

## PENERAPAN MODEL REGRESI SURVIVAL WEIBULL PADA DATA PASIEN PENYAKIT GINJAL

### APPLICATION OF THE WEIBULL SURVIVAL REGRESSION MODEL ON DATA OF KIDNEY DISEASE PATIENTS

Fachrian Bimantoro Putra<sup>1§</sup>, Yossy Chandra<sup>2</sup>, Andrea Tri Rian Dani<sup>3</sup>, Sri Wigantono<sup>4</sup>,  
Ludia Ni'matuzzahroh<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Statistika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
[Email: [putrafachrian9@gmail.com](mailto:putrafachrian9@gmail.com)]

<sup>2</sup>Program Studi Statistika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
[Email: [yondra2022@gmail.com](mailto:yondra2022@gmail.com)]

<sup>3</sup>Program Studi Statistika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
[Email: [andreatriandani@fmipa.unmul.ac.id](mailto:andreatriandani@fmipa.unmul.ac.id)]

<sup>4</sup>Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia  
[Email: [sriwigantono@fmipa.unmul.ac.id](mailto:sriwigantono@fmipa.unmul.ac.id)]

<sup>5</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas YPPI Rembang, Indonesia  
[Email: [ludianimatuzzahroh@gmail.com](mailto:ludianimatuzzahroh@gmail.com)]

<sup>§</sup>Corresponding Author

Received 8<sup>th</sup> Feb 2024; Accepted 12<sup>th</sup> Jun 2024; Published 14<sup>th</sup> Jun 2024;

#### Abstrak

Regresi linier adalah suatu metode prediksi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon. Ketika variabel respon yang digunakan mengikuti distribusi Weibull, maka analisis regresi yang digunakan adalah analisis regresi Weibull. Pemodelan regresi Weibull pada penelitian ini diaplikasikan pada data waktu rawat inap pasien penyakit ginjal. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model regresi Weibull yang diaplikasikan pada data lama rawat inap pasien ginjal, serta untuk mengetahui apakah Variabel Umur, Jenis Kelamin, Riwayat Penyakit, dan Kelemahan (*Frail*) memiliki pengaruh terhadap lama waktu rawat inap pasien ginjal. Pengujian distribusi data waktu rawat inap menggunakan pendekatan Anderson-Darling diperoleh data waktu rawat inap pasien penyakit ginjal mengikuti distribusi Weibull. Hasil dari penelitian ini diperoleh faktor-faktor yang terbukti berpengaruh terhadap lama waktu rawat inap pasien ginjal, yaitu *Frail*, Jenis Kelamin, dan Riwayat Penyakit.

**Kata Kunci:** Lama Rawat Inap, Regresi Weibull, Penyakit Gagal Ginjal, Fungsi Survival

#### Abstract

Linear regression is a prediction method used to describe the relationship between predictor variables and response variables. When the response variable used follows the Weibull distribution, the regression analysis used is Weibull regression analysis. Weibull regression modelling in this study is applied to data on the hospitalization time of kidney disease patients. Based on this, this study aims to determine the Weibull regression model applied to the data on the length of hospitalization of kidney patients and to determine whether the Age, Gender, Medical History and Frailty Variables influence the length of hospitalization

*time of kidney patients. Based on the Anderson-Darling approach, the hospitalization time of kidney disease patients was distributed using the Weibull distribution. The results of this study obtained factors that are proven to affect the length of time of hospitalization of kidney patients, namely Frail, Gender, and History of Disease.*

**Keywords:** *Length of Hospitalization, Weibull Regression, Kidney Disease, Survival Function*

---

## 1. Pendahuluan

Ginjal memiliki fungsi vital yaitu untuk mengatur volume dan komposisi kimia darah dengan mengeksresikan zat sisa metabolisme tubuh dan air secara selektif. Apabila ginjal kehilangan kemampuan untuk mempertahankan volume dan komposisi cairan tubuh dalam keadaan asupan makanan normal, maka berakibat penyakit gagal ginjal [1]. Penyakit gagal ginjal ini apabila diabaikan akan dapat mengakibatkan kematian, karena tubuh dipenuhi oleh racun. Terdapat lima fase pada penyakit gagal ginjal, fase pertama ketika fungsi ginjal masih berada di atas 90%, fase kedua ketika fungsi ginjal berkisar 60% hingga 90%, fase ketiga berkisar 30% hingga 60%, fase keempat berkisar 15% hingga 30%, dan fase kelima fungsi ginjal sudah berada  $\leq 15\%$  (Situmorang, 2008, <http://cppddokter.com>). Gagal ginjal biasanya dibagi menjadi dua kategori yaitu kronik dan akut. Sehingga banyak pasien yang harus dirawat di rumah sakit [2].

Lama rawat inap adalah istilah yang umum digunakan untuk mengukur durasi satu episode rawat inap. Lama rawat inap dinilai dengan mengekstraksi durasi tinggal di rumah sakit yang diukur dalam jam atau hari. Lama hari rawat merupakan salah satu unsur atau aspek asuhan dan pelayanan di rumah sakit yang dapat dinilai atau diukur [3].

Beberapa faktor baik yang berhubungan

dengan keadaan klinis pasien, tindakan medis, pengelolaan pasien diruangan maupun masalah administrasi rumah sakit bisa mempengaruhi terjadinya penundaan pulang pasien. Ini akan mempengaruhi lama hari rawat. Lama hari rawat merupakan salah satu indikator mutu pelayanan medis yang diberikan oleh rumah sakit kepada pasien [4].

Metode Analisis Regresi Weibull digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi lama rawat inap pasien penyakit ginjal, yaitu umur, jenis kelamin, riwayat penyakit, dan kelemahan.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang menggunakan metode Regresi Weibull yang menjadi acuan dalam penelitian ini, di antaranya adalah penelitian Khairunnisa dkk (2023) yang berjudul "Model Regresi Weibull pada Data Waktu Rawat Inap Pasien COVID-19 di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda" didapatkan hasil analisis regresi Weibull yaitu faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peluang tidak sembuh dan laju kesembuhan pasien COVID-19 adalah riwayat komorbiditas. Peluang tidak sembuh (*survive*) pasien yang memiliki riwayat komorbiditas lebih besar dibandingkan peluang tidak sembuh (*survive*) bagi pasien yang tidak memiliki riwayat komorbiditas [5].

Berdasarkan uraian di atas, maka kami ingin

melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Survival Pada Pasien Penyakit Ginjal Menggunakan Regresi Weibull”. Yang bertujuan untuk mengetahui model regresi weibull pada data lama rawat inap pasien ginjal, serta untuk mengetahui apakah variabel umur, jenis kelamin, riwayat penyakit, dan kelemahan memiliki pengaruh terhadap lama waktu rawat inap pasien ginjal.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Analisis Data Uji Hidup

Analisis data uji hidup atau analisis kelangsungan hidup (*survival analysis*) bertujuan untuk menaksir probabilitas kelangsungan hidup, kekambuhan, kematian, dan peristiwa-peristiwa lainnya, sampai periode waktu tertentu. Terdapat beberapa tujuan dalam analisis data uji hidup, diantaranya [6] adalah.

1. mengestimasi/memperkirakan dan menginterpretasikan fungsi survival atau hazard dari data survival
2. membandingkan fungsi survival dan fungsi hazard pada 2 atau lebih kelompok
3. menilai hubungan variabel-variabel *explanatory* dengan survival waktu ketahanan.

### 2.2 Analisis Survival

Analisis survival merupakan metode yang berkaitan dengan waktu yang dimulai dari *start point* atau *time origin* (waktu awal) hingga terjadinya suatu kejadian khusus *failure event/end point* (waktu akhir) [7]. Analisis survival juga memerlukan data yang merupakan data survival (*survive*). Adapun 3 faktor yang digunakan untuk menentukan waktu survival [8], diantaranya:

1. *time origin/start point* (awal pencatatan)
2. *failure event* (kejadian khusus yang menjadi batas akhir pencatatan)
3. skala pengukuran (jam, hari, minggu, bulan, dll)

### 2.3 Data Tersensor

Data tersensor (*censored data*) merupakan waktu terjadinya *failure event* tidak diketahui, sehingga pencatatan waktu *survival* dengan menggunakan selisih waktu mulai dilakukannya pengamatan sampai waktu akhir penelitian. Beberapa kemungkinan penyebab terjadinya data tersensor [9] diantaranya adalah.

1. *Lost of follow up*, yaitu suatu obyek penelitian tidak mengikuti perawatan yang diberikan sampai masa penelitian berakhir seperti, meninggal atau menolak untuk berpartisipasi.
2. *Termination of the study*, yaitu masa penelitian berakhir sementara observasi masih belum mencapai *failure event*.
3. *Drop Out*, yaitu perawatan yang dihentikan karena alasan tertentu.

Adapun jenis penyensoran [10] sebagai berikut:

1. Sensor kanan  
Penyensoran yang terjadi karena (1) objek keluar dari penelitian sebelum event terjadi, (2) objek belum mengalami event hingga waktu penelitian berakhir, (3) objek meninggal dengan alasan yang tidak berhubungan dengan event.
2. Sensor kiri  
Penyensoran yang terjadi apabila event berlangsung lebih cepat atau tidak normal.
3. Sensor interval  
Sensor pada waktu survivalnya berada dalam suatu selang waktu tertentu

## 2.4 Tipe Penyensoran

Pengambilan data pada analisis survival menggunakan beberapa metode sehingga data yang dihasilkan pun beragam. Pada ilmu statistik lainnya yang membedakan analisis survival ini dari analisis lainnya adalah, adanya data penyensoran [11]. Adapun 3 tipe penyensoran, sebagai berikut:

### 1. Tersensor Tipe I

Terdapat 2 jenis dari tersensor tipe I yaitu tersensor kanan tipe I, dimana penelitian diakhiri apabila waktu pengamatan yang ditentukan tercapai, sedangkan tersensor kiri tipe I ketika pengamatan dilakukan setelah melampaui awal waktu yang ditentukan.

### 2. Tersensor Tipe II

Pada penyensoran tipe II dimana sample  $r$  merupakan penelitian terkecil dalam sampel acak berukuran  $n$  dengan  $1 \leq r \leq n$ , data dikatakan tersensor tipe II ketika semua individu yang masih hidup atau blum mengalami event setelah diperoleh  $r$  kegagalan.

### 3. Tersensor Tipe III

Data terensor ini yaitu ketika individu yang masuk kedalam penelitian pada waktu yang berlainan selama periode waktu tertentu

## 2.5 Fungsi Distribusi Waktu

Misal  $T$  adalah variabel waktu survival, maka fungsi distribusi kumulatif di notasikan oleh  $F(t)$  dan didefinisikan oleh [12]

$$\begin{aligned} F(t) &= P(T \leq t), 0 \leq t < \infty \\ &= \int_0^t f(x) dx \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana  $T$  bernilai riil *non negative* dan

$f(x)$  adalah fungsi kepadatan peluang (FKP), dimana persamaannya sebagai berikut [2]:

$$\begin{aligned} f(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[ \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \right] \\ &= \frac{d}{dt} F(t) \\ 1 &= F'(t) \end{aligned} \quad (2)$$

Fungsi survival merupakan fungsi yang menyatakan suatu individu memiliki peluang dalam hidup hingga atau lebih dari waktu  $t$  (*event*). Misal  $T$  adalah peubah acak, maka fungsi survival dapat didefinisikan sebagai  $S(t) = P(T > t)$ . Misalkan  $f$  fungsi kepadatan peluang (FKP), maka fungsi survival merupakan komplemen dari fungsi kumulatif ( $F$ ) dengan [12]

$$\begin{aligned} S(t) &= \int_t^{\infty} f(x) dx = P(T > t) \\ &= 1 - P(T \leq t) \\ &= 1 - F(t) \end{aligned} \quad (3)$$

Fungsi survival juga berkaitan dengan fungsi hazard, dimana fungsi hazard merupakan peluang seseorang mengalami resiko (kejadian) atau *event* pada waktu ke  $t$ , dengan syarat bahwa seseorang itu telah bertahan hingga waktu ke  $t$ . adapun fungsi hazard pada waktu ke  $t$  adalah sebagai berikut [13],

$$h(t) = \lim_{\delta t} \frac{P(t \leq T \leq t + \delta t | T \geq t)}{\delta t} \quad (4)$$

dari fungsi diatas, maka dapat ditulis hubungan fungsi survival dengan fungsi hazard adalah sebagai berikut [3].

$$S(t) = \exp(-H(t)) \quad (5)$$

## 2.6 Distribusi Weibull

Distribusi weibull merupakan salah satu distribusi terbaik dan pengaplikasiannya dalam

berbagai cabang ilmu [14].

Distribusi weibull versi skala-bentuk memiliki dua parameter, yaitu parameter skala dan parameter bentuk ( $\gamma$ ). Fungsi survival weibull versi skala-bentuk diberikan oleh [15].

$$S(t) = \exp[-\lambda t^\gamma] \tag{6}$$

FKP distribusi weibull versi skala bentuk berdasarkan persamaan [5].

$$f(t) = \frac{\gamma}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{\gamma-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\gamma\right), \lambda > 0, \gamma > 0, t \geq 0 \tag{7}$$

dan fungsi kumulatif dari distribusi weibull adalah [15].

$$F(t) = \int_0^t f(x) dx$$

$$F(t) = \frac{\gamma}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{\gamma-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\gamma\right) dt \tag{8}$$

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\gamma\right)$$

fungsi hazard berdasarkan persamaan (7) [15].

$$h(t) = \frac{F(t)}{S(t)} = \frac{\gamma}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{\gamma-1} \tag{9}$$

$$h(t) = \gamma \lambda^{-\gamma} t^{\gamma-1}$$

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Statistika Deskriptif

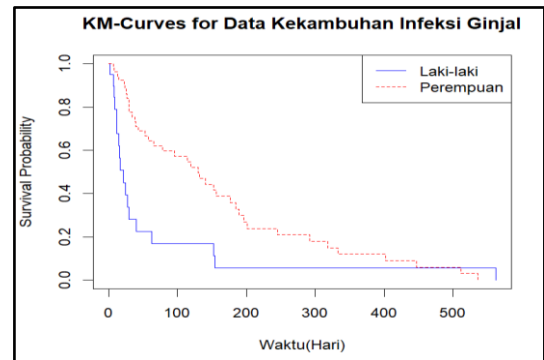
Deskripsi data penelitian bertipe numerik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Penelitian

Data	Rata-Rata	Min	Max
Waktu Rawat Inap (T)	101,6	1	562
Umur ( $X_1$ )	43,7	10	69
Frail ( $X_2$ )	1,184	0,2	3

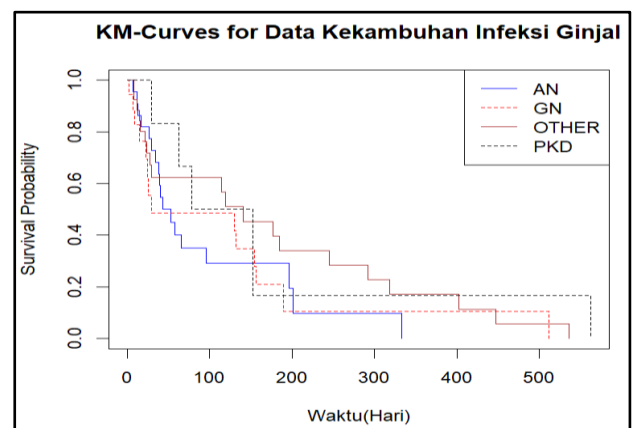
Berdasarkan Tabel 1, diketahui rata-rata lama

waktu rawat inap pasien adalah 102 hari. Waktu rawat inap terendah adalah 1 hari dan tertinggi adalah 562 hari. Nilai rata-rata umur pasien adalah 44 tahun. Umur terendah pasien adalah 10 tahun dan tertinggi adalah 69 tahun. Nilai rata-rata kelemahan adalah 1,184. Kelemahan terendah adalah 0,2 dan tertinggi adalah 3.



Gambar 1. Kurva Kaplan-Meier Variabel Jenis Kelamin

Berdasarkan Gambar 1, grafik fungsi survival menggunakan Kaplan-Meier, diketahui jika pasien berjenis kelamin perempuan memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan pasien berjenis kelamin laki-laki. Dapat disimpulkan jika peluang untuk bertahan hidup pada pasien berjenis kelamin perempuan lebih besar dibandingkan dibandingkan pasien berjenis laki-laki.



Gambar 2. Kurva Kaplan-Meier Variabel Penyakit

Berdasarkan Gambar 2, grafik fungsi *survival* menggunakan *Kaplan-Meier*, diketahui jika pasien memiliki penyakit AN, GN, PKD, dan *other* memberikan hasil yang sama (garris-garis berhimpitan). Dapat disimpulkan jika peluang untuk bertahan hidup pada pasien penyakit AN, GN, PKD, dan *other* tidak memiliki perbedaan peluang dalam terjadinya kekambuhan.

Untuk lebih akurat dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji *Log-Rank* dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: S_1(t) = S_2(t)$  (Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara peluang tahan hidup kumulatif antara *treatment* 1 dan *treatment* 2)

$H_1: S_1(t) \neq S_2(t)$  (Terdapat perbedaan yang signifikan antara peluang tahan hidup kumulatif antara *treatment* 1 dan *treatment* 2)

Hasil perhitungan menggunakan *software R Studio* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Log Rank*

Variabel	<i>P-value</i>	$\alpha$	Keputusan
Jenis Kelamin ( $X_3$ )	0,004	0,05	Menolak $H_0$
Penyakit ( $X_4$ )	0,4	0,05	Gagal Menolak $H_0$

Berdasarkan Tabel 2, untuk variabel jenis kelamin diketahui bahwa  $p - value = 0,004 < \alpha = 0,05$  yang berarti  $H_0$  ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan fungsi *survival* antara pasien perempuan dengan pasien laki-laki hal ini sesuai dengan *plot Kaplan Meier* pada Gambar 1. Sedangkan untuk variabel penyakit

diketahui bahwa  $p - value = 0,4 > \alpha = 0,05$  yang berarti  $H_0$  gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan fungsi *survival* antara pasien penderita GN, AN, PKD, *other* (lainnya) hal ini sesuai dengan *plot Kaplan Meier* pada Gambar 2.

### 3.2 Parameter Distribusi Weibull

Penaksiran parameter distribusi Weibull dilakukan pada data waktu rawat inap pasien penderita ginjal yang mengalami event (kematian). Metode penaksiran parameter adalah MLE yang diselesaikan dengan metode iteratif Newton-Raphson. Komputasi pada penaksiran parameter menggunakan *software R Studio*, dan hasil penaksiran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penaksiran Parameter Distribusi Weibull

Parameter	Taksiran
Skala ( $\lambda$ )	0,80579494
Bentuk ( $\gamma$ )	89,12814246

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh penaksir fungsi *survival*, yaitu

$$\hat{S}(t) = P(T > t) = \exp [0,80579494 \times t^{89,12814246}]$$

dan penaksir fungsi distribusi kumulatif teoritis adalah

$$\hat{F}(t) = P(T \leq t) = 1 - \exp [0,80579494 \times t^{89,12814246}]$$

### 3.3 Pengujian Distribusi Data Kekambuhan

Pengujian distribusi data waktu kekambuhan menggunakan pendekatan Anderson-Darling untuk mengetahui apakah data kekambuhan pasien penderita penyakit ginjal mengikuti distribusi Weibull. Hipotesis pengujian adalah

$H_0: F(t) = \hat{F}(t)$  (Data sampel berasal dari suatu populasi berdistribusi Weibull dengan fungsi distribusi  $\hat{F}(t)$ )

$H_1: F(t) \neq \hat{F}(t)$  (Data sampel berasal dari suatu populasi berdistribusi Weibull dengan fungsi distribusi bukan  $\hat{F}(t)$ )

dengan fungsi distribusi kumulatif. Hasil perhitungan menggunakan *software R Studio* dapat dilihat pada Tabel 4.

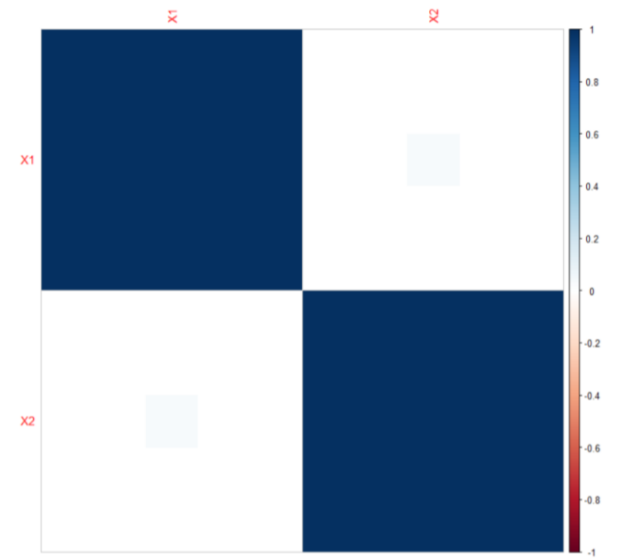
Tabel 4. Hasil Pengujian Distribusi Weibull

<i>P-value</i>	$\alpha$	Keputusan
0,3421	0,05	Gagal Menolak $H_0$

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa  $p - value = 0,3421 > \alpha = 0,05$  yang berarti  $H_0$  gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa data lama waktu untuk kambuh berdistribusi Weibull dengan parameter bentuk sebesar 0,80579494 dan parameter skala sebesar 89,12814246.

### 3.4 Pendeteksian Multikolinieritas

Penaksiran parameter regresi tidak dapat dilakukan jika tidak terdapat multikolinieritas antar variabel bebas. Salah satu metode pendeteksian multikolinieritas adalah menggunakan nilai VIF. Nilai  $VIF > 10$  mengindikasikan terjadi multikolinieritas antar variabel bebas.



Gambar 3. Heatmap Correlation

Berdasarkan Gambar 3 terlihat jika tidak ada korelasi yang kuat antara variabel Umur dan *Frail*.

Hasil perhitungan nilai VIF setiap variabel bebas menggunakan *software R Studio* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai VIF

Variabel	Nilai VIF
Umur ( $X_1$ )	1,062353
<i>Frail</i> ( $X_2$ )	1,106196

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa nilai VIF dibawah 10 yang menandakan tidak terdapat korelasi antara variabel predictor, hal ini sesuai dengan Gambar 3.

### 3.5 Pemodelan Regresi Survival Weibull

#### 3.5.1 Model Awal Regresi Survival Weibull

Model yang terbentuk dengan menggunakan variabel predictor Umur, *Frail*, Jenis Kelamin, dan Penyakit adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \exp(-y^\gamma \exp(\gamma(-\beta_0 - \beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 D_1 - \beta_4 D_2 - \beta_5 D_3 - \beta_6 D_4)))$$

dimana:

$y$  = Variabel Waktu

$\gamma$  = Parameter Bentuk Distribusi Weibull

$X_1$  = Variabel Umur

$X_2$  = Variabel *Frail*

$D_1$  = Variabel *Dummy* jenis kelamin (bernilai 1 jika perempuan, 0 jika laki-laki)

$D_2$  = Variabel *Dummy* penyakit GN (bernilai 1 jika GN, 0 jika tidak)

$D_3$  = Variabel *Dummy* penyakit AN (bernilai 1 jika AN, 0 jika tidak)

$D_4$  = Variabel *Dummy* penyakit PKD (bernilai 1 jika PKD, 0 jika tidak)

$\beta_0$  = *Intercept*

$\beta_1$  = *Slope* Variabel Umur

$\beta_2$  = *Slope* Variabel *Frail*

$\beta_3$  = *Slope* Variabel *Dummy* Jenis Kelamin

$\beta_4$  = *Slope* Variabel *Dummy* penyakit GN

$\beta_5$  = *Slope* Variabel *Dummy* penyakit AN

$\beta_6$  = Variabel *Dummy* penyakit PKD

### 3.5.2 Estimasi Parameter Model Regresi Survival Weibull

Estimasi parameter menggunakan Maximum Likelihood Estimation dengan bantuan Iterasi Newton-Raphson ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Penaksir Parameter Model Regresi Weibull

Parameter	Taksiran
$\gamma$	1,636661
$\beta_0$	4,96747
$\beta_1$	-0,00323
$\beta_2$	-1,05518
$\beta_3$	1,48237

Parameter	Taksiran
$\beta_4$	0,01159
$\beta_5$	-0,59542
$\beta_6$	1,22265

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh model regresi *survival* Weibull yaitu

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,636661} \exp(1,636661(-4,9674) - (-0,00323) X_1 - (-1,05518) X_2 - 1,48237 D_1 - 0,011159 D_2 - (-0,59542) D_3 - 1,22265 D_4)))$$

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,636661} \exp(-8,13006 + 0,0053 X_1 + 1,727 X_2 - 2,42614 D_1 - 0,01897 D_2 + 0,9745 D_3 - 2,00106 D_4))$$

### 3.6 Pemilihan Model Terbaik Regresi Weibull

Pemilihan model terbaik regresi Weibull dilakukan menggunakan nilai AIC terkecil. Model regresi Weibull terbaik dipilih berdasarkan 4 variabel bebas yang digunakan.

Tabel 7 Model Terbaik Regresi Weibull

Model	Nilai AIC
$Y \sim X_2 + X_3 + X_4$	622,1
$Y \sim X_1 + X_2 + X_3 + X_4$	623,9

Berdasarkan Tabel 7 diketahui nilai AIC terkecil adalah sebesar 622,1, yaitu model regresi Weibull yang memuat 3 variabel bebas yaitu, Jenis Kelamin, *Frail*, dan Penyakit.

### 3.7 Pemodelan Regresi Weibull Terbaik

Berdasarkan pemilihan model terbaik, model regresi Weibull pada penelitian ini melibatkan 3 variabel bebas yaitu *Frail* ( $X_2$ ), Jenis Kelamin ( $X_3$ ), dan Penyakit ( $X_4$ ).



Tabel 8. Estimasi Parameter Model Terbaik

Parameter	Taksiran
$\gamma$	1,631321
$\beta_0$	4,8789
$\beta_2$	-1,0564
$\beta_3$	1,4778
$\beta_4$	-0,0516
$\beta_5$	-0,6675
$\beta_6$	1,1446

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh model regresi *survival* Weibull yaitu

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,631321} \exp(1,631321(-4,8789 - (-1,0564)X_2 + 1,4778 D_1 - 0,0516 D_2 - 0,6675 D_3 - 1,1446 D_4)))$$

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,631321} \exp(-7,95905 + 1,7233 X_2 - 2,41077 D_1 + 0,08418 D_2 + 1,08891 D_3 - 1,86721 D_4))$$

dimana:

$y$  = Variabel Waktu

$X_2$  = Variabel *Frail*

$D_1$  = Variabel *Dummy* jenis kelamin (bernilai 1 jika perempuan, 0 jika laki-laki)

$D_2$  = Variabel *Dummy* penyakit GN (bernilai 1 jika GN, 0 jika tidak)

$D_3$  = Variabel *Dummy* penyakit AN (bernilai 1 jika AN, 0 jika tidak)

$D_4$  = Variabel *Dummy* penyakit PKD (bernilai 1 jika PKD, 0 jika tidak)

### 3.8 Pengujian Hipotesis Model Regresi Weibull Terbaik

Pengujian hipotesis Parameter Model Regresi Weibull terdiri dari pengujian hipotesis parameter

secara simultan dan pengujian hipotesis parameter secara parsial.

#### 3.8.1 Pengujian Hipotesis Parameter Secara Simultan

Pengujian hipotesis parameter secara simultan bertujuan untuk mengetahui apakah parameter-parameter yang ditaksir memberikan model regresi yang layak (*fit*). Pengujian secara simultan juga bertujuan untuk mengetahui apakah variabel yaitu *frail*, jenis kelamin, dan penyakit secara bersama-sama berpengaruh terhadap model regresi Weibull. Berikut hipotesis pengujian.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0 \text{ (Model Regresi } D_3 \text{ Weibull tidak layak (tidak } fit))$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1,2,3 \text{ (Model Regresi Weibull layak (} fit))$$

Statistik uji yang digunakan adalah uji  $G$ . Hasil pengujian secara simultan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Pengujian Secara Simultan

$p$ -value	Keputusan
$1,7 \times 10^{-14}$	$H_0$ ditolak

Berdasarkan Tabel 9, diketahui bahwa  $p$ -value =  $1,7 \times 10^{-14} < \alpha = 0,05$  yang berarti  $H_0$  ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa *Frail*, Jenis Kelamin, dan Penyakit berpengaruh secara simultan terhadap data waktu kekambuhan pasien.

#### 3.8.2 Pengujian Hipotesis Parameter Secara Parsial

Pengujian hipotesis parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah variabel bebas tertentu secara individual berpengaruh

terhadap model regresi Weibull. Hipotesis pengujiannya untuk  $k$  tertentu ( $k = 0,1,2,3,4$ ) adalah:

$H_0 : \beta_k = 0$  (Variabel  $X_k$  tidak berpengaruh terhadap model regresi Weibull)

$H_1 : \beta_k \neq 0; k = 0,1,2,3$  (Variabel  $X_k$  berpengaruh terhadap model regresi Weibull)

Statistik uji yang digunakan adalah Uji Wald dengan  $W \sim N(0,1)$ . Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Secara Parsial

Variabel (Koefisien)	<i>p-value</i>	Keputusan
<i>Frail</i> ( $X_2$ )	$< 2 \times 10^{-16}$	$H_0$ ditolak
Jenis Kelamin ( $X_3$ )	$4,4 \times 10^{-15}$	$H_0$ ditolak
Penyakit GN ( $X_4$ )	0,8167	$H_0$ gagal ditolak
Penyakit AN ( $X_4$ )	0,0009	$H_0$ ditolak
Penyakit PKD ( $X_4$ )	$8,5 \times 10^{-5}$	$H_0$ ditolak

Berdasarkan Tabel 10, diketahui bahwa *Frail* ( $X_2$ ), Jenis Kelamin ( $X_3$ ), Penyakit AN, dan Penyakit PKD berpengaruh terhadap data waktu kekambuhan. Sedangkan Penyakit AN tidak berpengaruh secara parsial terhadap model data waktu kekambuhan pasien.

### 3.9 Interpretasi Model Terbaik

Misal kita mengambil contoh pasien pertama yang berjenis kelamin laki-laki, memiliki penyakit GN, *frailty* sebesar 2,3 dan lama waktu untuk kambuhnya adalah hari, maka nilai regresi survivalnya adalah

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,631321} \exp(-7,95905 + 1,7233 X_2 - 2,41077 D_1 + 0,08418 D_2 + 1,08891 D_3 - 1,86721 D_4))$$

$$\hat{Y} = \exp(-8^{1,631321} \exp(-7,95905 + 1,7233 (2,3) - 2,41077 D_1 + 0,08418 (0) + 1,08891 (0) - 1,86721 (0)))$$

$$\hat{Y} = \exp(-8^{1,631321} \exp(-5,5481 + 1,7233 (1,9) - 2,41077 (0) + 0,08418 (1) + 1,08891 (0) - 1,86721 (0)))$$

$$\hat{Y} = \exp(-8^{1,631321} \exp(-3,99546))$$

$$\hat{Y} = 0,57866$$

Nilai 0,57866 disini menandakan bahwa peluang untuk tidak mengalami kekambuhan bagi pasien pertama adalah 0,57866

## 4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil analisis model regresi survival weibull pada data pasien penyakit ginjal diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model regresi *survival weibull* terbaik yang terbentuk adalah

$$\hat{Y} = \exp(-y^{1,631321} \exp(-7,95905 + 1,7233 X_2 - 2,41077 D_1 + 0,08418 D_2 + 1,08891 D_3 - 1,86721 D_4))$$

dimana:

$y$  = Variabel Waktu

$X_2$  = Variabel *Frail*

$D_1$  = Variabel *Dummy* jenis kelamin (bernilai 1 jika perempuan, 0 jika laki-laki)

$D_2$  = Variabel *Dummy* penyakit GN (bernilai 1 jika GN, 0 jika tidak)

$D_3$  = Variabel *Dummy* penyakit AN (bernilai 1 jika AN, 0 jika tidak)

$D_4$  = Variabel *Dummy* penyakit PKD  
(bernilai 1 jika PKD, 0 jika tidak)

2. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lamanya waktu rawat inap pasien infeksi ginjal adalah *Frail*, Jenis Kelamin, dan Penyakit

Saran penelitian selanjutnya sebaiknya dapat menggunakan metode analisis *survival* lainnya seperti COX PH dan dapat juga diuji dengan regresi parametric lainnya untuk mendapatkan model terbaik yang lebih akurat.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Kami tim penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan artikel ini, khususnya kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi.

## Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Info Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, Situasi Penyakit Ginjal Kronis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [2] Pagunsan. 2007. *Ginjal Si Penyaring Ajaib Memiliki Kreasi Hidup Sehat*. Bandung: Indonesia Publishing Home.
- [3] Triwibowo. 2013. *Manajemen Pelayanan Keperawatan di Rumah Sakit*. Jakarta: TIM.
- [4] Mubarak, W. I., & Chayatin, N. 2011. *Ilmu Keperawatan Komunitas Pengantar dan Teori*. Jakarta: Salemba Medika.
- [5] Khairunnisa, S. F., Suyitno, & Mahmuda, S. 2023. Model Regresi Weibull pada Data Waktu Rawat Inap Pasien COVID-19 di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Matematika Statistika dan Komputasi*. Vol. 19, No. 2, Hal. 286-303.
- [6] Maller R, & Zhou X. 1996. *Analisis Kelangsungan Hidup dengan Korban Jangka Panjang*, Chishester, Inggris, Wiley.
- [7] Kleinbaum, D. G, & Klein, M. 2012. *Survival Analysis*. New York: Springer.
- [8] Cox, D. R. Regression Models and Life-Tables. *Journal of The Royal Society*. Vol. 34, No. 2, Hal. 187-220.
- [9] Lee, C. T. 1997. *Applied Survival Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [10] Hosmer, D.W., Lemeshow, S., & May, S. 2008. *Applied Survival Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [11] Lawless, J. F. 1982. *Stastical Methods for Lifetime Data*. New York: United State of America.
- [12] Lee, E. T., & Wang, J.W. 2003. *Statistik Methods for Survival Data Analysis*, 3 nd ed. Jhon Wiley & Son, Inc.
- [13] Hidayat, R. 2016. *Penggunaan Metode Kaplan-Meier dan Life Table Analisis Survival Untuk Data Tersensor*. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- [14] Lawless, J.F. 2003. *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, 2 Edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- [15] Rinne, H. 2009. *The Weibull Distribution Handbook*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.