

## ANALISIS *SURVIVAL* PASIEN DIABETES MELITUS TIPE-II MENGGUNAKAN MODEL REGRESI *HAZARD* ADITIF LIN-YING (Studi Kasus : Data Pasien Rawat Inap di RSUD R.A. Kartini Jepara)

Harum Tsania Salsabila<sup>1\*</sup>, Triastuti Wuryandari<sup>2</sup>, Sudarno<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\*e-mail: [harumtsania15@gmail.com](mailto:harumtsania15@gmail.com)

DOI: 10.14710/j.gauss.14.1.74-84

### Article Info:

Received: 2024-07-03

Accepted: 2025-04-15

Available Online: 2025-04-29

### Keywords:

*Survival Analysis; Hazard Additive  
Lin Ying; Diabetic*

**Abstract:** Survival analysis is a statistical method used to analyze data whose response variable is time an event occurs. Lin Ying Additive Hazard Regression is a method that can be used to determine the effect of the independent variable on the response variable in survival analysis. This method can be used to determine differences in risk and there is no proportionality assumption that must be met so that it can be used for certain data. The purpose of this research is to analyze the characteristics of patients, determine the probability of improving the patient's clinical condition, and determine the factors that influence the length of stay of diabetic patients at RSUD R.A. Kartini Jepara. The response variable used is the length of time the patient was hospitalized. The independent variables were age, gender, history of hypertension, history of heart disease, history of stroke, history of kidney disease, history of obesity, and history of other diseases. The analysis results from Lin Ying additive hazard regression obtained factors that influence the time to improve clinical conditions, namely history of heart disease, history of kidney disease, history of stroke, and history of other diseases.

## 1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit kronis jangka panjang penyumbang kematian terbesar di dunia akibat penyakit tidak menular. Penyakit ini disebabkan oleh peningkatan gula dalam darah karena tubuh tidak bisa menghasilkan insulin atau kurangnya insulin dalam tubuh (IDF, 2021). Menurut *International Diabetic Federation*, terdapat paling sedikit 463 juta jiwa penderita diabetes di dunia dengan prevalensi sebesar 9,3% dari total penduduk dunia pada tahun 2019 dan diprediksi akan terus meningkat hingga mencapai 578 juta jiwa di tahun 2030 dan 700 juta di tahun 2045. Indonesia menduduki posisi ke-7 negara dengan jumlah penderita diabetes melitus tertinggi di dunia sekaligus menjadi penyumbang terbesar di Asia Tenggara.

Berdasarkan penyebabnya, diabetes melitus dibedakan menjadi empat jenis, yaitu diabetes melitus tipe I, diabetes melitus tipe II, diabetes melitus gestasional, dan diabetes melitus tipe lain. Sekitar 90% penderita diabetes adalah penyandang diabetes melitus tipe II (KEMENKES RI, 2020). Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi perbaikan kondisi klinis pasien diabetes melitus menurut Ramadhani (2020) yaitu penyakit penyerta dan faktor diet, sedangkan menurut Dewi et al. (2020) yaitu jenis kelamin, status kadar gula darah, dan penyakit yang menyertai.

Analisis *survival* adalah suatu analisis statistika yang digunakan untuk menganalisis data yang berhubungan dengan lamanya waktu sampai suatu peristiwa tertentu terjadi (Kleinbaum dan Klein, 2005). Regresi *hazard* merupakan model regresi yang sering diterapkan dalam analisis *survival* untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap

variabel respon. Model regresi *hazard* dibedakan menjadi dua yaitu *hazard* multiplikatif dan *hazard* aditif. Model regresi *hazard* multiplikatif diasumsikan pengaruh variabel independennya multiplikatif terhadap baseline *hazard*nya, sedangkan model *hazard* aditif diasumsikan pengaruh variabel independennya aditif terhadap *baseline hazard*nya (Klein dan Moeschberger, 2003). Model *hazard* aditif dikembangkan menjadi dua yaitu *hazard* aditif Aalen dan *hazard* aditif Lin Ying. Model *hazard* aditif Lin Ying memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan *hazard* Aalen diantaranya yaitu *hazard* aditif dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan risiko serta tidak terdapat asumsi proporsionalitas yang harus dipenuhi sehingga model ini lebih mudah untuk diterapkan.

Beberapa penelitian yang menerapkan model *hazard* aditif Lin Ying yaitu penelitian dari Ulinuha (2018), Wuryandari *et al.* (2020), Urfiyyanti *et al.* (2021), dan Hastuti *et al.* (2022) dengan objek yang digunakan adalah pasien infark miokard akut, durasi proses kelahiran, pasien kanker payudara, dan pasien stroke.

Untuk itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis data pasien diabetes melitus tipe II yang menjalani rawat inap di RSUD R.A. Kartini Jepara dengan menggunakan metode *hazard* aditif Lin-Ying. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi lama perbaikan kondisi klinis pasien. Faktor-faktor yang diduga yaitu usia, jenis kelamin, riwayat hipertensi, riwayat penyakit jantung, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit stroke, riwayat obesitas, dan riwayat penyakit lainnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Diabetes melitus merupakan penyakit tidak menular yang ditandai dengan tingginya kadar gula dalam darah karena kurangnya hormone insulin ataupun ketidakmampuan tubuh untuk menggunakan insulin secara efektif, dan atau kedua-duanya (PERKENI, 2021). Menurut PERKENI (2021) terdapat empat jenis diabetes melitus, diantaranya yaitu:

1. DM tipe I yaitu ketika tubuh tidak mampu menghasilkan cukup insulin yang disebabkan oleh destruksi sel beta pankreas.
2. DM tipe II yaitu suatu kelainan metabolik yang ditandai dengan penurunan sensitivitas insulin dan sekresi insulin.
3. DM tipe lain sangat bervariasi mulai dari defek genetik fungsi sel, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, obat, zat kimia, kelainan sistem imun, hingga sindrom genetik lainnya yang berhubungan dengan DM.
4. DM gestasional yaitu diabetes yang muncul dan berlangsung pada masa kehamilan hingga proses melahirkan.

Menurut PERKENI (2021) terdapat tiga faktor risiko diabetes melitus yaitu faktor risiko yang dapat diubah, faktor risiko yang tidak dapat diubah, dan faktor lain yang terkait dengan risiko DM. faktor risiko yang dapat diubah yaitu berat badan berlebih, memiliki tekanan darah tinggi, kurangnya aktivitas fisik, diet dengan tinggi glukosa dan rendah serat, serta dislipidemia. Faktor risiko yang tidak dapat diubah yaitu usia, riwayat keluarga, suku dan ras, serta riwayat DM gestasional. Sedangkan faktor lainnya yaitu penderita *Polycystic Ovary Syndrome* (PCOS), penderita sindrom metabolik, serta penderita penyakit kardiovaskular.

Seseorang dapat didiagnosis diabetes melitus apabila memiliki kriteria sebagai berikut (KEMENKESRI, 2020):

1. Pemeriksaan kadar gula darah puasa  $\geq 126$  mg/dL.
2. Pemeriksaan kadar gula darah  $\geq 200$  mg/dL.
3. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu dengan keluhan klasik  $\geq 200$  mg/dL

4. Pemeriksaan HbA1c  $\geq 6,5\%$  dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization Program* (NGSP).

Analisis *survival* adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data yang variabel responnya (*outcomenya*) berupa waktu. Waktu yang dimaksud adalah waktu dari awal pengamatan (*start to follow-up*) sampai terjadinya suatu *event*. *Event* tersebut dapat berupa kematian, kekambuhan dari remisi, kesembuhan, pemulihan, ataupun kejadian lainnya yang mungkin terjadi pada suatu individu (Kleinbaum dan Klein, 2005). Pada data *survival* terdapat kemungkinan ditemukannya data tersensor. Data tersensor yaitu data yang tidak dapat diamati secara lengkap. Ada tiga jenis penyensoran dalam analisis *survival*, yaitu (Klein dan Moeschberger, 2003):

1. Penyensoran kanan (*right censoring*), yaitu apabila objek pengamatan atau individu yang diamati masih belum mengalami event sampai akhir pengamatan, sedangkan waktu awal pengamatan dapat diamati secara penuh.
2. Penyensoran kiri (*left censoring*), yaitu apabila waktu awal pengamatan individu tidak teramati, tetapi kejadian dapat diamati secara penuh atau objek telah mengalami event sebelum penelitian berakhir.
3. Penyensoran selang (*interval censoring*), yaitu apabila informasi yang dibutuhkan telah dapat diketahui pada kejadian peristiwa di dalam selang pengamatan atau penyensoran yang waktu daya tahannya berada dalam selang waktu tertentu.

Dalam analisis *survival* terdapat tiga fungsi, yaitu fungsi kepadatan peluang, fungsi *survival*, dan fungsi *hazard*. Fungsi kepadatan peluang ketahanan hidup yaitu peluang suatu objek penelitian mengalami *event* dalam interval waktu  $t$  sampai dengan  $t + \Delta t$ . Fungsi kepadatan peluang dinotasikan dengan:

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{P(t \leq T < (t + \Delta t))}{\Delta t} \right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \right) \quad (1)$$

Fungsi *survival* merupakan peluang suatu individu untuk bertahan hidup lebih lama dari waktu  $t$ . Fungsi *survival* dilambangkan dengan  $S(t)$  dengan persamaan sebagai berikut:

$$S(t) = P(T \geq t) = 1 - P(T \leq t) = 1 - F(t) \quad (2)$$

Fungsi *hazard* didefinisikan sebagai kelajuan suatu individu untuk mengalami *event* pada suatu interval waktu dari  $t$  sampai  $t + \Delta t$  dengan syarat individu tersebut masih bertahan hidup sampai dengan waktu  $t$  (Lawless, 2007):

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} = \frac{F'(t)}{S(t)} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (3)$$

Kaplan-Meier atau yang sering disebut dengan *Product limit* dapat digunakan untuk mengestimasi  $S(t)$  dengan estimatornya sebagai berikut:

$$\hat{S}(t) = \begin{cases} 1, & \text{jika } t < t_i \\ \prod_{t_i \leq t} \left( 1 - \frac{d_i}{Y_i} \right), & \text{jika } t_i \leq t \end{cases} \quad (4)$$

dengan  $d_i$  adalah banyaknya kejadian atau *event* dan  $Y_i$  adalah banyaknya individu yang berisiko (*number at risk*) pada waktu  $t_i$ .

Regresi *hazard* aditif Lin Ying merupakan salah satu model regresi yang dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen yang berbentuk data waktu kejadian. Fungsi *hazard* dalam model regresi ini adalah penjumlahan dari fungsi baseline *hazard* dengan fungsi regresi kovariatnya (Lin and Ying, 1994).

Model *hazard* aditif Lin-Ying untuk individu  $i$  dengan vektor kovariat  $\mathbf{Z}_i(t)$  adalah sebagai berikut:

$$h(t|\mathbf{Z}_i(t)) = a_0(t) + \mathbf{a}'\mathbf{Z}_i(t) \quad (5)$$

dengan  $a_0(t)$  merupakan fungsi *baseline hazard*,  $\mathbf{a}' = [a_1, a_2, \dots, a_p]$  merupakan parameter yang tidak diketahui (vektor dari koefisien regresi yang akan diestimasi), dan  $\mathbf{Z}_i(t) = [Z_{i1}(t), Z_{i2}(t), \dots, Z_{ip}(t)]'$  adalah vektor variabel independen (kovariat). Menurut Kleinbaum dan Moeschberger (2003), estimasi fungsi *baseline hazard* kumulatif dapat dilakukan dengan menggunakan *Counting Process* ( $N_i(t)$ ) sebagai berikut:

$$N_i(t) = M_i(t) + \int_0^t Y_i(u)[a_0(u) + \mathbf{a}'\mathbf{Z}_i(u)]du \quad (6)$$

dengan  $M_i(t)$  adalah fungsi *martingale* atau fungsi untuk membangkitkan bilangan random. Estimator fungsi *baseline hazard* kumulatif diperoleh dari fungsi *counting process* yang diturunkan, sehingga didapat persamaan sebagai berikut:

$$\widehat{A}_0(t) = \int_0^t \frac{\sum_{i=1}^n dN_i(u) - \sum_{i=1}^n Y_i(u) \mathbf{a}'\mathbf{Z}_i(u) du}{\sum_{i=1}^n Y_i(u)} \quad (7)$$

Tahapan untuk mengestimasi koefisien regresi *hazard* aditif Lin-Ying hampir sama dengan model regresi Cox, yang membedakan hanya fungsi *hazard* Cox diganti dengan fungsi *hazard* aditif Lin-Ying (Klein dan Moeschberger, 2003). Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh *score equation* pada regresi Cox adalah dengan menurunkan fungsi log partial likelihoodnya.

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{0 \leq t < \infty} \left( \frac{Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\}}{\sum_{i=1}^n Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\}} \right)^{dN_i(t)} \quad (8)$$

dengan  $\beta$  adalah koefisien regresi dari model Cox. *Score equation* untuk model regresi Cox diperoleh dengan menurunkan logaritma dari partial likelihood ( $\log L(\beta)$ ) menjadi persamaan berikut:

$$\mathbf{U}(\beta) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} Z_i(t) \left( dN_i(t) - Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\} \frac{\sum_{i=1}^n dN_i(t)}{\sum_{i=1}^n Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\}} \right) dt \quad (9)$$

dengan  $\frac{\sum_{i=1}^n dN_i(t)}{\sum_{i=1}^n Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\}} = d\widehat{A}_0(t, \beta)$  merupakan estimator Breslow dari *baseline hazard* pada model regresi Cox (Klein dan Moeschberger, 2003). Sehingga berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh *score equation* model regresi Cox sebagai berikut:

$$\mathbf{U}(\beta) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} Z_i(t) \left( dN_i(t) - Y_i(t) \exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\} d\widehat{A}_0(t, \beta) \right) \quad (10)$$

Untuk memperoleh *score equation* model regresi *hazard* aditif Lin-Ying dapat dilakukan dengan mengganti  $\exp\{\beta' \mathbf{Z}_i(t)\} d\widehat{A}_0(t, \beta)$  menjadi fungsi  $(dA_0(t) + \mathbf{a}'\mathbf{Z}_i(t)dt)$ . Sehingga didapat *score equation* model regresi *hazard* aditif Lin-Ying sebagai berikut:

$$\mathbf{U}(a) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} Z_i(t) (dN_i(t) - Y_i(t) dA_0(t) - Y_i(t) \mathbf{a}'\mathbf{Z}_i(t)dt) \quad (11)$$

dengan mensubstitusikan  $A_0(t)$  yang telah diperoleh, maka dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\mathbf{U}(a) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} \left[ \mathbf{Z}_i(t) - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i(t) \mathbf{Z}_i(t)}{\sum_{i=1}^n Y_i(t)} \right] (dN_i(t) - Y_i(t) \mathbf{a}' \mathbf{Z}_i(t) dt) \quad (12)$$

dengan  $\frac{\sum_{i=1}^n Y_i(t) \mathbf{Z}_i(t)}{\sum_{i=1}^n Y_i(t)} = \bar{\mathbf{Z}}(t)$ , maka dihasilkan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{U}(a) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} [\mathbf{Z}_i(t) - \bar{\mathbf{Z}}(t)] (dN_i(t) - Y_i(t) \mathbf{a}' \mathbf{Z}_i(t) dt) \quad (13)$$

Untuk menghasilkan estimasi koefisien regresi *hazard* aditif Lin Ying, dilakukan dengan menyelesaikan persamaan  $\mathbf{U}(a) = 0$

$$\hat{\mathbf{a}} = \left( \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} Y_i(t) [\mathbf{Z}_i(t) - \bar{\mathbf{Z}}(t)] [\mathbf{Z}_i(t) - \bar{\mathbf{Z}}(t)] dt \right)^{-1} \left( \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} [\mathbf{Z}_i(t) - \bar{\mathbf{Z}}(t)] dN_i(t) \right) \quad (14)$$

Alternatif untuk mencari nilai estimasi matriks varian dari  $\hat{\mathbf{a}}$  secara langsung adalah sebagai berikut (Klein dan Moeschberger, 2003):

$$\hat{\mathbf{V}}(\hat{\mathbf{a}}) = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{C} \mathbf{A}^{-1} \quad (15)$$

$$\hat{\mathbf{a}} = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{B}' \quad (16)$$

dengan:

$$\mathbf{A} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i (T_j - T_{j-1}) [\mathbf{Z}_i - \bar{\mathbf{Z}}(T_j)] [\mathbf{Z}_i - \bar{\mathbf{Z}}(T_j)]' \quad (16)$$

$$\mathbf{B}' = \sum_{i=1}^n \delta_i [\mathbf{Z}_i - \bar{\mathbf{Z}}(T_i)] \quad (17)$$

$$\mathbf{C} = \sum_{i=1}^n \delta_i [\mathbf{Z}_i - \bar{\mathbf{Z}}(T_j)] [\mathbf{Z}_i - \bar{\mathbf{Z}}(T_j)]' \quad (18)$$

Uji hipotesis secara simultan dapat digunakan uji yang didasarkan pada bentuk kuadrat (Klein dan Moeschberger, 2003):

$$H_0 : \mathbf{a}_j = \mathbf{0} \text{ untuk semua } j \in J$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } a_j \neq 0, j \in J$$

dengan statistik uji  $\chi^2 = [\hat{\mathbf{a}}_j - \mathbf{0}] \hat{\mathbf{V}}_j^{-1} [\hat{\mathbf{a}}_j - \mathbf{0}]$  dan kriteria keputusan  $H_0$  ditolak apabila  $p\text{-value} \leq$  taraf signifikansi atau  $\chi^2 \geq \chi^2_{\alpha; db=j}$

Uji hipotesis secara parsial dapat digunakan statistik uji yang merupakan distribusi normal standar ( $Z$ ) (Klein dan Moeschberger, 2003):

$$H_0 : a_j = 0, \text{ untuk suatu } j$$

$$H_1 : a_j \neq 0 \text{ untuk suatu } j$$

dengan statistik uji  $Z = \frac{\hat{a}_j}{\sqrt{\hat{v}_{jj}}}$  dan kriteria keputusan  $H_0$  ditolak apabila  $p\text{-value} \leq$  taraf signifikansi atau  $|Z| \geq Z_{0.05/2}$ .

### 3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder yang diambil dari rekam medis RSUD R.A. Kartini Jepara dengan studi kasus pasien rawat inap diabetes melitus

mulai bulai Januari 2022 sampai dengan bulan Desember 2022. Variabel respon (Y) yang digunakan dalam penelitian ini adalah lama waktu pasien diabetes melitus tipe-II menjalani rawat inap. Variabel independen yang diteliti dalam penelitian ini adalah usia ( $Z_1$ ), jenis kelamin ( $Z_2$ ), riwayat hipertensi ( $Z_3$ ), riwayat penyakit jantung ( $Z_4$ ), riwayat penyakit stroke ( $Z_5$ ), riwayat penyakit ginjal ( $Z_6$ ), riwayat obesitas ( $Z_7$ ), dan riwayat penyakit lainnya ( $Z_8$ ). Data pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif, Kaplan meier, dan model regresi *hazard* Lin-ying untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi lama waktu kesembuhan pasien diabetes melitus tipe II.

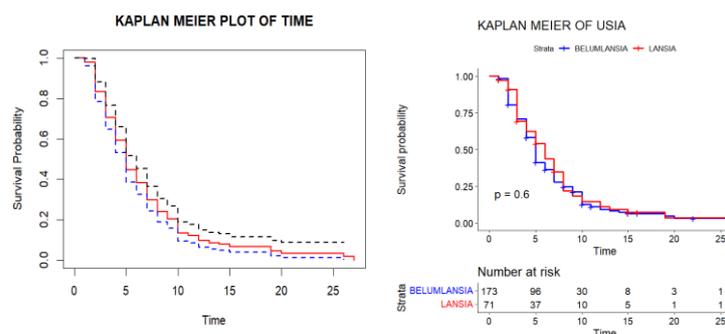
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

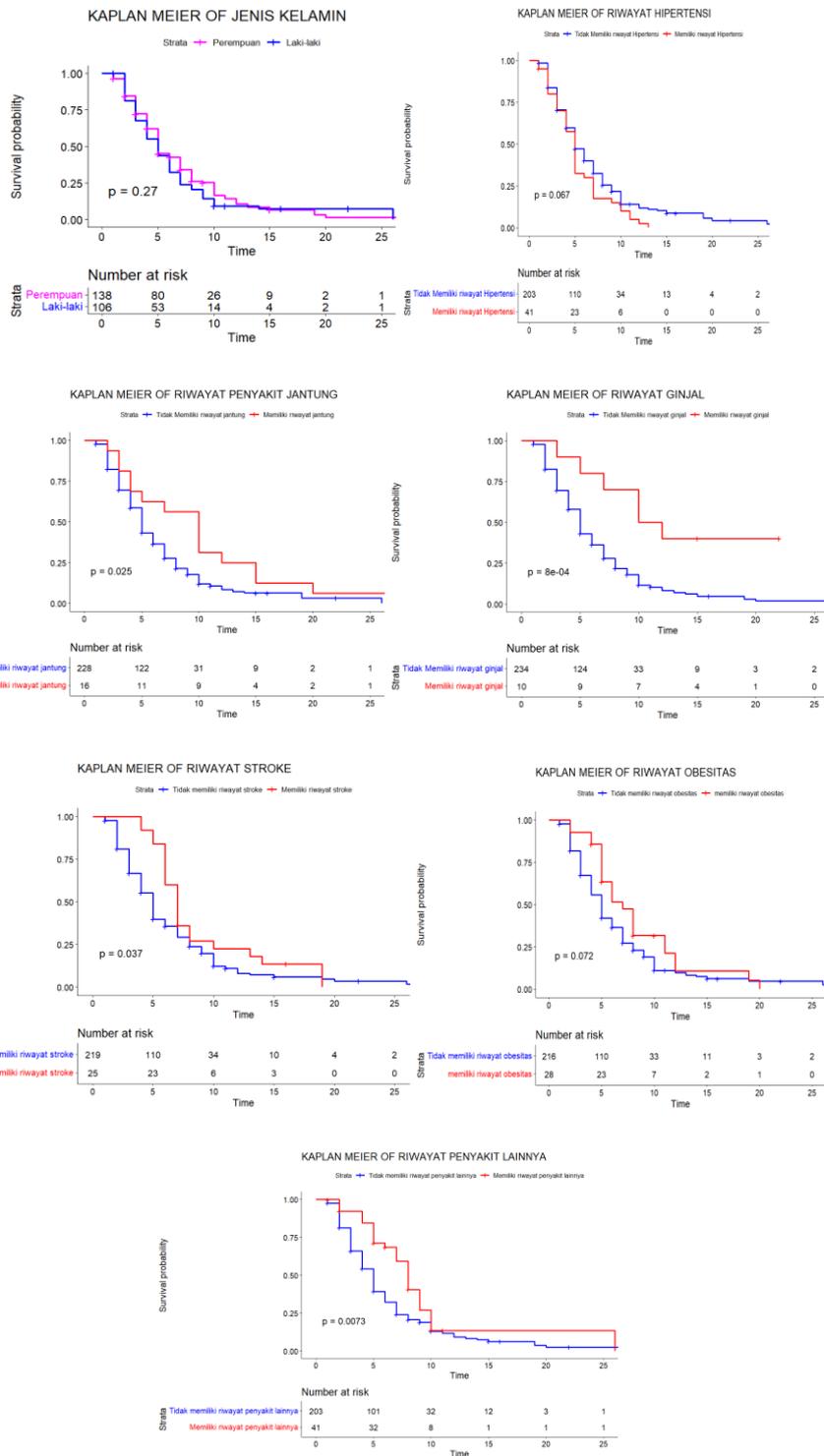
Jumlah pasien diabetes melitus tipe II dalam penelitian ini sebanyak 244 pasien dengan 207 pasien atau 84,4% telah mengalami *event* dan 37 atau 15,16% pasien merupakan data tersensor. Berikut merupakan karakteristik pasien diabetes melitus tipe II yang menjalani rawat inap di RSUD R.A. Kartini Jepara:

Tabel 1. Analisis Deskriptif

Variabel	Deskripsi Variabel	Jumlah
Usia	< 60 tahun	173
	$\geq$ 60 tahun	71
Jenis Kelamin	Perempuan	138
	Laki-laki	106
Riwayat Hipertensi	Tidak memiliki riwayat hipertensi	203
	Memiliki riwayat hipertensi	41
Riwayat Penyakit Jantung	Tidak memiliki riwayat jantung	228
	Memiliki riwayat jantung	16
Riwayat Penyakit Ginjal	Tidak memiliki riwayat ginjal	234
	Memiliki riwayat ginjal	10
Riwayat Penyakit Stroke	Tidak memiliki riwayat stroke	219
	Memiliki riwayat stroke	25
Riwayat Obesitas	Tidak memiliki riwayat obesitas	216
	Memiliki riwayat obesitas	28
Riwayat Penyakit Lainnya	Tidak memiliki riwayat penyakit lainnya	203
	Memiliki riwayat penyakit lainnya	41

Hasil analisis kaplan meier disajikan dalam bentuk kurva seperti Gambar 1. Dari Gambar 1 didapat informasi mengenai kurva dari masing-masing variabel independen yang diduga mempengaruhi lama perbaikan kondisi klinis pasien diabetes melitus tipe II di RSUD R.A. Kartini Jepara. Semakin lama waktu rawat inap kurva *survival* semakin rendah, yang artinya semakin lama waktu rawat inap peluang pasien untuk mengalami perbaikan kondisi klinis semakin besar. Variabel independen yang diduga berpengaruh terhadap variabel respon yaitu riwayat penyakit jantung, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit stroke, riwayat obesitas, dan riwayat penyakit lainnya.





Gambar 1. Kurva Kaplan Meier

Hasil analisis regresi *hazard* Lin Ying didapat model awal untuk delapan variabel independen yaitu sebagai berikut:

$$h(t|Z_i) = a_0(t) - 0.027750 Z_1 + 0.004787 Z_2 + 0.004328 Z_3 - 0.138302 Z_4 - 0.198490 Z_5 - 0.138223 Z_6 - 0.089266 Z_7 - 0.134350 Z_8$$

dengan

- $a_0(t)$  : fungsi *baseline hazard*
- $Z_1$  : usia
- $Z_2$  : jenis kelamin
- $Z_3$  : riwayat hipertensi
- $Z_4$  : riwayat penyakit jantung
- $Z_5$  : riwayat penyakit ginjal
- $Z_6$  : riwayat penyakit stroke
- $Z_7$  : riwayat obesitas
- $Z_8$  : riwayat penyakit lainnya

Tabel 2. Uji Simultan Model Awal Lin Ying

Model Lin-Ying 1	Nilai	P-Value
Wald	57,528	1,42e-09

Pada Tabel 2 dapat diperoleh informasi bahwa hasil analisis uji simultan model awal Lin Ying dengan hipotesis  $H_0 : \alpha_j = 0$ ,  $H_1 : \text{Minimal ada satu } \alpha_j \neq 0$ , dengan  $\alpha_j = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_8)'$  dan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  diperoleh nilai statistik ujinya sebesar 57,528 dan *p-value* 1,42e-09. Maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak yang artinya minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel respon sehingga model layak digunakan.

Tabel 3. Uji Parsial Model Awal Lin-Ying

Variabel	Estimate	Std. Error	Z	P-Value	Keputusan
Usia	- 0.027750	0.0022671	-1.224	0.22094	Gagal Tolak $H_0$
Jenis Kelamin	0.004787	0.024078	0.199	0.84239	Gagal Tolak $H_0$
Riwayat Hipertensi	0.004328	0.033765	0.128	0.89801	Gagal Tolak $H_0$

Variabel	Estimate	Std. Error	Z	P-Value	Keputusan
Riwayat Penyakit Jantung	-0.138302	0.033175	-4.169	3.06e-05	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Ginjal	-0.198490	0.030946	-6.414	1.42e-10	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Stroke	-0.138223	0.029885	-4.625	3.74e-06	Tolak $H_0$
Riwayat Obesitas	-0.089266	0.027851	-3.205	0.00135	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Lainnya	-0.134350	0.027969	-4.804	1.56e-06	Tolak $H_0$

Pada Tabel 3 dapat diperoleh informasi bahwa analisis parsial model awal Lin Ying dengan hasil uji parsial untuk hipotesis  $H_0 : \alpha_j = 0$  dan  $H_1 : \alpha_j \neq 0$  dimana  $j=1,2,\dots,8$  dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  diperoleh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap lama waktu pasien diabetes melitus tipe II mengalami perbaikan kondisi klinis yaitu riwayat penyakit jantung, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit stroke, riwayat obesitas, dan riwayat penyakit lainnya. Sedangkan untuk variabel usia, jenis kelamin, dan riwayat hipertensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap lama waktu pasien mengalami perbaikan kondisi klinis.

Selanjutnya dilakukan analisis lanjut untuk memperoleh model terbaik dimana semua variabel independen berpengaruh secara signifikan terhadap model dengan menggunakan eliminasi *backward*. Berikut model akhir yang terbentuk pada analisis uji simultan dan parsial regresi hazard aditif Lin Ying:

$$h(t|Z_i) = a_0(t) - 0.13465 Z_1 - 0.19807 Z_2 - 0.13791 Z_3 - 0.08805 Z_4 - 0.13473 Z_5$$

dengan

- $a_0(t)$  : fungsi *baseline hazard*
- $Z_1$  : riwayat penyakit jantung
- $Z_2$  : riwayat penyakit ginjal
- $Z_3$  : riwayat penyakit stroke
- $Z_4$  : riwayat obesitas
- $Z_5$  : riwayat penyakit lainnya

Tabel 4. Uji Simultan Model Akhir Lin Ying

Model Lin-Ying	Nilai	P-Value
Wald	57,2414	4,509e-11

Pada Tabel 4 dapat diperoleh informasi bahwa hasil analisis uji simultan model awal Lin Ying dengan hipotesis  $H_0 : \alpha_j = 0$ ,  $H_1 : \text{Minimal ada satu } \alpha_j \neq 0$ , dengan  $\alpha_j = (a_1 a_2 \dots a_5)'$  dan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  diperoleh nilai statistik ujinya sebesar 57,2414 dan *p-value* 4,509e-11. Maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak yang artinya minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel respon sehingga model layak digunakan.

Tabel 5. Uji Parsial Model Akhir Lin Ying

Variabel	Estimate	Std. Error	Z	P-Value	Keputusan
Riwayat Penyakit Jantung	-0.13465	0.03032	-4.440	8.98e-06	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Ginjal	-0.19807	0.02974	-6.660	2.74e-11	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Stroke	-0.13791	0.02918	-4.727	2.28e-06	Tolak $H_0$
Riwayat Obesitas	-0.08805	0.02650	-3.323	0.000891	Tolak $H_0$
Riwayat Penyakit Lainnya	-0.13473	0.02639	-5.105	3.31e-07	Tolak $H_0$

Pada Tabel 5 dapat diperoleh informasi bahwa analisis parsial model awal Lin Ying dengan hasil uji parsial untuk hipotesis  $H_0: a_j = 0$  dan  $H_1 : a_j \neq 0$  dimana  $j=1,2,\dots,5$  dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  diperoleh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap lama waktu pasien diabetes melitus tipe II mengalami perbaikan kondisi klinis yaitu riwayat penyakit jantung, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit stroke, riwayat obesitas, dan riwayat penyakit lainnya. Sedangkan untuk variabel usia, jenis kelamin, dan riwayat hipertensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap lama waktu pasien mengalami perbaikan kondisi klinis.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka diperoleh model akhir regresi hazard aditif Lin Ying sebagai berikut:

$$h(t|Z_i) = a_0(t) - 0.13465 Z_1 - 0.19807 Z_2 - 0.13791 Z_3 - 0.08805 Z_4 - 0.13473 Z_5$$

Nilai  $-0.13465$  menunjukkan perbedaan risiko (*risk different*) dimana pasien yang memiliki riwayat penyakit jantung memiliki peluang 0.13465 lebih rendah untuk mengalami perbaikan kondisi klinis daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit jantung dengan syarat variabel independent lainnya dianggap konstan. Nilai  $-0.19807$  menunjukkan perbedaan risiko (*risk different*) dimana pasien yang memiliki riwayat penyakit ginjal memiliki peluang 0.19807 lebih rendah untuk mengalami perbaikan kondisi klinis daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit ginjal dengan syarat variabel independent lainnya dianggap konstan. Nilai  $-0.13791$  menunjukkan perbedaan risiko (*risk different*) dimana pasien yang memiliki riwayat penyakit stroke memiliki peluang 0.13791 lebih rendah untuk mengalami perbaikan kondisi klinis daripada pasien yang tidak

memiliki riwayat penyakit stroke dengan syarat variabel independent lainnya dianggap konstan. Nilai  $-0.08805$  menunjukkan perbedaan risiko (*risk different*) dimana pasien yang memiliki riwayat penyakit obesitas memiliki peluang  $0.08805$  lebih rendah untuk mengalami perbaikan kondisi klinis daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit obesitas dengan syarat variabel independent lainnya dianggap konstan. Nilai  $-0.13473$  menunjukkan perbedaan risiko (*risk different*) dimana pasien yang memiliki riwayat penyakit obesitas memiliki peluang  $0.13473$  lebih rendah untuk mengalami perbaikan kondisi klinis daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit obesitas dengan syarat variabel independent lainnya dianggap konstan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kaplan meier dan regresi *hazard* aditif Lin Ying pada pasien diabetes melitus tipe II yang menjalani rawat inap di RSUD R.A Kartini Jepara, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan analisis kurva Kaplan Meier dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin lama waktu rawat inap pasien maka peluang pasien untuk mengalami perbaikan kondisi klinis juga semakin besar.
- Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lama waktu pasien diabetes melitus tipe II mengalami perbaikan kondisi klinis yaitu riwayat penyakit jantung, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit stroke, dan riwayat penyakit lainnya.
- Model regresi *hazard* aditif Lin Ying yang terbentuk yaitu sebagai berikut:

$$h(t|Z_i) = a_0(t) - 0.13465 Z_1 - 0.19807 Z_2 - 0.13791 Z_3 - 0.08805 Z_4 - 0.13473 Z_5$$

- Interpretasi model pada masing-masing variabel independen yaitu pasien yang memiliki riwayat penyakit jantung memiliki peluang mengalami *event* atau mengalami perbaikan kondisi klinis yaitu sebesar  $0.13465$  lebih rendah daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit jantung. Pasien yang memiliki riwayat penyakit ginjal memiliki peluang mengalami perbaikan kondisi klinis sebesar  $0.19807$  lebih rendah daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit ginjal. Pasien yang memiliki riwayat penyakit stroke memiliki peluang mengalami perbaikan kondisi klinis sebesar  $0.13791$  lebih rendah daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit stroke. Pasien yang memiliki riwayat obesitas memiliki peluang mengalami perbaikan kondisi klinis sebesar  $0.008805$  lebih rendah daripada pasien yang tidak memiliki riwayat obesitas, sedangkan pasien yang memiliki riwayat penyakit lainnya memiliki peluang mengalami perbaikan kondisi klinis sebesar  $0.13473$  lebih rendah daripada pasien yang tidak memiliki riwayat penyakit lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, A.Y., Dwidayati, N.K., dan Agoestanto, A. 2020. *Analisis Survival Model Regresi Cox Dengan Metode Mle Untuk Penderita Diabetes Mellitus*. Unnes Journal Of Mathematics, 9(1), pp.31-40.
- Hastuti, A.N., Wilandari, Y., dan Sudarno. 2021. Analisis Laju Perbaikan Kondisi Klinis Pasien Stroke Menggunakan Regresi Hazard Aditif Lin-Ying. Jurnal Gaussian Vol. 11, No. 2: 206-217
- International Diabetes Federation*. 2021. *IDF Diabetes Atlas Tenth edition*. Brussels, Belgium : Internationals Diabetes Federation.
- Kementrian Kesehatan RI (KEMENKES RI). 2020. Diabetes. Informasi Pusat Data dan Informasi Kementrian Kesehatan RI (INFODATIN). Indonesia: Kementrian Kesehatan RI.

- Klein, J.P. dan Moeschberger, M.L. 2003. *Survival Analysis Techniques for Censored and Truncated Data Second Edition*. Springer-Verlag, New York, Inc.
- Kleinbaum, D.G. dan Klein, M. 2005. *Survival Analysis A Self-Learning Text*. New York: Springer.
- Lin, D.Y. dan Ying, Z. 1994. *Semiparametric Analysis of the Additive Risk Model*. Jurnal Biometrika Vol. 1, No.81:61-71.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI). 2021. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia. Indonesia: PB. PERENI
- Ramadhani, K.I. 2020. Analisis *Survival* Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe-2 Menggunakan Metode Kaplan Meier Dan Uji Log Rank (Studi Kasus: Di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta).
- Ulinnuha, M. 2018. Perbandingan Regresi *Hazard* Menggunakan Metode Cox Proportional *Hazard* dan Lin-Ying. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Urfiyyanti, A., Maruddani, D.A.I., dan Sudarno. 2021. Regresi Hazard Aditif Lin Ying untuk Analisis Perbaikan Kondisi Klinis Pasien Kanker Payudara. Jurnal Endurane: Kajian Ilmiah Problema Kesehatan Vol. 9, No. 4: 309-318.
- Wuryandari, T., Kartiko, S.H., dan Danardono. 2020. Analisis *Survival* untuk Durasi Proses Kelahiran Menggunakan Model Regresi Hazard Aditif. Jurnal Gaussian Vol. 9, No.4:402-410.