

SKRIPSI

ANALISIS SENSITIVITAS *HYPERPARAMETER* EFEK
SPASIAL DAN NON-SPASIAL MODEL PENYEBARAN
PENYAKIT *DENGUE* DI KOTA BANDUNG DENGAN MODEL
BESAG, YORK, DAN MOLLIE (BYM)



SYAWQI HALIM WIBOWO

NPM: 6161901049

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

FINAL PROJECT

**SENSITIVITY ANALYSIS OF SPATIAL AND NON-SPATIAL
EFFECTS HYPERPARAMETERS OF DENGUE
TRANSMISSION IN BANDUNG WITH BESAG, YORK, AND
MOLLIE (BYM) MODEL**



SYAWQI HALIM WIBOWO

NPM: 6161901049

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SENSITIVITAS *HYPERPARAMETER* EFEK SPASIAL DAN NON-SPASIAL MODEL PENYEBARAN PENYAKIT *DENGUE* DI KOTA BANDUNG DENGAN MODEL BESAG, YORK, DAN MOLLIE (BYM)

SYAWQI HALIM WIBOWO

NPM: 6161901049

Bandung, 21 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



Farah Kristiani, Ph.D.

Pembimbing 2



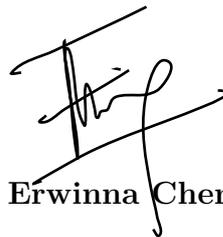
Robyn Irawan, M.Sc.

Ketua Tim Penguji



Benny Yong, Ph.D.

Anggota Tim Penguji



Dr. Erwinna Chendra

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS SENSITIVITAS *HYPERPARAMETER* EFEK SPASIAL DAN
NON-SPASIAL MODEL PENYEBARAN PENYAKIT *DENGUE* DI KOTA
BANDUNG DENGAN MODEL BESAG, YORK, DAN MOLLIE (BYM)**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 21 Januari 2023



SYAWQI HALIM WIBOWO
NPM: 6161901049

ABSTRAK

Penyakit *Dengue* merupakan penyakit yang memiliki penyebaran yang cepat di berbagai negara termasuk Indonesia. Sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Barat, Kota Bandung merupakan salah satu daerah dengan jumlah penderita penyakit *Dengue* yang banyak dan cenderung semakin meningkat. Sebagai salah satu tindakan pencegahan penyebaran penyakit *Dengue* lebih lanjut, diperlukan pemodelan statistik yang baik untuk dapat mengestimasi risiko relatif penyebarannya, sehingga diharapkan dapat mencegah penyebaran penyakit *Dengue* menjadi lebih baik. Tujuan penelitian skripsi ini adalah untuk mengestimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di Kota Bandung dengan menggunakan pendekatan frekuentis yaitu model *Standardized Morbidity Ratio* (SMR) dan pendekatan Bayesian yaitu model *Besag, York, and Mollie* (BYM). Terdapat beberapa nilai *hyperparameter* dari model BYM yang memengaruhi nilai estimasi risiko relatif yang dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kecocokan modelnya. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa model yang terbaik adalah model BYM dengan nilai *hyperparameter* ketika proporsi terjangkit penyakit *Dengue* kecil namun tingkat kemunculan penyebarannya besar. Model tersebut memberikan hasil bahwa Kecamatan Panyileukan memiliki tingkat risiko relatif penyakit *Dengue* paling tinggi pada bulan Mei tahun 2020. Persebaran risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* menunjukkan bahwa terdapat efek ketetangaan yang memengaruhi tingkat penyebaran penyakit *Dengue* antar kecamatan di Kota Bandung.

Kata-kata kunci: *Besag, York, and Mollie* (BYM), *dengue*, *hyperparameter*, risiko relatif, *Standardized Morbidity Ratio* (SMR)

ABSTRACT

Dengue is a disease that has spread rapidly in various countries including Indonesia. As the capital city of West Java Province, Bandung is one of the areas with a large number of Dengue cases and it tends to increase more and more. As one of the measures to prevent further spread of dengue disease, good statistical modeling is needed to be able to estimate the relative risk of spreading, so that it is hoped that it can prevent the spread of Dengue disease from becoming more. The aim of this thesis is to estimate the relative risk of spreading Dengue in Bandung uses a frequent approach, namely the Standardized Morbidity Ratio (SMR) model and the Bayesian approach, namely the Besag, York, and Mollie (BYM) model. There are some hyperparameter values from the BYM model that affect the estimated value of relative risk which is analyzed further to determine the effect on the suitability of the model. Based on the results of the analysis performed, it was concluded that the best model is the BYM model with hyperparameter values when the proportion of infected with Dengue is small but the rate of emergence is large. The model gives the result that Panyileukan Sub-district has the highest relative risk of Dengue disease in May 2020. The distribution of the relative risk of spreading Dengue disease shows that there is a neighborhood effect that affects the level of spread of Dengue disease between district in the city of Bandung.

Keywords: Besag, York, and Mollie (BYM), dengue, hyperparameter, relative risk, Standardized Morbidity Ratio (SMR)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang diberikan, skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Penulis menyusun skripsi yang berjudul “Analisis Sensitivitas *Hyperparameter* Efek Spasial dan Non-spasial Model Penyebaran Penyakit *Dengue* di Kota Bandung dengan Model Besag, York, dan Mollie (BYM)” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi, penulis menerima banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dari hati yang terdalam kepada:

- Bapak, Ibu, Eyang, Mas Aziz, dan Hakim yang selalu memberikan doa dan kasih sayang kepada penulis.
- Ibu Farah Kristiani, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran selama penulisan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat bertahan dan menyelesaikan skripsi ini.
- Bapak Robyn Irawan, M.Sc selaku dosen pembimbing yang juga telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran selama penulisan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat bertahan dan menyelesaikan skripsi ini.
- Bapak Benny Yong, Ph.D selaku dosen penguji I dalam sidang skripsi penulis. Terima kasih atas ilmu, panduan, dan saran yang telah diberikan, sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
- Ibu Dr. Erwinna Chendra selaku dosen penguji II dalam sidang skripsi penulis. Terima kasih atas ilmu, panduan, dan saran yang telah diberikan, sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku dosen koordinator skripsi. Terima kasih atas ilmu, informasi, dan waktu yang telah diberikan selama pengerjaan skripsi penulis.
- Ibu Maria Anastasia, M.Si., M.Act.Sc selaku dosen wali. Terima kasih atas ilmu, panduan, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
- Dosen dan staf Tata Usaha FTIS yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan sehingga penulis dapat melakukan perkuliahan dengan baik.
- Andrea, Andry, Angela, Claudi, dan Yesuit selaku teman terdekat penulis yang selalu ada selama kehidupan perkuliahan penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menjalani kehidupan perkuliahan yang sangat berkesan dan bermakna bagi hidup penulis.
- Jesa dan Jesu selaku teman terdekat penulis yang juga selalu ada selama kehidupan perkuliahan penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menjalani kehidupan perkuliahan yang sangat berkesan dan bermakna bagi hidup penulis.
- Filbert, Fiona, Gabi, dan Swar selaku teman terdekat penulis yang selama satu tahun terakhir selalu menemani penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat mengenal Kota Bandung dan tidak hanya diam di kamar saja.
- Lala dan Valen selaku teman terdekat penulis yang selama satu tahun terakhir menjadi

tetangga kamar penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis tidak merasa kesepian dan menikmati akhir tahun perkuliahan yang berkesan bersama.

- Claresta, Joice, Nadya, Ricky, Tania, dan Tiara selaku teman terdekat penulis yang selalu membantu penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menjalankan kegiatan perkuliahan dengan berkesan.
- Ko Jovan dan Ko Satrio selaku kakak tingkat yang telah penulis anggap sebagai koko penulis. Terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis merasa aman, tenang, dan tidak lupa untuk tertawa berkat koko semua.
- Fira, Gaby, Rifa, Safiq, dan Vero selaku teman terdekat penulis yang terpisah jauh dengan kesibukan masing-masing. Terima kasih atas semua yang telah diberikan, sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan baik.
- Keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas semua yang telah diberikan, sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
- Jang Gyuri, Kim Minji, dan Kang Hyewon selaku *idol K-pop* yang telah memberikan hiburan bagi penulis selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
- Teman-teman Matematika angkatan 2019 terima kasih atas kebersamaan, waktu, dan pengalaman yang telah diberikan.
- Kakak-kakak dan teman-teman Matematika angkatan 2016, 2017, 2018, 2020, 2021, dan 2022 terima kasih atas bantuan dan pengalaman yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada skripsi ini. Maka dari itu, penulis menerima saran dan kritik yang dapat membangun skripsi ini menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca

Bandung, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Penyakit <i>Dengue</i>	5
2.1.1 Gejala dan Siklus Penyebaran Penyakit <i>Dengue</i>	5
2.1.2 Penyebaran Penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung	6
2.2 Pendekatan Statistik	7
2.2.1 Pendekatan Frekuentis	7
2.2.2 Pendekatan Bayesian	7
2.3 Teorema Bayes	8
2.4 Model Inferensi Bayesian	8
2.5 <i>Markov Chain Monte Carlo</i> (MCMC)	9
2.6 <i>Deviance Information Criterion</i> (DIC)	10
2.7 Jenis Distribusi yang Digunakan	10
2.7.1 Distribusi Poisson	10
2.7.2 Distribusi Normal	12
2.7.3 Distribusi Log-Normal	12
2.7.4 Distribusi Gamma	13
3 MODEL ESTIMASI RISIKO RELATIF	19
3.1 Risiko Relatif	19
3.2 Model <i>Standardized Morbidity Ratio</i> (SMR)	19
3.3 Analisis Spasial	20
3.4 Model <i>Besag, York, and Mollie</i> (BYM)	21
4 HASIL ESTIMASI DAN ANALISISNYA	25
4.1 Analisis Data Eksploratif	25
4.2 Simulasi Hasil	27
4.2.1 Hasil Perhitungan Estimasi Risiko Relatif dengan Model SMR	28
4.2.2 Hasil Perhitungan Estimasi Risiko Relatif dengan Model BYM	30

4.3 Analisis Efek Spasial Model BYM	34
5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR REFERENSI	45

DAFTAR GAMBAR

2.1	Siklus penyebaran penyakit <i>Dengue</i>	6
2.2	Jumlah penderita penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung tahun 2014 sampai 2021 . . .	7
2.3	Kurva fungsi kepadatan peluang distribusi normal baku ($X \sim N(0,1)$)	12
2.4	Kurva fungsi kepadatan peluang distribusi normal ($X \sim N(0,1)$) untuk $P(X < 0)$	13
3.1	Diagram alir model BYM	23
4.1	Grafik deret waktu penderita penyakit <i>Dengue</i> pada tahun 2020	26
4.2	Hasil simulasi indeks moran	27
4.3	Grafik deret waktu hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung tahun 2020 dengan model SMR	29
4.4	Grafik deret waktu hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung tahun 2020 dengan model BYM menggunakan parameter dasar	33
4.5	Peta hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM menggunakan parameter sama yaitu $(0,25; 0,005)$	37
4.6	Peta hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model SMR	40
4.7	Peta hasil estimasi risiko relatif dengan model 1	41
4.8	Peta hasil estimasi risiko relatif dengan model 2	41
4.9	Peta hasil estimasi risiko relatif dengan model 3	41
4.10	Peta hasil estimasi risiko relatif dengan model 4	41

DAFTAR TABEL

4.1	Jumlah penduduk dan jumlah penderita penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung setiap tahun 2019 sampai 2021	25
4.2	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung setiap tahun 2019 sampai 2021 dengan model SMR	28
4.3	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model SMR	30
4.4	Data ketetangaan kecamatan di Kota Bandung	30
4.5	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung setiap tahun 2019 sampai 2021 dengan model BYM menggunakan parameter dasar	32
4.6	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM menggunakan parameter dasar	33
4.7	Nilai DIC jika nilai parameter τ_u berubah dan τ_v tetap (0,5; 0,0005)	34
4.8	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM parameter $\tau_u(0,25; 0,005)$ dan $\tau_v(0,5; 0,0005)$	35
4.9	Nilai DIC jika nilai parameter τ_v berubah dan τ_u tetap (0,5; 0,0005)	35
4.10	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM parameter $\tau_v(0,25; 0,005)$ dan $\tau_u(0,5; 0,0005)$	35
4.11	Hasil estimasi risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM menggunakan kedua parameter sama yaitu (0,25; 0,005)	36
4.12	Perbandingan jumlah penderita penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan tahun 2021	38
4.13	Empat jenis model BYM dengan nilai <i>hyperparameter</i> yang berbeda	39
4.14	Kategori tingkat risiko relatif penyakit <i>Dengue</i> di Kota Bandung bulan Mei tahun 2020 dengan model BYM menggunakan empat nilai <i>hyperparameter</i> yang berbeda	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit *Dengue* merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* dan memiliki penyebaran yang cepat. Virus *Dengue* menyebar melalui nyamuk *Aedes aegypti* betina, yang juga merupakan penyebab dari penyakit chikungunya, virus Zika, dan demam kuning. Menurut [1], virus ini termasuk dalam genus *Flavivirus* yang berasal dari famili *Flaviviridae*, dengan empat serotipe virus yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. DEN-3 merupakan serotipe virus yang sering dikaitkan dengan penyakit parah dan banyak dijumpai di Indonesia. Klasifikasi derajat penyakit *Dengue* dibagi menjadi tiga yaitu Demam *Dengue* atau *Dengue Fever* (DF), Demam Berdarah *Dengue* atau *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF), dan Sindrom Syok *Dengue* atau *Dengue Shock Syndrome* (DSS) [2].

Berdasarkan [3], penyebaran penyakit *Dengue* dapat dikatakan sangat cepat, karena pada tahun 1970 hanya ada sembilan negara yang mengalami wabah *Dengue* parah, namun saat ini wabah *Dengue* telah tersebar ke lebih dari 100 negara. Negara yang berada di wilayah Asia Tenggara merupakan wilayah yang terdampak paling parah dibandingkan wilayah lainnya. Jumlah kasus yang tinggi pada wilayah Asia Tenggara pada tahun 2019 dimiliki oleh Malaysia dengan 131.000 kasus, Vietnam dengan 320.000 kasus, dan Filipina dengan 420.000 kasus, sedangkan pada tahun 2020 hingga 2021 dilaporkan terjadi peningkatan jumlah kasus di wilayah Indonesia, Singapura, dan Thailand. Hal tersebut dapat dikarenakan nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak dengan baik di daerah tropis dan sub-tropis, karena nyamuk tersebut tahan dalam suhu panas dan kelembaban tinggi.

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi di Indonesia yang memiliki jumlah penduduk terbanyak dengan 49,9 juta jiwa pada tahun 2020¹. Perpindahan penduduk dalam Provinsi Jawa Barat yang padat tentunya berpengaruh dalam penyebaran virus *Dengue*. Berdasarkan [4], Kota Bandung merupakan penyumbang jumlah kasus penyakit *Dengue* tertinggi kedua di Jawa Barat setelah Kota Sukabumi. Topografis Kota Bandung menunjukkan bahwa suhu rata-rata di Kota Bandung mencapai $23,5^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata curah hujan mencapai 200,4 mm. Ketinggian Kota Bandung berada pada ketinggian 768 meter di atas permukaan laut dengan titik tertinggi berada pada 1.050 meter di atas permukaan laut dan titik terendah berada pada 675 meter di atas permukaan laut². Hal-hal tersebut mendukung nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak dengan baik di Kota Bandung, karena nyamuk tersebut berkembang biak di ketinggian kurang dari 1.000 meter di atas permukaan laut dan pada suhu di antara 20°C sampai 28°C . Selain kedua hal tersebut, padatnya penduduk di Kota Bandung juga menjadi salah satu faktor penyebaran penyakit *Dengue* menyebar dengan cepat [4].

Salah satu indikator untuk menentukan seberapa besar risiko yang dimiliki suatu daerah terhadap suatu kejadian adalah risiko relatif. Risiko relatif merupakan perbandingan peluang suatu kejadian dapat terjadi di suatu kelompok dengan peluang suatu kejadian tidak terjadi di kelompok yang sama [5]. Contohnya adalah untuk memperoleh risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di Kota Bandung, dapat dihitung perbandingan jumlah penderita penyakit *Dengue* di suatu kecamatan

¹<https://jabar.bps.go.id/indicator/12/133/1/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota.html>

²<https://jabarprov.go.id/index.php/pages/id/1060>

dengan perbandingan jumlah penduduk di kecamatan yang sama.

Sebagai upaya untuk menurunkan tingkat penyebaran dan jumlah penderita penyakit *Dengue* di Kota Bandung, diperlukan perhatian lebih untuk kecamatan dengan risiko penyebaran yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko relatif untuk menentukan kecamatan yang memiliki tingkat risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* yang tinggi. Setelah diketahui kecamatan dengan risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* yang tinggi, diharapkan pemerintah atau masyarakat dapat melakukan pemberantasan dan pencegahan untuk mengurangi risiko penyebaran penyakit tersebut.

Sebelumnya telah ada penelitian yang telah mengestimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di Kota Bandung dan beberapa daerah lainnya dengan menggunakan berbagai model ([6], [7], [8], [9], [10], dan [11]). Terdapat dua pendekatan statistik yang digunakan, yaitu pendekatan frekuentis dan pendekatan Bayesian. Pendekatan frekuentis menggunakan parameter yang konstan, sedangkan pendekatan Bayesian menggunakan parameter yang berupa peubah acak. Parameter dari peubah acak pada pendekatan Bayesian memiliki parameter juga, yang parameternya disebut *hyperparameter*. Pada skripsi ini, akan difokuskan pada analisis efek *hyperparameter* terhadap model inferensi Bayesian.

Model yang menggunakan pendekatan Bayesian antara lain yaitu model Poisson-gamma, Log-normal, dan *Besag, York, and Mollie* (BYM). Pada salah satu penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan frekuentis yaitu model *Standardized Morbidity Ratio* (SMR) dan pendekatan Bayesian yaitu BYM tentang penyakit *Dengue* telah dilakukan dengan mengestimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* pada tahun 2017 sampai 2018 di Kota Bandung [12]. Pada penelitian tersebut, analisis sensitivitas hanya dilakukan pada satu *hyperparameter* saja pada model BYM, di mana *hyperparameter* merupakan parameter yang menjadi pembeda dengan parameter distribusi utama. Padahal model BYM ini memuat juga *hyperparameter* lain yang memengaruhi keakuratan estimasi risiko relatif penyebaran suatu penyakit di area-area tertentu yang saling bertetangga. Selain itu, *hyperparameter* memiliki hubungan dengan informasi karakteristik dari suatu model penyebaran penyakit.

Oleh karena itu, pada skripsi ini akan dilakukan perhitungan dan analisis yang lebih mendalam terhadap *hyperparameter* yang lain tersebut. Namun, hasilnya akan tetap dibandingkan dengan model SMR yang merupakan model estimasi yang paling sederhana. Akan digunakan dan dianalisis kedua *hyperparameter* pada model BYM untuk menentukan model yang paling akurat untuk mengestimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di Kota Bandung. Pada skripsi ini akan ditentukan kecamatan-kecamatan di Kota Bandung yang memiliki risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di Kota Bandung yang termasuk kategori tinggi dan sangat tinggi. Data yang digunakan pada skripsi ini adalah data terbaru tahun 2019 sampai 2021 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam skripsi ini, antara lain:

1. Bagaimana hasil estimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* dengan model dasar SMR dan BYM pada data terbaru?
2. Apa saja nilai *hyperparameter* yang diperoleh dan pengaruhnya terhadap model BYM?

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan dalam skripsi ini, antara lain:

1. Menghitung dan mengevaluasi hasil estimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* dengan model dasar SMR dan BYM pada data terbaru.
2. Menganalisis interpretasi nilai *hyperparameter* yang terdapat pada model BYM.
3. Menganalisis pengaruh nilai *hyperparameter* terhadap karakteristik model BYM.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini, antara lain:

1. Karakteristik pasien penyakit *Dengue* yang diasumsikan homogen berdasarkan usia, jenis kelamin, dan karakteristik lainnya kecuali kecamatan tempat tinggal.
2. Data yang digunakan adalah banyaknya pasien terdiagnosa *Dengue Fever* (DF), *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF), dan *Dengue Shock Syndrome* (DSS) di Kota Bandung dari Dinas Kesehatan tahun 2019 sampai 2021.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini terdiri dari 5 bab, antara lain:

Bab 1 : Pendahuluan

Dalam bab ini dipaparkan penjelasan tentang hal-hal yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini. Bab ini memiliki lima subbab yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Landasan Teori

Dalam bab ini akan dipaparkan penjelasan tentang teori-teori yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini. Bab ini memiliki tujuh teori yang dijelaskan yaitu penyakit *Dengue*, pendekatan statistik, teorema Bayes, model inferensi Bayesian, *markov chain monte carlo*, *deviance information criterion*, dan jenis distribusi yang digunakan.

Bab 3 : Model Estimasi Risiko Relatif

Dalam bab ini akan dipaparkan penjelasan tentang model untuk memperoleh estimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue*.

Bab 4 : Hasil Estimasi dan Analisisnya

Dalam bab ini akan dipaparkan penjelasan tentang perhitungan dan hasil analisis dari estimasi nilai risiko relatif dengan model yang telah ditentukan untuk penyebaran penyakit *Dengue*.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini akan dipaparkan penjelasan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan analisis pada bab sebelumnya dan juga saran yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya.