

Model Penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan *Poisson Inverse Gaussian Regression* (PIGR)

Munawwarah

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Adnan Sauddin

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, adnan.sauddin@uin-alauddin.ac.id

Khalilah Nurfadilah*

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, khalilah@uin-alauddin.ac.id

Asfar

Program Studi Statistika, Universitas Tadulako, asfar@untad.ac.id

**Corresponding Author*

ABSTRAK. Artikel ini membahas tentang model penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Covid-19 merupakan penyakit menular yang berpotensi menimbulkan kedaruratan kesehatan masyarakat, hal ini disebabkan karena penyakit tersebut dapat menular melalui *droplet* yang keluar dari batuk, bersin, hingga napas orang yang terinfeksi Covid-19. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan model penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Model rata-rata penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) $\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,02x_2)$

Kata Kunci: COVID-19, Overdispersi, PIGR

1. PENDAHULUAN

Corona Virus Disease-19 (Covid-19) merupakan wabah yang menyebar di awal tahun 2020 (Handayani et al., 2020). Penyakit ini merupakan keluarga penyakit infeksi pernafasan seperti MERS dan SAR [9]. Seperti pada penyakit infeksi pernafasan lainnya, penyebaran Covid-19 melalui tetesan kecil (*droplet*) dari hidung atau mulut pada saat batuk atau bersin. Dilansir dari sebuah halaman berita, bahwa virus Covid-19 akan meningkat penularannya pada kondisi kontak dekat dan tempat ramai. Sehingga, moilitas masyarakat perlu dijaga ketat.

Berdasarkan dari sifat penularan virus ini, maka daerah dengan kepadatan penduduk tinggi memiliki peluang penyebaran lebih besar dibandingkan dengan daerah dengan kepadatan penduduk rendah. Kepadatan penduduk di suatu wilayah memungkinkan terjadi interaksi yang tinggi antar anggota masyarakat. Semakin tinggi interaksi yang terjadi peluang untuk terinfeksi

Covid-19 juga semakin besar yang akan berakibat pada penyebaran Covid-19 semakin meluas. Sauddin et al., (2020) membuat estimasi kejadian Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan secara *real time*. Dari hasil estimasi terlihat kejadian harian yang fluktuatif, namun dari akhir periode dari data yang digunakan nampak kejadian cenderung naik. Menurut data pantauan Satuan Tugas Covid-19, ada sebanyak 52.480 total kasus konfirmasi aktif di Provinsi Sulawesi Selatan. Di Kota Makassar memiliki kasus konfirmasi aktif sebanyak 25.948 kasus yang merupakan jumlah kasus tertinggi di Provinsi Sulawesi Selatan dan kasus konfirmasi aktif terendah adalah di Kabupaten Toraja Utara dengan jumlah kasus konfirmasi aktif sebanyak 380 kasus [7].

Mengingat besarnya risiko yang ditimbulkan akibat penyebaran virus ini, maka perlu untuk mengetahui serta mengantisipasi penyebaran dari virus tersebut. Faktor-faktor penyebab penyebaran virus serta jumlah individu yang terinfeksi dapat dimodelkan secara matematis. Dalam statistika, data yang dinyatakan dalam jumlahan-misalnya mumlah penderita covid-19, disebut sebagai data *count*. Pendekatan distribusi dari data count seringnya menggunakan distribusi Poisson. Model dengan respon distribusi bukan normal tidak dapat dimodelkan dengan model linear biasa, sehingga diperkenalkan *Generalized Linear Model* (GLM) untuk pemodelan data dengan respon bukan normal [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada umumnya model yang digunakan untuk data *count* adalah model regresi Poisson. Model ini mensyaratkan *equidispersi*, yaitu kesamaan antara nilai ragam dan rata-rata. Asumsi ini seringkali terlanggar jika terdapat perbedaan nilai ekstrim dari amatan. Terlihat bahwa data persebaran Covid-19 pada daerah dengan kepadatan penduduk tinggi jauh berbeda dengan daerah dengan kepadatan penduduk rendah. Hal ini memungkinkan adanya penyimpangan pada data yang disebabkan karena adanya perbedaan jumlah kasus yang tinggi antar kabupaten yang akan mengakibatkan keberagaman suatu data lebih besar dari rata-ratanya. Perbedaan keadaan setiap wilayah terkait dengan kepadatan, aktivitas, kesadaran masyarakat tentang kesehatan cenderung mempengaruhi kejadian penyebaran suatu penyakit pada tiap-tiap wilayah. Perbedaan yang besar atau peluang tidak adanya peristiwa, dalam statistik akan menghasilkan keadaan data yang dikenal dengan penyimpangan data dengan istilah lain yaitu *overdispersi*.

Overdispersi merupakan keadaan dimana keragaman suatu data lebih besar dari rata-ratanya. Model overdispersi pada data pernah dilakukan oleh [3]. Dalam penelitian tersebut digunakan model *Zero Inflated Poisson Regression* (ZIP), *Generalized Poisson Regression* (GP) dan *Zero-Inflated Generalized Poisson Regression* (ZIGP) untuk data jumlah kematian anak pada tahun 2017. Data dengan overdispersi jika dianalisis dengan model yang tidak sesuai maka akan menghasilkan kesimpulan yang keliru. Model dengan overdispersi menghasilkan estimasi yang tidak bias, tetapi standard error-nya *underestimated*. Oleh karena itu, interval kepercayaan menjadi sempit dan uji statistik cenderung menolak hipotesis nol [6]. Penanganan penyimpangan ini dapat dilakukan dengan model lain yang lebih sesuai untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan keputusan diakhir penelitian. Dalam statistik, data yang mengalami penyimpangan dalam hal ini *overdispersi* dapat dimodelkan dengan model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG).

Regresi *Poisson Inverse Gaussian* merupakan gabungan antara distribusi Poisson dengan beberapa distribusi baik diskrit maupun

kontinu (*mixed Poisson distribution*) yang digunakan untuk data *count* dengan kasus *overdispersi*. Beberapa penelitian tentang model PIG telah dilakukan. Zha et al. memodelkan data jumlah kecelakaan motor di Texas dan Washington [10]. Penelitian ini membandingkan antara model PIG dan Model Regresi Binomial Negatif. Hasilnya diperoleh bahwa model PIG lebih baik dibandingkan model regresi Binomial Negatif. Selanjutnya Herindrawati et al.[2], memodelkan jumlah kasus penderita HIV di provinsi Jawa Timur dengan model PIG. Diperoleh hasil bahwa persentase PUS yang menggunakan kondom, rasio fasilitas kesehatan, persentase daerah perkotaan, dan persentase penduduk usia 25-34 tahun memberikan hasil yang signifikan terhadap model. Shoukri et al. [8] juga menggunakan model PIG untuk memodelkan data jumlah kecelakaan motor di Ontario.

3. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusta Statistika (BPS) dan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, dengan deskripsi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Skala	Sumber
Y: Jumlah kasus positif Covid-19	Count	Dinas Kesehatan
X ₁ : Rasio kepadatan penduduk	Kontinu	BPS
X ₂ : Jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal dari daerah perkotaan	Count	Dinas Kesehatan

Berikut ini definisi operasional dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian.

a. Jumlah kasus Positif Covid-19 (Y)

Jumlah kasus Positif Covid-19 adalah seseorang yang dinyatakan positif covid-19 yang dalam kondisi konfirmasi aktif dan sedang menjalani masa isolasi atau perawatan per tanggal 31 Desember 2020 di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap kabupaten/kota yang dinyatakan dalam satuan jiwa.

b. Rasio kepadatan penduduk (X₁)

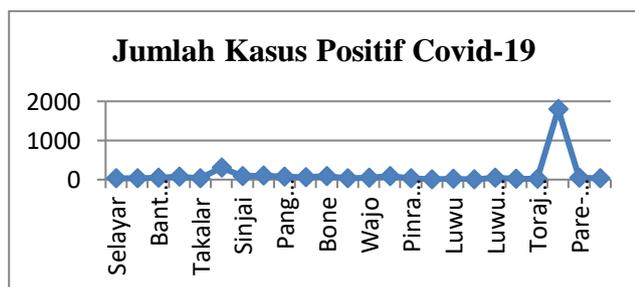
Rasio Kepadatan penduduk adalah rasio banyaknya penduduk per km² di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap kabupaten/ kota yang dinyatakan dalam satuan penduduk jiwa/ km²

c. Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Perkotaan (X_2)

Jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus perkotaan adalah seseorang yang dinyatakan positif Covid-19 yang dalam kondisi konfirmasi aktif dan sedang menjalani masa isolasi atau perawatan yang berasal dari daerah yang berstatus Perkotaan di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 120 Tahun 2020 tentang klasifikasi daerah perkotaan dan perdesaaan di Indonesia Tahun 2020.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

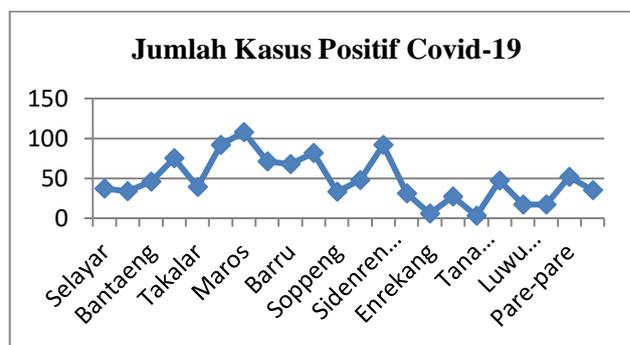
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 di setiap Kabupaten/kota (Y), Rasio Kepadatan penduduk (X_1) dan Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan (X_2). Setelah melakukan analisis pada data penelitian, terdapat data pencilan atau *outliers*. Berikut merupakan Gambar 1 yang menyajikan jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap Kabupaten kota per tanggal 31 Desember 2020.



Gambar 4.1 Jumlah Kasus Positif Covid-19 di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020.

Gambar diatas menunjukkan bahwa Kota Makassar memiliki kasus terbanyak dari Kabupaten/kota lainnya yaitu sebanyak 1797 kasus. Jika dibandingkan dengan kabupaten/kota lain maka akan terlihat perbedaan jumlah kasus

yang sangat besar. Hal ini menunjukkan bahwa data penelitian mengandung data pencilan atau *outlier*, yang akan menyebabkan data menjadi bias yang berpengaruh pada pengambilan kesimpulan di akhir penelitian. Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahan pada penelitian ini maka jumlah kasus Positif Covid-19 di Kota Makassar dan Kota/Kabupaten lain yang memiliki perbedaan jumlah kasus Positif Covid-19 yang cukup besar jika dibandingkan dengan Kota/Kabupaten lainnya dihilangkan. Berikut merupakan Gambar 2 yang menunjukkan jumlah kasus Positif di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah data jumlah kasus Positif Covid-19 di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dihilangkan.

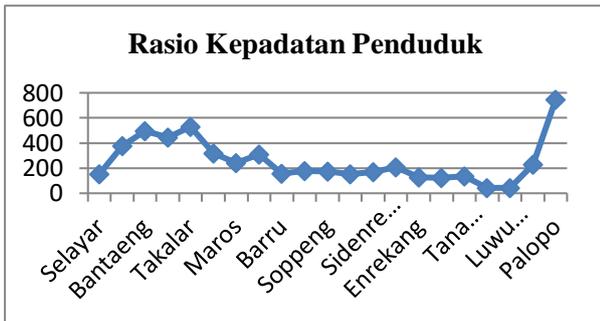


Gambar 4.2 Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dihilangkan.

Jumlah kasus Positif Covid-19 yang berbeda-beda di setiap daerah cenderung dipengaruhi oleh rasio kepadatan penduduk di suatu daerah. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mubarak & Rusyjana [4] yang melakukan pemetaan zona risiko penularan Covid-19 di Sulawesi Selatan menggunakan Plot Dendogram Hierarchical Clustering, dengan menggunakan peta tematis total kasus dan *dendrogram* kluster berjenjang, Mereka menemukan bahwa ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan yakni Kota Makassar ada di kluster 4 dengan karakteristik: kasus positif Covid-19 terbanyak dan tingkat kepadatan penduduk terpadat.

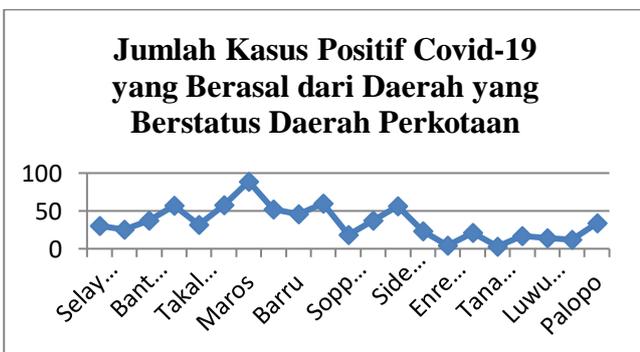
Gambar 4.3 menyajikan rasio kepadatan penduduk di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan setelah data *outliers* di hilangkan. Sebelum data pencilan atau data

outliers dihilangkan menunjukkan bahwa rasio kepadatan penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tertinggi yaitu di Kota Makassar, dimana daerah tersebut merupakan ibu Kota Provinsi yang merupakan daerah yang memiliki persentase daerah perkotaan yang paling tinggi di Provinsi Sulawesi Selatan menurut Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 120 Tahun 2020 tentang klasifikasi daerah perkotaan dan perdesaaan di Indonesia Tahun 2020.



Gambar 4.3 Rasio Kepadatan Penduduk di 21 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020

Daerah perkotaan cenderung memiliki aktivitas yang tinggi, berdasarkan fakta yang ada aktivitas yang tinggi dapat menimbulkan interaksi yang terjadi juga akan semakin tinggi. Hal ini dapat menyebabkan penyakit menular seperti Covid-19 dapat dengan mudah menyebar. Berikut merupakan Gambar 4.4 yang menunjukkan jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan per tanggal 31 Desember 2020 di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 4.4 Jumlah kasus Positif Covid-19 di 21 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan

Setelah semua data outlier dihilangkan, selanjutnya dilakukan analisis pada data penelitian. Berikut merupakan tabel statistika deskriptif yang menampilkan karakteristik dari masing-masing variabel setelah data outlier yang telah dihilangkan. Dari Tabel 1 dapat dilihat karakteristik dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian mulai dari nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*) dan variansi tiap variabel. Nilai variansi dari jumlah kasus Positif Covid-19 per tanggal 31 Desember 2020 menunjukkan bahwa nilai variansi lebih besar dari nilai rataannya.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif

Variabel	Min	Maks	Rata-rata	Variansi
Y	3,0	108,0	48	876,2
X ₁	43,0	746,0	254,8	31343,3
X ₂	3,0	89,0	34,52	472,5

Regresi Poisson

Setelah dilakukan analisis, diperoleh model regresi Poisson sebagai berikut:

$$\ln(\hat{\mu}_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

$$(\hat{\mu}_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$$

$$(\hat{\mu}_i) = \exp(6,84854 - 0,02147X_1 + 1,35043X_2)$$

Model diatas merupakan model regresi Poisson dimana dalam penggunaannya harus memenuhi beberapa asumsi. Salah satu asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi kesamaan antara variansi dan rata-rata dari variabel respon, maka dari itu perlu dilakukan uji untuk mengetahui ada atau tidaknya pelanggaran asumsi tersebut.

Uji Overdispersi

Dari hasil analisis deskriptif pada Tabel 4.1 diperoleh bahwa nilai variansi dari variabel respon lebih besar dari rataannya yang dapat disimpulkan bahwa data mengalami *overdispersi*. Selain itu, cara lain untuk mengetahui *overdispersi* tidaknya data dapat dilihat dari nilai τ . Apabila nilai τ lebih besar dari 1 maka dapat dikatakan bahwa data mengalami *overdispersi*. Dari analisis menggunakan komputer diperoleh nilai $\tau = 3,595034$. Maka dapat disimpulkan bahwa terjadi *overdispersi*, sehingga pemodelan regresi Poisson tidak dapat dilakukan.

Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)

Salah satu model alternatif yang dapat digunakan jika data mengalami *Overdispersi* adalah model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Dari analisis yang telah dilakukan dari dua variabel yaitu rasio kepadatan penduduk (X_1) dan jumlah kasus positif covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan (X_2) menghasilkan 2 model yang sudah konvergen sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$$

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_2 X_2)$$

Selanjutnya dilakukan penaksiran dan pengujian parameter pada model tersebut yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Estimasi Parameter Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

Variabel dari model	β_0	β_1	β_2	τ
X_1, X_2	2,699	- 5,166e- 05	2,939e- 02	-2,56
X_2	2,689	0,029	-	2,556

Pengujian Hipotesis

a. Uji Serentak

Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1,2$$

Statistik G adalah pendekatan dari distribusi *chi square* dengan derajat bebas v dengan kriteria pengujinya apabila $G_{hit} > \chi^2_{(\alpha,v)}$ maka tolak H_0 .

Tabel 4.3 Pengujian Parameter Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) Secara Serentak

Variabel dari model	Statistik G	V	$\chi^2_{(\alpha,v)}$	Keputusan
X_1, X_2	170,9648	18	28,8693	Tolak H_0
X_2	170,9766	19	30,1435	Tolak H_0

Dari Tabel 4.3 ditunjukkan bahwa nilai statistik uji G untuk model lebih besar dari nilai *chi square*, sehingga keputusan yang diperoleh yaitu tolak H_0 yang berarti bahwa paling sedikit atau minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol. Hal ini menunjukkan bahwa minimal

terdapat satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model.

b. Uji Parsial

Berdasarkan uji serentak yang telah dilakukan, diperoleh bahwa minimal ada satu variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap model. Untuk mengetahui variabel tersebut, maka dilakukan uji parsial. Berikut merupakan hipotesis yang digunakan dalam uji parsial.

$$H_0: \beta_l = 0$$

$$H_1: \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1,2.$$

Statistik uji yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter β adalah uji z.

Kriteria pengujianya adalah tolak H_0 apabila $|Z_{hit}|$ lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2} = 1,96$ atau $p\text{-value} < \alpha = 0,05$.

Model dengan parameter yang signifikan adalah model yang memenuhi daerah kritis atau memiliki $p\text{-value}$ kurang dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0,05$. Pada analisis yang telah dilakukan sebelumnya diperoleh 2 model yang konvergen. Pada model pertama terdiri dari 2 variabel yaitu X_1 dan X_2 , $p\text{-value}$ dari $X_1 = 0,901$ lebih besar nilai α maka keputusannya adalah gagal tolak H_0 yang berarti bahwa $\beta_l = 0$ yang menunjukkan bahwa variabel X_1 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model, sedangkan $p\text{-value}$ untuk variabel $X_2 = 1,58e-07$ lebih kecil dari nilai α , maka keputusannya adalah tolak H_0 artinya parameter $\beta_l \neq 0$ yang menunjukkan bahwa parameter β_l berpengaruh signifikan terhadap model. Untuk model yang kedua terdiri dari satu variabel yaitu variabel X_2 dengan $p\text{-value} = 8,49e-08$ maka keputusan tolak H_0 artinya parameter $\beta_l \neq 0$, yang berarti bahwa parameter β_l berpengaruh signifikan terhadap model. Setelah proses analisis diperoleh parameter yang signifikan terhadap semua kemungkinan model yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Pengujian Parameter Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) Secara Parsial

Variabel dari Model	Parameter Signifikan
X_1, X_2	β_2
X_2	β_2

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik yang digunakan adalah dengan menggunakan metode backward yang bertujuan untuk mendapatkan model Regresi Poisson Inverse Gaussian dengan variabel yang signifikan dengan melihat nilai AIC terkecil. Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai AIC terkecil untuk model regresi PIG yaitu 176,976 dengan variabel X_2 .

Tabel 4.5 Nilai AIC dari Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

Variabel dari Model	AIC
X_1, X_2	178,964
X_2	176,976

Berdasarkan model tersebut maka diperoleh estimasi parameter model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) yang di tampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) pada jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan

Parameter	Estimas	SE	Z_{hitung}	P-value
β_0	2,689	0,14	18,46	3,82e-13
β_2	0,029	0,00	8,579	8,94e-08
τ	-2,556	0,51	-5,01	9,09e-05

Dari tabel diatas ditunjukkan bahwa parameter β_2 memiliki nilai p-value yang lebih kecil dari α , dimana $\alpha = 0,05$ yang menunjukkan bahwa variabel tersebut signifikan maka diperoleh model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2 x_2)$$

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,029x_2)$$

Pembahasan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, data menunjukkan *overdispersi*, oleh karena itu pemodelan regresi PIG dapat dilakukan. Model regresi PIG yang diperoleh menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 variabel X_2 maka akan melipatgandakan rata-rata variabel respon Y sebesar $\exp(0,029)$ atau sama dengan 1,029 kali dari rata-rata variabel respon semula bila variabel

lain tetap. Dengan kata lain, penambahan 1 dari jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan maka akan sebanding dengan kenaikan rata-rata jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan sebanyak 1,029 kali dari rata-rata semula.

Hal tersebut disebabkan karena daerah perkotaan umumnya memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Semakin padat penduduk di suatu daerah maka interaksi antar masyarakat cenderung semakin tinggi, sehingga Covid-19 dapat dengan mudah menular di daerah tersebut. Hal ini menyebabkan kasus positif Covid-19 cenderung lebih banyak di daerah yang berstatus daerah perkotaan jika dibandingkan dengan daerah yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perdesaan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin padat penduduk disuatu daerah maka jumlah kasus Positif Covid-19 juga akan cenderung naik.

Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ilham Mubarak dan Aris Rusyiana yang melakukan penelitian pada Tahun 2020 yang bertujuan untuk melakukan pemetaan zona resiko penularan covid-19 di Sulawesi Selatan menggunakan Plot Dendrogram Hierarchical Clustering, dengan menggunakan peta tematis total kasus dan *dendrogram* kluster berjenjang, mereka membaginya kedalam 4 kluster yaitu kluster 1 (rendah), kluster 2 (sedang), kluster 3 (waspada) dan kluster 4 (berbahaya). Mereka menemukan bahwa ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan yakni Kota Makassar ada di kluster 4 dengan karakteristik: kasus positif covid-19 terbanyak dan tingkat kepadatan penduduk terpadat[4].

5. KESIMPULAN

Merujuk pada rumusan masalah dan hasil penelitian diperoleh model rata-rata penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) adalah sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2 x_2)$$

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,029x_2)$$

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, D., Hadi, D. R., Isbaniah, F., Burhan, E., & Agustin, H. (2020). Penyakit

- Virus Corona 2019. *Jurnal Resiprologi Indonesia*, VOL. 40, N, 119–129.
- [2] Herindrawati, A. Y., Latra, I. N., & Purhadi, P. (2017). Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(1). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i1.22976>
- [3] Kurnia, A., & Sadik, K. (2020). *Analysis Of Overdispersed Count Data By Poisson Model*. 07(10), 1400–1409.
- [4] Mubarok, M. I., & Rusyjana, A. (2020). Pemetaan Zona Resiko Penularan Covid-19 di Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Plot Dendrogram Hierarchical Clustering. *Seminar Nasional Official Statistics 2020: Pemodelan Statistika Tentang Covid-19, 2020*, 55.
- [5] Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. . (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, Vol. 135, 370–384.
- [6] Saefuddin, A., & Setiabudi, N. A. (2011). *The Effect of Overdispersion on Logistic Regression Analysis of Poverty in Indonesia*. 2(1), 1–4.
- [7] Sauddin, A., Nurma, T. A., & Nurfadilah, K. (2020). Estimasi Kejadian Covid-19 Secara Real Time menggunakan R Programming. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.24252/msa.v8i1.14569>
- [8] Shoukri, M. M., Asyali, M. H., VanDorp, R., & Kelton, D. (2021). The Poisson Inverse Gaussian Regression Model in the Analysis of Clustered Counts Data. *Journal of Data Science*, 2(1), 17–32. [https://doi.org/10.6339/jds.2004.02\(1\).135](https://doi.org/10.6339/jds.2004.02(1).135)
- [9] Yuliana, Y. (2020). Corona virus diseases (Covid-19): Sebuah tinjauan literatur. *Wellness And Healthy Magazine*, 2(1), 187–192. <https://doi.org/10.30604/well.95212020>
- [10] Zha, L., Lord, D., & Zou, Y. (2016). The Poisson inverse Gaussian (PIG) generalized linear regression model for analyzing motor vehicle crash data. *Journal of Transportation Safety and Security*, 8(1), 18–35. <https://doi.org/10.1080/19439962.2014.977502>