## 2.7 Pemeriksaan Asumsi Model

Pemeriksaan asumsi model merupakan tahapan yang penting dalam melakukan analisis regresi spasial. Pada penelitian akan dilakukan dua pemeriksaan asumsi yakni asumsi normalitas dan asumsi homogenitas.

### 1. Asumsi Normalitas

Asumsi normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berdistribusi normal atau tidak. Secara visual, kecenderungan normalitas dapat diamati melalui sebaran pada data atau titik-titik dalam sumbu diagonal dari grafik P-P plot. Apabila pola sebaran di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis tersebut, maka sebaran data dianggap dapat didekati oleh pola sebaran normal (Taryono dkk., 2018). Metode yang dapat digunakan untuk menguji

distribusi normalitas adalah uji *Kolmogorov-Smirnov* (Sulistianingsih dkk., 2022). Uji ini menggunakan hipotesis seperti berikut:

$H_0$  : *Error* berdistribusi normal

$H_1$  : *Error* tidak berdistribusi normal

Statistik uji:

$$D = \sup |F(X) - F_0(X)| \quad (2.24)$$

di mana:

$D$  : Nilai uji *Kolmogorov-Smirnov*

$F(X)$  : Probabilitas kumulatif dari data pengamatan

$F_0(X)$  : Probabilitas kumulatif distribusi normal

Dengan tingkat signifikansi sebanyak  $\alpha$ , maka pengambilan keputusan untuk menolak  $H_0$  jika nilai uji *Kolmogorov-Smirnov* ( $D$ ) lebih besar daripada nilai kritis ( $D(1 - \alpha)$ ). Nilai kritis ini didapatkan dari tabel *Kolmogorov-Smirnov*.

## 2. Asumsi Homogenitas

Homogenitas spasial merupakan pemeriksaan yang bertujuan untuk mengetahui adanya keragaman atau variasi antar lokasi. Anselin (1988) menyebutkan bahwa pengujian homogenitas spasial dapat menerapkan uji *Breusch-Pagan* (Triliani & Beki, 2017). Pemeriksaan ini memiliki hipotesis seperti berikut:

$H_0$  : Terdapat adanya homogenitas spasial

$H_1$  : Tidak terdapat adanya homogenitas spasial

Statistik uji:

$$BP = \frac{1}{2} [f^T (Z^T Z)^{-1} Z^T f] \sim \chi_k^2 \quad (2.25)$$

dengan elemen vektor  $f$  sebagai berikut:

$$f_i = \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \right) \quad (2.26)$$

di mana:

BP : Nilai uji *Breusch-Pagan*

$\varepsilon_i$  : Vektor *error* pada observasi ke- $i$

$Z$  : Matriks berukuran  $n \times (k + 1)$  yang berisi vektor konstan

Pengambilan keputusan yaitu  $H_0$  menolak jika  $BP > \chi_k^2$ .

## 2.8 Ukuran Kebaikan Model

Ukuran kebaikan model pada penelitian ini menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

### 1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi merupakan ukuran statistik yang digunakan dalam analisis regresi untuk mengukur seberapa baik model regresi dalam menggambarkan data yang dianalisis. Menurut Gujarati (2003),  $R^2$  dinotasikan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (2.27)$$

dengan:

$$SSE : \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$SST : \sum (y_i - \bar{Y})^2$$

di mana:

$R^2$  : Nilai Koefisien Determinasi

$y_i$  : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $i$

$\hat{y}_i$  : Nilai prediksi variabel dependen di lokasi ke- $i$

$\bar{Y}$  : Nilai rata-rata variabel dependen

Koefisien determinasi memiliki nilai  $0 \leq R^2 \leq 1$ . Semakin tinggi nilai  $R^2$  menunjukkan model semakin akurat dalam menggambarkan hubungan variabel independen dan fenomena yang diamati.

## 2. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

*Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* merupakan salah satu alat ukur untuk menghitung seberapa akurat antara model prediksi dengan data aktualnya. Perhitungan MAPE dengan mencari selisih data aktual dan data prediksi, kemudian hasilnya dirata-ratakan dengan jumlah amatan. Nilai MAPE dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut (Kaerudin dkk., 2024):

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right| \quad (2.28)$$

di mana:

$MAPE$  : Nilai *Mean Absolute Percentage Error*

$y_i$  : Nilai variabel dependen di lokasi ke- $i$

$\hat{y}_i$  : Nilai prediksi variabel dependen di lokasi ke- $i$

$n$  : Banyak amatan atau lokasi ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

Kriteria hasil prediksi untuk melihat akurasi kebaikan model berdasarkan nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Kriteria Nilai MAPE

| Nilai MAPE | Kriteria      |
|------------|---------------|
| < 10%      | Sangat akurat |
| 10% – 20%  | Akurat        |
| 20% – 50%  | Layak         |
| > 50%      | Tidak akurat  |

## 2.9 Efek Langsung dan Tidak Langsung

Dalam ekonometrika spasial, interpretasi koefisien pada model SDM berbeda dengan model regresi global atau OLS. Pada model SDM dengan persamaan (2.8) tidak hanya mempertimbangkan ketergantungan spasial pada variabel dependen antar lokasi, namun mempertimbangkan juga ketergantungan spasial pada variabel independennya. Adanya matriks pembobot spasial memberikan pengaruh perubahan variabel independen terhadap variabel dependen tidak hanya pada satu lokasi saja, melainkan menyebar ke lokasi-lokasi tetangganya melalui proses umpan balik (*feedback loops*). Sehingga persamaan SDM diubah ke dalam bentuk *reduced form* (LeSage & Pace, 2009).

$$\begin{aligned}
 Y &= \rho WY + \alpha + X\beta + WX\theta + \varepsilon \\
 &= (I_n - \rho W)^{-1}(\alpha_{I_n} + X\beta + WX\theta + \varepsilon) \\
 S_k(W) &= (I_n - \rho W)^{-1}(I_n\beta_k + W\theta_k)
 \end{aligned} \tag{2.29}$$

Efek langsung (*direct effect*) mengukur dampak rata-rata perubahan variabel independen di suatu lokasi terhadap variabel dependen di lokasi yang sama. Efek langsung juga mencakup pengaruh umpan balik (*feedback loops*) di mana besar pengaruh ketika variabel independen melewati lokasi-lokasi sekitar dan kembali ke lokasi perubahan itu sendiri. Secara matematis, nilai ini diperoleh dari rata-rata elemen diagonal utama matriks  $S_k(W)$ .

Efek tidak langsung (*indirect effect*) atau sering disebut sebagai efek limpahan (*spillover*), mengukur dampak rata-rata perubahan variabel independen di suatu lokasi terhadap variabel dependen di lokasi-lokasi lainnya. Secara matematis, nilai ini diperoleh dari rata-rata baris dan kolom selain elemen diagonal utama matriks  $S_k(W)$ .

Efek total merupakan akumulasi dari efek langsung dan efek tidak langsung, yang mencerminkan dampak keseluruhan dari perubahan variabel independen terhadap sistem secara total. Efek total memberikan informasi mengenai besaran dampak rata-rata yang akan dirasakan oleh seluruh lokasi jika terjadi perubahan satu unit pada variabel independen tertentu.

## **2.10 Definisi Angka Harapan Hidup dan Faktor yang Mempengaruhi**

Harapan hidup adalah total rata-rata umur yang diperkirakan terhadap seseorang berdasarkan angka kematian pada waktu tersebut dan di masa mendatang cenderung tidak berubah. Sedangkan Angka Harapan Hidup berfungsi sebagai indikator penilaian kinerja pemerintah dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan di suatu negara. AHH direpresentasikan sebagai satu dari indikator dimensi dasar pembentuk IPM yaitu dimensi hidup sehat dan umur panjang (BPS, 2022). AHH mencerminkan derajat kesehatan suatu masyarakat. Banyak hal yang mempengaruhi derajat kesehatan individu dan komunitas. Menurut teori klasik Blum (1974), derajat kesehatan ditentukan dalam beberapa faktor yaitu 20% faktor pelayanan kesehatan, 30% faktor perilaku, 40% faktor lingkungan, dan 10% faktor genetika (keturunan).

Berikut ini merupakan indikator yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup (AHH) (BPS,2022):

1. Rumah Tangga dengan Sumber Air Minum Bersih

Rumah tangga dikatakan memiliki akses air minum layak (*access to improved water*) yaitu jika sumber air minum utama yang digunakan adalah leding, air terlindungi, dan air hujan. Air terlindungi mencakup sumur bor/pompa, sumur terlindung dan mata air terlindung (BPS, 2022).

2. Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Minum Layak

Rumah tangga yang menggunakan sumber air minum berupa air kemasan, maka rumah tangga dikategorikan memiliki akses air minum layak jika sumber air untuk mandi/cuci berasal dari leding, sumur bor/pompa, sumur terlindung, mata air terlindung, dan air hujan.

3. Rumah Tangga yang Tidak Memiliki Fasilitas Buang Air Besar.

Rumah tangga dikatakan memiliki akses terhadap layanan sanitasi layak apabila rumah tangga memiliki fasilitas tempat buang air besar (BAB) yang digunakan sendiri atau bersama rumah tangga tertentu (terbatas) ataupun di MCK Komunal, menggunakan jenis kloset leher angsa, dan tempat pembuangan akhir tinja di tangki septik atau IPAL atau bisa juga di lubang tanah jika lokasi tempat tinggalnya di perdesaan.

4. Morbiditas atau Angka Kesakitan.

Morbiditas menunjukkan adanya keluhan kesehatan yang mengakibatkan terganggunya kegiatan sehari-hari baik itu dalam hal melakukan pekerjaan, bersekolah, mengurus rumah tangga maupun aktivitas lainnya. Semakin kecil angka morbiditas dan rata-rata lama sakit itu berarti semakin baik penanganan keluhan kesehatan di suatu daerah.

5. Perempuan yang Pernah Kawin Berumur 10 Tahun ke Atas dengan Umur Perkawinan Pertama  $\leq 16$  Tahun.

Perempuan yang kawin pertama kali pada usia muda mempunyai risiko terhadap kehamilan yang lebih tinggi daripada perempuan yang kawin pertamanya di usia yang lebih tua. Pernikahan usia dini secara umum memberikan dampak yang kurang baik terhadap keluaran kesehatan wanita.

6. Perempuan Pernah Kawin Berusia 15-49 Tahun yang Proses Melahirkan Terakhirnya di Fasilitas Kesehatan

Perbandingan antara banyaknya perempuan pernah kawin umur 15-49 tahun yang pernah melahirkan anak lahir hidup dalam dua tahun terakhir dan proses melahirkan terakhirnya di fasilitas kesehatan dengan jumlah perempuan pernah kawin umur 15-49 tahun yang pernah melahirkan, dinyatakan dengan persentase. Fasilitas kesehatan seperti, rumah sakit, rumah sakit bersalin, klinik/bidan praktek swasta/ praktek dokter, dan puskesmas/pustu/ polindes.

## 7. Perempuan Pernah Kawin Berusia 15-49 Tahun yang Proses Kelahiran Terakhirnya Ditolong oleh Tenaga Kesehatan Terlatih

Proporsi perempuan pernah kawin umur 15-49 tahun yang proses melahirkan terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih adalah perbandingan antara banyaknya perempuan pernah kawin umur 15-49 tahun yang pernah melahirkan anak lahir hidup dalam dua tahun terakhir dan proses melahirkan terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih (memiliki kompetensi kebidanan) dengan jumlah perempuan pernah kawin umur 15-49 tahun yang pernah melahirkan.

### 2.11 Hidup Sehat Menurut Ajaran Islam

Agama Islam menekankan pada umatnya mengenai pentingnya untuk selalu merawat dan memelihara kesehatan diri dan lingkungannya. Upaya dalam menjaga kesehatan dan kebersihan yaitu dengan wudhu, mandi, istinja' dengan air bersih sesuai kalam Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Maidah ayat 6:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قُمْتُمْ إِلَى الصَّلَاةِ فَاغْسِلُوا وُجُوهَكُمْ وَأَيْدِيَكُمْ إِلَى الْمَرَافِقِ وَامْسَحُوا بِرُءُوسِكُمْ وَأَرْجُلَكُمْ إِلَى الْكَعْبَيْنِ وَإِنْ كُنْتُمْ جُنُبًا فَاطَّهَّرُوا وَإِنْ كُنْتُمْ مَرْضَى أَوْ عَلَى سَفَرٍ أَوْ جَاءَ أَحَدٌ مِنْكُمْ مِنَ الْغَائِطِ أَوْ لَمَسْتُمُ النِّسَاءَ فَلَمْ تَجِدُوا مَاءً فَتَيَمَّمُوا صَعِيدًا طَيِّبًا فَامْسَحُوا بِرُءُوسِكُمْ وَأَيْدِيكُمْ مِنْهُ يَأْتِيَنَّكُمْ اللَّهُ لِيَجْعَلَ عَلَيْكُمْ مِنْ حَرَجٍ وَلَكِنْ يُرِيدُ لِيُطَهِّرَكُمْ وَلِيُتِمَّ نِعْمَتَهُ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

*“Wahai orang-orang yang beriman! Apabila kamu hendak melaksanakan salat, maka basuhlah wajahmu dan tanganmu sampai ke siku, dan sapulah kepalamu dan (basuh) kedua kakimu sampai ke kedua mata kaki. Jika kamu junub, maka mandilah. Dan jika kamu sakit atau dalam perjalanan atau kembali dari tempat buang air (kakus) atau menyentuh perempuan, maka jika kamu tidak memperoleh air, maka bertayamumlah dengan debu yang baik (suci); usaplah wajahmu dan tanganmu dengan (debu) itu. Allah tidak ingin menyulitkan kamu, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu, agar kamu bersyukur”* (Departemen Agama RI, 2006).

Tafsir Al-Maraghi menjelaskan bahwa ayat diatas menerangkan mengenai cara-cara dalam berwudhu. Wudhu merupakan kewajiban seorang muslim untuk menyucikan diri dari hadas kecil dan merupakan kewajiban muslim yang akan mengerjakan sholat. Selanjutnya jika seseorang sedang berhadhas besar atau dalam keadaan junub (keluar mani, jima'/bersetubuh, haid, nifas, wiladah/melahirkan), maka wajib mandi dan wudhu. Jika seseorang sedang sakit dan tidak boleh terkena air, dalam keadaan musafir tidak menemukan air, maka wajib bertayamum dengan debu tanah. Sesungguhnya perintah berwudhu, mandi, dan tayamum bukan untuk mempersulit diri, namun untuk mengetahui cara-cara bersuci guna menyempurnakan nikmat yang diberikan Allah.

Berdasarkan penjelasan pada tafsir sebelumnya wudhu menjadi suatu kewajiban yang dilakukan oleh seorang muslim sebelum melaksanakan ibadah utamanya sholat ketika seseorang berhadhas dan menjadi suatu kesunahan bagi seseorang yang suci dari hadas (Jamal, 2018). Jika di teliti lebih lanjut, maka banyak manfaat bagi kebersihan jasmani dan rohani yang didapatkan dari melakukan wudhu. Kebersihan jasmani berupa mensucikan sebagian tubuh manusia dan kebersihan rohani berupa mensucikan dari kesalahan dan dosa yang dilakukan oleh anggota tubuh. Wudhu juga memiliki manfaat dalam hal kesehatan tubuh, seperti: membasuh wajah dapat menyehatkan kulit wajah dan mata menjadi lebih segar; membasuh tangan dapat menghilangkan debu, kotoran, mikroba, dan bibit penyakit pada tangan, sebab banyak penyakit yang berawal dari kotoran pada tangan; mengusap kepala dapat mengurangi tekanan darah tinggi atau pusing kepala dan rambut akan terasa lebih bersih dan segar; membasuh kaki dapat menghilangkan bau

kaki dan apabila membasuh antara sela-sela jari kaki dapat mencegah tumbuh atau berkembang biaknya jamur (Afif & Khasanah, 2018).

Kebersihan dan kesehatan lingkungan sangat erat keterkaitannya dengan air. Air merupakan kekayaan alam yang mutlak diperlukan untuk minum, mandi, buang air besar atau kecil, memasak, mencuci, dan lain sebagainya. Air juga dapat dikatakan sebagai unsur utama dalam setiap sistem lingkungan hidup (MUI, 2015). Air yang bersumber dari sumber yang bersih menjadi satu dari indikator dalam mencapai hidup sehat. Apabila masyarakat dapat menerapkan perilaku hidup sehat dalam melindungi dan memelihara diri serta lingkungannya, maka akan terhindar dari penyakit dan berkurangnya keluhan kesehatan. Sementara itu, apabila pemerintah dapat menyediakan fasilitas dan pelayanan kesehatan yang memadai, maka diharapkan upaya masyarakat dan pemerintah dalam peningkatan kualitas kesehatan masyarakat berjalan dengan baik.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang diterapkan pada penelitian ini dapat dikategorikan ke dalam penelitian dengan pendekatan kuantitatif dan studi literatur. Penelitian kuantitatif adalah salah satu bentuk penelitian yang mengumpulkan datanya berupa data angka atau data numerik. Selain hal tersebut, penelitian ini juga menerapkan studi literatur yang berarti pengumpulan data serta informasi bersumber pada buku, jurnal, artikel, dan sumber lainnya (*website*) yang berkaitan dengan topik penelitian.

#### **3.2 Sumber Data**

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan melalui *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur, buku Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur 2022, dan buku Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2022. Objek penelitian ini meliputi 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan variabel-variabel dependen ( $Y$ ) yaitu data Angka Harapan Hidup (AHH) di Kabupaten/Kota Jawa Timur pada tahun 2022 dan variabel independen ( $X$ ) yaitu sebagai berikut:

$x_1$  : Persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih

- $x_2$  : Persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak
- $x_3$  : Persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas buang air besar
- $x_4$  : Persentase morbiditas atau angka kesakitan
- $x_5$  : Persentase perempuan yang pernah kawin berumur 10 tahun ke atas dengan umur perkawinan pertama  $\leq 16$  tahun
- $x_6$  : Persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses melahirkan terakhirnya di fasilitas kesehatan
- $x_7$  : Persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses kelahiran terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih

### 3.4 Tahapan Penelitian

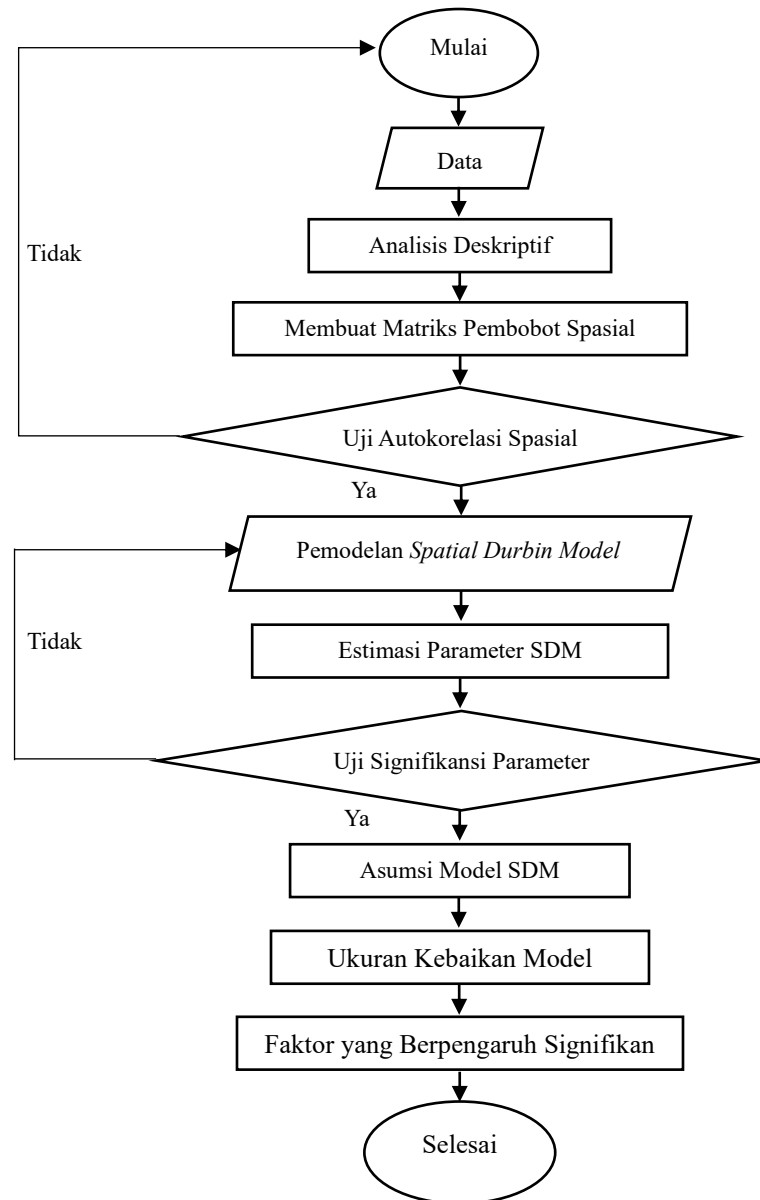
Tahapan analisis dan metode yang akan diterapkan untuk mendapatkan hasil penelitian adalah seperti berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif untuk melihat gambaran umum pola penyebaran angka harapan hidup di Jawa Timur.
2. Membentuk matriks pembobot spasial jarak eksponensial sesuai persamaan (2.2).
3. Melakukan uji autokorelasi spasial dengan statistik *Moran's I* menggunakan persamaan (2.4).
4. Melakukan estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dengan parameter  $\rho$  menggunakan persamaan (2.23), parameter  $\delta$  menggunakan persamaan (2.16), dan  $\sigma^2$  menggunakan persamaan (2.19).

5. Melakukan uji signifikansi parameter menggunakan uji *Wald* dengan persamaan pada Tabel 2.1.
6. Memodelkan SDM menggunakan persamaan (2.9).
7. Melakukan pengecekan asumsi pada model yang diperoleh, meliputi: uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov test* dengan persamaan (2.24), dan uji heterogenitas menggunakan *Breusch-Pagan test* dengan persamaan (2.25).
8. Mengukur kebaikan model dengan melihat nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) menggunakan persamaan (2.27) dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menggunakan persamaan (2.28).
9. Mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur.

### 3.5 Diagram Penelitian

Tahapan penelitian digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1 berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Deskriptif

Hasil statistik deskriptif mengenai nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, dan nilai standar deviasi pada data Angka Harapan Hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhinya terdapat pada Lampiran 1 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

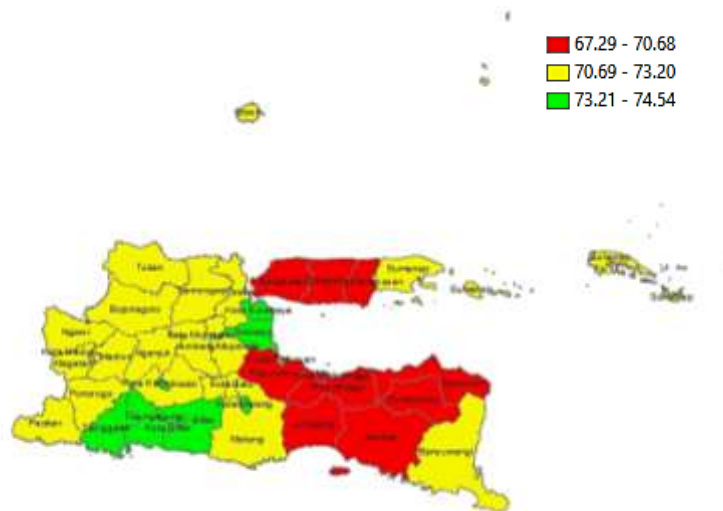
**Tabel 4.1** Analisis Deskriptif

| Variabel | N  | Minimum (%) | Maksimum (%) | Rata-Rata (%) | Standar Deviasi (%) |
|----------|----|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| $Y$      | 38 | 67.29       | 74.54        | 72.08         | 1.965799            |
| $x_1$    | 38 | 58.27       | 98.87        | 77.39         | 12.1337             |
| $x_2$    | 38 | 78.56       | 100.00       | 81.61         | 4.82455             |
| $x_3$    | 38 | 0.08        | 30.72        | 6.24          | 7.551341            |
| $x_4$    | 38 | 5.01        | 29.24        | 14.56         | 5.76428             |
| $x_5$    | 38 | 4.14        | 45.83        | 17.95         | 9.748868            |
| $x_6$    | 38 | 79.87       | 100.00       | 96.80         | 4.392619            |
| $x_7$    | 38 | 89.84       | 100.00       | 98.60         | 2.5029              |

Pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022 sebesar 72.08 tahun. Tingginya angka tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tertera pada tabel yaitu variabel  $x_1$  sampai dengan variabel  $x_7$ . Sebagai contoh pada salah satu variabel yaitu  $x_1$  yang merupakan rumah tangga dengan sumber air minum bersih. Pada data minimum dapat diketahui bahwa nilai terkecil terdapat di Kota Kediri sebesar 58.27% yang berarti bahwa persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih terendah di Jawa Timur ada di Kota Kediri dengan persentase senilai 58.27%. Pada data maksimum dapat diketahui bahwa nilai terbesar terdapat di Kota

Surabaya sebesar 98.87% yang berarti bahwa persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih tertinggi di Jawa Timur ada di Kota Surabaya dengan persentase senilai 98.87%. Pada data selanjutnya yakni rata-rata dapat diketahui sebesar 77.39% yang berarti bahwa rata-rata persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih pada masyarakat di Jawa Timur sebesar angka tersebut. Penjelasan analisis deskriptif pada  $x_1$  akan sama dengan analisis deskriptif variabel yang lainnya.

Berikut merupakan gambaran peta dan grafik pola persebaran Angka Harapan Hidup berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2022.



**Gambar 4.1** Peta Sebaran Angka Harapan Hidup di Jawa Timur



**Gambar 4.2** Grafik Sebaran Angka Harapan Hidup di Jawa Timur

Berdasarkan peta sebaran pada Gambar 4.1 dan grafik pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa sebaran Angka Harapan Hidup di Jawa Timur dibagi menjadi 3 kelompok interval yang mengidentifikasikan rendah dan tingginya harapan hidup pada tiap daerah tersebut. Warna merah menunjukkan umur harapan hidup rendah dengan interval 67.29-70.68 tahun, salah satu contoh daerah yang menjadi bagian dari interval tersebut adalah lokasi Bangkalan, Lumajang, dan Kota Probolinggo. Warna kuning menunjukkan umur harapan hidup sedang dengan interval 70.69-73.20 tahun, salah satu contoh daerah yang menjadi bagian dari interval tersebut adalah lokasi Kediri, Sumenep, dan Kota Pasuruan. Warna hijau menunjukkan umur harapan hidup tinggi dengan interval 73.21-74.54 tahun, salah satu contoh daerah yang menjadi bagian pada interval tersebut adalah lokasi Trenggalek, Kota Surabaya, dan Kota Malang.

#### 4.2 Matriks Pembobot Spasial

Pembentukan matriks pembobot spasial dilakukan sebelum melakukan pengujian aspek spasial untuk mengetahui ketetanggaan antar lokasi. Matriks pembobot yang digunakan adalah matriks pembobot jarak eksponensial menggunakan persamaan (2.2).

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp(-hd_{ij}) & \text{untuk } i \neq j \\ 0 & \text{untuk } i = j \end{cases}$$

Pertama, perhitungan jarak *Euclidean* didasarkan pada garis lintang dan garis bujur yang terdapat pada Lampiran 2. Perhitungan ini menggunakan formula *Euclidean* yang sesuai dengan persamaan (2.3). Sebagai contoh, yaitu perhitungan jarak antara lokasi Bangkalan  $(u_1, v_1)$  dan lokasi Banyuwangi  $(u_2, v_2)$  dengan notasi  $d_{12}$ .

$$\begin{aligned}
d_{12} &= \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2} \\
&= \sqrt{((-7.0443) - (-8.36446))^2 + ((112.92954) - (114.2058))^2} \\
&= \sqrt{(1.32013)^2 + (-1.27625)^2} \\
&= \sqrt{1.742738 + 1.628801} \\
&= \sqrt{3.371540} \\
&= 1.83635
\end{aligned}$$

Perhitungan tersebut juga dilakukan untuk mendapatkan jarak antar lokasi pada lokasi yang lain. Sehingga diperoleh keseluruhan matriks jarak *Euclidean* berukuran  $38 \times 38$  dapat dilihat pada Lampiran 3. Selanjutnya, perhitungan pembobot jarak eksponensial antara lokasi Bangkalan dan lokasi Sampang. Perhitungan  $w_{12}^*$  menggunakan persamaan (2.2) dengan nilai  $d_{12}$  sebesar 1.83635, nilai  $h$  sebesar 1 dan nilai  $exp$  sebesar 2.71828 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
w_{12} &= (2.71828)((-1)(1.83635)) \\
&= (2.71828)(-1.83635) \\
&= 0.15949
\end{aligned}$$

Perhitungan tersebut juga dilakukan untuk mendapatkan pembobot jarak eksponensial pada lokasi yang lain. Sehingga diperoleh keseluruhan matriks pembobot jarak eksponensial berukuran  $38 \times 38$  dapat dilihat pada Lampiran 4. Kemudian, matriks pembobot yang sudah diperoleh akan distandarisasi agar jumlah setiap barisnya yaitu satu. Matriks yang telah terstandarisasi dapat dilihat pada Lampiran 5.

### 4.3 Uji Autokorelasi Spasial

Pengujian autokorelasi spasial dilakukan setelah memperoleh matriks pembobot spasial dengan menggunakan uji Indeks Moran. Pembobot yang digunakan menggunakan matriks pembobot jarak eksponensial dengan  $h = 1$ . Pemeriksaan Indeks Moran dapat dilakukan dengan memperhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis

$H_0$  : Tidak terdapat adanya autokorelasi spasial

$H_1$  : Terdapat adanya autokorelasi spasial

2. Kriteria uji

Pemilihan Tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ . Keputusan tolak  $H_0$  jika

$Z_{hitung} > Z_{\alpha/2}$  dimana  $Z_{0.05/2} = Z_{0.025} = 1.96$ .

3. Perhitungan statistik uji dengan menggunakan  $Z_{hitung}$  menggunakan persamaan (2.4) sebagai berikut.

$$Z_{hitung} = \frac{I - E(I_M)}{\sqrt{Var(I_M)}} \text{ dimana } var(I_M) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I_M)]^2$$

Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan Indeks Moran menggunakan persamaan (2.4) sebagai berikut:

$$I_M = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$n = 38$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) &= (w_{11}(x_1 - \bar{x})(x_1 - \bar{x})) + (w_{12}(x_1 - \bar{x})(x_2 - \bar{x})) + \dots + (w_{3837}(x_{38} - \bar{x})(x_{37} - \bar{x})) + (w_{3838}(x_{38} - \bar{x})(x_{38} - \bar{x})) \\
&= (0(70.54 - 72.07816)(70.54 - 72.07816)) + (0.011625(70.54 - 72.07816)(71.06 - 72.07816)) + \dots + (0.021004(74.54 - 72.07816)(71.97 - 72.07816)) + (0(74.54 - 72.07816)(74.54 - 72.07816)) \\
&= 94.23246
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} w_{ij} &= w_{11} + w_{12} + \dots + w_{3837} + w_{3838} \\
&= 0 + 0.011625 + \dots + 0.021004 + 0 \\
&= 38
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{38} (x_i - \bar{x})^2 &= (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{37} - \bar{x})^2 + (x_{38} - \bar{x})^2 \\
&= (70.54 - 72.07816)^2 + (71.06 - 72.07816)^2 + \dots + (71.97 - 72.07816)^2 + (74.54 - 72.07816)^2 \\
&= 142.9816
\end{aligned}$$

Perhitungan  $(x_i - \bar{x})$ ,  $(x_j - \bar{x})$  dan  $(x_i - \bar{x})^2$  secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 6. Selanjutnya nilai yang diperoleh tersebut disubstitusi ke persamaan (2.4) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
I_M &= \frac{38 \sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij} \sum_{i=1}^{38} (x_i - \bar{x})^2} \\
&= \frac{38(24.22251)}{38(142.9816)} \\
&= 0.169410
\end{aligned}$$

Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai ekspektasi Indeks Moran  $E(I_M)$  menggunakan persamaan (2.6) yaitu:

$$E(I_M) = -\frac{1}{n-1} = -\frac{1}{38-1} = -0.027027$$

Setelah didapatkan nilai Indeks Moran dan nilai ekspektasi Indeks Moran, maka akan dilakukan perhitungan nilai  $var(I_M)$  menggunakan persamaan (2.7) dengan  $n = 38$ .

$$\begin{aligned}
S_0 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \\
&= w_{11} + w_{12} + \dots + w_{3837} + w_{3838} \\
&= 0 + 0.011625 + \dots + 0.021004 + 0 \\
&= 38
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_1 &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \\
&= \frac{1}{2} ((w_{11} + w_{11})^2 + (w_{12} + w_{21})^2 + \dots + (w_{3837} + w_{3738})^2 + (w_{3838} + \\
&\quad w_{3838})^2) \\
&= \frac{1}{2} ((0 + 0)^2 + (0.011625 + 0.023437)^2 + \dots + (0.021004 + \\
&\quad 0.025197)^2 + (0 + 0)^2) \\
&= \frac{1}{2} (5.054064) \\
&= 3.820863
\end{aligned}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^{38} \left( \sum_{j=1}^{38} w_{ij} + \sum_{j=1}^{38} w_{ij} \right)^2$$

untuk  $i = 1$

$$\begin{aligned} \left( \sum_{j=1}^{38} w_{ij} + \sum_{j=1}^{38} w_{ij} \right)^2 &= \left( (w_{11} + w_{12} + \dots + w_{138}) + (w_{11} + w_{21} + \dots + \right. \\ &\quad \left. w_{381}) \right)^2 \\ &= \left( (0 + 0.011625 + \dots + 0.016388) + (0 + \right. \\ &\quad \left. 0.023437 + \dots + 0.015056) \right)^2 \\ &= 3.902877 \end{aligned}$$

untuk  $i = 2$

$$\begin{aligned} \left( \sum_{j=1}^{38} w_{ij} + \sum_{j=1}^{38} w_{ij} \right)^2 &= \left( (w_{21} + w_{22} + \dots + w_{238}) + (w_{12} + w_{22} + \dots + \right. \\ &\quad \left. w_{382}) \right)^2 \\ &= \left( (0.023437 + 0 + \dots + 0.01428) + (0.011625 + \right. \\ &\quad \left. 0 + \dots + 0.006507) \right)^2 \\ &= 2.357793 \end{aligned}$$

$\vdots$

untuk  $i = 38$

$$\begin{aligned} \left( \sum_{j=1}^{38} w_{ij} + \sum_{j=1}^{38} w_{ij} \right)^2 &= \left( (w_{381} + w_{382} + \dots + w_{3838}) + (w_{138} + w_{238} + \right. \\ &\quad \left. \dots + w_{3838}) \right)^2 \\ &= \left( (0.015056 + 0.006507 + \dots + 0) + (0.016388 + \right. \\ &\quad \left. 0.0142 + \dots + 0) \right)^2 \\ &= 4.111331 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
S_2 &= \sum_{i=1}^{38} \left( \sum_{j=1}^{38} w_{ij} + \sum_{j=1}^{38} w_{ij} \right)^2 \\
&= 3.902877 + 2.357793 + \dots + 4.111331 \\
&= 153.159
\end{aligned}$$

Langkah berikutnya yaitu mensubstitusikan nilai  $S_0, S_1$  dan  $S_2$  terhadap persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
var(I_M) &= \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I_M)]^2 \\
&= \frac{38^2 (2.527032) - 38 (153.159) + 3 (38)^2}{(38^2 - 1) (38)^2} - [-0.027027]^2 \\
&= 0.000306
\end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan  $Z_{hitung}$  menggunakan persamaan (2.5) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
Z_{hitung} &= \frac{I_M - E(I_M)}{\sqrt{var(I_M)}} \\
&= \frac{0.169410 - (-0.027027)}{\sqrt{0.000306}} \\
&= 641.951
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan  $Z_{hitung} = 641.951 > Z_{0.05/2} = 1.96$  menunjukkan keputusan tolak  $H_0$  yang berarti terdapat autokorelasi spasial pada variabel  $Y$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa nilai autokorelasi spasialnya positif signifikan. *Output* perhitungan nilai Indeks Moran menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat Lampiran 10 dan Lampiran 11 dengan nilai  $Z_{0.05/2}$  diperoleh dari tabel distribusi normal pada Lampiran 7.

#### 4.4 Pemodelan Spatial Durbin Model

Berdasarkan hasil uji autokorelasi spasial, menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial menggunakan matriks pembobot jarak eksponensial dengan

$h = 1$ . Selanjutnya, dilakukan pemodelan *Spatial Durbin Model* dengan menggunakan persamaan (2.8) di mana  $Y$  adalah vektor variabel dependen berukuran  $8 \times 1$ ,  $X$  adalah matriks variabel independen berukuran  $38 \times 8$  dan  $W$  adalah matriks pembobot spasial berukuran  $38 \times 38$ . Secara matematis model yang diperoleh menggunakan persamaan (2.9) sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \rho \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \theta_1 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} + \theta_2 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} + \theta_3 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{3j} + \theta_4 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{4j} + \theta_5 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} + \theta_6 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + \theta_7 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon$$

Selanjutnya perhitungan nilai estimasi parameter model SDM dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) di mana parameter  $\rho$  menggunakan persamaan (2.23), parameter  $\delta$  menggunakan persamaan (2.16), dan parameter  $\sigma^2$  menggunakan persamaan (2.19). Hasil dari perhitungan keseluruhan estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.2. *Output* perhitungan estimasi parameter menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

**Tabel 4.2** Hasil Estimasi Parameter Model SDM

| Parameter  | Koefisien  | Std. Error |
|------------|------------|------------|
| $\rho$     | -9.5859    | 0.74702    |
| $\beta_0$  | 449.330966 | 176.398184 |
| $\beta_1$  | -0.045840  | 0.013779   |
| $\beta_2$  | -0.103499  | 0.026206   |
| $\beta_3$  | 0.020018   | 0.042187   |
| $\beta_4$  | -0.075249  | 0.041995   |
| $\beta_5$  | -0.172851  | 0.027119   |
| $\beta_6$  | -0.214236  | 0.117321   |
| $\beta_7$  | 0.653908   | 0.206429   |
| $\theta_1$ | -1.040490  | 0.220612   |
| $\theta_2$ | -1.714264  | 0.599270   |
| $\theta_3$ | 0.476198   | 0.868755   |

|            |           |          |
|------------|-----------|----------|
| $\theta_4$ | -0.757880 | 0.764498 |
| $\theta_5$ | -2.791821 | 0.670084 |
| $\theta_6$ | -4.630840 | 2.243643 |
| $\theta_7$ | 10.524071 | 3.941455 |

Kemudian, dilakukan uji signifikansi parameter untuk mendapatkan variabel independen dan *lag* variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen menggunakan uji *Wald* dengan hipotesis yang terdapat pada Tabel 2.1. Perhitungan statistik uji *Wald* menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  dengan parameter yang signifikan yaitu Tolak  $H_0$  jika nilai  $Wald > \chi^2_{(\alpha,1)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ . Hasil uji *Wald* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Uji Signifikansi Parameter SDM

| Parameter  | <i>Wald</i> | $\chi^2_{(0.05,1)}$ | Keputusan        |
|------------|-------------|---------------------|------------------|
| $\rho$     | 164.665     | 3.84146             | Signifikan       |
| $\beta_0$  | 6.488503    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\beta_1$  | 11.06761    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\beta_2$  | 15.59807    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\beta_3$  | 0.225156    | 3.84146             | Tidak Signifikan |
| $\beta_4$  | 3.210749    | 3.84146             | Tidak Signifikan |
| $\beta_5$  | 40.62529    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\beta_6$  | 3.33452     | 3.84146             | Tidak Signifikan |
| $\beta_7$  | 10.03441    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\theta_1$ | 22.24424    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\theta_2$ | 8.182958    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\theta_3$ | 0.300456    | 3.84146             | Tidak Signifikan |
| $\theta_4$ | 0.982762    | 3.84146             | Tidak Signifikan |
| $\theta_5$ | 17.35868    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\theta_6$ | 4.260024    | 3.84146             | Signifikan       |
| $\theta_7$ | 7.129423    | 3.84146             | Signifikan       |

Berdasarkan pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa variabel dengan nilai  $Wald > \chi^2_{(0.05,1)}$  dan nilai  $p\text{-value} < \alpha = 0.05$  memiliki keputusan tolak  $H_0$  yang berarti variabel berpengaruh signifikan terhadap Angka Harapan Hidup. Terdapat sembilan variabel yang berpengaruh signifikan, yaitu  $x_1, x_2, x_5, x_7$ , *lag*  $x_1$ , *lag*  $x_2$ ,

$\text{lag } x_5$ ,  $\text{lag } x_6$  dan  $\text{lag } x_7$ . Selanjutnya, variabel yang tidak signifikan dieliminasi, sedangkan variabel yang signifikan dilakukan pemodelan kembali sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \rho \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_5 x_5 + \beta_7 x_7 + \\ \theta_1 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} + \theta_2 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} + \theta_5 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} + \\ \theta_6 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + \theta_7 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon$$

Selanjutnya nilai estimasi parameter dan uji signifikansi model SDM diperoleh pada Tabel 4.4. *Output* perhitungan estimasi parameter menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

**Tabel 4.4** Hasil Estimasi dan Uji Signifikansi Setelah Eliminasi

| Parameter  | Koefisien   | Wald     | $\chi^2_{(0.05,1)}$ | Keputusan  |
|------------|-------------|----------|---------------------|------------|
| $\rho$     | -9.4534     | 139.3776 | 3.84146             | Signifikan |
| $\beta_0$  | 323.8005096 | 4.7214   | 3.84146             | Signifikan |
| $\beta_1$  | -0.0314581  | 18.01479 | 3.84146             | Signifikan |
| $\beta_2$  | -0.0701906  | 20.86097 | 3.84146             | Signifikan |
| $\beta_5$  | -0.1656535  | 230.4457 | 3.84146             | Signifikan |
| $\beta_7$  | 0.6441181   | 20.98784 | 3.84146             | Signifikan |
| $\theta_1$ | -0.6770304  | 42.6335  | 3.84146             | Signifikan |
| $\theta_2$ | -0.9071822  | 8.654012 | 3.84146             | Signifikan |
| $\theta_5$ | -2.4456317  | 132.1491 | 3.84146             | Signifikan |
| $\theta_6$ | -5.1161396  | 8.587482 | 3.84146             | Signifikan |
| $\theta_7$ | 10.9018991  | 13.78944 | 3.84146             | Signifikan |

Pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa variabel-variabel hasil eliminasi seluruhnya signifikan, sehingga model SDM yang terbentuk sebagai berikut:

$$y_i = 323.8005096 - 9.4534 \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j - 0.0314581 x_1 - \\ 0.0701906 x_2 - 0.1656535 x_5 + 0.6441181 x_7 - \\ 0.6770304 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} - 0.9071822 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} - \\ 2.4456317 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} - 5.1161396 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + \\ 10.9018991 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon \quad (4.1)$$

dengan  $y_i$  menyatakan Angka Harapan Hidup pada kabupaten/kota ke- $i$ ,  $y_j$  menyatakan menyatakan Angka Harapan Hidup pada kabupaten/kota ke- $j$ , dan  $w_{ij}$  menyatakan elemen matriks pembobot jarak eksponensial.

#### 4.5 Pemeriksaan Asumsi SDM

Terdapat 2 asumsi yang harus dipenuhi untuk model SDM yaitu uji normalitas dan uji heterogenitas sebagai berikut:

##### 1. Asumsi normalitas

Pemeriksaan normalitas pada penelitian ini menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : *Error* berdistribusi normal

$H_1$  : *Error* tidak berdistribusi normal

Perhitungan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan persamaan (2.24) dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka lokasi kritis yaitu tolak  $H_0$  jika  $D > D_{n,\alpha}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  yang berarti *error* tidak berdistribusi normal. Hasil statistik uji dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 4.5** Hasil Asumsi Normalitas

| Tes                       | Nilai uji D | $D_{38,0.05}$ | p-value | Keputusan    |
|---------------------------|-------------|---------------|---------|--------------|
| <i>Kolmogorov-Smirnov</i> | 0.075083    | 0.21544       | 0.9719  | Terima $H_0$ |

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai uji D = 0.075083 <  $D_{38,0.05} = 0.21544$  dan dengan nilai  $p\text{-value} = 0.9719 > \alpha = 0.05$ . Keputusan yang diambil yaitu terima  $H_0$  yang berarti *error* berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi. *Output* pengujian normalitas menggunakan

*software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11 dengan nilai  $D_{38,0.05}$  dapat dilihat pada tabel distribusi *Kolmogorov-Smirnov* di Lampiran 8.

## 2. Asumsi homogenitas

Pemeriksaan homogenitas pada penelitian ini menggunakan *Breusch-Pagan* (BP) dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Terdapat adanya homogenitas spasial

$H_1$  : Tidak terdapat adanya homogenitas spasial

Perhitungan statistik uji *Breusch-Pagan* menggunakan persamaan (2.25) dengan menggunakan tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$  maka lokasi kritis yaitu Tolak  $H_0$  jika nilai BP  $> \chi_k^2$  atau *p-value*  $< \alpha$ . Hasil statistik uji sebagai berikut:

**Tabel 4.6** Hasil Asumsi Homogenitas

| Uji                  | Nilai uji BP | $\chi_{0.05,7}^2$ | <i>p-value</i> | Keputusan    |
|----------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------|
| <i>Breusch-Pagan</i> | 12.068       | 14.067            | 0.2805         | Terima $H_0$ |

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai uji BP = 12.068  $< \chi_{0.05,7}^2 = 14.067$  dan dengan nilai *p-value* 0.2805  $> \alpha = 0.05$ . Keputusan yang diambil yaitu terima  $H_0$  yang berarti adanya homogenitas spasial. *Output* pengujian homogenitas menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11 dengan nilai  $\chi_{0.05,7}^2$  dapat dilihat pada tabel *chi-square* di Lampiran 9.

## 4.6 Ukuran Kebaikan Model

Ukuran kebaikan yang digunakan yaitu menggunakan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

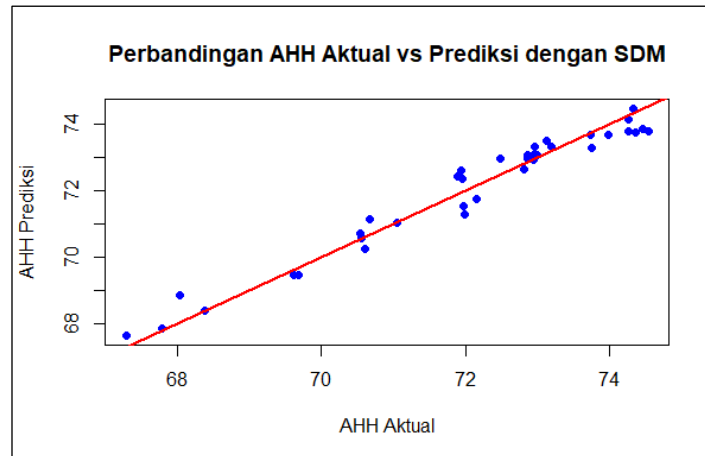
### 1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Model yang baik yaitu model yang memiliki nilai persentase koefisien determinasi yang besar. Perhitungan nilai  $R^2$  menggunakan persamaan (2.27) diperoleh nilai sebesar 0.961445 yang berarti model SDM mampu menjelaskan faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur sebesar 96.14 % dan sisanya 3.86 % dijelaskan oleh variabel lain di luar model. *Output* perhitungan koefisien determinasi ( $R^2$ ) menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

### 2. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Berdasarkan Tabel 2.2, model yang baik yaitu model yang memiliki nilai persentase MAPE yang kecil. Perhitungan nilai MAPE menggunakan persamaan (2.28) diperoleh nilai sebesar 0.4214058 yang berarti model SDM mampu menjelaskan faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur dengan akurasi sebesar 0.42 %. Hasil akurasi tersebut masuk ke dalam kriteria  $< 10\%$  yang berarti model memiliki kemampuan sangat baik. *Output* perhitungan MAPE menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

Selanjutnya, visualisasi perbandingan data asli dengan data prediksi berdasarkan nilai  $R^2$  dan nilai MAPE dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** *Scatter Plot* Perbandingan Data Aktual dengan Data Prediksi

Hasil visualisasi *scatter plot* menunjukkan titik pada data aktual sangat dekat dengan data prediksi. Dalam hal ini, didukung oleh nilai  $R^2$  sebesar 96,14% dan nilai MAPE sebesar 0,42% yang berarti mengindikasikan model Spatial Durbin Model (SDM) yang diperoleh memiliki akurasi yang sangat baik dalam menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi Angka Harapan Hidup. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap akurasi tingginya SDM yaitu penggunaan matriks pembobot jarak eksponensial.

#### 4.7 Faktor yang Berpengaruh Signifikan terhadap AHH

Berdasarkan model SDM yang diperoleh pada persamaan (4.1) dilakukan efek langsung dan tidak langsung untuk mengetahui perubahan variabel independen terhadap variabel dependen pada model SDM. Hasil dari efek langsung, efek tidak langsung dan efek total menggunakan persamaan (2.29) dapat dilihat pada Tabel 4.7. *Output* perhitungan efek langsung dan tidak langsung menggunakan *software* Rstudio dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

**Tabel 4.7** Hasil Estimasi Efek Langsung, Efek Tidak Langsung dan Efek Total

| Parameter | Efek Langsung |         | Efek Tidak Langsung |         | Efek Total |         |
|-----------|---------------|---------|---------------------|---------|------------|---------|
|           | Koefisien     | p-value | Koefisien           | p-value | Koefisien  | p-value |
| $x_1$     | 0.00682       | 0.84545 | -0.07459            | 0.24009 | -0.06777   | 0.00000 |
| $x_2$     | -0.04562      | 0.57404 | -0.04787            | 0.57065 | -0.09349   | 0.00249 |
| $x_5$     | -0.76955      | 0.59905 | -0.17284            | 0.12939 | -0.2498    | 0.00000 |
| $x_6$     | 0.13522       | 0.60282 | -0.64329            | 0.06218 | -0.50806   | 0.00469 |
| $x_7$     | 0.15882       | 0.80783 | 0.94569             | 0.07446 | 1.10452    | 0.00031 |

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa terjadi perubahan koefisien model SDM menjadi efek langsung, efek tidak langsung dan efek total. Penggunaan nilai efek disebabkan adanya koefisien spasial *lag* sebesar -9.4534 yang menyebabkan koefisien model tidak dapat diinterpretasikan. Dalam hal ini, koefisien model tidak mencerminkan dampak sebenarnya akibat efek umpan balik spasial.

Hasil estimasi efek langsung menunjukkan bahwa seluruh variabel independen tidak memiliki pengaruh signifikan secara langsung pada taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$ . Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan variabel independen secara lokal di suatu daerah belum mampu memberikan perubahan yang nyata terhadap Angka Harapan Hidup di daerah tersebut tanpa adanya pengaruh tetangga di lokasi sekitar.

Hasil estimasi efek tidak langsung menunjukkan bahwa seluruh variabel independen tidak memiliki pengaruh signifikan secara tidak langsung pada taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$ . Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan variabel independen di lokasi-lokasi tetangga belum mampu memberikan perubahan yang nyata terhadap Angka Harapan Hidup.

Hasil estimasi efek total menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki pengaruh signifikan pada taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$ . Setiap kenaikan satu satuan persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih ( $x_1$ ) dan

persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih terbobot ( $lag\ x_1$ ) dengan variabel lain dianggap konstan maka akan menurunkan AHH sebesar 0.06777. Setiap kenaikan satu satuan persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak ( $x_2$ ) dan persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak terbobot ( $lag\ x_2$ ) dengan variabel lain dianggap konstan, maka akan menurunkan AHH sebesar 0.09349. Setiap kenaikan satu satuan persentase perempuan yang pernah kawin berumur 10 tahun ke atas dengan umur perkawinan pertama  $\leq 16$  tahun ( $x_5$ ) dan persentase perempuan yang pernah kawin berumur 10 tahun ke atas dengan umur perkawinan pertama  $\leq 16$  tahun terbobot ( $lag\ x_5$ ) dengan variabel lain dianggap konstan, maka akan menurunkan AHH sebesar 0.50806. Setiap kenaikan satu satuan persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses melahirkan terakhirnya di fasilitas kesehatan terbobot ( $lag\ x_6$ ) dengan variabel lain dianggap konstan, maka akan menurunkan AHH sebesar 0.50806. Setiap kenaikan satu satuan persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses kelahiran terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih ( $x_7$ ) dan persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses kelahiran terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih terbobot ( $lag\ x_7$ ) dengan variabel lain dianggap konstan, maka akan menambah AHH sebesar 1.10452.

Pada hasil efek total, mengindikasikan bahwa fenomena Angka Harapan Hidup bersifat sangat spasial karena pengaruh variabel independen tidak signifikan secara langsung dan tidak langsung, namun akan signifikan jika perubahan terjadi pada akumulasi lokasi diri sendiri dan lokasi-lokasi tetangganya. Sehingga, kebijakan yang berfokus pada peningkatan variabel independen di satu lokasi

tertentu kemungkinan besar tidak efektif jika tidak dilakukan secara serentak di lokasi-lokasi tetangganya.

#### 4.8 Pemodelan SDM dalam Pandangan Islam

Model SDM dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor signifikan yang mempengaruhi variasi tinggi rendahnya Angka Harapan Hidup di Jawa Timur, sehingga instansi atau masyarakat yang terlibat dapat mengupayakan agar kualitas hidup semakin meningkat. Dalam Islam, peningkatan kualitas hidup merupakan kewajiban bagi seluruh umat muslim. Allah berfirman dalam Al-Qur'an surat Ar-Ra'd ayat 11.

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

*“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka”* (Departemen Agama RI, 2006).

Tafsir Al-Mukhtasar menjelaskan bahwa Allah tidak akan merubah suatu kelompok masyarakat dari keadaan baik ke keadaan buruk yang tidak disukai mereka, namun apabila mereka tidak mensyukuri nikmat Allah dan menjadi kufur maka Allah akan merubah keadaan baik tersebut menjadi keadaan buruk. Dalam hal ini, perubahan atas peningkatan diri harus dimulai dari niat dan usaha sendiri. Islam menjelaskan bahwa peningkatan kualitas hidup mencakup aspek spiritual, akhlak, kesehatan, dan pengetahuan.

Kesehatan adalah salah satu hal penting dalam keberlangsungan hidup manusia, maka dari itu menjaga kesehatan merupakan bagian dari ibadah serta wujud rasa syukur terhadap nikmat Allah. Islam mengajarkan keseimbangan antara menjaga kesehatan tubuh, pikiran dan jiwa agar dapat menjalankan ibadah dengan baik dan maksimal. Sebaliknya, kesehatan yang buruk akan menjadi penghalang

dalam menjalankan ibadah sesuai firman Allah dalam Al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 195.

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ. وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

*“Berinfaklah di jalan Allah, janganlah jerumuskan dirimu ke dalam kebinasaan, dan berbuatbaiklah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”* (Departemen Agama RI, 2006).

Tafsir Al-Mukhtasar menjelaskan bahwa ayat diatas merupakan perintah kepada umat Islam agar membelanjakan harta mereka untuk hal-hal yang bermanfaat. Allah melarang umatnya menjerumuskan diri sendiri ke dalam kerugian atau yang dapat mencelakakan mereka. Dalam hal ini, sesuai dengan penjelasan sebelumnya mengenai perintah untuk menjaga gaya hidup sehat karena pola hidup yang tidak sehat dapat merugikan diri sendiri bahkan sampai kematian.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pembahasan sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model regresi *Spatial Durbin Model* (SDM) pada Angka Harapan Hidup di Jawa Timur pada tahun 2022 yang terbentuk yaitu:

$$\begin{aligned} y_i = & 323.8005096 - 9.4534 \sum_{j=1}^{38} w_{ij} y_j - 0.0314581 x_1 - 0.0701906 x_2 - \\ & 0.1656535 x_5 + 0.6441181 x_7 - 0.6770304 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{1j} - \\ & 0.9071822 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{2j} - 2.4456317 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{5j} - \\ & 5.1161396 \sum_{j=1}^n w_{6j} x_{1j} + 10.9018991 \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{7j} + \varepsilon \end{aligned}$$

Hasil kebaikan model diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 96,14% dan nilai MAPE sebesar 0,42% yang berarti SDM mampu menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi AHH dengan sangat baik.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur terdiri dari sembilan indikator yakni persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih, persentase rumah tangga dengan sumber air minum bersih terbobot, persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak, persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak terbobot, persentase perempuan yang pernah kawin berumur 10 tahun ke atas dengan umur perkawinan pertama  $\leq 16$  tahun, persentase perempuan yang pernah kawin berumur 10 tahun ke atas dengan umur perkawinan pertama  $\leq 16$  tahun terbobot,

persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses melahirkan terakhirnya di fasilitas kesehatan terbobot, persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses kelahiran terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih, persentase perempuan pernah kawin berusia 15-49 tahun yang proses kelahiran terakhirnya ditolong oleh tenaga kesehatan terlatih terbobot.

## 5.2 Saran

Penelitian ini memiliki beberapa saran dari penulis antara lain:

1. Terdapat pengelompokan lokasi-lokasi tinggi rendahnya Angka Harapan Hidup di Jawa Timur. Dalam hal ini, disarankan kepada instansi terkait untuk lebih memperhatikan lokasi yang memiliki nilai AHH relatif kecil atau rendah agar meningkatkan nilai tersebut.
2. Peneliti memiliki saran untuk menambahkan variabel independen atau menggunakan variabel independen yang lain untuk mengetahui variabel yang berpengaruh signifikan terhadap tinggi rendahnya Angka Harapan Hidup di Jawa Timur.
3. Peneliti berikutnya yang menggunakan studi kasus Angka Harapan Hidup dapat menggunakan metode atau model analisis regresi lain untuk mengetahui faktor atau variabel yang berpengaruh terhadap studi kasus tersebut. Model lain tersebut dapat digunakan juga untuk pembandingan agar mengetahui model terbaik yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., & Khasanah, U. (2018). Urgensi Wudhu dan Relevansinya Bagi Kesehatan (Kajian Ma'anil Hadits) dalam Perspektif Imam Musbikin. *Riwayah: Jurnal Studi Hadis*, 3(2).
- Algifari. (2000). *Analisis Regresi, Teori, Kasus dan Solusi*. UGM. Yogyakarta.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers
- Badan Pusat Statistik. (2022a). *Indeks Pembangunan Manusia 2022*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2022b). *Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur 2022*. Badan Pusat Statistik.
- Blum, H. L. (1974). *Planning for Health: Development and Application of Social Change Theory*. Human Science Press.
- Farida, U. (2014). Mengkritisi Makna Jihad dan Perang dalam Al-Qur'an: Studi Tafsir Analitis QS. Ali 'Imran: 141-145. *Hermeunetik*, 8(2).
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics* (Forth Edition). McGraw Hill.
- Hidayah, N. R., & Indrasetyaningsih, A. (2019). Analisis Regresi Spatial Durbin Model (SDM) untuk Pemodelan Kemiskinan Provinsi Jawa Timur Tahun 2017. *J Statistika*, 11(2), 40–46. [www.unipasby.ac.id](http://www.unipasby.ac.id)
- Intan, N. R., & Sulistiyawan, E. (2018). Spatial Autoregressive Model untuk Pemodelan Angka Harapan Hidup (AHH) di Provinsi Jawa Timur. *J Statistika*, 11(2), 37–42. [www.unipasby.ac.id](http://www.unipasby.ac.id)XIIITelp./Fax.
- Jamal, K. (2018). *TAFSIR AHKAM Ayat-Ayat Ibadah, Munakahat, dan Mu'amalah*. Kalimedia.
- Kaerudin, N. P., Gusriani, N., & Ruchjana, B. N. (2024). Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Kalimantan Timur Menggunakan Spasial Durbin Data Panel. *Jurnal Matematika Integratif*, 20(1), 101–115. <https://doi.org/10.24198/jmi.v20.n1.55158.101-115>

- Lee, J., & Wong, D. W. S. (2001). *Statistical Analysis with ArcView GIS*. John Wiley.
- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press.
- Lokang, Y. P., & Dwiarmoko, I. A. (2019). Analisis Regresi Spasial Durbin untuk Menganalisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Persentase Penduduk Miskin. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 21(2).
- Majelis Ulama Indonesia. (2015). *Air, Kebersihan dan Kesehatan Lingkungan Menurut Agama Islam*.
- Nisa, R. F., Sugito, & Hakim, A. R. (2022). Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression dengan Adaptive Bandwidth untuk Angka Harapan Hidup (Studi Kasus: Angka Harapan Hidup di Jawa Tengah). *Jurnal Gaussian*, 11(1), 67–76. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- Retno Kumboro, A., Martha, S., & Prihandono INTISARI, B. (2016). IDENTIFIKASI AUTOKORELASI SPASIAL PADA PENYEBARAN ANAK TERLANTAR DI KABUPATEN KETAPANG DENGAN INDEKS MORAN. Dalam *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*: Vol. xx (Nomor X).
- Suaib, T. P. A., Junaidi, & Fadjryani. (2022). Penerapan Spatial Durbin Model (SDM) pada Indeks Pembangunan Gender di Pulau Sulawesi (Application of Spatial Durbin Model (SDM) on Gender Development Index on Sulawesi Island). *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 22(1), 82–95. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/MIMS/index>
- Taryono, A. P. N., Ispriyanti, D., & Prahutama, A. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue (Dbd) di Provinsi Jawa Tengah dengan Metode Spatial Autoregressive Model dan Spatial Durbin Model. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 1(1).
- Triliani, S. E., & Bakti, R. D. (2017). Spatial Durbin Model untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengangguran di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 2(2), 93–103.
- Wardani, S., Debataraja, N., & Rizki, S. W. (2018). Analisis Dependensi Spasial pada Data Kemiskinan dengan Pendekatan Spatial Durbin Model (SDM).

*Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (Bimaster)*, 07(4), 319–328.

- Wardhana, A., & Kharisma, B. (2020). Angka Harapan Hidup di Era Desentralisasi (Kabupaten/Kota Jawa Barat). *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 405–422. <https://doi.org/10.24843/eeb.2020.v09.i05.p02>
- Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D. S., & Rahmawati, D. (2014). Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Jumlah Pengangguran di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Media Statistika*, 7(1), 1–10.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1 Data Penelitian**

| Kab/Kota         | Y     | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> |
|------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Bangkalan        | 70,54 | 66,88          | 93,91          | 6,63           | 7,87           | 13,15          | 91,25          | 92,61          |
| Banyuwangi       | 71,06 | 76,51          | 95,97          | 12,53          | 24,64          | 23,25          | 99,13          | 100,00         |
| Blitar           | 73,98 | 77,61          | 96,37          | 2,46           | 24,38          | 15,40          | 97,43          | 100,00         |
| Bojonegoro       | 72,16 | 84,16          | 96,51          | 3,46           | 11,41          | 23,74          | 98,18          | 100,00         |
| Bondowoso        | 67,29 | 61,17          | 93,31          | 30,72          | 22,19          | 45,83          | 92,65          | 98,75          |
| Gresik           | 72,99 | 98,06          | 91,50          | 1,12           | 8,16           | 9,97           | 98,43          | 100,00         |
| Jember           | 69,68 | 69,60          | 95,40          | 23,48          | 16,48          | 32,91          | 93,87          | 95,87          |
| Jombang          | 72,86 | 75,89          | 99,07          | 3,69           | 20,22          | 12,06          | 96,26          | 100,00         |
| Kediri           | 72,97 | 63,66          | 92,17          | 3,79           | 19,28          | 13,77          | 96,30          | 98,02          |
| Kota Batu        | 72,97 | 78,98          | 99,12          | 0,89           | 14,04          | 15,20          | 100,00         | 100,00         |
| Kota Blitar      | 74,26 | 65,14          | 99,10          | 1,09           | 14,87          | 8,00           | 100,00         | 100,00         |
| Kota Kediri      | 74,34 | 58,27          | 99,77          | 0,48           | 13,65          | 5,82           | 100,00         | 100,00         |
| Kota Madiun      | 73,13 | 97,96          | 98,54          | 0,31           | 8,94           | 4,14           | 99,98          | 100,00         |
| Kota Malang      | 73,75 | 81,19          | 96,76          | 0,42           | 6,09           | 6,26           | 94,46          | 97,96          |
| Kota Mojokerto   | 73,74 | 92,84          | 98,65          | 0,32           | 8,05           | 8,16           | 100,00         | 100,00         |
| Kota Pasuruan    | 71,96 | 90,67          | 100,00         | 3,23           | 17,97          | 10,75          | 99,51          | 100,00         |
| Kota Probolinggo | 70,68 | 93,04          | 100,00         | 4,56           | 12,04          | 18,18          | 99,99          | 100,00         |
| Kota Surabaya    | 74,47 | 98,87          | 95,66          | 0,08           | 5,01           | 6,82           | 98,42          | 99,99          |
| Lamongan         | 72,86 | 90,98          | 78,56          | 2,69           | 10,72          | 16,45          | 99,39          | 99,38          |
| Lumajang         | 70,61 | 61,89          | 97,35          | 8,90           | 12,95          | 29,98          | 97,46          | 98,77          |
| Madiun           | 71,90 | 73,95          | 94,79          | 4,67           | 16,93          | 17,54          | 99,06          | 100,00         |
| Magetan          | 72,97 | 79,58          | 98,71          | 2,68           | 13,74          | 12,99          | 100,00         | 100,00         |
| Malang           | 72,95 | 69,62          | 96,02          | 2,82           | 16,76          | 17,12          | 98,70          | 100,00         |
| Mojokerto        | 72,93 | 81,27          | 97,05          | 4,97           | 14,15          | 14,85          | 100,00         | 100,00         |
| Nganjuk          | 71,95 | 73,14          | 98,67          | 6,31           | 10,16          | 17,34          | 98,52          | 100,00         |
| Ngawi            | 72,81 | 82,37          | 99,16          | 2,93           | 13,35          | 16,62          | 100,00         | 100,00         |
| Pacitan          | 72,48 | 67,02          | 83,95          | 0,32           | 19,01          | 14,99          | 100,00         | 100,00         |
| Pamekasan        | 68,03 | 86,19          | 95,24          | 4,29           | 13,75          | 20,91          | 88,15          | 93,38          |
| Pasuruan         | 70,55 | 71,57          | 96,90          | 5,24           | 12,91          | 21,10          | 93,01          | 95,75          |
| Ponorogo         | 73,20 | 82,63          | 91,50          | 3,35           | 29,24          | 20,07          | 99,06          | 100,00         |
| Probolinggo      | 67,78 | 58,62          | 95,92          | 21,50          | 11,07          | 41,61          | 92,28          | 96,00          |
| Sampang          | 68,38 | 84,57          | 93,25          | 7,47           | 25,96          | 19,92          | 79,87          | 89,84          |
| Sidoarjo         | 74,36 | 92,50          | 95,86          | 1,46           | 7,66           | 4,91           | 98,52          | 98,53          |
| Situbondo        | 69,62 | 60,40          | 99,22          | 27,50          | 17,96          | 37,99          | 94,22          | 100,00         |
| Sumenep          | 71,99 | 74,56          | 94,60          | 10,76          | 7,16           | 26,43          | 87,64          | 94,04          |
| Trenggalek       | 74,26 | 61,12          | 81,23          | 4,78           | 18,10          | 20,01          | 99,06          | 100,00         |
| Tuban            | 71,97 | 90,62          | 97,51          | 11,28          | 14,42          | 22,61          | 99,73          | 99,99          |
| Tulungagung      | 74,54 | 67,56          | 96,39          | 3,75           | 11,98          | 15,42          | 97,96          | 97,97          |

**Lampiran 2** Koordinat Garis Lintang dan Garis Bujur

| <b>Kabupaten/Kota</b> | <b>Lintang (<i>u</i>)</b> | <b>Bujur (<i>v</i>)</b> |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Bangkalan             | -7.044335449              | 112.9295444             |
| Banyuwangi            | -8.364463652              | 114.2057894             |
| Blitar                | -8.129986996              | 112.2381708             |
| Bojonegoro            | -7.255649401              | 111.8099088             |
| Bondowoso             | -7.9437946                | 113.9475559             |
| Gresik                | -6.925048074              | 112.5584539             |
| Jember                | -8.235540605              | 113.6561239             |
| Jombang               | -7.544617639              | 112.2640261             |
| Kediri                | -7.828944953              | 112.0895615             |
| Kota Batu             | -7.834663433              | 112.5337548             |
| Kota Blitar           | -8.094910826              | 112.166824              |
| Kota Kediri           | -7.826146444              | 112.0156216             |
| Kota Madiun           | -7.629346405              | 111.5273089             |
| Kota Malang           | -7.978298246              | 112.6359056             |
| Kota Mojokerto        | -7.471423088              | 112.4374619             |
| Kota Pasuruan         | -7.649574065              | 112.9100054             |
| Kota Probolinggo      | -7.773809875              | 113.205469              |
| Kota Surabaya         | -7.274460257              | 112.7234657             |
| Lamongan              | -7.13138652               | 112.3007995             |
| Lumajang              | -8.125354224              | 113.1384736             |
| Madiun                | -7.623580491              | 111.6458595             |
| Magetan               | -7.663209111              | 111.3575044             |
| Malang                | -8.126553498              | 112.6415145             |
| Mojokerto             | -7.550677795              | 112.4844306             |
| Nganjuk               | -7.597494815              | 111.9385613             |
| Ngawi                 | -7.438769809              | 111.3433214             |
| Pacitan               | -8.124969457              | 111.1781605             |
| Pamekasan             | -7.065516603              | 113.5044678             |
| Pasuruan              | -7.742674045              | 112.8318117             |
| Ponorogo              | -7.931059005              | 111.4999626             |
| Probolinggo           | -7.866848186              | 113.3210171             |
| Sampang               | -7.051854998              | 113.256871              |
| Sidoarjo              | -7.452011326              | 112.7009347             |
| Situbondo             | -7.801458086              | 114.0511874             |
| Sumenep               | -6.966809683              | 114.4032116             |
| Trenggalek            | -8.161003017              | 111.626936              |
| Tuban                 | -6.953558405              | 111.8921893             |
| Tulungagung           | -8.113511258              | 111.8876159             |

### Lampiran 3 Matriks Jarak *Euclidean*

|    | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 0        | 1.836235 | 1.287265 | 1.139398 | 1.35846  | 0.401908 | 1.394337 | 0.832555 | 1.151605 | 0.883896 | 1.298244 | 1.20269  | 1.517991 | 0.979033 | 0.651568 | 0.605553 | 0.779917 | 0.308902 | 0.634792 |
| 2  | 1.836235 | 0        | 1.983001 | 2.64008  | 0.493657 | 2.068587 | 0.558502 | 2.107767 | 2.186007 | 1.754008 | 2.056745 | 2.255395 | 2.77726  | 1.616723 | 1.981086 | 1.479957 | 1.161736 | 1.839994 | 2.269305 |
| 3  | 1.287265 | 1.983001 | 0        | 0.972408 | 1.720788 | 1.03502  | 1.430552 | 0.585338 | 0.33601  | 0.418319 | 0.077995 | 0.375289 | 0.868307 | 0.426708 | 0.687814 | 0.826643 | 1.03183  | 0.983676 | 0.999922 |
| 4  | 1.139398 | 2.64008  | 0.972408 | 0        | 2.245704 | 0.738338 | 2.09423  | 0.538296 | 0.636421 | 0.92695  | 0.912014 | 0.606465 | 0.466702 | 1.097507 | 0.663621 | 1.168507 | 1.488659 | 0.91376  | 0.506314 |
| 5  | 1.35846  | 0.493657 | 1.720788 | 2.245704 | 0        | 1.622039 | 0.402762 | 1.730195 | 1.864655 | 1.418025 | 1.787152 | 1.935529 | 2.440044 | 1.312121 | 1.582267 | 1.078476 | 0.761323 | 1.395147 | 1.836282 |
| 6  | 0.401908 | 2.068587 | 1.03502  | 0.738338 | 1.622039 | 0        | 1.56647  | 0.489704 | 0.824693 | 0.695283 | 1.025441 | 0.863464 | 1.122668 | 0.844468 | 0.347206 | 0.630785 | 0.92011  | 0.228594 | 0.238418 |
| 7  | 1.394337 | 0.558502 | 1.430552 | 2.09423  | 0.402762 | 1.56647  | 0        | 1.558424 | 1.62751  | 1.19713  | 1.503075 | 1.696895 | 2.21897  | 1.058223 | 1.441848 | 0.95119  | 0.646451 | 1.340409 | 1.750453 |
| 8  | 0.832555 | 2.107767 | 0.585338 | 0.538296 | 1.730195 | 0.489704 | 1.558424 | 0        | 0.33513  | 0.396065 | 0.558817 | 0.375468 | 0.740628 | 0.571274 | 0.188222 | 0.654422 | 0.968912 | 0.532961 | 0.414799 |
| 9  | 1.151605 | 2.186007 | 0.33601  | 0.636421 | 1.864655 | 0.824693 | 1.62751  | 0.33513  | 0        | 0.447326 | 0.277954 | 0.070893 | 0.593504 | 0.56941  | 0.500934 | 0.842822 | 1.120355 | 0.84445  | 0.729561 |
| 10 | 0.883896 | 1.754008 | 0.418319 | 0.92695  | 1.418025 | 0.695283 | 1.19713  | 0.396065 | 0.447326 | 0        | 0.449848 | 0.5182   | 1.026743 | 0.176253 | 0.375793 | 0.419316 | 0.674467 | 0.591463 | 0.740821 |
| 11 | 1.298244 | 2.056745 | 0.077995 | 0.912014 | 1.787152 | 1.025441 | 1.503075 | 0.558817 | 0.277954 | 0.449848 | 0        | 0.308376 | 0.791392 | 0.48336  | 0.679693 | 0.866397 | 1.087148 | 0.991461 | 0.97273  |
| 12 | 1.20269  | 2.255395 | 0.375289 | 0.606465 | 1.935529 | 0.863464 | 1.696895 | 0.375468 | 0.070893 | 0.5182   | 0.308376 | 0        | 0.526386 | 0.638672 | 0.551159 | 0.911645 | 1.190996 | 0.897443 | 0.750938 |
| 13 | 1.517991 | 2.77726  | 0.868307 | 0.466702 | 2.440044 | 1.122668 | 2.21897  | 0.740628 | 0.593504 | 1.026743 | 0.791392 | 0.526386 | 0        | 1.16198  | 0.922688 | 1.382083 | 1.683729 | 1.24646  | 0.918269 |
| 14 | 0.979033 | 1.616723 | 0.426708 | 1.097507 | 1.312121 | 0.844468 | 1.058223 | 0.571274 | 0.56941  | 0.176253 | 0.48336  | 0.638672 | 1.16198  | 0        | 0.544339 | 0.428008 | 0.605159 | 0.709267 | 0.910766 |
| 15 | 0.651568 | 1.981086 | 0.687814 | 0.663621 | 1.582267 | 0.347206 | 1.441848 | 0.188222 | 0.500934 | 0.375793 | 0.679693 | 0.551159 | 0.922688 | 0.544339 | 0        | 0.50501  | 0.825393 | 0.347268 | 0.366436 |
| 16 | 0.605553 | 1.479957 | 0.826643 | 1.168507 | 1.078476 | 0.630785 | 0.95119  | 0.654422 | 0.842822 | 0.419316 | 0.866397 | 0.911645 | 1.382083 | 0.428008 | 0.50501  | 0        | 0.320521 | 0.418935 | 0.799781 |
| 17 | 0.779917 | 1.161736 | 1.03183  | 1.488659 | 0.761323 | 0.92011  | 0.646451 | 0.968912 | 1.120355 | 0.674467 | 1.087148 | 1.190996 | 1.683729 | 0.605159 | 0.825393 | 0.320521 | 0        | 0.694028 | 1.109572 |
| 18 | 0.308902 | 1.839994 | 0.983676 | 0.91376  | 1.395147 | 0.228594 | 1.340409 | 0.532961 | 0.84445  | 0.591463 | 0.991461 | 0.897443 | 1.24646  | 0.709267 | 0.347268 | 0.418935 | 0.694028 | 0        | 0.446256 |
| 19 | 0.634792 | 2.269305 | 0.999922 | 0.506314 | 1.836282 | 0.238418 | 1.750453 | 0.414799 | 0.729561 | 0.740821 | 0.97273  | 0.750938 | 0.918269 | 0.910766 | 0.366436 | 0.799781 | 1.109572 | 0.446256 | 0        |
| 20 | 1.101026 | 1.093826 | 0.901651 | 1.587916 | 0.829237 | 1.153868 | 0.535638 | 1.049688 | 1.092988 | 0.670947 | 0.972113 | 1.162019 | 1.685521 | 0.523628 | 0.958661 | 0.527791 | 0.357878 | 0.946704 | 1.299855 |
| 21 | 1.408509 | 2.665185 | 0.777913 | 0.402991 | 2.324051 | 1.016158 | 2.107187 | 0.623406 | 0.486201 | 0.912802 | 0.702623 | 0.42174  | 0.11765  | 1.051822 | 0.806284 | 1.264593 | 1.567002 | 1.132946 | 0.81938  |
| 22 | 1.689471 | 2.933389 | 0.99522  | 0.608922 | 2.605229 | 1.29244  | 2.374889 | 0.914281 | 0.747545 | 1.188687 | 0.917264 | 0.677995 | 0.174265 | 1.316667 | 1.096862 | 1.552568 | 1.851278 | 1.420213 | 1.082821 |
| 23 | 1.114676 | 1.583441 | 0.404473 | 1.200019 | 1.318343 | 0.986972 | 1.028388 | 0.688874 | 0.627014 | 0.3059   | 0.475103 | 0.691619 | 1.217571 | 0.142874 | 0.680853 | 0.542741 | 0.66256  | 0.850604 | 1.046556 |
| 24 | 0.673594 | 1.905608 | 0.630493 | 0.734732 | 1.516354 | 0.413427 | 1.3625   | 0.219481 | 0.485679 | 0.289974 | 0.631034 | 0.543748 | 0.95862  | 0.455473 | 0.090278 | 0.438192 | 0.756144 | 0.364704 | 0.455871 |
| 25 | 1.134935 | 2.393506 | 0.609752 | 0.365268 | 2.038661 | 0.755283 | 1.83747  | 0.329786 | 0.274575 | 0.640725 | 0.547289 | 0.241285 | 0.411547 | 0.794561 | 0.514609 | 0.972862 | 1.27914  | 0.848809 | 0.590264 |
| 26 | 1.634516 | 3.008472 | 1.129249 | 0.501229 | 2.652767 | 1.232615 | 2.451597 | 0.926796 | 0.839292 | 1.254538 | 1.052941 | 0.775922 | 0.264237 | 1.400669 | 1.094625 | 1.580801 | 1.892047 | 1.389891 | 1.005539 |
| 27 | 2.057925 | 3.037123 | 1.058665 | 1.074622 | 2.775332 | 1.680264 | 2.487889 | 1.231242 | 0.955359 | 1.386324 | 0.989118 | 0.889174 | 0.608083 | 1.465104 | 1.418782 | 1.795904 | 2.057493 | 1.763894 | 1.49909  |
| 28 | 0.575312 | 1.476229 | 1.65486  | 1.705185 | 0.983711 | 0.968245 | 1.174978 | 1.329708 | 1.610379 | 1.238484 | 1.687865 | 1.671874 | 2.054748 | 1.259972 | 1.141591 | 0.833355 | 0.768801 | 0.808452 | 1.205512 |
| 29 | 0.705143 | 1.508157 | 0.709598 | 1.132049 | 1.133727 | 0.670569 | 0.964053 | 0.601326 | 0.750323 | 0.311946 | 0.752528 | 0.82046  | 1.308795 | 0.306436 | 0.478647 | 0.121573 | 0.374937 | 0.480593 | 0.809721 |
| 30 | 1.682264 | 2.74037  | 0.763074 | 0.743151 | 2.447659 | 1.306302 | 2.184401 | 0.856272 | 0.595362 | 1.038289 | 0.686708 | 0.526241 | 0.304715 | 1.13694  | 1.044128 | 1.43788  | 1.712755 | 1.388573 | 1.13167  |
| 31 | 0.910986 | 1.015108 | 1.115531 | 1.630089 | 0.63123  | 1.068078 | 0.499096 | 1.105031 | 1.235165 | 0.78795  | 1.176525 | 1.306056 | 1.80884  | 0.694133 | 0.968051 | 0.464957 | 0.148405 | 0.841479 | 1.257736 |
| 32 | 0.327447 | 1.619932 | 1.483935 | 1.461315 | 1.128286 | 0.723219 | 1.246357 | 1.10852  | 1.404994 | 1.065903 | 1.5089   | 1.463114 | 1.822256 | 1.115533 | 0.920727 | 0.691314 | 0.724042 | 0.578117 | 0.959482 |
| 33 | 0.467367 | 1.760172 | 0.821075 | 0.912187 | 1.340371 | 0.351821 | 1.237954 | 0.446421 | 0.720711 | 0.417637 | 0.835803 | 0.78068  | 1.185741 | 0.53041  | 0.263998 | 0.287893 | 0.598669 | 0.178858 | 0.512502 |
| 34 | 1.353253 | 0.583949 | 1.843787 | 2.306796 | 0.176111 | 1.650729 | 0.577449 | 1.805508 | 1.964935 | 1.517821 | 1.907108 | 2.035736 | 2.529089 | 1.426316 | 1.647139 | 1.15126  | 0.846191 | 1.428482 | 1.874286 |
| 35 | 0.892234 | 1.427468 | 1.950539 | 2.027677 | 0.962132 | 1.289755 | 1.249326 | 1.651908 | 1.925868 | 1.538826 | 1.988449 | 1.988751 | 2.379037 | 1.542348 | 1.464032 | 1.12391  | 0.995965 | 1.132912 | 1.52593  |
| 36 | 1.715651 | 2.586888 | 0.610677 | 0.923576 | 2.330751 | 1.369438 | 2.038048 | 0.886405 | 0.566948 | 0.963697 | 0.543885 | 0.512962 | 0.542347 | 1.025341 | 1.064103 | 1.381187 | 1.625283 | 1.410014 | 1.230367 |
| 37 | 1.041295 | 2.709911 | 1.225233 | 0.313101 | 2.28147  | 0.673    | 2.183377 | 0.698307 | 0.896575 | 1.089933 | 1.173934 | 0.881282 | 0.766155 | 1.266177 | 0.751994 | 1.23303  | 1.548381 | 0.891055 | 0.445594 |
| 38 | 1.492815 | 2.331716 | 0.349515 | 0.861324 | 2.066886 | 1.171767 | 1.779981 | 0.682082 | 0.347176 | 0.703668 | 0.279775 | 0.314507 | 0.604386 | 0.760351 | 0.845265 | 1.122658 | 1.360869 | 1.184259 | 1.065348 |

| 20       | 21       | 22       | 23       | 24       | 25       | 26       | 27       | 28       | 29       | 30       | 31       | 32       | 33       | 34       | 35       | 36       | 37       | 38       |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1.101026 | 1.408509 | 1.689471 | 1.114676 | 0.673594 | 1.134935 | 1.634516 | 2.057925 | 0.575312 | 0.705143 | 1.682264 | 0.910986 | 0.327447 | 0.467367 | 1.353253 | 0.892234 | 1.715651 | 1.041295 | 1.492815 |
| 1.093826 | 2.665185 | 2.933389 | 1.583441 | 1.905608 | 2.393506 | 3.008472 | 3.037123 | 1.476229 | 1.508157 | 2.74037  | 1.015108 | 1.619932 | 1.760172 | 0.583949 | 1.427468 | 2.586888 | 2.709911 | 2.331716 |
| 0.901651 | 0.777913 | 0.99522  | 0.404473 | 0.630493 | 0.609752 | 1.129249 | 1.058665 | 1.65486  | 0.709598 | 0.763074 | 1.115531 | 1.483935 | 0.821075 | 1.843787 | 1.950539 | 0.610677 | 1.225233 | 0.349515 |
| 1.587916 | 0.402991 | 0.608922 | 1.200019 | 0.734732 | 0.365268 | 0.501229 | 1.074622 | 1.705185 | 1.132049 | 0.743151 | 1.630089 | 1.461315 | 0.912187 | 2.306796 | 2.027677 | 0.923576 | 0.313101 | 0.861324 |
| 0.829237 | 2.324051 | 2.605229 | 1.318343 | 1.516354 | 2.038661 | 2.652767 | 2.775332 | 0.983711 | 1.133727 | 2.447659 | 0.63123  | 1.128286 | 1.340371 | 0.176111 | 0.962132 | 2.330751 | 2.28147  | 2.066886 |
| 1.153868 | 1.016158 | 1.29244  | 0.986972 | 0.413427 | 0.755283 | 1.232615 | 1.680264 | 0.968245 | 0.670569 | 1.306302 | 1.068078 | 0.723219 | 0.351821 | 1.650729 | 1.289755 | 1.369438 | 0.673    | 1.171767 |
| 0.535638 | 2.107187 | 2.374889 | 1.028388 | 1.3625   | 1.83747  | 2.451597 | 2.487889 | 1.174978 | 0.964053 | 2.184401 | 0.499096 | 1.246357 | 1.237954 | 0.577449 | 1.249326 | 2.038048 | 2.183377 | 1.779981 |
| 1.049688 | 0.623406 | 0.914281 | 0.688874 | 0.219481 | 0.329786 | 0.926796 | 1.231242 | 1.329708 | 0.601326 | 0.856272 | 1.105031 | 1.10852  | 0.446421 | 1.805508 | 1.651908 | 0.886405 | 0.698307 | 0.682082 |
| 1.092988 | 0.486201 | 0.747545 | 0.627014 | 0.485679 | 0.274575 | 0.839292 | 0.955359 | 1.610379 | 0.750323 | 0.595362 | 1.235165 | 1.404994 | 0.720711 | 1.964935 | 1.925868 | 0.566948 | 0.896575 | 0.347176 |
| 0.670947 | 0.912802 | 1.188687 | 0.3059   | 0.289974 | 0.640725 | 1.254538 | 1.386324 | 1.238484 | 0.311946 | 1.038289 | 0.78795  | 1.065903 | 0.417637 | 1.517821 | 1.538826 | 0.963697 | 1.089933 | 0.703668 |
| 0.972113 | 0.702623 | 0.917264 | 0.475103 | 0.631034 | 0.547289 | 1.052941 | 0.989118 | 1.687865 | 0.752528 | 0.686708 | 1.176525 | 1.5089   | 0.835803 | 1.907108 | 1.988449 | 0.543885 | 1.173934 | 0.279775 |
| 1.162019 | 0.42174  | 0.677995 | 0.691619 | 0.543748 | 0.241285 | 0.775922 | 0.889174 | 1.671874 | 0.82046  | 0.526241 | 1.306056 | 1.463114 | 0.78068  | 2.035736 | 1.988751 | 0.512962 | 0.881282 | 0.314507 |
| 1.685521 | 0.11765  | 0.714265 | 1.217571 | 0.95862  | 0.411547 | 0.264237 | 0.608083 | 2.054748 | 1.308795 | 0.304715 | 1.80884  | 1.822256 | 1.185741 | 2.529089 | 2.379037 | 0.542347 | 0.76155  | 0.347176 |
| 0.523628 | 1.051822 | 1.316667 | 0.142874 | 0.455473 | 0.794561 | 1.400669 | 1.465104 | 1.259972 | 0.306436 | 1.13694  | 0.694133 | 1.115533 | 0.53041  | 1.426316 | 1.542348 | 1.025341 | 1.266177 | 0.760351 |
| 0.958661 | 0.806284 | 1.096862 | 0.680853 | 0.090278 | 0.514609 | 1.094625 | 1.418782 | 1.141591 | 0.478647 | 1.044128 | 0.968051 | 0.920727 | 0.263998 | 1.647139 | 1.464032 | 1.064103 | 0.751994 | 0.845265 |
| 0.527791 | 1.264593 | 1.552568 | 0.542741 | 0.438192 | 0.972862 | 1.580801 | 1.795904 | 0.833355 | 0.121573 | 1.43788  | 0.464957 | 0.691314 | 0.287893 | 1.15126  | 1.12391  | 1.381187 | 1.23303  | 1.122658 |
| 0.357878 | 1.567002 | 1.851278 | 0.66256  | 0.756144 | 1.27914  | 1.892047 | 2.057493 | 0.768801 | 0.374937 | 1.712755 | 1.048405 | 0.724042 | 0.598669 | 0.846191 | 0.995965 | 1.625283 | 1.548381 | 1.360869 |
| 0.946704 | 1.132946 | 1.420213 | 0.850604 | 0.364704 | 0.848809 | 1.389891 | 1.763894 | 0.808452 | 0.480593 | 1.388573 | 0.841479 | 0.578117 | 0.178858 | 1.428482 | 1.132912 | 1.410014 | 0.891055 | 1.184259 |
| 1.299855 | 0.81938  | 1.082821 | 1.046556 | 0.455871 | 0.590264 | 1.005539 | 1.49909  | 1.205512 | 0.809721 | 1.13167  | 1.257736 | 0.959482 | 0.512502 | 1.874286 | 1.52593  | 1.230367 | 0.445594 | 1.065348 |
| 0        | 1.574836 | 1.839948 | 0.497272 | 0.872397 | 1.310893 | 1.92196  | 1.960298 | 1.121245 | 0.490376 | 1.649991 | 0.316442 | 1.080275 | 0.80324  | 0.968536 | 1.324159 | 1.51192  | 1.710638 | 1.250854 |
| 1.574836 | 0        | 0.290884 | 1.112883 | 0.841124 | 0.294024 | 0.354404 | 0.685479 | 1.940762 | 1.192106 | 0.340209 | 1.692933 | 1.709763 | 1.068949 | 2.41209  | 2.264851 | 0.537591 | 0.714011 | 0.546312 |
| 1.839948 | 0.290884 | 0        | 1.362919 | 1.131762 | 0.584743 | 0.224897 | 0.495349 | 2.228601 | 1.47647  | 0.303378 | 1.974083 | 1.995448 | 1.359762 | 2.697254 | 2.55295  | 0.565966 | 0.888558 | 0.695547 |
| 0.497272 | 1.112883 | 1.362919 | 0        | 0.593336 | 0.87628  | 1.466305 | 1.463049 | 1.363591 | 0.4237   | 1.156967 | 0.725798 | 1.234045 | 0.671851 | 1.445788 | 1.633668 | 1.01503  | 1.387126 | 0.753582 |
| 0.872397 | 0.841124 | 1.131762 | 0.593336 | 0        | 0.5471   | 1.145492 | 1.426714 | 1.12969  | 0.398517 | 1.055114 | 0.895826 | 0.919599 | 0.238005 | 1.587893 | 1.448796 | 1.052607 | 0.839213 | 0.820679 |
| 1.310893 | 0.294024 | 0.584743 | 0.87628  | 0.5471   | 0        | 0.616019 | 0.925405 | 1.653816 | 0.905009 | 0.551019 | 1.408509 | 1.426922 | 0.775987 | 2.122488 | 1.977186 | 0.643824 | 0.645622 | 0.518441 |
| 1.92196  | 0.354404 | 0.224897 | 1.466305 | 1.145492 | 0.616019 | 0        | 0.705793 | 2.193126 | 1.519213 | 0.516619 | 2.023532 | 1.952353 | 1.357474 | 2.73206  | 2.517101 | 0.775857 | 0.732601 | 0.866893 |
| 1.960298 | 0.685479 | 0.495349 | 1.463049 | 1.426714 | 0.925405 | 0.705793 | 0        | 2.556177 | 1.697276 | 0.375687 | 2.158364 | 2.339502 | 1.664716 | 2.89121  | 2.875375 | 0.450235 | 1.371881 | 0.709594 |
| 1.121245 | 1.940762 | 2.228601 | 1.363591 | 1.12969  | 1.653816 | 2.193126 | 2.556177 | 0        | 0.954442 | 2.183394 | 0.822095 | 0.247946 | 0.891755 | 0.916755 | 0.324544 | 2.173677 | 1.616135 | 1.926695 |
| 0.490376 | 1.192106 | 1.47647  | 0.4237   | 0.398517 | 0.905009 | 1.519213 | 1.697276 | 0.954442 | 0        | 1.345136 | 0.504743 | 0.811346 | 0.318992 | 1.220796 | 1.242195 | 1.275394 | 1.227032 | 1.014355 |
| 1.649991 | 0.340209 | 0.303378 | 1.156967 | 1.055114 | 0.551019 | 0.516619 | 0.375687 | 2.183394 | 1.345136 | 0        | 1.822225 | 1.964779 | 1.292872 | 2.554554 | 2.503709 | 0.262606 | 1.053283 | 0.428468 |
| 0.316442 | 1.692933 | 1.974083 | 0.725798 | 0.895826 | 1.408509 | 2.023532 | 2.158364 | 0.822095 | 0.504743 | 1.822225 | 0        | 0.817826 | 0.746351 | 0.733099 | 1.008863 | 1.719409 | 1.695815 | 1.454429 |
| 1.080275 | 1.709763 | 1.995448 | 1.234045 | 0.919599 | 1.426922 | 1.952353 | 2.339502 | 0.247946 | 0.811346 | 1.964779 | 0.817826 | 0        | 0.68523  | 1.092303 | 0.566563 | 1.971625 | 1.368214 | 1.732727 |
| 0.80324  | 1.068949 | 1.359762 | 0.671851 | 0.238005 | 0.775987 | 1.357474 | 1.664716 | 0.891755 | 0.318992 | 1.292872 | 0.746351 | 0.68523  | 0        | 1.394975 | 1.210879 | 1.286757 | 0.949756 | 1.048223 |
| 0.968536 | 2.41209  | 2.697254 | 1.445788 | 1.587893 | 2.122488 | 2.73206  | 2.89121  | 0.916755 | 1.220796 | 2.554554 | 0.733099 | 1.092303 | 1.394975 | 0        | 0.843534 | 2.450764 | 2.319513 | 2.185934 |
| 1.324159 | 2.264851 | 2.55295  | 1.633668 | 1.448796 | 1.977186 | 2.517101 | 2.875375 | 0.324544 | 1.242195 | 2.503709 | 1.008863 | 0.566563 | 1.210879 | 0.843534 | 0        | 2.4861   | 1.928262 | 2.235224 |
| 1.51192  | 0.537591 | 0.565966 | 1.01503  | 1.052607 | 0.643824 | 0.775857 | 0.450235 | 2.173677 | 1.275394 | 0.262606 | 1.719409 | 1.971625 | 1.286757 | 2.450764 | 2.4861   | 0        | 1.236159 | 0.264991 |
| 1.710638 | 0.714011 | 0.888558 | 1.387126 | 0.839213 | 0.645622 | 0.732601 | 1.371881 | 1.616135 | 1.227032 | 1.053283 | 1.695815 | 1.368214 | 0.949756 | 2.319513 | 1.928262 | 1.236159 | 0        | 1.159905 |
| 1.250854 | 0.546312 | 0.695547 | 0.753582 | 0.820679 | 0.518441 | 0.866893 | 0.709594 | 1.926695 | 1.014355 | 0.428468 | 1.454429 | 1.732727 | 1.048223 | 2.185934 | 2.235224 | 0.264991 | 1.159905 | 0        |

### Lampiran 4 Matriks Pembobot Jarak Eksponensial

|    | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 1        | 0.159417 | 0.276025 | 0.320012 | 0.257056 | 0.669042 | 0.247997 | 0.434937 | 0.316129 | 0.41317  | 0.273011 | 0.300385 | 0.219152 | 0.375674 | 0.521228 | 0.545773 | 0.458444 | 0.734253 | 0.530046 |
| 2  | 0.159417 | 1        | 0.137655 | 0.071356 | 0.61039  | 0.126364 | 0.572065 | 0.121509 | 0.112364 | 0.173079 | 0.127869 | 0.104832 | 0.062209 | 0.198548 | 0.137919 | 0.227647 | 0.312942 | 0.158818 | 0.103384 |
| 3  | 0.276025 | 0.137655 | 1        | 0.378171 | 0.178925 | 0.355219 | 0.239177 | 0.556918 | 0.714616 | 0.658153 | 0.924969 | 0.687091 | 0.419662 | 0.652654 | 0.502674 | 0.437515 | 0.356354 | 0.373934 | 0.367908 |
| 4  | 0.320012 | 0.071356 | 0.378171 | 1        | 0.105853 | 0.477908 | 0.123165 | 0.583742 | 0.529183 | 0.395759 | 0.401714 | 0.545275 | 0.627067 | 0.333702 | 0.514983 | 0.310831 | 0.225675 | 0.401014 | 0.602713 |
| 5  | 0.257056 | 0.61039  | 0.178925 | 0.105853 | 1        | 0.197496 | 0.668471 | 0.17725  | 0.15495  | 0.242192 | 0.167436 | 0.144348 | 0.087157 | 0.269248 | 0.205509 | 0.340113 | 0.467048 | 0.247797 | 0.159409 |
| 6  | 0.669042 | 0.126364 | 0.355219 | 0.477908 | 0.197496 | 1        | 0.208781 | 0.612808 | 0.43837  | 0.498933 | 0.358638 | 0.421699 | 0.325411 | 0.429786 | 0.70666  | 0.532174 | 0.398475 | 0.795652 | 0.787873 |
| 7  | 0.247997 | 0.572065 | 0.239177 | 0.123165 | 0.668471 | 0.208781 | 1        | 0.210468 | 0.196418 | 0.30206  | 0.222445 | 0.183252 | 0.108721 | 0.347072 | 0.23649  | 0.386281 | 0.523902 | 0.261739 | 0.173695 |
| 8  | 0.434937 | 0.121509 | 0.556918 | 0.583742 | 0.17725  | 0.612808 | 0.210468 | 1        | 0.715245 | 0.672963 | 0.571885 | 0.686967 | 0.476814 | 0.564805 | 0.828431 | 0.519743 | 0.379496 | 0.586865 | 0.660473 |
| 9  | 0.316129 | 0.112364 | 0.714616 | 0.529183 | 0.15495  | 0.43837  | 0.196418 | 0.715245 | 1        | 0.639336 | 0.757332 | 0.931562 | 0.552388 | 0.565859 | 0.605964 | 0.430494 | 0.326164 | 0.429794 | 0.482121 |
| 10 | 0.41317  | 0.173079 | 0.658153 | 0.395759 | 0.242192 | 0.498933 | 0.30206  | 0.672963 | 0.639336 | 1        | 0.637725 | 0.595592 | 0.358171 | 0.838406 | 0.686744 | 0.657496 | 0.509428 | 0.553517 | 0.476722 |
| 11 | 0.273011 | 0.127869 | 0.924969 | 0.401714 | 0.167436 | 0.358638 | 0.222445 | 0.571885 | 0.757332 | 0.637725 | 1        | 0.734639 | 0.453213 | 0.616707 | 0.506773 | 0.420464 | 0.337177 | 0.371034 | 0.37805  |
| 12 | 0.300385 | 0.104832 | 0.062209 | 0.198548 | 0.545275 | 0.144348 | 0.421699 | 0.183252 | 0.686967 | 0.931562 | 0.595592 | 1        | 0.590736 | 0.527993 | 0.576282 | 0.401863 | 0.379496 | 0.586865 | 0.660473 |
| 13 | 0.219152 | 0.062209 | 0.419662 | 0.627067 | 0.087157 | 0.325411 | 0.108721 | 0.476814 | 0.552388 | 0.358171 | 0.453213 | 0.590736 | 1        | 0.312866 | 0.397449 | 0.251055 | 0.18568  | 0.287521 | 0.39921  |
| 14 | 0.375674 | 0.198548 | 0.652654 | 0.333702 | 0.269248 | 0.429786 | 0.347072 | 0.564805 | 0.565859 | 0.838406 | 0.616707 | 0.527993 | 0.312866 | 1        | 0.580225 | 0.651806 | 0.545988 | 0.492005 | 0.402216 |
| 15 | 0.521228 | 0.137919 | 0.502674 | 0.514983 | 0.205509 | 0.70666  | 0.23649  | 0.828431 | 0.605964 | 0.686744 | 0.506773 | 0.576282 | 0.397449 | 0.580225 | 1        | 0.603499 | 0.438063 | 0.706616 | 0.693201 |
| 16 | 0.545773 | 0.227647 | 0.437515 | 0.310831 | 0.340113 | 0.401714 | 0.386281 | 0.519743 | 0.430494 | 0.657496 | 0.420464 | 0.401863 | 0.251055 | 0.651806 | 0.603499 | 1        | 0.725771 | 0.657747 | 0.449427 |
| 17 | 0.458444 | 0.312942 | 0.356354 | 0.225675 | 0.467048 | 0.398475 | 0.523902 | 0.379496 | 0.326164 | 0.509428 | 0.337177 | 0.303918 | 0.18568  | 0.545988 | 0.438063 | 0.725771 | 1        | 0.49956  | 0.3297   |
| 18 | 0.734253 | 0.158818 | 0.373934 | 0.401014 | 0.247797 | 0.795652 | 0.261739 | 0.586865 | 0.429794 | 0.553517 | 0.371034 | 0.407611 | 0.287521 | 0.492005 | 0.706616 | 0.657747 | 0.49956  | 1        | 0.64002  |
| 19 | 0.530046 | 0.103384 | 0.367908 | 0.602713 | 0.159409 | 0.787873 | 0.173695 | 0.660473 | 0.482121 | 0.476722 | 0.37805  | 0.471924 | 0.39921  | 0.402216 | 0.693201 | 0.449427 | 0.3297   | 0.64002  | 1        |
| 20 | 0.33253  | 0.334933 | 0.405899 | 0.204351 | 0.436382 | 0.315414 | 0.585296 | 0.350047 | 0.335213 | 0.511224 | 0.378283 | 0.312854 | 0.185348 | 0.592368 | 0.383406 | 0.589907 | 0.699158 | 0.388018 | 0.272571 |
| 21 | 0.244508 | 0.069586 | 0.459363 | 0.668318 | 0.097876 | 0.361983 | 0.121579 | 0.536115 | 0.614958 | 0.401398 | 0.495284 | 0.655905 | 0.889007 | 0.349301 | 0.446514 | 0.282354 | 0.20867  | 0.322083 | 0.440705 |
| 22 | 0.184617 | 0.053216 | 0.369642 | 0.543937 | 0.073886 | 0.2746   | 0.093025 | 0.400805 | 0.473528 | 0.304621 | 0.399611 | 0.507634 | 0.840074 | 0.268027 | 0.333917 | 0.211704 | 0.157036 | 0.241662 | 0.338639 |
| 23 | 0.328022 | 0.205268 | 0.667329 | 0.301188 | 0.267578 | 0.372704 | 0.357583 | 0.502141 | 0.534185 | 0.736461 | 0.621821 | 0.500765 | 0.295948 | 0.866863 | 0.506185 | 0.581153 | 0.51553  | 0.427157 | 0.351145 |
| 24 | 0.509873 | 0.148732 | 0.532329 | 0.479634 | 0.219511 | 0.66138  | 0.25602  | 0.802935 | 0.61528  | 0.748283 | 0.532041 | 0.580568 | 0.383422 | 0.634148 | 0.913677 | 0.645202 | 0.469473 | 0.694402 | 0.633896 |
| 25 | 0.321443 | 0.091309 | 0.543486 | 0.694011 | 0.130203 | 0.469877 | 0.15922  | 0.719078 | 0.759895 | 0.52691  | 0.578516 | 0.785618 | 0.662624 | 0.451779 | 0.597734 | 0.378    | 0.278277 | 0.427924 | 0.554181 |
| 26 | 0.195047 | 0.049367 | 0.323276 | 0.605786 | 0.070456 | 0.291529 | 0.086156 | 0.39582  | 0.432016 | 0.285208 | 0.34891  | 0.460279 | 0.767792 | 0.246432 | 0.334665 | 0.20581  | 0.150763 | 0.249103 | 0.365848 |
| 27 | 0.127719 | 0.047973 | 0.346919 | 0.341427 | 0.062329 | 0.186325 | 0.083085 | 0.29193  | 0.384674 | 0.249993 | 0.371904 | 0.410995 | 0.544394 | 0.231054 | 0.242009 | 0.165977 | 0.127774 | 0.171376 | 0.223333 |
| 28 | 0.56253  | 0.228498 | 0.191119 | 0.181739 | 0.373921 | 0.379749 | 0.308826 | 0.264554 | 0.199812 | 0.289823 | 0.184914 | 0.187895 | 0.128125 | 0.283662 | 0.319311 | 0.434589 | 0.463569 | 0.445547 | 0.299539 |
| 29 | 0.494038 | 0.221318 | 0.491842 | 0.322372 | 0.321832 | 0.511418 | 0.381344 | 0.548084 | 0.472214 | 0.732021 | 0.471174 | 0.440229 | 0.270145 | 0.736066 | 0.619621 | 0.885526 | 0.687333 | 0.618417 | 0.444982 |
| 30 | 0.185952 | 0.064546 | 0.466231 | 0.475613 | 0.086496 | 0.27082  | 0.112545 | 0.424743 | 0.551363 | 0.35406  | 0.50323  | 0.590822 | 0.737334 | 0.320799 | 0.351999 | 0.237431 | 0.180368 | 0.249431 | 0.322494 |
| 31 | 0.402128 | 0.362363 | 0.327741 | 0.195912 | 0.531937 | 0.343669 | 0.607079 | 0.331201 | 0.290787 | 0.454776 | 0.308348 | 0.270886 | 0.163844 | 0.499507 | 0.379823 | 0.628162 | 0.862082 | 0.431073 | 0.284297 |
| 32 | 0.720761 | 0.197912 | 0.226744 | 0.231931 | 0.323587 | 0.485188 | 0.28755  | 0.330047 | 0.245368 | 0.344417 | 0.221153 | 0.231514 | 0.161661 | 0.32774  | 0.398229 | 0.500918 | 0.484789 | 0.560953 | 0.383091 |
| 33 | 0.62665  | 0.172015 | 0.439959 | 0.401645 | 0.261748 | 0.703406 | 0.289977 | 0.639914 | 0.486406 | 0.658601 | 0.433526 | 0.458094 | 0.30552  | 0.588364 | 0.767975 | 0.749842 | 0.549543 | 0.836224 | 0.598995 |
| 34 | 0.258398 | 0.557692 | 0.158217 | 0.09958  | 0.838525 | 0.19191  | 0.561329 | 0.164391 | 0.140165 | 0.219189 | 0.148509 | 0.130584 | 0.079732 | 0.240192 | 0.1926   | 0.316238 | 0.429046 | 0.239672 | 0.153464 |
| 35 | 0.409739 | 0.239916 | 0.142197 | 0.131641 | 0.382078 | 0.275338 | 0.286698 | 0.191684 | 0.145749 | 0.214633 | 0.136908 | 0.136866 | 0.09264  | 0.213878 | 0.231302 | 0.325007 | 0.369367 | 0.322094 | 0.217419 |
| 36 | 0.179847 | 0.075254 | 0.542983 | 0.397096 | 0.097223 | 0.25425  | 0.130283 | 0.412135 | 0.567254 | 0.38148  | 0.580489 | 0.598719 | 0.581382 | 0.358674 | 0.345037 | 0.25128  | 0.196856 | 0.24414  | 0.292185 |
| 37 | 0.352997 | 0.066543 | 0.293689 | 0.731176 | 0.102134 | 0.510176 | 0.11266  | 0.497427 | 0.407965 | 0.336239 | 0.309148 | 0.414252 | 0.464797 | 0.281907 | 0.471426 | 0.291408 | 0.212592 | 0.410223 | 0.640444 |
| 38 | 0.224739 | 0.097129 | 0.70503  | 0.422602 | 0.126579 | 0.309819 | 0.168641 | 0.505563 | 0.706681 | 0.494767 | 0.755954 | 0.730149 | 0.54641  | 0.467502 | 0.429444 | 0.325414 | 0.256438 | 0.305973 | 0.344608 |

| 20       | 21       | 22       | 23       | 24       | 25       | 26       | 27       | 28       | 29       | 30       | 31       | 32       | 33       | 34       | 35       | 36       | 37       | 38       |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.33253  | 0.244508 | 0.184617 | 0.328022 | 0.509873 | 0.321443 | 0.195047 | 0.127719 | 0.56253  | 0.494038 | 0.185952 | 0.402128 | 0.720761 | 0.62665  | 0.258398 | 0.409739 | 0.179847 | 0.352997 | 0.224739 |
| 0.334933 | 0.069586 | 0.053216 | 0.205268 | 0.148732 | 0.091309 | 0.049367 | 0.047973 | 0.228498 | 0.221318 | 0.064546 | 0.362363 | 0.197912 | 0.172015 | 0.557692 | 0.239916 | 0.075254 | 0.066543 | 0.097129 |
| 0.405899 | 0.459363 | 0.369642 | 0.667329 | 0.532329 | 0.543486 | 0.323276 | 0.346919 | 0.191119 | 0.491842 | 0.466231 | 0.327741 | 0.226744 | 0.439959 | 0.158217 | 0.142197 | 0.542983 | 0.293689 | 0.70503  |
| 0.204351 | 0.668318 | 0.543937 | 0.301188 | 0.479634 | 0.694011 | 0.605786 | 0.341427 | 0.181739 | 0.322372 | 0.475613 | 0.195912 | 0.231931 | 0.401645 | 0.09958  | 0.131641 | 0.397096 | 0.731176 | 0.422602 |
| 0.436382 | 0.097876 | 0.073886 | 0.267578 | 0.219511 | 0.130203 | 0.070456 | 0.062329 | 0.373921 | 0.321832 | 0.086496 | 0.531937 | 0.323587 | 0.261748 | 0.838525 | 0.382078 | 0.097223 | 0.102134 | 0.126579 |
| 0.315414 | 0.361983 | 0.2746   | 0.372704 | 0.66138  | 0.469877 | 0.291529 | 0.186325 | 0.379749 | 0.511418 | 0.27082  | 0.343669 | 0.485188 | 0.703406 | 0.19191  | 0.275338 | 0.25425  | 0.510176 | 0.309819 |
| 0.585296 | 0.121579 | 0.093025 | 0.357583 | 0.25602  | 0.15922  | 0.086156 | 0.083085 | 0.308826 | 0.381344 | 0.112545 | 0.607079 | 0.28755  | 0.289977 | 0.561329 | 0.286698 | 0.130283 | 0.11266  | 0.168641 |
| 0.350047 | 0.536115 | 0.400805 | 0.502141 | 0.802935 | 0.719078 | 0.39582  | 0.29193  | 0.264554 | 0.548084 | 0.424743 | 0.331201 | 0.330047 | 0.639914 | 0.164391 | 0.191684 | 0.412135 | 0.497427 | 0.505563 |
| 0.335213 | 0.614958 | 0.473528 | 0.534185 | 0.61528  | 0.759895 | 0.432016 | 0.384674 | 0.199812 | 0.472214 | 0.551363 | 0.290787 | 0.245368 | 0.486406 | 0.140165 | 0.145749 | 0.567254 | 0.407965 | 0.706681 |
| 0.511224 | 0.401398 | 0.304621 | 0.736461 | 0.748283 | 0.52691  | 0.285208 | 0.249993 | 0.289823 | 0.732021 | 0.35406  | 0.454776 | 0.344417 | 0.658601 | 0.219189 | 0.214633 | 0.38148  | 0.336239 | 0.494767 |
| 0.378283 | 0.495284 | 0.399611 | 0.621821 | 0.532041 | 0.578516 | 0.34891  | 0.371904 | 0.184914 | 0.471174 | 0.50323  | 0.308348 | 0.221153 | 0.433526 | 0.148509 | 0.136908 | 0.580489 | 0.309148 | 0.755954 |
| 0.312854 | 0.655905 | 0.507634 | 0.500765 | 0.580568 | 0.785618 | 0.460279 | 0.410995 | 0.187895 | 0.440229 | 0.590822 | 0.270886 | 0.231514 | 0.458094 | 0.130584 | 0.136866 | 0.598719 | 0.414252 | 0.730149 |
| 0.185348 | 0.889007 | 0.840074 | 0.295948 | 0.383422 | 0.662624 | 0.767792 | 0.544394 | 0.128125 | 0.270145 | 0.737334 | 0.161661 | 0.30552  | 0.079732 | 0.09264  | 0.581382 | 0.464797 | 0.54641  |          |
| 0.592368 | 0.349301 | 0.268027 | 0.866863 | 0.634148 | 0.451779 | 0.246432 | 0.231054 | 0.283662 | 0.736066 | 0.320799 | 0.499507 | 0.32774  | 0.588364 | 0.240192 | 0.213878 | 0.358674 | 0.281907 | 0.467502 |
| 0.383406 | 0.446514 | 0.333917 | 0.506185 | 0.913677 | 0.597734 | 0.334665 | 0.242009 | 0.319311 | 0.619621 | 0.351999 | 0.379823 | 0.398229 | 0.767975 | 0.1926   | 0.231302 | 0.345037 | 0.471426 | 0.429444 |
| 0.589907 | 0.282354 | 0.211704 | 0.581153 | 0.645202 | 0.378    | 0.20581  | 0.165977 | 0.434589 | 0.885526 | 0.237431 | 0.628162 | 0.500918 | 0.749842 | 0.316238 | 0.325007 | 0.25128  | 0.291408 | 0.325414 |
| 0.699158 | 0.20867  | 0.157036 | 0.51553  | 0.469473 | 0.278277 | 0.150763 | 0.127774 | 0.463569 | 0.687333 | 0.180368 | 0.862082 | 0.484789 | 0.549543 | 0.429046 | 0.369367 | 0.196856 | 0.212592 | 0.256438 |
| 0.388018 | 0.322083 | 0.241662 | 0.427157 | 0.694402 | 0.427924 | 0.249103 | 0.171376 | 0.445547 | 0.618417 | 0.249431 | 0.431073 | 0.560953 | 0.836224 | 0.239672 | 0.322094 | 0.24414  | 0.410223 | 0.305973 |
| 0.272571 | 0.440705 | 0.338639 | 0.351145 | 0.633896 | 0.554181 | 0.365848 | 0.223333 | 0.299539 | 0.444982 | 0.322494 | 0.284297 | 0.383091 | 0.598995 | 0.153464 | 0.217419 | 0.292185 | 0.640444 | 0.344608 |
| 1        | 0.207041 | 0.158826 | 0.608187 | 0.417949 | 0.269579 | 0.14632  | 0.140816 | 0.325874 | 0.612396 | 0.192052 | 0.728737 | 0.339502 | 0.447875 | 0.379638 | 0.266027 | 0.220486 | 0.18075  | 0.28626  |
| 0.207041 | 1        | 0.747603 | 0.32861  | 0.431226 | 0.745259 | 0.701592 | 0.503849 | 0.143594 | 0.303581 | 0.711622 | 0.183979 | 0.180909 | 0.343369 | 0.089628 | 0.103846 | 0.584154 | 0.489676 | 0.579082 |
| 0.158826 | 0.747603 | 1        | 0.255913 | 0.322465 | 0.557249 | 0.798598 | 0.609358 | 0.107679 | 0.228443 | 0.73832  | 0.138889 | 0.135953 | 0.256722 | 0.06739  | 0.077852 | 0.567811 | 0.411248 | 0.498801 |
| 0.608187 | 0.32861  | 0.255913 | 1        | 0.552481 | 0.416329 | 0.230777 | 0.231529 | 0.255741 | 0.65462  | 0.314438 | 0.483938 | 0.291113 | 0.510762 | 0.23556  | 0.195212 | 0.362392 | 0.249792 | 0.470678 |
| 0.417949 | 0.431226 | 0.322465 | 0.552481 | 1        | 0.578625 | 0.318067 | 0.240097 | 0.323133 | 0.671315 | 0.348153 | 0.40827  | 0.398679 | 0.788199 | 0.204356 | 0.234853 | 0.349027 | 0.43205  | 0.440133 |
| 0.269579 | 0.745259 | 0.557249 | 0.416329 | 0.578625 | 1        | 0.54009  | 0.396371 | 0.191319 | 0.404538 | 0.576362 | 0.244508 | 0.240047 | 0.460249 | 0.119733 | 0.138458 | 0.52528  | 0.524336 | 0.595448 |
| 0.14632  | 0.701592 | 0.798598 | 0.230777 | 0.318067 | 0.54009  | 1        | 0.493717 | 0.111567 | 0.218884 | 0.596534 | 0.132188 | 0.14194  | 0.25731  | 0.065085 | 0.080693 | 0.460309 | 0.480657 | 0.420255 |
| 0.140816 | 0.503849 | 0.609358 | 0.231529 | 0.240097 | 0.396371 | 0.493717 | 1        | 0.077601 | 0.183182 | 0.686818 | 0.115514 | 0.096376 | 0.189244 | 0.055509 | 0.056395 | 0.637478 | 0.253629 | 0.491844 |
| 0.325874 | 0.143594 | 0.107679 | 0.255741 | 0.323133 | 0.191319 | 0.111567 | 0.077601 | 1        | 0.385027 | 0.112659 | 0.43951  | 0.780402 | 0.409936 | 0.399814 | 0.722857 | 0.113759 | 0.198665 | 0.145629 |
| 0.612396 | 0.303581 | 0.228443 | 0.65462  | 0.671315 | 0.404538 | 0.218884 | 0.183182 | 0.385027 | 1        | 0.260504 | 0.603661 | 0.44426  | 0.726881 | 0.294995 | 0.28875  | 0.279321 | 0.293161 | 0.362636 |
| 0.192052 | 0.711622 | 0.73832  | 0.314438 | 0.348153 | 0.576362 | 0.596534 | 0.686818 | 0.112659 | 0.260504 | 1        | 0.161666 | 0.140187 | 0.274481 | 0.077727 | 0.081781 | 0.769045 | 0.348791 | 0.651506 |
| 0.728737 | 0.183979 | 0.138889 | 0.483938 | 0.40827  | 0.244508 | 0.132188 | 0.115514 | 0.43951  | 0.603661 | 0.161666 | 1        | 0.44139  | 0.474093 | 0.480418 | 0.364633 | 0.179172 | 0.18345  | 0.233534 |
| 0.339502 | 0.180909 | 0.135953 | 0.291113 | 0.398679 | 0.240047 | 0.14194  | 0.096376 | 0.780402 | 0.44426  | 0.140187 | 0.44139  | 1        | 0.503974 | 0.335443 | 0.567472 | 0.13923  | 0.254561 | 0.176802 |
| 0.447875 | 0.343369 | 0.256722 | 0.510762 | 0.788199 | 0.460249 | 0.25731  | 0.189244 | 0.409936 | 0.726881 | 0.274481 | 0.474093 | 0.503974 | 1        | 0.247839 | 0.297935 | 0.276165 | 0.386835 | 0.35056  |
| 0.379638 | 0.089628 | 0.06739  | 0.23556  | 0.204356 | 0.119733 | 0.065085 | 0.055509 | 0.399814 | 0.294995 | 0.077727 | 0.480418 | 0.335443 | 0.247839 | 1        | 0.430187 | 0.086228 | 0.098321 | 0.112373 |
| 0.266027 | 0.103846 | 0.077852 | 0.195212 | 0.234853 | 0.138458 | 0.080693 | 0.056395 | 0.722857 | 0.28875  | 0.081781 | 0.364633 | 0.567472 | 0.297935 | 0.430187 | 1        | 0.083234 | 0.145401 | 0.106968 |
| 0.220486 | 0.584154 | 0.567811 | 0.362392 | 0.349027 | 0.52528  | 0.460309 | 0.637478 | 0.113759 | 0.279321 | 0.769045 | 0.179172 | 0.13923  | 0.276165 | 0.086228 | 0.083234 | 1        | 0.290498 | 0.767213 |
| 0.18075  | 0.489676 | 0.411248 | 0.249792 | 0.43205  | 0.524336 | 0.480657 | 0.253629 | 0.198665 | 0.293161 | 0.348791 | 0.18345  | 0.254561 | 0.386835 | 0.098321 | 0.145401 | 0.290498 | 1        | 0.313516 |
| 0.28626  | 0.579082 | 0.498801 | 0.470678 | 0.440133 | 0.595448 | 0.420255 | 0.491844 | 0.145629 | 0.362636 | 0.651506 | 0.233534 | 0.176802 | 0.35056  | 0.112373 | 0.106968 | 0.767213 | 0.313516 | 1        |

### Lampiran 5 Matriks Pembobot Jarak Eksponensial Terstandarisasi

|    | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 0        | 0.011625 | 0.020128 | 0.023336 | 0.018745 | 0.048788 | 0.018084 | 0.031716 | 0.023053 | 0.030129 | 0.019908 | 0.021905 | 0.015981 | 0.027395 | 0.038009 | 0.039799 | 0.033431 | 0.053543 | 0.038652 |
| 2  | 0.023437 | 0        | 0.020238 | 0.01049  | 0.089738 | 0.018578 | 0.084103 | 0.017864 | 0.016519 | 0.025446 | 0.018799 | 0.015412 | 0.009146 | 0.02919  | 0.020276 | 0.033468 | 0.046008 | 0.023349 | 0.015199 |
| 3  | 0.017413 | 0.008684 | 0        | 0.023857 | 0.011288 | 0.022409 | 0.015088 | 0.035133 | 0.045082 | 0.04152  | 0.058352 | 0.043345 | 0.026474 | 0.041173 | 0.031711 | 0.027601 | 0.022481 | 0.02359  | 0.023209 |
| 4  | 0.022257 | 0.004963 | 0.026302 | 0        | 0.007362 | 0.033239 | 0.008566 | 0.040599 | 0.036805 | 0.027525 | 0.027939 | 0.037924 | 0.043613 | 0.023209 | 0.035817 | 0.021618 | 0.015696 | 0.027891 | 0.041919 |
| 5  | 0.027102 | 0.064354 | 0.018864 | 0.01116  | 0        | 0.020822 | 0.070477 | 0.018688 | 0.016336 | 0.025534 | 0.017653 | 0.015219 | 0.009189 | 0.028387 | 0.021667 | 0.035858 | 0.049241 | 0.026125 | 0.016807 |
| 6  | 0.043134 | 0.008147 | 0.022901 | 0.030811 | 0.012733 | 0        | 0.01346  | 0.039508 | 0.028262 | 0.032167 | 0.023122 | 0.027187 | 0.02098  | 0.027709 | 0.045559 | 0.03431  | 0.02569  | 0.051296 | 0.050795 |
| 7  | 0.024311 | 0.056079 | 0.023446 | 0.012074 | 0.065529 | 0.020467 | 0        | 0.020632 | 0.019255 | 0.029611 | 0.021806 | 0.017964 | 0.010658 | 0.034023 | 0.023183 | 0.037867 | 0.051357 | 0.025658 | 0.017027 |
| 8  | 0.024615 | 0.006877 | 0.031518 | 0.033036 | 0.010031 | 0.034681 | 0.011911 | 0        | 0.040478 | 0.038085 | 0.032365 | 0.038878 | 0.026985 | 0.031964 | 0.046884 | 0.029414 | 0.021477 | 0.033213 | 0.037378 |
| 9  | 0.018314 | 0.006509 | 0.041399 | 0.030656 | 0.008976 | 0.025395 | 0.011379 | 0.041435 | 0        | 0.037038 | 0.043873 | 0.053967 | 0.032001 | 0.032781 | 0.035104 | 0.024939 | 0.018895 | 0.024899 | 0.02793  |
| 10 | 0.023538 | 0.00986  | 0.037494 | 0.022546 | 0.013797 | 0.028423 | 0.017208 | 0.038338 | 0.036422 | 0        | 0.03633  | 0.03393  | 0.020405 | 0.047763 | 0.039123 | 0.037457 | 0.029021 | 0.031533 | 0.027158 |
| 11 | 0.01702  | 0.007972 | 0.057664 | 0.025043 | 0.010438 | 0.022358 | 0.013867 | 0.035652 | 0.047213 | 0.039756 | 0        | 0.045798 | 0.028254 | 0.038446 | 0.031593 | 0.026212 | 0.02102  | 0.023131 | 0.023568 |
| 12 | 0.017648 | 0.006159 | 0.040368 | 0.032036 | 0.008481 | 0.024776 | 0.010766 | 0.040361 | 0.054731 | 0.034992 | 0.043162 | 0        | 0.034707 | 0.031021 | 0.033858 | 0.02361  | 0.017856 | 0.033213 | 0.037378 |
| 13 | 0.015417 | 0.004376 | 0.029523 | 0.044114 | 0.006131 | 0.022893 | 0.007649 | 0.033544 | 0.03886  | 0.025197 | 0.031883 | 0.041558 | 0        | 0.02201  | 0.02796  | 0.017662 | 0.013063 | 0.020227 | 0.028084 |
| 14 | 0.022544 | 0.011915 | 0.039166 | 0.020026 | 0.016158 | 0.025792 | 0.020828 | 0.033894 | 0.033957 | 0.050313 | 0.037009 | 0.031685 | 0.018775 | 0        | 0.034819 | 0.039115 | 0.032765 | 0.029525 | 0.024137 |
| 15 | 0.029425 | 0.007786 | 0.028378 | 0.029073 | 0.011602 | 0.039894 | 0.013351 | 0.046768 | 0.034209 | 0.038769 | 0.028609 | 0.032533 | 0.022438 | 0.032756 | 0        | 0.03407  | 0.02473  | 0.039891 | 0.039134 |
| 16 | 0.032966 | 0.01375  | 0.026427 | 0.018775 | 0.020544 | 0.032145 | 0.023332 | 0.031394 | 0.026003 | 0.039714 | 0.025397 | 0.024273 | 0.015164 | 0.039371 | 0.036453 | 0        | 0.043838 | 0.03973  | 0.027147 |
| 17 | 0.031352 | 0.021402 | 0.02437  | 0.015433 | 0.03194  | 0.027251 | 0.035829 | 0.025953 | 0.022306 | 0.034839 | 0.023059 | 0.020784 | 0.012698 | 0.037339 | 0.029958 | 0.049634 | 0        | 0.034164 | 0.022548 |
| 18 | 0.04535  | 0.009809 | 0.023095 | 0.024768 | 0.015305 | 0.049142 | 0.016166 | 0.036246 | 0.026545 | 0.034187 | 0.022916 | 0.025175 | 0.017758 | 0.030388 | 0.043643 | 0.040624 | 0.030854 | 0        | 0.039529 |
| 19 | 0.034712 | 0.00677  | 0.024094 | 0.039471 | 0.010439 | 0.051596 | 0.011375 | 0.043253 | 0.031573 | 0.03122  | 0.024758 | 0.030905 | 0.026144 | 0.02634  | 0.045396 | 0.029432 | 0.021591 | 0.041914 | 0        |
| 20 | 0.024556 | 0.024734 | 0.029974 | 0.015091 | 0.032226 | 0.023292 | 0.043222 | 0.02585  | 0.024754 | 0.037752 | 0.027935 | 0.023103 | 0.013687 | 0.043745 | 0.028313 | 0.043563 | 0.051631 | 0.028654 | 0.020129 |
| 21 | 0.016253 | 0.004625 | 0.030534 | 0.044424 | 0.006506 | 0.024061 | 0.008082 | 0.035636 | 0.040877 | 0.026681 | 0.032922 | 0.043599 | 0.059093 | 0.023218 | 0.02968  | 0.018768 | 0.013871 | 0.021409 | 0.029294 |
| 22 | 0.014481 | 0.004174 | 0.028993 | 0.042664 | 0.005795 | 0.021538 | 0.007296 | 0.031437 | 0.037141 | 0.023893 | 0.031344 | 0.039817 | 0.065892 | 0.021023 | 0.026191 | 0.016605 | 0.012317 | 0.018955 | 0.026561 |
| 23 | 0.021044 | 0.013169 | 0.042813 | 0.019323 | 0.017167 | 0.023911 | 0.022941 | 0.032215 | 0.034271 | 0.047248 | 0.039893 | 0.032127 | 0.018987 | 0.055614 | 0.032475 | 0.037284 | 0.033074 | 0.027405 | 0.022528 |
| 24 | 0.028453 | 0.0083   | 0.029706 | 0.026765 | 0.01225  | 0.036908 | 0.014287 | 0.044807 | 0.034335 | 0.041757 | 0.02969  | 0.032398 | 0.021396 | 0.035388 | 0.050987 | 0.036005 | 0.026198 | 0.03875  | 0.035374 |
| 25 | 0.019301 | 0.005483 | 0.032634 | 0.041673 | 0.007818 | 0.028214 | 0.009561 | 0.043178 | 0.045629 | 0.031639 | 0.034738 | 0.047173 | 0.039788 | 0.027128 | 0.035892 | 0.022697 | 0.016709 | 0.025695 | 0.033276 |
| 26 | 0.016175 | 0.004094 | 0.026808 | 0.050236 | 0.005843 | 0.024176 | 0.007145 | 0.032824 | 0.035826 | 0.023651 | 0.028934 | 0.038169 | 0.06367  | 0.020436 | 0.027753 | 0.017067 | 0.012502 | 0.020657 | 0.030339 |
| 27 | 0.012682 | 0.004764 | 0.034449 | 0.033904 | 0.006189 | 0.018502 | 0.00825  | 0.028989 | 0.038198 | 0.024824 | 0.03693  | 0.040812 | 0.054058 | 0.022944 | 0.024031 | 0.016482 | 0.012688 | 0.017018 | 0.022177 |
| 28 | 0.051267 | 0.020825 | 0.017418 | 0.016563 | 0.034078 | 0.034609 | 0.028145 | 0.024111 | 0.01821  | 0.026414 | 0.016853 | 0.017124 | 0.011677 | 0.025852 | 0.029101 | 0.039607 | 0.042248 | 0.040606 | 0.027299 |
| 29 | 0.029257 | 0.013106 | 0.029127 | 0.019091 | 0.019059 | 0.030286 | 0.022583 | 0.032458 | 0.027965 | 0.04335  | 0.027903 | 0.02607  | 0.015998 | 0.04359  | 0.036694 | 0.052441 | 0.040704 | 0.036623 | 0.026352 |
| 30 | 0.013745 | 0.004771 | 0.034462 | 0.035155 | 0.006393 | 0.020018 | 0.008319 | 0.031395 | 0.040754 | 0.026171 | 0.037197 | 0.043671 | 0.054501 | 0.023712 | 0.026018 | 0.01755  | 0.013332 | 0.018437 | 0.023837 |
| 31 | 0.02941  | 0.026502 | 0.02397  | 0.014328 | 0.038904 | 0.025135 | 0.044399 | 0.024223 | 0.021267 | 0.03326  | 0.022551 | 0.019812 | 0.011983 | 0.036532 | 0.027779 | 0.045941 | 0.063049 | 0.031527 | 0.020792 |
| 32 | 0.058733 | 0.016127 | 0.018477 | 0.0189   | 0.026368 | 0.039537 | 0.023432 | 0.026895 | 0.019995 | 0.028066 | 0.018021 | 0.018866 | 0.013173 | 0.026707 | 0.032451 | 0.040819 | 0.039504 | 0.045711 | 0.031217 |
| 33 | 0.036495 | 0.010018 | 0.025622 | 0.023391 | 0.015244 | 0.040965 | 0.016888 | 0.037268 | 0.028327 | 0.038356 | 0.025248 | 0.026679 | 0.017793 | 0.034265 | 0.044726 | 0.043669 | 0.032004 | 0.0487   | 0.034884 |
| 34 | 0.029035 | 0.062664 | 0.017778 | 0.011189 | 0.09422  | 0.021564 | 0.063073 | 0.018472 | 0.015749 | 0.024629 | 0.016687 | 0.014673 | 0.008959 | 0.026989 | 0.021641 | 0.035534 | 0.048209 | 0.02693  | 0.017244 |
| 35 | 0.047055 | 0.027552 | 0.01633  | 0.015118 | 0.043878 | 0.03162  | 0.032925 | 0.022013 | 0.016738 | 0.024649 | 0.015723 | 0.015718 | 0.010639 | 0.024562 | 0.026563 | 0.037324 | 0.042418 | 0.03699  | 0.024969 |
| 36 | 0.013648 | 0.005711 | 0.041206 | 0.030135 | 0.007378 | 0.019294 | 0.009887 | 0.031276 | 0.043048 | 0.02895  | 0.044052 | 0.045435 | 0.04412  | 0.027219 | 0.026184 | 0.019069 | 0.014939 | 0.018527 | 0.022173 |
| 37 | 0.02837  | 0.005348 | 0.023604 | 0.058764 | 0.008208 | 0.041003 | 0.009054 | 0.039978 | 0.032788 | 0.027023 | 0.024846 | 0.033293 | 0.037355 | 0.022657 | 0.037888 | 0.02342  | 0.017086 | 0.032969 | 0.051472 |
| 38 | 0.015056 | 0.006507 | 0.047233 | 0.028312 | 0.00848  | 0.020756 | 0.011298 | 0.03387  | 0.047344 | 0.033146 | 0.050644 | 0.048916 | 0.036606 | 0.03132  | 0.02877  | 0.021801 | 0.01718  | 0.020498 | 0.023087 |

| 20       | 21       | 22       | 23       | 24       | 25       | 26       | 27       | 28       | 29       | 30       | 31       | 32       | 33       | 34       | 35       | 36       | 37       | 38       |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0.024249 | 0.01783  | 0.013463 | 0.02392  | 0.037181 | 0.02344  | 0.014223 | 0.009313 | 0.041021 | 0.036026 | 0.01356  | 0.029324 | 0.052559 | 0.045697 | 0.018843 | 0.029879 | 0.013115 | 0.025741 | 0.016388 |
| 0.049241 | 0.01023  | 0.007824 | 0.030178 | 0.021866 | 0.013424 | 0.007258 | 0.007053 | 0.033593 | 0.032537 | 0.009489 | 0.053274 | 0.029096 | 0.025289 | 0.08199  | 0.035272 | 0.011064 | 0.009783 | 0.01428  |
| 0.025606 | 0.028979 | 0.023319 | 0.042098 | 0.033582 | 0.034286 | 0.020394 | 0.021885 | 0.012057 | 0.031028 | 0.029412 | 0.020676 | 0.014304 | 0.027755 | 0.009981 | 0.008971 | 0.034254 | 0.018527 | 0.044477 |
| 0.014213 | 0.046482 | 0.037831 | 0.020948 | 0.033359 | 0.048269 | 0.042133 | 0.023746 | 0.01264  | 0.022421 | 0.033079 | 0.013626 | 0.016131 | 0.027935 | 0.006926 | 0.009156 | 0.027618 | 0.050854 | 0.029392 |
| 0.046008 | 0.010319 | 0.00779  | 0.028211 | 0.023143 | 0.013727 | 0.007428 | 0.006571 | 0.039423 | 0.033931 | 0.009119 | 0.056082 | 0.034116 | 0.027596 | 0.088406 | 0.040283 | 0.01025  | 0.010768 | 0.013345 |
| 0.020335 | 0.023337 | 0.017704 | 0.024029 | 0.04264  | 0.030293 | 0.018795 | 0.012013 | 0.024483 | 0.032972 | 0.01746  | 0.022157 | 0.031281 | 0.045349 | 0.012373 | 0.017751 | 0.016392 | 0.032892 | 0.019974 |
| 0.057376 | 0.011918 | 0.009119 | 0.035053 | 0.025097 | 0.015608 | 0.008446 | 0.008145 | 0.030274 | 0.037383 | 0.011033 | 0.059511 | 0.028188 | 0.028426 | 0.055026 | 0.028105 | 0.012771 | 0.011044 | 0.016532 |
| 0.01981  | 0.030341 | 0.022683 | 0.028418 | 0.045441 | 0.040695 | 0.022401 | 0.016521 | 0.014972 | 0.031018 | 0.024038 | 0.018744 | 0.018678 | 0.036215 | 0.009303 | 0.010848 | 0.023324 | 0.028151 | 0.028611 |
| 0.019419 | 0.035625 | 0.027432 | 0.030946 | 0.035644 | 0.044022 | 0.025027 | 0.022285 | 0.011575 | 0.027356 | 0.031941 | 0.016846 | 0.014215 | 0.028178 | 0.00812  | 0.008443 | 0.032862 | 0.023634 | 0.040939 |
| 0.029124 | 0.022867 | 0.017354 | 0.041955 | 0.042629 | 0.030017 | 0.016248 | 0.014242 | 0.016511 | 0.041702 | 0.02017  | 0.025908 | 0.019621 | 0.03752  | 0.012487 | 0.012227 | 0.021732 | 0.019155 | 0.028186 |
| 0.023583 | 0.030877 | 0.024912 | 0.038765 | 0.033168 | 0.036065 | 0.021751 | 0.023185 | 0.011528 | 0.029373 | 0.031372 | 0.019223 | 0.013787 | 0.027026 | 0.009258 | 0.008535 | 0.036188 | 0.019273 | 0.047127 |
| 0.018381 | 0.038536 | 0.029825 | 0.029421 | 0.03411  | 0.046157 | 0.027042 | 0.024147 | 0.011039 | 0.025864 | 0.034712 | 0.015915 | 0.013602 | 0.026914 | 0.007672 | 0.008041 | 0.035176 | 0.024338 | 0.042898 |
| 0.013039 | 0.062541 | 0.059099 | 0.02082  | 0.026974 | 0.046615 | 0.054014 | 0.038298 | 0.009014 | 0.019005 | 0.051871 | 0.011526 | 0.011373 | 0.021493 | 0.005609 | 0.006517 | 0.0409   | 0.032698 | 0.03844  |
| 0.035548 | 0.020962 | 0.016084 | 0.052021 | 0.038055 | 0.027111 | 0.014788 | 0.013866 | 0.017023 | 0.044171 | 0.019251 | 0.029976 | 0.019668 | 0.035308 | 0.014414 | 0.012835 | 0.021524 | 0.016917 | 0.028055 |
| 0.021645 | 0.025207 | 0.018851 | 0.028576 | 0.051581 | 0.033744 | 0.018893 | 0.013662 | 0.018026 | 0.03498  | 0.019872 | 0.021442 | 0.022482 | 0.043355 | 0.010873 | 0.013058 | 0.019479 | 0.026614 | 0.024244 |
| 0.035632 | 0.017055 | 0.012787 | 0.035103 | 0.038972 | 0.022832 | 0.012431 | 0.010025 | 0.02625  | 0.053488 | 0.014341 | 0.037943 | 0.030257 | 0.045292 | 0.019102 | 0.019631 | 0.015178 | 0.017602 | 0.019656 |
| 0.047814 | 0.014271 | 0.010739 | 0.035256 | 0.032106 | 0.019031 | 0.01031  | 0.008738 | 0.031703 | 0.047005 | 0.012335 | 0.058956 | 0.031454 | 0.037582 | 0.029342 | 0.02526  | 0.013463 | 0.014539 | 0.017537 |
| 0.023965 | 0.019893 | 0.014926 | 0.026382 | 0.042888 | 0.02643  | 0.015385 | 0.010585 | 0.027518 | 0.038195 | 0.015406 | 0.026624 | 0.034646 | 0.051648 | 0.014803 | 0.019893 | 0.015079 | 0.025337 | 0.018898 |
| 0.01785  | 0.028861 | 0.022177 | 0.022996 | 0.041513 | 0.036292 | 0.023959 | 0.014626 | 0.019616 | 0.029141 | 0.02112  | 0.018618 | 0.025088 | 0.039227 | 0.01005  | 0.014238 | 0.019135 | 0.041942 | 0.022568 |
| 0        | 0.015289 | 0.011729 | 0.044913 | 0.030864 | 0.019908 | 0.010805 | 0.010399 | 0.024065 | 0.045224 | 0.014182 | 0.053815 | 0.025071 | 0.033074 | 0.028035 | 0.019645 | 0.016282 | 0.013348 | 0.021139 |
| 0.013762 | 0        | 0.049694 | 0.021843 | 0.028664 | 0.049538 | 0.046636 | 0.033491 | 0.009545 | 0.020179 | 0.047302 | 0.012229 | 0.012025 | 0.022824 | 0.005958 | 0.006903 | 0.038829 | 0.032549 | 0.038492 |
| 0.012458 | 0.058639 | 0        | 0.020073 | 0.025293 | 0.043708 | 0.062639 | 0.047795 | 0.008446 | 0.017918 | 0.057911 | 0.010894 | 0.010664 | 0.020136 | 0.005286 | 0.006106 | 0.044537 | 0.032257 | 0.039124 |
| 0.039019 | 0.021082 | 0.016418 | 0        | 0.035445 | 0.02671  | 0.014806 | 0.014854 | 0.016407 | 0.041998 | 0.020173 | 0.031047 | 0.018677 | 0.032768 | 0.015113 | 0.012524 | 0.023249 | 0.016026 | 0.030197 |
| 0.023323 | 0.024064 | 0.017995 | 0.030831 | 0        | 0.03229  | 0.017749 | 0.013398 | 0.018032 | 0.037462 | 0.019428 | 0.022783 | 0.022248 | 0.043985 | 0.011404 | 0.013106 | 0.019477 | 0.02411  | 0.024561 |
| 0.016187 | 0.04475  | 0.033461 | 0.024999 | 0.034744 | 0        | 0.03243  | 0.023801 | 0.011488 | 0.024291 | 0.034608 | 0.014682 | 0.014414 | 0.027636 | 0.00719  | 0.008314 | 0.031541 | 0.031484 | 0.035754 |
| 0.012134 | 0.058181 | 0.066225 | 0.019138 | 0.026376 | 0.044788 | 0        | 0.040942 | 0.009252 | 0.018151 | 0.049469 | 0.010962 | 0.011771 | 0.021338 | 0.005397 | 0.006692 | 0.038172 | 0.039859 | 0.03485  |
| 0.013983 | 0.050032 | 0.060509 | 0.022991 | 0.023842 | 0.03936  | 0.049026 | 0        | 0.007706 | 0.01819  | 0.068201 | 0.011471 | 0.00957  | 0.018792 | 0.005512 | 0.0056   | 0.063301 | 0.025185 | 0.04884  |
| 0.029699 | 0.013087 | 0.009814 | 0.023307 | 0.029449 | 0.017436 | 0.010168 | 0.007072 | 0        | 0.03509  | 0.010267 | 0.040056 | 0.071124 | 0.03736  | 0.036438 | 0.065879 | 0.010368 | 0.018106 | 0.013272 |
| 0.036266 | 0.017978 | 0.013528 | 0.038767 | 0.039755 | 0.023957 | 0.012962 | 0.010848 | 0.022801 | 0        | 0.015427 | 0.035749 | 0.026309 | 0.043046 | 0.01747  | 0.0171   | 0.016541 | 0.017361 | 0.021475 |
| 0.014196 | 0.0526   | 0.054573 | 0.023242 | 0.025734 | 0.042602 | 0.044093 | 0.050767 | 0.008327 | 0.019255 | 0        | 0.011195 | 0.010362 | 0.020288 | 0.005745 | 0.006045 | 0.056844 | 0.025781 | 0.048157 |
| 0.053297 | 0.013455 | 0.010158 | 0.035393 | 0.029859 | 0.017882 | 0.009668 | 0.008448 | 0.032144 | 0.044149 | 0.011824 | 0        | 0.032281 | 0.034673 | 0.035136 | 0.026668 | 0.013104 | 0.013417 | 0.01708  |
| 0.027665 | 0.014742 | 0.011078 | 0.023722 | 0.032487 | 0.019561 | 0.011566 | 0.007853 | 0.063593 | 0.036202 | 0.011424 | 0.035968 | 0        | 0.041068 | 0.027334 | 0.046242 | 0.011346 | 0.020744 | 0.014407 |
| 0.026083 | 0.019997 | 0.014951 | 0.029746 | 0.045903 | 0.026804 | 0.014985 | 0.011021 | 0.023874 | 0.042332 | 0.015985 | 0.02761  | 0.029351 | 0        | 0.014434 | 0.017351 | 0.016083 | 0.022529 | 0.020416 |
| 0.042658 | 0.010071 | 0.007572 | 0.026468 | 0.022962 | 0.013454 | 0.007313 | 0.006237 | 0.044925 | 0.033147 | 0.008734 | 0.053981 | 0.037692 | 0.027848 | 0        | 0.048337 | 0.009689 | 0.011048 | 0.012627 |
| 0.030551 | 0.011926 | 0.008941 | 0.022418 | 0.026971 | 0.015901 | 0.009267 | 0.006476 | 0.083013 | 0.03316  | 0.009392 | 0.041875 | 0.065169 | 0.034215 | 0.049403 | 0        | 0.009559 | 0.016698 | 0.012284 |
| 0.016732 | 0.04433  | 0.04309  | 0.027501 | 0.026487 | 0.039862 | 0.034932 | 0.048377 | 0.008633 | 0.021197 | 0.058361 | 0.013597 | 0.010566 | 0.020958 | 0.006544 | 0.006316 | 0        | 0.022045 | 0.058222 |
| 0.014527 | 0.039355 | 0.033052 | 0.020076 | 0.034724 | 0.042141 | 0.03863  | 0.020384 | 0.015967 | 0.023561 | 0.028032 | 0.014744 | 0.020459 | 0.03109  | 0.007902 | 0.011686 | 0.023347 | 0        | 0.025197 |
| 0.019178 | 0.038795 | 0.033417 | 0.031533 | 0.029486 | 0.039892 | 0.028155 | 0.032951 | 0.009756 | 0.024295 | 0.043647 | 0.015645 | 0.011845 | 0.023485 | 0.007528 | 0.007166 | 0.051399 | 0.021004 | 0        |

**Lampiran 6** Perhitungan Indeks Moran dengan *Excel*

| Kab/Kota         | $y_i$ | $y_j$ | $\bar{y}$ | $(y_i - \bar{y})$ | $(y_j - \bar{y})$ | $(y_i - \bar{y})^2$ |
|------------------|-------|-------|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Bangkalan        | 70.54 | 70.54 | 72.07816  | -1.53816          | -1.53816          | 2.36593             |
| Banyuwangi       | 71.06 | 71.06 | 72.07816  | -1.01816          | -1.01816          | 1.036645            |
| Blitar           | 73.98 | 73.98 | 72.07816  | 1.901842          | 1.901842          | 3.617003            |
| Bojonegoro       | 72.16 | 72.16 | 72.07816  | 0.081842          | 0.081842          | 0.006698            |
| Bondowoso        | 67.29 | 67.29 | 72.07816  | -4.78816          | -4.78816          | 22.92646            |
| Gresik           | 72.99 | 72.99 | 72.07816  | 0.911842          | 0.911842          | 0.831456            |
| Jember           | 69.68 | 69.68 | 72.07816  | -2.39816          | -2.39816          | 5.751161            |
| Jombang          | 72.86 | 72.86 | 72.07816  | 0.781842          | 0.781842          | 0.611277            |
| Kediri           | 72.97 | 72.97 | 72.07816  | 0.891842          | 0.891842          | 0.795382            |
| Kota Batu        | 72.97 | 72.97 | 72.07816  | 0.891842          | 0.891842          | 0.795382            |
| Kota Blitar      | 74.26 | 74.26 | 72.07816  | 2.181842          | 2.181842          | 4.760435            |
| Kota Kediri      | 74.34 | 74.34 | 72.07816  | 2.261842          | 2.261842          | 5.11593             |
| Kota Madiun      | 73.13 | 73.13 | 72.07816  | 1.051842          | 1.051842          | 1.106372            |
| Kota Malang      | 73.75 | 73.75 | 72.07816  | 1.671842          | 1.671842          | 2.795056            |
| Kota Mojokerto   | 73.74 | 73.74 | 72.07816  | 1.661842          | 1.661842          | 2.761719            |
| Kota Pasuruan    | 71.96 | 71.96 | 72.07816  | -0.11816          | -0.11816          | 0.013961            |
| Kota Probolinggo | 70.68 | 70.68 | 72.07816  | -1.39816          | -1.39816          | 1.954845            |
| Kota Surabaya    | 74.47 | 74.47 | 72.07816  | 2.391842          | 2.391842          | 5.720909            |
| Lamongan         | 72.86 | 72.86 | 72.07816  | 0.781842          | 0.781842          | 0.611277            |
| Lumajang         | 70.61 | 70.61 | 72.07816  | -1.46816          | -1.46816          | 2.155488            |
| Madiun           | 71.9  | 71.9  | 72.07816  | -0.17816          | -0.17816          | 0.03174             |
| Magetan          | 72.97 | 72.97 | 72.07816  | 0.891842          | 0.891842          | 0.795382            |
| Malang           | 72.95 | 72.95 | 72.07816  | 0.871842          | 0.871842          | 0.760109            |
| Mojokerto        | 72.93 | 72.93 | 72.07816  | 0.851842          | 0.851842          | 0.725635            |
| Nganjuk          | 71.95 | 71.95 | 72.07816  | -0.12816          | -0.12816          | 0.016424            |
| Ngawi            | 72.81 | 72.81 | 72.07816  | 0.731842          | 0.731842          | 0.535593            |
| Pacitan          | 72.48 | 72.48 | 72.07816  | 0.401842          | 0.401842          | 0.161477            |
| Pamekasan        | 68.03 | 68.03 | 72.07816  | -4.04816          | -4.04816          | 16.38758            |
| Pasuruan         | 70.55 | 70.55 | 72.07816  | -1.52816          | -1.52816          | 2.335267            |
| Ponorogo         | 73.2  | 73.2  | 72.07816  | 1.121842          | 1.121842          | 1.25853             |
| Probolinggo      | 67.78 | 67.78 | 72.07816  | -4.29816          | -4.29816          | 18.47416            |
| Sampang          | 68.38 | 68.38 | 72.07816  | -3.69816          | -3.69816          | 13.67637            |
| Sidoarjo         | 74.36 | 74.36 | 72.07816  | 2.281842          | 2.281842          | 5.206803            |
| Situbondo        | 69.62 | 69.62 | 72.07816  | -2.45816          | -2.45816          | 6.04254             |
| Sumenep          | 71.99 | 71.99 | 72.07816  | -0.08816          | -0.08816          | 0.007772            |
| Trenggalek       | 74.26 | 74.26 | 72.07816  | 2.181842          | 2.181842          | 4.760435            |
| Tuban            | 71.97 | 71.97 | 72.07816  | -0.10816          | -0.10816          | 0.011698            |
| Tulungagung      | 74.54 | 74.54 | 72.07816  | 2.461842          | 2.461842          | 6.060667            |
| Jumlah           |       |       |           |                   |                   | 142.9816            |

### Lampiran 7 Tabel Distribusi Normal Z

| Z    | 0      | 0.01   | 0.02   | 0.03   | 0.04   | 0.05   | 0.06   | 0.07   | 0.08   | 0.09   |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -3.4 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 |
| -3.3 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 |
| -3.2 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 |
| -3.1 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 |
| -3.0 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 |
| -2.9 | 0.0019 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 |
| -2.8 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0020 | 0.0019 |
| -2.7 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0030 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 | 0.0027 | 0.0026 |
| -2.6 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0043 | 0.0040 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 |
| -2.5 | 0.0062 | 0.0060 | 0.0059 | 0.0057 | 0.0055 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0049 | 0.0048 |
| -2.4 | 0.0082 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0075 | 0.0073 | 0.0071 | 0.0069 | 0.0068 | 0.0066 | 0.0065 |
| -2.3 | 0.0107 | 0.0104 | 0.0102 | 0.0099 | 0.0096 | 0.0094 | 0.0091 | 0.0089 | 0.0087 | 0.0084 |
| -2.2 | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0125 | 0.0122 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 | 0.0110 |
| -2.1 | 0.0179 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 | 0.0143 |
| -2.0 | 0.0228 | 0.0222 | 0.0217 | 0.0212 | 0.0207 | 0.0202 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0188 | 0.0183 |
| -1.9 | 0.0287 | 0.0281 | 0.0274 | 0.0268 | 0.0262 | 0.0256 | 0.0250 | 0.0244 | 0.0239 | 0.0233 |
| -1.8 | 0.0359 | 0.0352 | 0.0344 | 0.0336 | 0.0329 | 0.0322 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0301 | 0.0294 |
| -1.7 | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0401 | 0.0392 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0367 |
| -1.6 | 0.0548 | 0.0537 | 0.0526 | 0.0516 | 0.0505 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 | 0.0455 |
| -1.5 | 0.0668 | 0.0655 | 0.0643 | 0.0630 | 0.0618 | 0.0606 | 0.0594 | 0.0582 | 0.0571 | 0.0559 |
| -1.4 | 0.0808 | 0.0793 | 0.0778 | 0.0764 | 0.0749 | 0.0735 | 0.0722 | 0.0708 | 0.0694 | 0.0681 |
| -1.3 | 0.0968 | 0.0951 | 0.0934 | 0.0918 | 0.0901 | 0.0885 | 0.0869 | 0.0853 | 0.0838 | 0.0823 |
| -1.2 | 0.1151 | 0.1131 | 0.1112 | 0.1093 | 0.1075 | 0.1056 | 0.1038 | 0.1020 | 0.1003 | 0.0985 |
| -1.1 | 0.1357 | 0.1335 | 0.1314 | 0.1292 | 0.1271 | 0.1251 | 0.1230 | 0.1210 | 0.1190 | 0.1170 |
| -1.0 | 0.1587 | 0.1562 | 0.1539 | 0.1515 | 0.1492 | 0.1469 | 0.1446 | 0.1423 | 0.1401 | 0.1379 |
| -0.9 | 0.1841 | 0.1814 | 0.1788 | 0.1762 | 0.1736 | 0.1711 | 0.1685 | 0.1660 | 0.1635 | 0.1611 |
| -0.8 | 0.2119 | 0.2090 | 0.2061 | 0.2033 | 0.2005 | 0.1977 | 0.1949 | 0.1922 | 0.1894 | 0.1867 |
| -0.7 | 0.2420 | 0.2389 | 0.2358 | 0.2327 | 0.2296 | 0.2266 | 0.2236 | 0.2206 | 0.2177 | 0.2148 |
| -0.6 | 0.2743 | 0.2709 | 0.2676 | 0.2643 | 0.2611 | 0.2578 | 0.2546 | 0.2514 | 0.2483 | 0.2451 |
| -0.5 | 0.3085 | 0.3050 | 0.3015 | 0.2981 | 0.2946 | 0.2912 | 0.2877 | 0.2843 | 0.2810 | 0.2776 |
| -0.4 | 0.3446 | 0.3409 | 0.3372 | 0.3336 | 0.3300 | 0.3264 | 0.3228 | 0.3192 | 0.3156 | 0.3121 |
| -0.3 | 0.3821 | 0.3783 | 0.3745 | 0.3707 | 0.3669 | 0.3632 | 0.3594 | 0.3557 | 0.3520 | 0.3483 |
| -0.2 | 0.4207 | 0.4168 | 0.4129 | 0.4090 | 0.4052 | 0.4013 | 0.3974 | 0.3936 | 0.3897 | 0.3859 |
| -0.1 | 0.4602 | 0.4562 | 0.4522 | 0.4483 | 0.4443 | 0.4404 | 0.4364 | 0.4325 | 0.4286 | 0.4247 |
| 0.0  | 0.5000 | 0.4960 | 0.4920 | 0.4880 | 0.4840 | 0.4801 | 0.4761 | 0.4721 | 0.4681 | 0.4641 |
| 0.1  | 0.5000 | 0.5040 | 0.5080 | 0.5120 | 0.5160 | 0.5199 | 0.5239 | 0.5279 | 0.5319 | 0.5359 |
| 0.2  | 0.5398 | 0.5438 | 0.5478 | 0.5517 | 0.5557 | 0.5596 | 0.5636 | 0.5675 | 0.5714 | 0.5753 |
| 0.3  | 0.5793 | 0.5832 | 0.5871 | 0.5910 | 0.5948 | 0.5987 | 0.6026 | 0.6064 | 0.6103 | 0.6141 |
| 0.4  | 0.6179 | 0.6217 | 0.6255 | 0.6293 | 0.6331 | 0.6368 | 0.6406 | 0.6443 | 0.6480 | 0.6517 |
| 0.5  | 0.6554 | 0.6591 | 0.6628 | 0.6664 | 0.6700 | 0.6736 | 0.6772 | 0.6808 | 0.6844 | 0.6879 |
| 0.6  | 0.6915 | 0.6950 | 0.6985 | 0.7019 | 0.7054 | 0.7088 | 0.7123 | 0.7157 | 0.7190 | 0.7224 |
| 0.7  | 0.7257 | 0.7291 | 0.7324 | 0.7357 | 0.7389 | 0.7422 | 0.7454 | 0.7486 | 0.7517 | 0.7549 |
| 0.8  | 0.7580 | 0.7611 | 0.7642 | 0.7673 | 0.7704 | 0.7734 | 0.7764 | 0.7794 | 0.7823 | 0.7852 |
| 0.9  | 0.7881 | 0.7910 | 0.7939 | 0.7967 | 0.7995 | 0.8023 | 0.8051 | 0.8078 | 0.8106 | 0.8133 |
| 1.0  | 0.8159 | 0.8186 | 0.8212 | 0.8238 | 0.8264 | 0.8289 | 0.8315 | 0.8340 | 0.8365 | 0.8389 |
| 1.1  | 0.8413 | 0.8438 | 0.8461 | 0.8485 | 0.8508 | 0.8531 | 0.8554 | 0.8577 | 0.8599 | 0.8621 |
| 1.2  | 0.8643 | 0.8665 | 0.8686 | 0.8708 | 0.8729 | 0.8749 | 0.8770 | 0.8790 | 0.8810 | 0.8830 |
| 1.3  | 0.8849 | 0.8869 | 0.8888 | 0.8907 | 0.8925 | 0.8944 | 0.8962 | 0.8980 | 0.8997 | 0.9015 |
| 1.4  | 0.9032 | 0.9049 | 0.9066 | 0.9082 | 0.9099 | 0.9115 | 0.9131 | 0.9147 | 0.9162 | 0.9177 |
| 1.5  | 0.9192 | 0.9207 | 0.9222 | 0.9236 | 0.9251 | 0.9265 | 0.9278 | 0.9292 | 0.9306 | 0.9319 |
| 1.6  | 0.9332 | 0.9345 | 0.9357 | 0.9370 | 0.9382 | 0.9394 | 0.9406 | 0.9418 | 0.9429 | 0.9441 |
| 1.7  | 0.9452 | 0.9463 | 0.9474 | 0.9484 | 0.9495 | 0.9505 | 0.9515 | 0.9525 | 0.9535 | 0.9545 |
| 1.8  | 0.9554 | 0.9564 | 0.9573 | 0.9582 | 0.9591 | 0.9599 | 0.9608 | 0.9616 | 0.9625 | 0.9633 |
| 1.9  | 0.9641 | 0.9649 | 0.9656 | 0.9664 | 0.9671 | 0.9678 | 0.9686 | 0.9693 | 0.9699 | 0.9706 |
| 2.0  | 0.9713 | 0.9719 | 0.9726 | 0.9732 | 0.9738 | 0.9744 | 0.9750 | 0.9756 | 0.9762 | 0.9767 |
| 2.1  | 0.9772 | 0.9778 | 0.9783 | 0.9788 | 0.9793 | 0.9798 | 0.9803 | 0.9808 | 0.9812 | 0.9817 |
| 2.2  | 0.9821 | 0.9826 | 0.9830 | 0.9834 | 0.9838 | 0.9842 | 0.9846 | 0.9850 | 0.9854 | 0.9857 |
| 2.3  | 0.9861 | 0.9864 | 0.9868 | 0.9871 | 0.9875 | 0.9878 | 0.9881 | 0.9884 | 0.9887 | 0.9890 |
| 2.4  | 0.9893 | 0.9896 | 0.9899 | 0.9901 | 0.9904 | 0.9906 | 0.9909 | 0.9911 | 0.9913 | 0.9916 |
| 2.5  | 0.9918 | 0.9920 | 0.9922 | 0.9925 | 0.9927 | 0.9929 | 0.9931 | 0.9932 | 0.9934 | 0.9936 |
| 2.6  | 0.9938 | 0.9940 | 0.9941 | 0.9943 | 0.9945 | 0.9946 | 0.9948 | 0.9949 | 0.9951 | 0.9952 |
| 2.7  | 0.9953 | 0.9955 | 0.9956 | 0.9957 | 0.9959 | 0.9960 | 0.9961 | 0.9962 | 0.9963 | 0.9964 |
| 2.8  | 0.9965 | 0.9966 | 0.9967 | 0.9968 | 0.9969 | 0.9970 | 0.9971 | 0.9972 | 0.9973 | 0.9974 |
| 2.9  | 0.9974 | 0.9975 | 0.9976 | 0.9977 | 0.9977 | 0.9978 | 0.9979 | 0.9979 | 0.9980 | 0.9981 |
| 3.0  | 0.9981 | 0.9982 | 0.9982 | 0.9983 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9985 | 0.9985 | 0.9986 | 0.9986 |
| 3.1  | 0.9987 | 0.9987 | 0.9987 | 0.9988 | 0.9988 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9989 | 0.9990 | 0.9990 |
| 3.2  | 0.9990 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9991 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9992 | 0.9993 | 0.9993 |
| 3.3  | 0.9993 | 0.9993 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9994 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 |
| 3.4  | 0.9995 | 0.9995 | 0.9995 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9997 |
| 3.5  | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9998 |

Lampiran 8 Tabel Nilai Kritis *Kolmogorov-Smirnov*

| Number of trials, $n$ | Level of significance, $\alpha$ |         |         |         |
|-----------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|                       | 0.10                            | 0.05    | 0.02    | 0.01    |
| 1                     | 0.95000                         | 0.97500 | 0.99000 | 0.99500 |
| 2                     | 0.77639                         | 0.84189 | 0.90000 | 0.92929 |
| 3                     | 0.63604                         | 0.70760 | 0.78456 | 0.82900 |
| 4                     | 0.56522                         | 0.62394 | 0.68887 | 0.73424 |
| 5                     | 0.50945                         | 0.56328 | 0.62718 | 0.66853 |
| 6                     | 0.46799                         | 0.51926 | 0.57741 | 0.61661 |
| 7                     | 0.43607                         | 0.48342 | 0.53844 | 0.57581 |
| 8                     | 0.40962                         | 0.45427 | 0.50654 | 0.54179 |
| 9                     | 0.38746                         | 0.43001 | 0.47960 | 0.51332 |
| 10                    | 0.36866                         | 0.40925 | 0.45662 | 0.48893 |
| 11                    | 0.35242                         | 0.39122 | 0.43670 | 0.46770 |
| 12                    | 0.33815                         | 0.37543 | 0.41918 | 0.44905 |
| 13                    | 0.32549                         | 0.36143 | 0.40362 | 0.43247 |
| 14                    | 0.31417                         | 0.34890 | 0.38970 | 0.41762 |
| 15                    | 0.30397                         | 0.33760 | 0.37713 | 0.40420 |
| 16                    | 0.29472                         | 0.32733 | 0.36571 | 0.39201 |
| 17                    | 0.28627                         | 0.31796 | 0.35528 | 0.38086 |
| 18                    | 0.27851                         | 0.30936 | 0.34569 | 0.37062 |
| 19                    | 0.27136                         | 0.30143 | 0.33685 | 0.36117 |
| 20                    | 0.26473                         | 0.29408 | 0.32866 | 0.35241 |
| 21                    | 0.25858                         | 0.28724 | 0.32104 | 0.34427 |
| 22                    | 0.25283                         | 0.28087 | 0.31394 | 0.33666 |
| 23                    | 0.24746                         | 0.27490 | 0.30728 | 0.32954 |
| 24                    | 0.24242                         | 0.26931 | 0.30104 | 0.32286 |
| 25                    | 0.23768                         | 0.26404 | 0.29516 | 0.31657 |
| 26                    | 0.23320                         | 0.25907 | 0.28962 | 0.31064 |
| 27                    | 0.22898                         | 0.25438 | 0.28438 | 0.30502 |
| 28                    | 0.22497                         | 0.24993 | 0.27942 | 0.29971 |
| 29                    | 0.22117                         | 0.24571 | 0.27471 | 0.29466 |
| 30                    | 0.21756                         | 0.24170 | 0.27023 | 0.28987 |
| 31                    | 0.21412                         | 0.23788 | 0.26596 | 0.28530 |
| 32                    | 0.21085                         | 0.23424 | 0.26189 | 0.28094 |
| 33                    | 0.20771                         | 0.23076 | 0.25801 | 0.27677 |
| 34                    | 0.20472                         | 0.22743 | 0.25429 | 0.27279 |
| 35                    | 0.20185                         | 0.22425 | 0.26073 | 0.26897 |
| 36                    | 0.19910                         | 0.22119 | 0.24732 | 0.26532 |
| 37                    | 0.19646                         | 0.21826 | 0.24404 | 0.26180 |
| 38                    | 0.19392                         | 0.21544 | 0.24089 | 0.25843 |
| 39                    | 0.19148                         | 0.21273 | 0.23786 | 0.25518 |
| 40 <sup>b</sup>       | 0.18913                         | 0.21012 | 0.23494 | 0.25205 |

Lampiran 9 Tabel Distribusi *Chi-Square*

| $\alpha$ |    | 0.1      | 0.05     | 0.025    | 0.01     | 0.005    |
|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| db       | 1  | 2.70554  | 3.84146  | 5.02390  | 6.63489  | 7.87940  |
|          | 2  | 4.60518  | 5.99148  | 7.37778  | 9.21035  | 10.59653 |
|          | 3  | 6.25139  | 7.81472  | 9.34840  | 11.34488 | 12.83807 |
|          | 4  | 7.77943  | 9.48773  | 11.14326 | 13.27670 | 14.86017 |
|          | 5  | 9.23635  | 11.07048 | 12.83249 | 15.08632 | 16.74965 |
|          | 6  | 10.64464 | 12.59158 | 14.44935 | 16.81187 | 18.54751 |
|          | 7  | 12.01703 | 14.06713 | 16.01277 | 18.47532 | 20.27774 |
|          | 8  | 13.36156 | 15.50731 | 17.53454 | 20.09016 | 21.95486 |
|          | 9  | 14.68366 | 16.91896 | 19.02278 | 21.66605 | 23.58927 |
|          | 10 | 15.98717 | 18.30703 | 20.48320 | 23.20929 | 25.18805 |
|          | 11 | 17.27501 | 19.67515 | 21.92002 | 24.72502 | 26.75686 |
|          | 12 | 18.54934 | 21.02606 | 23.33666 | 26.21696 | 28.29966 |
|          | 13 | 19.81193 | 22.36203 | 24.73558 | 27.68818 | 29.81932 |
|          | 14 | 21.06414 | 23.68478 | 26.11893 | 29.14116 | 31.31943 |
|          | 15 | 22.30712 | 24.99580 | 27.48836 | 30.57795 | 32.80149 |
|          | 16 | 23.54182 | 26.29622 | 28.84532 | 31.99986 | 34.26705 |
|          | 17 | 24.76903 | 27.58710 | 30.19098 | 33.40872 | 35.71838 |
|          | 18 | 25.98942 | 28.86932 | 31.52641 | 34.80524 | 37.15639 |
|          | 19 | 27.20356 | 30.14351 | 32.85234 | 36.19077 | 38.58212 |
|          | 20 | 28.41197 | 31.41042 | 34.16958 | 37.56627 | 39.99686 |
|          | 21 | 29.61509 | 32.67056 | 35.47886 | 38.93223 | 41.40094 |
|          | 22 | 30.81329 | 33.92446 | 36.78068 | 40.28945 | 42.79566 |
|          | 23 | 32.00689 | 35.17246 | 38.07561 | 41.63833 | 44.18139 |
|          | 24 | 33.19624 | 36.41503 | 39.36406 | 42.97978 | 45.55836 |
|          | 25 | 34.38158 | 37.65249 | 40.64650 | 44.31401 | 46.92797 |
|          | 26 | 35.56316 | 38.88513 | 41.92314 | 45.64164 | 48.28978 |
|          | 27 | 36.74123 | 40.11327 | 43.19452 | 46.96284 | 49.64504 |
|          | 28 | 37.91591 | 41.33715 | 44.46079 | 48.27817 | 50.99356 |
|          | 29 | 39.08748 | 42.55695 | 45.72228 | 49.58783 | 52.33550 |
|          | 30 | 40.25602 | 43.77295 | 46.97922 | 50.89218 | 53.67187 |

### Lampiran 10 Output Menggunakan Rstudio

```
install.packages("sp", dependencies = TRUE)
install.packages("sf", dependencies = TRUE)
install.packages("raster")
install.packages("spData")
install.packages("readxl")
install.packages("ggplot2")
install.packages("tidyr")
install.packages("dplyr")
install.packages("tmap")
install.packages("spdep")
install.packages("spatialreg")
install.packages("sphet")
library(sp)
library(sf)
library(raster)
library(spData)
library(readxl)
library(ggplot2)
library(tidyr)
library(dplyr)
library(tmap)
library(spdep)
library(spatialreg)
library(sphet)

#ekspor dataset dari excel
data=read_excel("D:/SKRIPSI/3 Hasil/Dataset.xlsx")
dataset=as.data.frame(data[3:10])

#membuka file shp
shpData=shapefile("D:/SKRIPSI/3 Hasil/Jawa_Timur.shp")
plot(shpData)
col=colorRampPalette(c("red","yellow","green"))
shpData$Y=dataset$Y
spplot(shpData,"Y",col.regions=col(3),cuts=2,main="Peta
Sebaran Angka Harapan Hidup")

#menentukan koordinat
coords=coordinates(shpData)
write.csv(coords,"koordinat lintang & bujur.csv")
coords.sw=coords[, c(2, 1)]
D=as.matrix(dist(coords.sw,method="euclidean"))
write.csv(D,"matriks jarak euclidean.csv")

#Ekspponential weight matrix
h=1
eksp.w=exp(-h*D)
write.csv(eksp.w, "matriks jarak eksponensial.csv")
diag(eksp.w)=0
rtot=rowSums(eksp.w,na.rm =T)
```

```

eksp.std=eksp.w/rtot
write.csv(eksp.std, "matriks jarak eksponensial
terstandarisasi.csv")
rowSums(eksp.std, na.rm=T)
exp.w=mat2listw(eksp.std, style="W")
summary(exp.w)

#uji autokorelasi spasial
moran.test(dataset$Y, exp.w, randomisation=FALSE)

#model SDM
SDM=lagsarlm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7, data=dataset, exp.w, zero.policy=T, type="mixed")
summary(SDM)
SDM2=lagsarlm(Y~X1+X2+X5+X6+X7, data=dataset, exp.w, zero.policy=T, type="mixed")
summary(SDM2)

#pemeriksaan asumsi SDM
classic=summary(SDM2, data=dataset)
#Uji Normalitas
ks.test(classic$residuals, "pnorm", mean=mean(classic$residuals), sd=sd(classic$residuals))
#uji heteroskedastisitas
bp.test=bptest.Sarlm(SDM2)
bp.test

#pemilihan model terbaik
#perhitungan R^2
SSE=sum(residuals(SDM2)^2)
SST=var(dataset$Y) * (length(shpData$Y) -1)
R2=1- (SSE/SST)
R2
#perhitungan MAPE
yi=dataset$Y
yi2=fitted(SDM2)
MAPE=mean(abs((yi-yi2)/yi))*100
MAPE
#plot
plot(yi, yi2, main="", xlab="AHH Aktual", ylab="AHH
Prediksi", pch=19, col="blue")
abline(0, 1, col="red", lwd=2)

#efek langsung & tidak langsung
SDM.im=impacts(SDM2, listw=exp.w, R = 1000)
summary(SDM.im, zstats=TRUE, short=TRUE)

```

### Lampiran 11 Hasil *Output* Menggunakan Rstudio

```

> #ekspor dataset dari excel
> data=read_excel("D:/SKRIPSI/3 Hasil/Dataset.xlsx")
> dataset=as.data.frame(data[3:10])
> #membuka file shp
> shpData=shapefile("D:/SKRIPSI/3 Hasil/Jawa_Timur.shp")
> plot(shpData)
> col=colorRampPalette(c("red","yellow","green"))
> shpData$Y=dataset$Y
> spplot(shpData,"Y",col.regions=col(3),cuts=2,main="Peta Sebaran Angka Harapan Hidup")
> #menentukan koordinat
> coords=coordinates(shpData)
> write.csv(coords,"koordinat lintang & bujur.csv")
> coords.sw=coords[, c(2, 1)]
> D=as.matrix(dist(coords.sw,method="euclidean"))
> write.csv(D,"matriks jarak euclidean.csv")
> #Ekspponential weight matrix
> h=1
> eksp.w=exp(-h*D)
> write.csv(eksp.w, "matriks jarak eksponensial.csv")
> diag(eksp.w)=0
> rtot=rowSums(eksp.w,na.rm =T)
> eksp.std=eksp.w/rtot
> write.csv(eksp.std, "matriks jarak eksponensial terstandarisasi.csv")
> rowSums(eksp.std,na.rm=T)
  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1
  1  1  1  1  1  1  1
29 30 31 32 33 34 35 36 37 38
  1  1  1  1  1  1  1  1  1  1
> exp.w=mat2listw(eksp.std, style="w")
> summary(exp.w)
Characteristics of weights list object:
Neighbour list object:
Number of regions: 38
Number of nonzero links: 1406
Percentage nonzero weights: 97.36842
Average number of links: 37
Link number distribution:

37
38
38 least connected regions:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 with 37 links
38 most connected regions:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 with 37 links

weights style: w
weights constants summary:
   n   nn s0    s1    s2
w 38 1444 38 2.527032 153.159
> #uji autokorelasi spasial
> moran.test(dataset$Y,exp.w,randomisation=FALSE)

Moran I test under normality

data: dataset$Y
weights: exp.w

```

```

Moran I statistic standard deviate = 11.218, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
    0.1694101919      -0.0270270270      0.0003066372

> #model SDM
> SDM=lagsarlm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,data=dataset,exp.w,zero.p
olicy=T,type="mixed")
> summary(SDM)

Call:lagsarlm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7, d
ata = dataset,
               listw = exp.w, type = "mixed", zero.policy = T)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.894736 -0.226792  0.048453  0.229001  0.665998

Type: mixed
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  449.330966  176.398184   2.5473 0.0108574
X1            -0.045840   0.013779  -3.3269 0.0008782
X2            -0.103499   0.026206  -3.9494 7.835e-05
X3             0.020018   0.042187   0.4745 0.6351363
X4            -0.075249   0.041995  -1.7918 0.0731587
X5            -0.172851   0.027119  -6.3737 1.845e-10
X6            -0.214236   0.117321  -1.8261 0.0678397
X7             0.653908   0.206429   3.1677 0.0015364
lag.X1        -1.040490   0.220612  -4.7164 2.401e-06
lag.X2        -1.714264   0.599270  -2.8606 0.0042286
lag.X3         0.476198   0.868755   0.5481 0.5835972
lag.X4        -0.757880   0.764498  -0.9913 0.3215180
lag.X5        -2.791821   0.670084  -4.1664 3.095e-05
lag.X6        -4.630840   2.243643  -2.0640 0.0390194
lag.X7        10.524071   3.941455   2.6701 0.0075829

Rho: -9.5859, LR test value: 22.284, p-value: 2.351e-06
Asymptotic standard error: 0.74702
      z-value: -12.832, p-value: < 2.22e-16
Wald statistic: 164.66, p-value: < 2.22e-16

Log likelihood: -31.08632 for mixed model
ML residual variance (sigma squared): 0.11747, (sigma: 0.34274)
Number of observations: 38
Number of parameters estimated: 17
AIC: 96.173, (AIC for lm: 116.46)
LM test for residual autocorrelation
test value: 1.5177, p-value: 0.21797

> SDM2=lagsarlm(Y~X1+X2+X5+X6+X7,data=dataset,exp.w,zero.policy
=T,type="mixed")
> summary(SDM2)

Call:lagsarlm(formula = Y ~ X1 + X2 + X5 + X6 + X7, data = data
set,
               listw = exp.w, type = "mixed", zero.policy = T)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.848790 -0.217432 -0.030653  0.265444  0.753640

Type: mixed
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)

```

```

(Intercept) 323.8005096 149.0191696 2.1729 0.0297895
X1          -0.0314581 0.0074117 -4.2444 2.192e-05
X2          -0.0701906 0.0153678 -4.5674 4.939e-06
X5          -0.1656535 0.0109123 -15.1805 < 2.2e-16
X6          -0.1948847 0.0862495 -2.2595 0.0238494
X7           0.6441181 0.1405988 4.5813 4.622e-06
lag.x1      -0.6770304 0.1036890 -6.5294 6.602e-11
lag.x2      -0.9071822 0.3083797 -2.9418 0.0032634
lag.x5      -2.4456317 0.2127448 -11.4956 < 2.2e-16
lag.x6      -5.1161396 1.7458602 -2.9304 0.0033848
lag.x7      10.9018991 2.9358166 3.7134 0.0002045

Rho: -9.4534, LR test value: 20.687, p-value: 5.407e-06
Asymptotic standard error: 0.80074
z-value: -11.806, p-value: < 2.22e-16
wald statistic: 139.38, p-value: < 2.22e-16

Log likelihood: -34.57849 for mixed model
ML residual variance (sigma squared): 0.14507, (sigma: 0.38088)
Number of observations: 38
Number of parameters estimated: 13
AIC: 95.157, (AIC for lm: 113.84)
LM test for residual autocorrelation
test value: 1.4444, p-value: 0.22942

> #pemeriksaan asumsi SDM
> classic=summary(SDM2,data=dataset)
> #Uji Normalitas
> ks.test(classic$residuals,"pnorm",mean=mean(classic$residuals),sd=sd(classic$residuals))

Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: classic$residuals
D = 0.075083, p-value = 0.9719
alternative hypothesis: two-sided

> #uji heteroskedastisitas
> bp.test=bptest.Sarlm(SDM2)
> bp.test

studentized Breusch-Pagan test

data:
BP = 12.068, df = 10, p-value = 0.2805

> #pemilihan model terbaik
> #perhitungan R^2
> SSE=sum(residuals(SDM2)^2)
> SST=var(dataset$Y)*(length(shpData$Y)-1)
> R2=1-(SSE/SST)
> R2
[1] 0.961445
> #perhitungan MAPE
> yi=dataset$Y
> yi2=fitted(SDM2)
> MAPE=mean(abs((yi-yi2)/yi))*100
> MAPE
[1] 0.4214058
> #plot
> plot(yi,yi2,main="",xlab="AHH Aktual",ylab="AHH Prediksi",pch=19,col="blue")
> abline(0,1,col="red",lwd=2)
> #efek langsung & tidak langsung
> SDM.im=impacts(SDM2,listw=exp.w,R = 1000)

```

```
> summary(SDM.im,zstats=TRUE,short=TRUE)
```

```
Impact measures (mixed, exact):
```

|          | Direct       | Indirect    | Total       |
|----------|--------------|-------------|-------------|
| x1 dy/dx | 0.006822751  | -0.07459860 | -0.06777585 |
| x2 dy/dx | -0.045623219 | -0.04787478 | -0.09349800 |
| x5 dy/dx | -0.076955957 | -0.17284634 | -0.24980230 |
| x6 dy/dx | 0.135226397  | -0.64329270 | -0.50806630 |
| x7 dy/dx | 0.158826651  | 0.94569519  | 1.10452184  |

```
=====
```

```
Simulation results ( variance matrix):
```

```
=====
```

```
Simulated standard errors
```

|          | Direct     | Indirect   | Total      |
|----------|------------|------------|------------|
| x1 dy/dx | 0.06744870 | 0.06951009 | 0.01043661 |
| x2 dy/dx | 0.07513472 | 0.08799417 | 0.03046635 |
| x5 dy/dx | 0.12173772 | 0.12413339 | 0.02103429 |
| x6 dy/dx | 0.32363491 | 0.37217018 | 0.18595038 |
| x7 dy/dx | 0.46271270 | 0.57183226 | 0.31411044 |

```
Simulated z-values:
```

|          | Direct     | Indirect   | Total      |
|----------|------------|------------|------------|
| x1 dy/dx | 0.1949327  | -1.1747454 | -6.564270  |
| x2 dy/dx | -0.5621076 | -0.5670929 | -3.024146  |
| x5 dy/dx | -0.5257714 | -1.5164810 | -11.992425 |
| x6 dy/dx | 0.5203503  | -1.8649536 | -2.826972  |
| x7 dy/dx | 0.2432325  | 1.7837342  | 3.605558   |

```
Simulated p-values:
```

|          | Direct  | Indirect | Total      |
|----------|---------|----------|------------|
| x1 dy/dx | 0.84545 | 0.240097 | 5.2289e-11 |
| x2 dy/dx | 0.57404 | 0.570651 | 0.00249336 |
| x5 dy/dx | 0.59905 | 0.129398 | < 2.22e-16 |
| x6 dy/dx | 0.60282 | 0.062188 | 0.00469904 |
| x7 dy/dx | 0.80783 | 0.074467 | 0.00031148 |

## RIWAYAT HIDUP



Ikfi Khoirulit Taufiqoh, lahir di Kabupaten Kediri pada 21 September 2001. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Moh. Farichin dan Ibu Siti Masruroh. Penulis telah menempuh pendidikan mulai TK Kusuma Mulia II yang lulus pada tahun 2008. Kemudian dilanjutkan menempuh pendidikan sekolah dasar di MI Miftahul Mubtadiin Islamiyah dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di MTsN 3 Kota Kediri dan lulus pada tahun 2017. Kemudian dilanjutkan menempuh pendidikan sekolah menengah atas di MAN 1 Kota Kediri dan lulus pada tahun 2019. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang di Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi pada tahun 2019.



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

### BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ikfi Khoirulit Taufiqoh  
NIM : 19610086  
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Matematika  
Judul Skripsi : Pemodelan *Spatial Durbin Model* (SDM) untuk Mengidentifikasi Faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur  
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si.  
Pembimbing II : Dr. Achmad Nashichuddin, M.A.

| No  | Tanggal           | Hal                                         | Tanda Tangan |
|-----|-------------------|---------------------------------------------|--------------|
| 1.  | 15 Januari 2025   | Konsultasi Bab I, II, dan III               | 1.           |
| 2.  | 26 Februari 2025  | Konsultasi Revisi Bab I, II, dan III        | 2.           |
| 3.  | 12 Maret 2025     | ACC Bab I, II, dan III                      | 3.           |
| 4.  | 11 April 2025     | Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II        | 4.           |
| 5.  | 28 April 2025     | Konsultasi Revisi Kajian Agama Bab I dan II | 5.           |
| 6.  | 7 Mei 2025        | ACC Kajian Agama Bab I dan II               | 6.           |
| 7.  | 23 Mei 2025       | ACC Seminar Proposal                        | 7.           |
| 8.  | 24 Juni 2025      | Konsultasi Revisi Seminar Proposal          | 8.           |
| 9.  | 17 Juli 2025      | Konsultasi Bab IV dan V                     | 9.           |
| 10. | 16 September 2025 | Konsultasi Revisi Bab IV dan V              | 10.          |
| 11. | 30 September 2025 | ACC Bab IV dan V                            | 11.          |
| 12. | 20 Oktober 2025   | Konsultasi Kajian Agama Bab IV              | 12.          |
| 13. | 29 Oktober 2025   | Konsultasi Revisi Kajian Agama Bab IV       | 13.          |
| 14. | 4 November 2025   | ACC Kajian Agama Bab IV                     | 14.          |
| 15. | 27 November 2025  | ACC Seminar Hasil                           | 15.          |



**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No.50 Dinoyo Malang Telp. / Fax. (0341)558933

|     |                  |                                 |     |
|-----|------------------|---------------------------------|-----|
| 16. | 11 Desember 2025 | Konsultasi Revisi Seminar Hasil | 16. |
| 17. | 17 Desember 2025 | Sidang Skripsi                  | 17. |
| 18. | 24 Desember 2025 | ACC Keseluruhan                 | 18. |

Malang, 24 Desember 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Fachrur Rozi, M.Si.

NIP. 19800527 200801 1 012