

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                           | i     |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                      | ii    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>       | iii   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                     | iv    |
| <b>HALAMAN MOTTO</b>                           | v     |
| <b>PRAKATA</b>                                 | vii   |
| <b>DAFTAR ISI</b>                              | ix    |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                            | xii   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                           | xiv   |
| <b>INTISARI</b>                                | xvii  |
| <b>ABSTRACT</b>                                | xviii |
| <b>I PENDAHULUAN</b>                           | 1     |
| 1.1. Latar Belakang                            | 1     |
| 1.2. Pembatasan Masalah                        | 3     |
| 1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian             | 3     |
| 1.4. Tinjauan Pustaka                          | 3     |
| 1.5. Metodologi Penelitian                     | 5     |
| 1.6. Sistematika Penulisan                     | 5     |
| <b>II LANDASAN TEORI</b>                       | 7     |
| 2.1. Variabel Acak                             | 7     |
| 2.2. Distribusi Probabilitas                   | 8     |
| 2.3. Nilai Harapan                             | 9     |
| 2.4. Variansi dan Kovarian                     | 10    |
| 2.5. Distribusi Normal (Gaussian)              | 12    |
| 2.6. Matriks                                   | 13    |
| 2.7. Aspek Analisis Multivariat                | 25    |
| 2.8. <i>Random Walk</i> dan <i>Gerak Brown</i> | 27    |
| 2.9. Fungsi Kovariansi                         | 30    |
| 2.10. Model Regresi                            | 30    |
| 2.11. <i>Gaussian Process Regression</i> (GPR) | 32    |
| 2.12. <i>Evaluation Metrics</i>                | 33    |
| 2.13. Analisis Runtun Waktu                    | 33    |
| 2.14. <i>Forecasting</i>                       | 34    |
| 2.15. Data Spasial                             | 35    |
| 2.15.1. Jenis Data Spasial                     | 36    |
| 2.15.2. Efek Spasial                           | 36    |

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.16.1. <i>Data Cleaning</i>                                                                              | 38        |
| 2.16.2. <i>Data Scaling</i>                                                                               | 38        |
| 2.16.3. <i>Time-Related Feature Engineering</i>                                                           | 39        |
| 2.16.4. <i>Data Splitting</i>                                                                             | 41        |
| <b>III METODE GAUSSIAN PROCESS REGRESSION DAN SPATIO-TEMPORAL VARIATIONAL GAUSSIAN PROCESS REGRESSION</b> | <b>42</b> |
| 3.1. <i>Gaussian Process Regression (GPR)</i>                                                             | 42        |
| 3.1.1. Pengertian <i>Gaussian Process Regression (GPR)</i>                                                | 43        |
| 3.1.2. Model Posterior <i>Gaussian Process Regression (GPR)</i>                                           | 44        |
| 3.1.3. Estimasi Parameter Model GPR                                                                       | 47        |
| 3.2. <i>Missing Value</i>                                                                                 | 48        |
| 3.3. <i>Spatio-Temporal Variational Gaussian Process Regression (STV-GPR)</i>                             | 49        |
| 3.3.1. Formulasi Model STV-GPR                                                                            | 49        |
| 3.3.2. Kernel dalam GPR dan STV-GPR                                                                       | 50        |
| 3.4. Kompleksitas Komputasi                                                                               | 55        |
| <b>IV STUDI KASUS</b>                                                                                     | <b>56</b> |
| 4.1. Deskripsi Data                                                                                       | 56        |
| 4.1.1. Latar Belakang Epidemi Monkeypox                                                                   | 56        |
| 4.1.2. Struktur Dataset                                                                                   | 57        |
| 4.1.3. Statistik Deskriptif                                                                               | 58        |
| 4.2. Prapemrosesan Data                                                                                   | 95        |
| 4.2.1. <i>Data Cleaning</i>                                                                               | 95        |
| 4.2.2. <i>Data Scaling</i>                                                                                | 96        |
| 4.2.3. <i>Data Splitting</i>                                                                              | 96        |
| 4.3. <i>Gaussian Process Regression</i>                                                                   | 97        |
| 4.3.1. Hasil Prediksi Monkeypox menggunakan GPR                                                           | 97        |
| 4.3.2. Persamaan Model <i>Gaussian Process Regression (GPR)</i> Berdasarkan Benua                         | 99        |
| 4.3.3. Tren dan Prediksi Kasus di Afrika                                                                  | 100       |
| 4.3.4. Tren Historis dan Prediksi Kasus di Asia                                                           | 108       |
| 4.3.5. Tren Historis dan Prediksi Kasus di Eropa                                                          | 114       |
| 4.4. <i>Spatio-Temporal Gaussian Process Regression</i>                                                   | 137       |
| 4.4.1. Model STV-GPR di Setiap Benua                                                                      | 139       |
| 4.4.2. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Afrika Menggunakan STV-GPR                                      | 140       |
| 4.4.3. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Asia Menggunakan STV-GPR                                        | 149       |
| 4.4.4. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Eropa Menggunakan STV-GPR                                       | 157       |



|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.5. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Amerika Utara Menggunakan-       |            |
| an STV-GPR                                                                 | 165        |
| 4.4.6. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Oseania Menggunakan STV-         |            |
| GPR                                                                        | 173        |
| 4.4.7. Peramalan Total Kasus Monkeypox di Amerika Selatan Menggu-          |            |
| nakan STV-GPR                                                              | 179        |
| <b>V PENUTUP</b>                                                           | <b>189</b> |
| 5.1. Kesimpulan                                                            | 189        |
| 5.2. Saran                                                                 | 190        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                                      | <b>192</b> |
| <b>A Data Penelitian</b>                                                   | <b>196</b> |
| <b>B Hasil Prediksi <i>Gaussian Process Regression</i></b>                 | <b>197</b> |
| <b>C Hasil Prediksi <i>Spatio-Temporal Gaussian Process Regression</i></b> | <b>198</b> |
| <b>D Syntax Pemrograman</b>                                                | <b>199</b> |