

Survival Analysis Of Diabetes Mellitus At RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar

Analisis Survival pada Kasus Penyakit Diabetes Melitus di RSUP DR. Tadjuddin Chalid Makassar

Nurul Rahmadani¹, Ermawati^{2*}, Adnan Sauddin³, Irwan⁴

^{1,2,3,4} *Department of Mathematics Faculty of Science and Technology Alauddin State Islamic
University Makassar, Indonesia*

*Email :¹ sugia4700@gmail.com, ² ermawati@uin-alauddin.ac.id, ³ adnan.sauddin@uin-
alauddi.ac.id, ⁴ irwan.msi@uin-alauddin.ac.id*

**Corresponding author*

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder characterized by hyperglycemia and disturbances in the metabolism of carbohydrates, fats, and proteins, resulting from an absolute or relative deficiency in insulin secretion or action. The prevalence of DM in Indonesia continues to rise, reaching 2.2% in 2023. In South Sulawesi, Makassar City exhibits a particular urgency with a prevalence of 2.14%, a figure significantly exceeding the provincial average. This study aims to determine the survival probability of inpatients with diabetes mellitus at RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar using the Kaplan-Meier method. Based on the analysis, the results indicate that the survival probability of hospitalized diabetes mellitus patients is 0.649 or 64.9%.

Keywords: Survival Analysis, Kaplan-Meier, Diabetes Mellitus

Abstrak

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit yang ditandai dengan terjadinya hiperglikemia dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang dihubungkan dengan kekurangan secara absolut atau relatif dari kerja atau sekresi insulin. Prevalensi Diabetes Melitus (DM) di Indonesia terus meningkat, mencapai 2,2% pada tahun 2023. Di Sulawesi Selatan, Kota Makassar menunjukkan urgensi khusus dengan prevalensi sebesar 2,14%, angka yang secara signifikan melampaui rata-rata provinsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peluang ketahanan hidup pasien rawat inap penderita diabetes melitus di RSUP Dr Tadjuddin Chalid Makassar menggunakan metode Kaplan Meier. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa peluang ketahanan hidup pasien rawat inap penderita diabetes melitus adalah 0,649 atau 64,9% .

Kata kunci : Analisis Survival, Kaplan-Meier, Diabetes Melitus



1. PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan yang berdampak pada produktivitas dan dapat menurunkan sumber daya manusia. Penyakit ini tidak hanya berpengaruh secara individu, tetapi juga sistem kesehatan suatu negara. Risiko kejadian DM akan semakin besar apabila pola hidup tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik [19].

Hasil survei Kesehatan Indonesia (SKI) Tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi penderita DM di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk dengan usia diatas 15 tahun mengalami peningkatan yakni dari 2% di Tahun 2018 menjadi 2,2% di Tahun 2023 [13]. Tingkat prevalensi DM di Sulawesi Selatan berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk dengan usia diatas 15 tahun sebesar 1,83% dan Kota Makassar menempati urutan kedua tertinggi setelah Kabupaten Wajo yakni sebesar 2,42% [5]. Tahun 2022 penderita DM di RSUP Dr Tadjuddin Chalid Makassar mencapai 2255 penderita meningkat dari Tahun 2020 dengan jumlah 1249 penderita [15][16].

Analisis ketahanan hidup (Analisis Survival) mendapatkan perhatian di berbagai bidang termasuk bisnis, kesehatan, dan manufaktur. Di bidang kesehatan, analisis ini digunakan untuk mempelajari waktu kelangsungan hidup pasien terhadap suatu penyakit [17]. Analisis survival menjadi salah satu metode statistika yang digunakan untuk menganalisis data, dengan data hasil yang diperhatikan adalah waktu hingga terjadinya suatu peristiwa. Di bidang kesehatan, peristiwa tersebut dapat berupa kambuhnya penyakit, munculnya penyakit baru, atau kematian [9].

Metode Kaplan Meier pertama kali diperkenalkan oleh Kaplan dan Meier pada Tahun 1958 [4]. Metode Kaplan Meier merupakan metode yang sangat populer dalam menganalisis peluang ketahanan hidup dan telah banyak penelitian yang menggunakan metode ini [14]. Metode Kaplan Meier dianggap mampu memberikan gambaran yang lebih baik tentang ketahanan individu terhadap suatu penyakit, sehingga informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk memberikan penanganan yang lebih efektif kepada pasien. Metode ini dapat digunakan untuk kasus penderita penyakit diabetes melitus yang ukuran sampelnya sedikit atau kecil. Sehingga dapat memberikan peluang tahan hidup dari kejadian tersebut dengan harapan dapat menekan angka kematian pada kasus penderita diabetes melitus.

Penelitian ini diinisiasi oleh tingginya prevalensi Diabetes Melitus (DM) di Kota Makassar yang mencapai 2,14%, yang berimplikasi pada peningkatan risiko komplikasi fatal bagi pasien rawat inap. Di tengah tren kenaikan kasus secara nasional, analisis ketahanan hidup dengan metode *Kaplan-Meier* menjadi krusial untuk mengevaluasi efektivitas manajemen klinis secara objektif. Hasil estimasi peluang ketahanan hidup dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan data bagi RSUP Dr. Tadjuddin Chalid dalam mengidentifikasi periode kritis pasien serta merumuskan strategi intervensi medis yang tepat guna menekan angka mortalitas.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Variabel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari data rekam medis pasien rawat inap di RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar tahun 2023. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari jumlah pasien rawat inap penderita penyakit diabetes melitus (n_i) dan jumlah pasien rawat inap penderita penyakit diabetes melitus yang mengalami kegagalan (d_i).

2.2 Analisis Survival

Menurut Johan Harlan, analisis survival juga dikatakan sebagai prosedur statistika untuk menganalisis data dengan waktu sampai terjadinya suatu peristiwa tertentu sebagai variabel respon. Yang dikatakan “peristiwa tertentu” tersebut dalam analisis survival lazimnya disebut sebagai “kegagalan” (*failure*), yang dapat berupa kematian, kesembuhan, kekambuhan, kerusakan alat atau

bahan dan sebagainya. Analisis data tahan hidup (*survival data analysis*) adalah alat yang digunakan untuk menggambarkan data tahan hidup. Data tahan hidup yang dimaksud adalah waktu kejadian sebuah peristiwa dari awal pengamatan sampai waktu berakhirnya pengamatan.

Analisis survival adalah alat statistik fundamental dalam penelitian klinis yang berfokus pada waktu hingga terjadinya suatu peristiwa (seperti kematian, kekambuhan, atau penghentian pengobatan), bukan hanya event itu sendiri. Metode yang paling tradisional dan tersebar luas untuk menyajikan data ini adalah Kurva *Kaplan-Meier* (KM), di mana sumbu horizontal mengukur waktu dan sumbu vertikal menunjukkan tingkat survival [8].

Waktu tahan hidup (T) adalah suatu variabel random mewakili ketahanan hidup dari individu untuk suatu populasi. Waktu tahan hidup (T) akan menciptakan distribusi yang dikenal sebagai “distribusi waktu hidup”. Ada tiga fungsi ekuivalen dalam distribusi (T) yaitu fungsi survival, fungsi densitas, dan fungsi hazard [11].

1. Fungsi Survival

Fungsi survival merupakan peluang suatu individu atau objek dapat bertahan hidup lebih dari waktu tertentu (t) dan dinotasikan dengan $S(t)$. Dimana T sebagai variabel acak positif yang digunakan untuk menggambarkan distribusi waktu hidup dalam populasi individu yang mewakili peristiwa terminal waktu memiliki probabilitas fungsi kepadatan $f(t)$ serta fungsi distribusi kumulatif [11].

$$\begin{aligned} S(t) &= P(T \geq t) \\ &= \int_t^{\infty} f(x)dx \end{aligned} \quad (2.1)$$

2. Fungsi Densitas

Jika T adalah variabel acak yang mewakili waktu hidup individu dalam interval $[0, \infty)$, maka fungsi densitasnya adalah $f(t)$ dan fungsi distribusi kumulatifnya adalah $F(t)$. Waktu hidup T memiliki fungsi densitas yang menggambarkan probabilitas kegagalan individu dalam interval waktu dari t hingga $t + \Delta t$ atau probabilitas kegagalan di setiap interval satuan waktu. Fungsi densitas ini dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut [11]:

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < (t + \Delta t))}{\Delta t} \quad (2.2)$$

3. Fungsi Hazard

Fungsi Hazard $h(t)$ adalah probabilitas seseorang bertahan hingga waktu t dan beresiko mengalami kejadian gagal seperti meninggal, dengan syarat bahwa individu tersebut telah bertahan sampai t . Fungsi ini dinyatakan sebagai berikut [18]:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < (t + \Delta t) | T \geq t)}{\Delta t} \quad (2.3)$$

2.3 Data Tersensor

Perhitungan data menggunakan metode analisis ketahanan hidup disebut dengan data ketahanan hidup. Bentuk umumnya yaitu mendeskripsikan proses waktu terjadinya suatu peristiwa (seperti kematian, kekambuhan, atau penghentian pengobatan). Bentuk utama dari strukturnya yaitu penyensoran. Suatu pengamatan ketahanan hidup memiliki batas waktu awal dan akhir penyamatan. Penyensoran terjadi ketika terdapat individu yang masih bertahan hidup setelah waktu pengamatan berakhir. Penyebab terjadinya data tersensor diantaranya adalah:

- Loss to follow up*, terjadi karena objek berpindah tempat tinggal ke luar daerah membuat peneliti tidak dapat lagi memantau kondisi kesehatannya, meninggal selama periode penelitian atau menolak untuk berpartisipasi lebih lanjut dalam penelitian.
- Drop out*, terjadi apabila perlakuan dihentikan karena alasan tertentu.

- c. *Termination*, terjadi apabila masa penelitian berakhir sementara objek yang diobservasi belum mencapai kegagalan (*failure time*) [1].

Menurut Crowder (1991) terdapat 3 jenis penyensoran yaitu:

- Left-censored*, Pengamatan dikatakan *Left-censored* jika objek yang diteliti mengalami kejadian dibawah waktu pengamatan yang telah ditentukan.
- Right-censored*, Pengamatan dikatakan *Right-censored* jika objek yang diteliti hilang, keluar, dan objek masih bertahan hidup setelah masa waktu pengamatan berakhir.
- Interval-censored*, Pengamatan dikatakan *Interval-censored* jika objek yang diteliti mengalami kejadian diantara interval waktu pengamatan tertentu [2].

2.4 Kaplan Meier

Istilah *Kaplan Meier* ditemukan oleh dua ahli statistik yakni Edward L. Kaplan dan Paul Meier pada tahun 1958. Metode Kaplan Meier merupakan metode estimasi nonparametrik dalam fungsi survival untuk menangani data yang tidak lengkap (tersensor) serta dapat digunakan pada data sampel kecil [9]. Metode ini menghasilkan estimasi peluang bertahan hidup yang sangat berguna dan menyajikan representasi grafis dari distribusi ketahanan hidup [3].

Kaplan-Meier (KM) digunakan sebagai alat statistik non-parametrik yang esensial untuk mengestimasi dan memvisualisasikan probabilitas ketahanan hidup (*survival probability*) atau waktu hingga terjadinya suatu peristiwa (*time-to-event*) di antara kelompok pasien yang berbeda. Metode KM sangat relevan dalam studi klinis karena kemampuannya untuk secara akurat menangani data tersensor (*censored data*) yaitu data dari pasien yang keluar dari penelitian sebelum peristiwa yang diminati (kematian, stroke, kekambuhan) terjadi, atau pasien yang masih hidup hingga akhir periode penelitian. Dengan demikian, metode ini memungkinkan perbandingan kurva survival antara dua kelompok intervensi (Endarterektomi dan Stenting) secara valid, menggunakan Uji *Log-Rank* untuk menentukan apakah perbedaan tingkat survival tersebut signifikan secara statistik [10].

Misalkan T adalah variabel acak kontinu non-negatif, dimana semua fungsi yang terkait dengan variabel T didefinisikan dalam interval $[t_i, t_{i+1})$. Estimasi *Kaplan Meier* juga merupakan pengembangan dari fungsi kehidupan empiris [14]. Definisi fungsional rentang hidup empiris untuk semua data adalah sebagai berikut:

$$S(t) = \frac{\text{jumlah pengamatan} \geq t}{n}, t \geq 0 \quad (2.4)$$

Jika terdapat data tak lengkap, persamaan akan diubah menggunakan metode Kaplan Meier. Misal diasumsikan C_j adalah jumlah individu yang tersensor pada interval $[t_i, t_{i+2}]$ pada waktu $t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{iCi}$ untuk $i = 0, 1, \dots, k$. Jika waktu ketahanan dikelompokkan secara berurutan, maka waktu ketahanan T didefinisikan sebagai variabel acak diskrit. Misal T bernilai $t_1, t_2, \dots, t_n$ dimana $0 \leq t_1 < t_2 < \dots$ dan fungsi densitas peluangnya adalah n

$$f(t_i) = P(T = t_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

$$f(t_i) = S(t_i) - S(t_{i+1})$$

Maka fungsi ketahanannya adalah:

$$S(t) = P(T \geq t) = \sum_{i: t_i \geq t} f(t_i) \quad (2.5)$$

Dimana,

$f(t_i)$ = fungsi densitas peluang pada saat t_i

t_i = waktu terjadi *event*

$S(t)$ = fungsi ketahanan hidup

Estimasi probabilitas ketahanan hidup menggunakan metode *Kaplan-Meier* pada beberapa waktu tertentu diperoleh dengan mengalikan estimasi ketahanan hidup pada waktu sebelumnya

dengan angka ketahanan yang teramati pada tahun tersebut.

$$S(t_{i+1}) = S(t_i) \cdot S(t)$$

atau

$$S(t) = \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} \quad (2.6)$$

Fungsi hazard didefinisikan sebagai probabilitas bahwa seorang individu akan mengalami kegagalan dalam interval $(t, t + \Delta t)$, yang diketahui bahwa individu tersebut telah bertahan hidup hingga waktu t .

$$h(t_i) = P(T = t_i | T \geq t_i)$$

$$h(t_i) = \frac{f(t_i)}{S(t_i)}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (2.7)$$

Fungsi kepadatan probabilitas $f(t_i)$ dapat dinyatakan sebagai perubahan pada fungsi survival $S(t_i)$. Fungsi survival $S(t_i)$ adalah probabilitas bertahan hingga waktu t_i . Sedangkan $S(t_{i+1})$ adalah probabilitas bertahan hidup hingga waktu setelah t_i . Oleh karena itu

$$f(t_i) = S(t_i) - S(t_{i+1})$$

$f(t_i)$ adalah perbedaan antara fungsi survival pada waktu t_i dan waktu t_{i+1} .

Sehingga persamaan (2.7) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} h(t_i) &= \frac{f(t_i)}{S(t_i)} = \frac{S(t_i) - S(t_{i+1})}{S(t_i)} \\ h(t_i) &= 1 - \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Substitusi persamaan (2.6) ke persamaan $h(t_i) = 1 - \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)}$ sehingga dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} h(t_i) &= 1 - S(t) \\ S(t) &= 1 - h(t_i) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Fungsi survival $S(t)$ pada waktu t dapat dinyatakan secara iteratif dengan mengalikan semua peluang bertahan pada setiap waktu sebelumnya, jika t adalah waktu hingga t_i , maka :

$$\begin{aligned} S(t) &= (1 - h(t_1)) \cdot (1 - h(t_2)) \cdots (1 - h(t_i)) \\ S(t) &= \prod_{i: t_i \geq t} (1 - h(t_i)) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Adapun rumus untuk menentukan penaksiran $h(t_i)$ yang merupakan peluang kematian. misalkan pada k pada percobaan n_i kejadian dan d_i adalah jumlah kematian pada waktu t_i sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (d_i - n_i h(t_i)) &= 0 \\ -n_i h(t_i) &= -d_i \\ h(t_i) &= \frac{d_i}{n_i} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Sehingga diperoleh rumus estimasi pada $h(t_i)$ yaitu:

$$\hat{h}(t_i) = \frac{d_i}{n_i} \quad (2.12)$$

Dimana,

$\hat{h}(t_i)$ = estimasi peluang kematian

d_i = banyaknya kegagalan pada waktu ke- i

n_i = banyaknya individu yang beresiko pada waktu ke- i

t_i = waktu terjadi event

Persamaan (2.9) merupakan fungsi tahan hidup yang digunakan untuk menghitung peluang

seseorang bertahan hidup. Namun, nilai $h(t_i)$ belum diketahui. $h(t_i)$ adalah angka yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan kematian pada waktu tertentu. Karena itu, diperlukan estimasi dari fungsi tahan hidup tersebut.

Estimasi dari fungsi tahan hidup pada persamaan (2.10) adalah:

$$\begin{aligned}\hat{S}(t) &= \prod_{i:t_i \geq t} (1 - \hat{h}(t_i)) \\ &= \prod_{i:t_i \geq t} \hat{f}(t_i)\end{aligned}\quad (2.13)$$

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.13), maka diperoleh estimasi fungsi tahan hidup berikut:

$$\begin{aligned}\hat{S}(t) &= \prod_{i:t_i \geq t} \hat{f}(t_i) \\ &= \prod_{i:t_i \geq t} (1 - \hat{h}(t_i)) \\ \hat{S}(t) &= \prod_{i:t_i \geq t} \left(1 - \frac{d_i}{n_i}\right)\end{aligned}\quad (2.14)$$

Sehingga, rumus estimasi fungsi tahan hidup yaitu:

$$\hat{S}(t) = \prod_{i:t_i \geq t} \left(\frac{n_i - d_i}{n_i}\right)\quad (2.15)$$

Dimana,

- $\hat{S}(t)$ = estimasi fungsi tahan hidup
- n_i = banyaknya individu yang berisiko pada waktu ke- i
- d_i = banyaknya kegagalan pada waktu ke- i
- $\hat{h}(t_i)$ = estimasi peluang kematian
- $\hat{f}(t_i)$ = estimasi fungsi densitas peluang [14]

2.5 Diabetes Melitus

Menurut Suryono, diabetes melitus merupakan salah satu masalah kesehatan yang berdampak pada produktivitas dan dapat menurunkan sumber daya manusia. Penyakit ini tidak hanya berpengaruh secara individu, tetapi juga sistem kesehatan suatu negara. Risiko kejadian DM akan semakin besar apabila pola hidup tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik [19].

Diabetes Melitus sendiri diklasifikasikan menjadi beberapa tipe. DM Tipe 1 atau yang biasa disebut *insulin-independent*, merupakan ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi insulin secara cukup. DM Tipe 2 atau yang biasa disebut *non-insulin-dependent*, disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh untuk menggunakan insulin secara efektif. DM Tipe lain dimana penyebab dari DM tipe ini sangat bervariasi mulai dari efek genetik fungsi sel beta, efek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, obat, zat kimia hingga sindrom genetik lainnya yang berhubungan dengan DM. Kemudian DM Gestasional yakni diabetes yang hanya muncul dan berlangsung pada masa kehamilan hingga proses melahirkan [20].

Diabetes Melitus (DM) adalah salah satu krisis kesehatan masyarakat yang paling cepat berkembang, dengan dampak sosio-ekonomi yang signifikan di seluruh dunia. Meskipun faktor risiko tradisional seperti gaya hidup dan genetik telah dipelajari secara ekstensif, perhatian juga bergeser ke faktor risiko non-tradisional yang berhubungan dengan lingkungan. Penelitian oleh Elias et al. Tahun 2022 menyoroti bahwa di negara-negara berkembang, paparan toksin lingkungan dan

polutan industri memainkan peran yang semakin penting dalam meningkatkan risiko umum DM pada tingkat populasi [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dari data dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

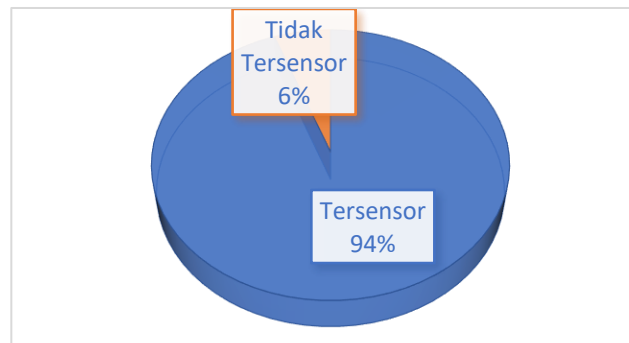
Tabel 3. 1 Analisis Deskriptif Data Pasien Rawat Inap Penderita Penyakit Diabetes Melitus 2023

Variabel	Jumlah
Pasien Rawat Inap Meninggal Menderita Diabetes Melitus (d_i)	28
Pasien Rawat Inap Sembuh Menderita Diabetes Melitus	473
Jumlah Pasien Rawat Inap Penderita Diabetes Melitus (n_i)	501

Berdasarkan Tabel 3.1 banyaknya pasien rawat inap yang sembuh atau diizinkan pulang adalah 473 pasien dan terdapat pula sebanyak 28 orang pasien yang dinyatakan meninggal. Adapun variabel yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu lama perawatan pasien penderita penyakit diabetes melitus (hari), pasien rawat inap sembuh atau diizinkan pulang pasien rawat inap meninggal serta jumlah keseluruhan pasien rawat inap penderita diabetes melitus dari bulan Januari 2023 hingga bulan Desember 2023.

3.2 Data Tersensor dan Tidak Tersensor

Pada hasil penelitian ini, data yang mengalami diabetes melitus dikategorikan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama, status 0 adalah kategori untuk data tidak tersensor yang merupakan pasien rawat inap yang dinyatakan meninggal. Sedangkan kelompok kedua, status 1 adalah kategori data tersensor yang merupakan pasien rawat inap yang diizinkan pulang atau sembuh. Untuk informasi lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Data status pasien

Gambar 3.1 memperlihatkan data pasien yang tersensor sebanyak 94% (473 pasien) dan data pasien yang tidak tersensor sebanyak 6% (28 pasien) dari 100% pasien rawat inap yang mengalami diabetes melitus.

3.3 Nilai Estimasi Fungsi Hazard $\hat{h}(t_i)$

Berikut estimasi fungsi hazard dihitung dengan rumus:

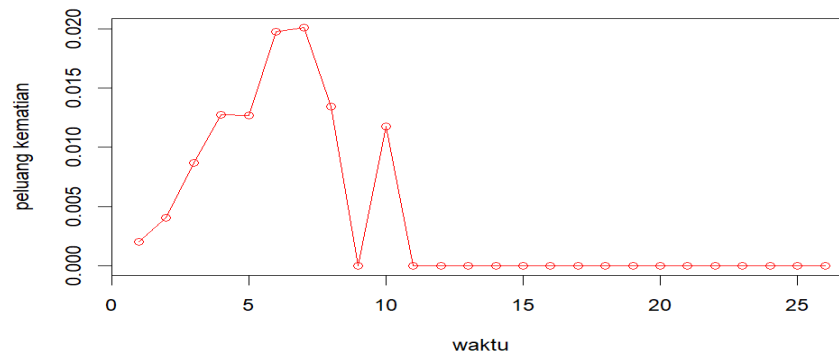
$$\hat{h}(t_i) = \frac{d_i}{n_i}$$

1. $t_i = 1 \rightarrow \hat{h}(t_i) = \frac{1}{501} = 0,001996008$
2. $t_i = 2 \rightarrow \hat{h}(t_i) = \frac{2}{497} = 0,004024145$
- $\vdots$
- n. $t_i = 30 \rightarrow \hat{h}(t_i) = \frac{0}{1} = 0,000000000$

Tabel 3.2 Estimasi fungsi hazard pasien rawat inap diabetes melitus pada Tahun 2023

Waktu (t_i)	Banyaknya Individu yang Beresiko (n_i)	Banyaknya Kegagalan (d_i)	Estimasi Fungsi Hazard $\hat{h}(t_i)$
0	501	0	0,000000000
1	501	1	0,001996008
2	497	2	0,004024145
3	460	4	0,008695653
4	392	5	0,012755102
5	315	4	0,012698413
6	253	5	0,019762846
7	199	4	0,020100503
8	149	2	0,013422819
9	113	0	0,000000000
10	85	1	0,011764706
11	73	0	0,000000000
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
30	1	0	0,000000000

Tabel 3.2 menggambarkan nilai estimasi fungsi hazard yang menunjukkan tingkat kejadian suatu peristiwa dari waktu ke waktu. Pada hari ke-6, terjadi peningkatan nilai yang cukup signifikan dengan angka 0,019762846 atau 1,97% , yang menunjukkan adanya kenaikan risiko kejadian. Peningkatan tertinggi tercatat pada hari ke-7, dengan nilai mencapai 0,020100503 atau 2,01%, menunjukkan bahwa pada hari tersebut risiko terjadinya peristiwa berada pada titik puncaknya. Namun, setelah hari ke-7, pada hari ke-8 nilai fungsi hazard mengalami penurunan, dan setelahnya, nilai-nilai fungsi hazard kembali stabil pada level yang lebih normal, tanpa adanya kenaikan yang signifikan. Dengan kata lain, meskipun terjadi perubahan yang tidak stabil, nilai estimasi fungsi hazard cenderung kembali pada angka yang konsisten setelah mencapai puncak pada hari ke-7.

**Gambar 3.2** Estimasi fungsi hazard pasien rawat inap diabetes melitus pada Tahun 2023

Pada Gambar 3.2, hasil perhitungan estimasi fungsi hazard $(\hat{h}(t_i))$ pada pasien diabetes melitus pada tahun 2023 yang menjadi pasien rawat inap di RSUP Dr Tadjuddin Chalid Makassar sebagai berikut:

- Estimasi fungsi hazard rendah di awal waktu ($t_i = 1-3$) yang artinya peluang kematian kecil di awal waktu.
- Estimasi fungsi hazard naik tajam di waktu menengah ($t_i = 4-7$) menandakan waktu kritis dimana individu memiliki risiko kematian yang tinggi.
- Estimasi fungsi hazard menurun ($t_i = 8-9$) menunjukkan risiko kegagalan berkurang.
- Estimasi fungsi hazard meningkat kembali ($t_i = 10$) menunjukkan risiko kegagalan bertambah.
- Estimasi fungsi hazard di akhir waktu ($t_i = 11-30$) terdapat grafik menurun dan stabil yang menunjukkan efek pengobatan berhasil atau fase stabil.

3.4 Nilai Estimasi Fungsi Tahan Hidup $\hat{S}(t_i)$

Berdasarkan data pasien diabetes melitus yang menjalani rawat inap, berikut hasil estimasi fungsi tahan hidup pasien yang berdasarkan rumus (2.15).

$$\hat{S}(t) = \prod_{i:t_i \geq t} \left(\frac{n_i - d_i}{n_i} \right)$$

$$\begin{aligned} 1. \quad \hat{S}(t_1) &= \left(\frac{501 - 3}{501} \right) = 0,99401 \\ 2. \quad \hat{S}(t_2) &= \left(\frac{497 - 35}{497} \right) = 0,92401 \\ 3. \quad \hat{S}(t_3) &= \left(\frac{460 - 64}{460} \right) = 0,79545 \\ 4. \quad \hat{S}(t_4) &= \left(\frac{392 - 72}{392} \right) = 0,64935 \\ &\vdots \\ 30. \quad \hat{S}(t_{30}) &= \left(\frac{1 - 1}{1} \right) = 0,00000 \end{aligned}$$

Tabel 3.3 Estimasi tahan hidup pasien rawat inap diabetes melitus pada Tahun 2023

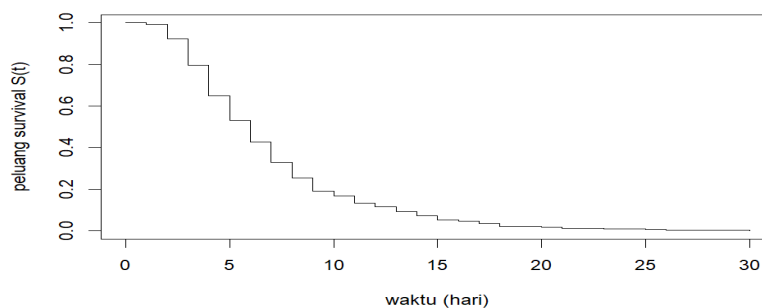
Waktu (t_i)	Banyaknya Penderita DM (n_i)	Tidak tersensor	Tersensor (d_i)	Fungsi survival $\hat{S}(t)$
1	501	1	3	0,99401
2	497	2	35	0,92401
3	460	4	64	0,79545
4	392	5	72	0,64935
5	315	4	58	0,52979
6	253	5	49	0,42718
7	199	4	46	0,32843
8	149	2	34	0,25349
9	113	0	28	0,19068
10	85	1	11	0,16600
11	73	0	15	0,13189
12	58	0	8	0,11370
13	50	0	10	0,09096
14	40	0	9	0,07049

Waktu (t_i)	Banyaknya Penderita DM (n_i)	Tidak tersensor	Tersensor (d_i)	Fungsi survival $\hat{S}(t)$
15	31	0	8	0,05230
16	23	0	3	0,04548
17	20	0	5	0,03411
18	15	0	6	0,02047
19	9	0	1	0,01819
20	8	0	1	0,01592
21	7	0	2	0,01137
23	5	0	1	0,00910
24	4	0	1	0,00682
25	3	0	1	0,00455
26	2	0	1	0,00227
30	1	0	1	0,00000

Berdasarkan Tabel 3.3 menunjukkan nilai fungsi tahan hidup pada berbagai titik waktu. Nilai-nilai tersebut menggambarkan probabilitas individu untuk bertahan hidup pada setiap waktu yang diamati.

- Pada hari ke-4 terdapat 72 orang pasien yang pulang karena kondisinya membaik, dengan nilai fungsi tahan hidup sebesar 0,64935. Ini menunjukkan bahwa pada hari tersebut, sekitar 64,94% dari pasien diperkirakan bertahan hidup.
- Pada hari ke-4, banyak pasien yang kondisinya membaik dan diperbolehkan pulang, hal ini menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi karena mereka berhasil melewati masa kritis. hal ini terlihat sebagai titik di mana jumlah pasien yang masih dirawat berkurang, menandakan pemulihan yang lebih baik.
- Dari total 30 hari masa perawatan pasien diabetes melitus, terdapat 17 hari berturut-turut di mana tidak ada pasien yang dinyatakan meninggal. Hal ini mungkin disebabkan oleh perawatan medis yang efektif dan pemantauan yang lebih baik terhadap kondisi pasien, yang membantu mengurangi angka kematian selama periode tersebut. Periode 17 hari berturut-turut berlangsung mulai hari ke-11 hingga hari ke-30 masa perawatan pasien diabetes melitus.

Adapun gambar peluang survival penyakit diabetes melitus dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Kurva kaplan meier pasien rawat inap penyakit diabetes melitus pada Tahun 2023

Gambar 3.3 menunjukkan seiring bertambahnya waktu penelitian, peluang *survival* atau peluang pasien yang belum pulang cenderung menurun, dengan asumsi bahwa semakin lama pasien

dirawal, maka peluang kesembuhannya semakin tinggi. Pada saat $t=0$ peluang *survival*nya adalah 1 karena belum ada pasien yang mengalami kegagalan atau meninggal. Berdasarkan Tabel 3.3 dan Gambar 3.3, diperoleh bahwa peluang *survival* tertinggi terjadi pada hari rawat inap ke-1, dengan nilai peluang *survival* sebesar 0,9940 atau 99,4%. Sementara itu, peluang *survival* terendah terjadi pada hari rawat inap ke-30, dengan nilai peluang *survival* sebesar 0 atau 0%.

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa pasien rawat inap diabetes melitus di RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar cenderung mengalami perbaikan kondisi secara signifikan pada hari ke-30, di mana nilai peluang *survival* mencapai 0%. Dengan demikian, semakin kecil nilai peluang *survival*, semakin besar kemungkinan pasien pulang dalam keadaan membaik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data rekam medis RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar, terdapat 501 pasien rawat inap penderita diabetes melitus pada tahun 2023 dengan lama perawatan selama 30 hari. Dari jumlah tersebut, sebanyak 473 pasien tersensor atau diijinkan pulang, sedangkan 28 pasien tidak tersensor atau dinyatakan meninggal. Hasil analisis data menunjukkan bahwa peluang ketahanan hidup pasien rawat inap penderita diabetes melitus adalah 0,649 atau 64,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allo, Caecilia Girik, 2017. *Aplikasi Metode Kaplan Meier Untuk Menduga Selang Waktu Ketahanan Hidup*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- [2] Collett, David, 2023. *Modelling Survival Data in Medical Research, 4nd edition*. London : Chapman and Hall.
- [3] Cook, A., 2008. *Kaplan Meier Estimate of S(t)*. National University of Singapore, Singapore.
- [4] Damayanti, Fidya Panorama, Arief Wibowo, 2017. *Analisis Survival penyakit Jantung Coroner Berulang* . Jurnal Biometrika dan Kependudukan 6(1).
- [5] Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2021. *Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan 2021*.
- [6] Elias, P., Rahman, Q., & Singh, R., 2022. *The Impact of Environmental Toxins and Industrial Pollutants on General Diabetes Risk in Developing Nations: A Population Health Perspective*. Environmental Health Perspectives, 130(4), 047008.
- [7] Fatimah, Restyana Noor, 2015. *Diabetes melitus tipe 2*. Jurnal Majority 4(5).
- [8] Gomes AP, et al. *Kaplan-Meier survival analysis: practical insights for clinicians*, Acta Med Port 2024 Apr;37(4):280-285
- [9] Habibah, Immawati Ainun, Tatik Widiari, dan Suparti Suparti, 2018. *Ketahanan Hidup Pasien Gagal Ginjal Dengan Metode Kaplan MEIER (Studi Kasus di Rumah Sakit Umum Daerah dr. R. Soedjati Soemodiarjo Purwodadi)*. Jurnal Gaussian 7(3):270–80.
- [10] Handa, S., Kurio, C., Higashi, T., Uehara, S., & et al., 2023. *Long-Term Survival After Carotid Endarterectomy or Stenting: A Population-Based Study With Kaplan-Meier Analysis*. Stroke, 54(3). doi: 10.1161/STROKEAHA.122.040904
- [11] Harlan, Johan, 2017. *Analisis Survival*. Depok: Penerbit Gunadarma
- [12] Kaplan, E. L. ,. & Meier, P., 1958. *Nonparametric Estimation from Incomplete Observation*. Journal of The American Statistical Association 457–81.
- [13] Kementrian Kesehatan RI, 2023. *Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023*.
- [14] Mandini, Gity Wulang, 2015. *Analisis Tahan Hidup Pasien kanker Paru Dengan Metode Kaplan Meier*. Universitas Negri Yogyakarta FMIPA.
- [15] RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar, 2021. *LAPORAN TAHUNAN 2020*.
- [16] RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar, 2023. *LAPORAN TAHUNAN 2022*.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**Nurul Rahmadani, Ermawati, Adnan Sauddin, Irwan**

- [17] Safitri, Wulan, Triastuti Wuryandari, Supatri, 2016. *Analisis Ketahanan Hidup Penderita Tuberkulosis Dengan Menggunakan Metode Regresi Cox Kegagalan Proporsional*. jurnal Gaussian 5(4).
- [18] Sentas Panagiotis, dkk., 2005. *Survival Analysis For The Duration Of Software Project*. No. 54124
- [19] Suryono, Slamet, 2007. *Patofisiologi Diabetes Melitus*. dalam *Pedoman Diet Diabetes Melitus*, disunting oleh S. , S. K. , O. M. Waspadi. Jakarta.
- [20] Wicaksono, R.P, 2011. *Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 (Studi Kasus di Poliklinik Penyakit Dalam RS Dr. Kariadi Semarang*. Universitas Diponegoro, Semarang