Analisis Kurva Survival Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Menggunakan Metode Kaplan Meier Dengan Uji Log Rank

Sindi Rahmadhani Ginting[1*], Hanna Dewi Marina Hutabarat[2]
[1,2] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
*Corresponding Author: rahmadhanisindy17@gmail.com

Abstrak

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan salah satu masalah kesehatan global dengan angka mortalitas yang terus meningkat. Di Indonesia, prevalensi PPOK juga mengalami peningkatan sehingga diperlukan analisis yang dapat menggambarkan peluang bertahan hidup pasien secara lebih komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi fungsi kurva survival pasien PPOK menggunakan metode Kaplan–Meier serta menilai perbedaan peluang bertahan hidup antar kelompok pasien berdasarkan faktor usia, jenis kelamin, riwayat merokok, penyakit penyerta, dan derajat keparahan melalui uji Log-Rank. Data yang digunakan merupakan data sekunder rekam medis pasien PPOK di RSUD Dr. Pirngadi Medan periode Januari 2022–Desember 2024 sebanyak 150 pasien. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak R Studio. Hasil menunjukkan bahwa median waktu survival pasien PPOK adalah 4.484 hari (sekitar 12,3 tahun). Probabilitas bertahan hidup pasien pada awal pengamatan sebesar 98,7%, menurun menjadi 49,1% pada hari ke 4.484, dan 38,2% pada hari ke 4.854. Berdasarkan uji Log-Rank, variabel yang berpengaruh signifikan terhadap peluang bertahan hidup adalah penyakit penyerta, dan derajat keparahan PPOK. Sementara itu, usia, jenis kelamin dan riwayat merokok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kurva survival pasien.
Kata kunci: Analisis Survival, Kaplan Meier, Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK), Uji Log Rank

Abstract

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a global health problem with an increasing mortality rate. In Indonesia, the prevalence of COPD continues to rise, requiring a statistical analysis that comprehensively describes patients' survival probabilities. This study aims to estimate the survival function of COPD patients using the Kaplan–Meier method and assess survival differences among patient groups based on age, gender, smoking history, comorbidities, and disease severity using the Log-Rank test. The data used were secondary data obtained from medical records of COPD patients at Dr. Pirngadi General Hospital Medan during the period of January 2022 to December 2024, consisting of 150 patients. The analysis was performed using R Studio software. The results showed that the median survival time for COPD patients was 4,484 days. (approximately 12.3 years). The survival probability at the beginning of the observation was 98.7%, decreasing to 49.1% at day 4,484 and 38.2% at day 4,854. Based on the Log-Rank test, variables that significantly affected survival probability were comorbidities and disease severity. Meanwhile, age, sex, and smoking history did not show significant differences in the patients' survival curves.
Keywords: Survival Analysis, Kaplan Meier, Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), Log Rank Test

Citation: Ginting, S. R., & Hutabarat, H. D. M. (2025). Analisis Kurva Survival Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Menggunakan Metode Kaplan Meier Dengan Uji Log Rank *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 710 – 721.

PENDAHULUAN

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan penyakit paru progresif yang ditandai dengan hambatan aliran udara yang menetap dan menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia. Setiap tahunnya lebih dari tiga juta jiwa meninggal akibat PPOK dan angka tersebut diproyeksikan terus meningkat hingga menjadikan PPOK sebagai penyebab kematian ketiga di dunia pada tahun 2030 (Antariksa et al., 2023). Di Indonesia, prevalensi PPOK meningkat dari 3,7% pada tahun 2013 menjadi 5,6% pada tahun 2023. Faktor risiko seperti tingginya prevalensi perokok, peningkatan polusi udara, serta keterbatasan fasilitas kesehatan turut memperburuk kondisi penyakit ini di masyarakat (Annisa, 2022). Secara klinis, PPOK ditandai oleh penyempitan saluran napas yang menyebabkan perpanjangan fase ekspirasi dan peningkatan resistensi aliran udara yang bersifat kronis dan progresif. Istilah PPOK digunakan untuk menggambarkan sekelompok penyakit paru kronis dengan hambatan aliran udara sebagai karakteristik utama patofisiologinya (Ari, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor seperti usia, jenis kelamin, status merokok, komorbiditas, dan derajat keparahan berpengaruh terhadap prognosis pasien dengan penyakit kronis (Nielsen et al., 2024) (Ramadhani et al., 2023) . Dalam bidang kesehatan, analisis survival merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk mengevaluasi waktu ketahanan hidup suatu populasi dan menangani data tersensor yang sering ditemukan dalam penelitian medis (Kleinbaum & Klein, 2012) (Harlan, 2017). Metode Kaplan-Meier umum digunakan untuk mengestimasi peluang bertahan hidup pasien, sedangkan uji Log-Rank digunakan untuk mengevaluasi perbedaan survival antar kelompok berdasarkan faktor risiko tertentu (Audina & Fatekurohman, 2020) (Abdy et al., 2022). Namun, penelitian terkait estimasi kurva survival dan faktor-faktor yang memengaruhi peluang bertahan hidup pasien PPOK di RSUD Dr. Pirngadi Medan masih belum tersedia sehingga diperlukan kajian ilmiah yang lebih spesifik sebagai dasar pengambilan keputusan klinis. Kekurangan

data lokal tersebut menyebabkan keterbatasan dalam perencanaan terapi dan evaluasi outcome pasien di rumah sakit tersebut (Abdullah, 2022).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan ilmiah berupa analisis survival pasien PPOK di RSUD Dr. Pirngadi Medan dengan memanfaatkan metode Kaplan-Meier dalam mengestimasi fungsi survival serta uji Log-Rank untuk menguji signifikansi perbedaan survival berdasarkan usia, jenis kelamin, riwayat merokok, penyakit penyerta, dan derajat keparahan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi kurva survival pasien PPOK dan membandingkan peluang bertahan hidup antar kelompok pasien sesuai variabel penelitian sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai ketahanan hidup pasien PPOK.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional retrospektif dengan pendekatan kohort menggunakan data sekunder rekam medis pasien penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) di RSUD Dr. Pirngadi Medan periode Januari 2022 hingga Desember 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien PPOK pada periode tersebut, dan melalui kombinasi teknik purposive sampling untuk pasien meninggal dengan data lengkap serta simple random sampling untuk pasien masih hidup (censored), diperoleh total sampel sebanyak 150 pasien yang ditentukan menggunakan rumus Slovin pada tingkat kesalahan 10%. Variabel dependen pada penelitian ini adalah waktu survival, yaitu lamanya pasien bertahan hidup sejak pengobatan hingga terjadi peristiwa kematian atau akhir pengamatan, dengan status akhir pasien dikategorikan 0 (hidup) dan 1 (meninggal). Variabel independen meliputi usia, jenis kelamin, riwayat merokok, penyakit penyerta, dan derajat keparahan PPOK. Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengumpulan data, penentuan status tersensor, analisis karakteristik pasien, estimasi fungsi survival dan kurva Kaplan–Meier, serta pengujian perbedaan survival antar kelompok menggunakan uji Log-Rank. Analisis dilakukan dengan perangkat lunak RStudio yang digunakan untuk menghitung probabilitas survival serta menilai signifikansi perbedaan kurva survival antar kelompok pasien..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan Kaplan-Meier digunakan untuk memperkirakan fungsi kelangsungan hidup dan menggambarkan pola hubungan antara waktu kelangsungan hidup (sumbu X) dan peluang bertahan hidup (sumbu Y) pada pasien PPOK. Perangkat lunak R Studio dan perintah survfit digunakan untuk mendapatkan fungsi kelangsungan hidup pasien PPOK. Berikut adalah hasil perhitungan manual yang akan memberikan gambaran awal mengenai hasil yang akan dianalisis lebih lanjut dalam penelitian.

$$\hat{S}(t_i) = S(t_{i-1})\left(1 - \frac{d_i}{n_i}\right) \; atau \; \hat{S}(t_i) = (1 - hazard)\; x\; S_{t-1}$$

$$atau\; \hat{S}(t_i) = \left(1 - \left(\frac{n.event}{n.risk}\right)\right) x\; S_{t-1} = \left(1 - \left(\frac{n.event}{n.risk}\right)\right) x1 = 0{,}987$$

Artinya peluang pasien masih bertahan hidup setelah waktu pertama pengamatan (t_1) yaitu pada waktu 0 hari adalah 98,7%.

$$S(t_2) = (1 - hazard)\; x\; S_{t-1} = \left(1 - \left(\frac{n.event}{n.risk}\right)\right) x\; S_{t-1} = \left(1 - \left(\frac{1}{148}\right)\right) x\; 0{,}987 = 0{,}980$$

Artinya peluang pasien masih bertahan hidup setelah waktu kedua pengamatan (t_2) yaitu pada waktu 1 hari adalah 98%. Tabel 1 adalah hasil lengkap yang diperoleh dari R Studio. Estimasi Fungsi Survival Kaplan Meier Pasien PPOK terdapat 150 pasien, dengan 38 di antaranya mengalami kejadian (misalnya kematian atau perburukan kondisi). Berdasarkan estimasi Kaplan-Meier, median waktu survival pasien PPOK adalah 4.484 hari, dengan interval kepercayaan 95% yang berada pada rentang 3.697 hingga nilai yang tidak tersedia (NA) untuk batas atasnya

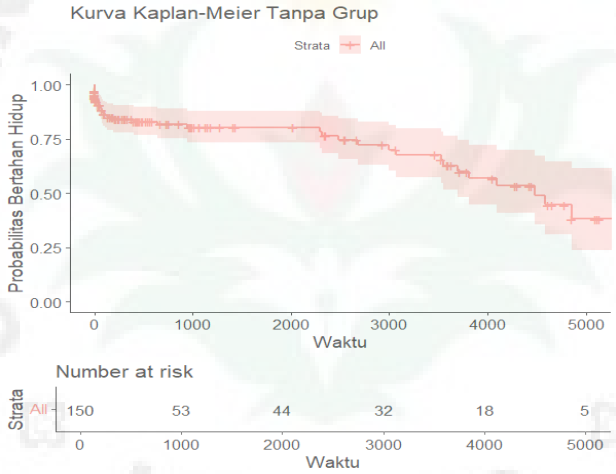
Tabel 1. Estimasi Fungsi Survival Kaplan Meier Pasien PPOK

time	n.risk	n.event	survival	std.error	lower 95% CI	upper 95% CI
0	150	2	0.987	0.00937	0.968	1.000
1	148	1	0.980	0.01143	0.958	1.000
5	143	2	0.953	0.01731	0.920	0.988
60	111	1	0.901	0.02529	0.853	0.952
646	65	1	0.818	0.03516	0.752	0.890
3001	32	1	0.701	0.05406	0.603	0.816
3074	30	1	0.678	0.05709	0.575	0.800
3697	22	1	0.600	0.06605	0.484	0.745
3808	19	1	0.569	0.06972	0.447	0.723

time	n.risk	n.event	survival	std.error	lower 95% CI	upper 95% CI
4094	17	1	0.535	0.07320	0.409	0.700
4484	12	1	0.491	0.07953	0.357	0.674
4854	7	1	0.382	0.09299	0.237	0.616

Berdasarkan hasil analisis Kaplan-Meier pada Tabel 1.a diperoleh gambaran umum kurva survival pasien PPOK sebanyak 150 orang dengan jumlah kejadian sebanyak 38 pasien. Median waktu survival pasien adalah 4484 hari (±12,3 tahun) dengan peluang bertahan hidup menurun hingga sekitar 0,491 atau 49,1%., dan interval kepercayaan 95% antara 3697 hari hingga tidak terdefinisi (NA). Nilai ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut, kemungkinan bertahan hidup pasien secara keseluruhan telah berkurang hingga setengah dari nilai awal. Meskipun demikian, sebagian besar pasien masih tercatat hidup (tersensor) hingga akhir masa pengamatan, sehingga median waktu survival ini bersifat estimasi dari model Kaplan-Meier, bukan jumlah pasien sebenarnya yang mencapai 50% kejadian.

Berdasarkan hasil tabel 1.b diperoleh probabilitas bertahan hidup pasien cukup tinggi pada awal periode, yakni sebesar 98,7% pada hari ke-0 dan masih mencapai 95,3% pada hari ke-5. Seiring berjalannya waktu, probabilitas survival menurun secara bertahap menjadi 81,8% pada hari ke-646, 60% pada hari ke-3697, 49,1% pada hari ke-4484, hingga 38,2% pada hari ke-4854. Penurunan survival ini menggambarkan bahwa semakin lama waktu pengamatan, semakin sedikit pasien yang mampu bertahan hidup.



Gambar 1. Kurva Survival Kaplan Meier Pasien PPOK

Berdasarkan gambar 1 kurva Kaplan–Meier pasien PPOK, probabilitas bertahan hidup pasien pada awal pengamatan berada di kisaran 100% dan menurun tajam pada periode awal, menunjukkan adanya kejadian kematian yang relatif cepat setelah pengamatan dimulai. Penurunan kemudian berlangsung lebih lambat hingga sekitar waktu ke-3000, namun kembali menurun tajam menjelang akhir pengamatan. Pada akhir periode, probabilitas bertahan hidup berada di sekitar 25%, dengan jumlah pasien yang masih diikuti ("at risk") hanya tersisa 5 orang pada waktu ke 5000 hari.

Analisis kaplan-meier dilakukan untuk membandingkan ketahanan hidup pasien PPOK berdasarkan variabel usia. Dalam penelitian ini, pasien dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu usia ≤50 tahun dan usia >50 tahun. Estimasi fungsi survival Kaplan-Meier berdasarkan usia pada pasien PPOK. Pada kelompok usia ≤50 tahun, terdapat 35 pasien dengan 5 kejadian dengan median waktu survival tidak diketahui dan Tingkat kepercayaan 95% antara 2.485 hingga NA, sementara pada kelompok usia >50 tahun, terdapat 115 pasien dengan 33 kejadian, dengan median waktu survival 4.484 hari dan interval kepercayaan 95% antara 3.552 hingga NA. Untuk melihat perbedaan ketahanan hidup antar kelompok usia tersebut, dilakukan estimasi kaplan-meier sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 dan tabel 3.

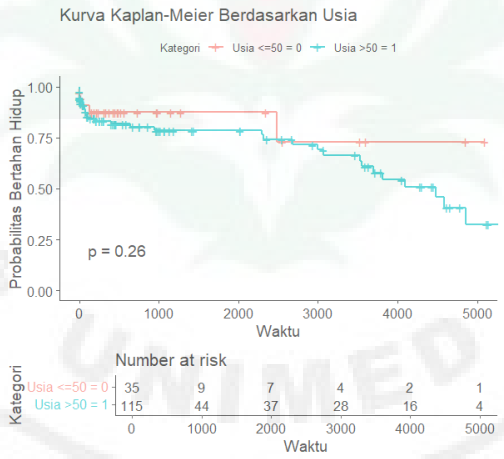
Tabel 2. Estimasi Fungsi Survival Pasien PPOK untuk Kelompok Usia

Time	Usia	n.risk	n.event	Survival	Std.Err	Lower 95% CI	Upper 95% CI
0	≤ 50 Tahun	35	1	0.971	0.0282	0.918	1.000
9	≤ 50 Tahun	32	1	0.941	0.0405	0.865	1.000
28	≤ 50 Tahun	29	1	0.909	0.0504	0.815	1.000
128	≤ 50 Tahun	27	1	0.875	0.0587	0.767	0.998
2485	≤ 50 Tahun	6	1	0.729	0.1418	0.498	1.000
0	≥ 50 tahun	115	1	0.991	0.00866	0.974	1.000
1	≥ 50 tahun	114	1	0.983	0.01219	0.959	1.000
5	≥ 50 tahun	110	2	0.948	0.02083	0.908	0.989
60	≥ 50 tahun	84	1	0.898	0.02924	0.843	0.957

646	≥ 50 tahun	53	1	0.802	0.04163	0.725	0.888
951	≥ 50 tahun	48	1	0.786	0.04399	0.704	0.877
2295	≥ 50 tahun	35	1	0.763	0.04812	0.674	0.864
3001	≥ 50 tahun	28	1	0.691	0.05915	0.584	0.817
3552	≥ 50 tahun	23	1	0.609	0.06849	0.488	0.759
4094	≥ 50 tahun	15	1	0.508	0.07825	0.376	0.687
4484	≥ 50 tahun	10	1	0.457	0.08533	0.317	0.659
4585	≥ 50 tahun	9	1	0.406	0.08970	0.264	0.626
4854	≥ 50 tahun	5	1	0.325	0.10214	0.176	0.602

Analisis kaplan-meier pada variabel usia pada tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan pola ketahanan hidup antara pasien PPOK yang berusia ≤ 50 tahun (usia = 0) dengan pasien yang berusia >50 tahun (usia = 1). Pada kelompok pasien usia ≤50 tahun, jumlah sampel relatif lebih sedikit (35 orang) dengan 5 kejadian kematian selama masa pengamatan. Kurva survival pada kelompok ini cenderung lebih stabil, dengan probabilitas bertahan hidup yang relatif tinggi hingga akhir masa pengamatan. Median survival tidak dapat ditentukan (NA) karena lebih dari 50% pasien masih bertahan hidup pada akhir periode. Probabilitas survival terendah tercatat sekitar 72,9% pada waktu 2485 hari, menunjukkan bahwa mayoritas pasien kelompok ini tetap bertahan hidup.

Sebaliknya, pada kelompok pasien usia >50 tahun (115 orang), tercatat 33 kematian selama periode pengamatan. Kurva survival pada kelompok ini mengalami penurunan yang lebih tajam, terutama dalam 100 hari pertama setelah pengamatan dimulai. Median survival tercatat sekitar 4484 hari, dengan interval kepercayaan 95% antara 3552 hingga NA, menunjukkan adanya perbedaan nyata dalam ketahanan hidup dibandingkan kelompok usia lebih muda. Pada akhir masa pengamatan, probabilitas bertahan hidup menurun hingga sekitar 32,5%.



Gambar 2. Kurva Survival Kaplan Meier Berdasarkan Usia

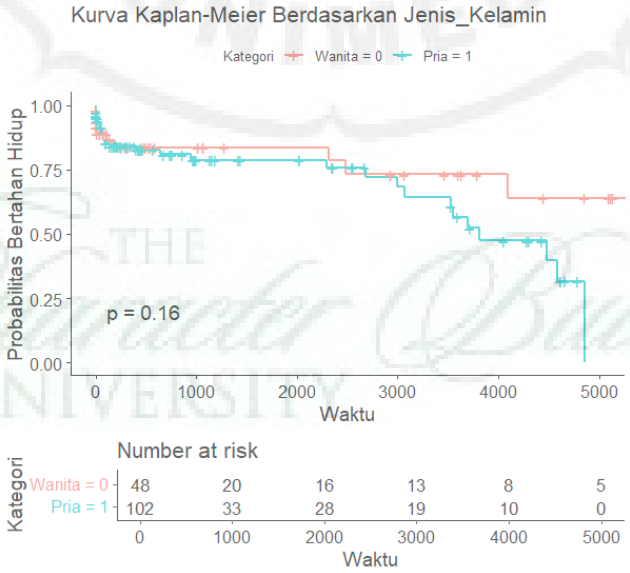
Gambar 2 memperlihatkan perbandingan kurva kaplan-meier berdasarkan kelompok usia pasien. Terlihat bahwa kurva survival pada kelompok usia ≤ 50 tahun cenderung berada di atas kelompok usia > 50 tahun hampir di sepanjang periode pengamatan. Pada kelompok usia ≤ 50 tahun (35 pasien), kurva survival terlihat lebih stabil dengan penurunan probabilitas bertahan hidup yang relatif lambat. Sebagian besar pasien dalam kelompok ini masih bertahan hidup hingga akhir periode pengamatan. Hal ini ditunjukkan oleh kurva yang tetap berada di atas 0,70 hingga lebih dari 4000 hari masa observasi, yang mengindikasikan bahwa kelompok usia muda memiliki ketahanan hidup yang lebih baik. Sebaliknya, pada kelompok usia > 50 tahun (115 pasien), kurva survival menunjukkan penurunan yang lebih nyata. Probabilitas bertahan hidup menurun secara bertahap sepanjang periode pengamatan, dengan sisa survival rate sekitar 0,30 pada hari ke-5000. Penurunan ini menunjukkan bahwa kelompok usia yang lebih tua memiliki risiko mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan kelompok usia yang lebih muda.

Analisis kaplan-meier dilakukan untuk membandingkan ketahanan hidup pasien PPOK berdasarkan variabel jenis kelamin. Dalam penelitian ini, pasien dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu wanita dan pria. Untuk melihat perbedaan ketahanan hidup antar kelompok jenis kelamin tersebut, dilakukan estimasi fungsi survival Kaplan-Meier berdasarkan jenis kelamin pada pasien PPOK. Pada kelompok wanita, terdapat 48 pasien dengan 10 kejadian, namun median waktu survival tidak tersedia, dengan interval kepercayaan 95% berada pada 4.094 hari. Sementara itu, pada kelompok pria, terdapat 102 pasien dengan 28 kejadian, dengan median waktu survival 3.808 hari dan interval kepercayaan 95% antara 3.530 hingga NA, lebih rincinya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Fungsi Survival Pasien PPOK

Time	Jenis Kelamin	n.risk	n.event	Survival	Std. Err	Lower 95% CI	Upper 95% CI
2	Wanita	48	1	0.979	0.0206	0.940	1.000
5	Wanita	45	1	0.937	0.0354	0.870	1.000
9	Wanita	42	1	0.914	0.0410	0.837	0.998
12	Wanita	40	1	0.891	0.0459	0.806	0.986
198	Wanita	31	1	0.837	0.0572	0.732	0.957
2314	Wanita	16	1	0.784	0.0737	0.652	0.943
2485	Wanita	15	1	0.732	0.0854	0.582	0.920
4094	Wanita	8	1	0.640	0.1136	0.452	0.907
0	Pria	102	2	0.980	0.0137	0.954	1.000
1	Pria	100	1	0.971	0.0167	0.938	1.000
5	Pria	98	1	0.961	0.0193	0.924	0.999
60	Pria	75	1	0.904	0.0306	0.846	0.966
401	Pria	53	1	0.827	0.0413	0.750	0.912
646	Pria	45	1	0.808	0.0443	0.726	0.900
951	Pria	39	1	0.788	0.0478	0.699	0.887
2681	Pria	20	1	0.720	0.0637	0.605	0.856
3001	Pria	19	1	0.682	0.0707	0.556	0.835
3530	Pria	17	1	0.606	0.0806	0.467	0.787
3808	Pria	11	1	0.475	0.0925	0.324	0.695
4484	Pria	6	1	0.395	0.1056	0.234	0.667
4585	Pria	5	1	0.316	0.1102	0.160	0.626
4854	Pria	1	1	0.000	NA	NA	NA

Analisis kaplan-meier terhadap variabel jenis kelamin pada tabel 4.3 menunjukkan perbedaan pola ketahanan hidup antara pasien pria (Kategori = 1) dan pasien wanita (Kategori = 0). Pada kelompok wanita (n = 48), jumlah kejadian (event/kematian) tercatat sebanyak 10 kasus. Median survival tidak dapat ditentukan (NA) karena sebagian besar pasien masih bertahan hidup hingga akhir periode observasi. Namun, survival probability pada hari ke-4094 masih sebesar 0,64, yang menunjukkan tingkat ketahanan hidup relatif lebih baik dibandingkan pria. Sementara itu, pada kelompok pria (n = 102), terdapat 28 kasus kematian dengan median survival 3808 hari (95% CI: 3530 – NA). Kurva survival pria tampak menurun lebih cepat dibandingkan wanita, dengan probabilitas bertahan hidup tinggal sekitar 0,47 pada hari ke-3808, dan bahkan mencapai 0,00 pada hari ke-4854. Secara umum, pola kurva kaplan-meier menunjukkan bahwa pasien wanita cenderung memiliki survival yang lebih baik dibandingkan pria.



Gambar 3. Kurva Survival Kaplan Meier Berdasarkan Jenis Kelamin

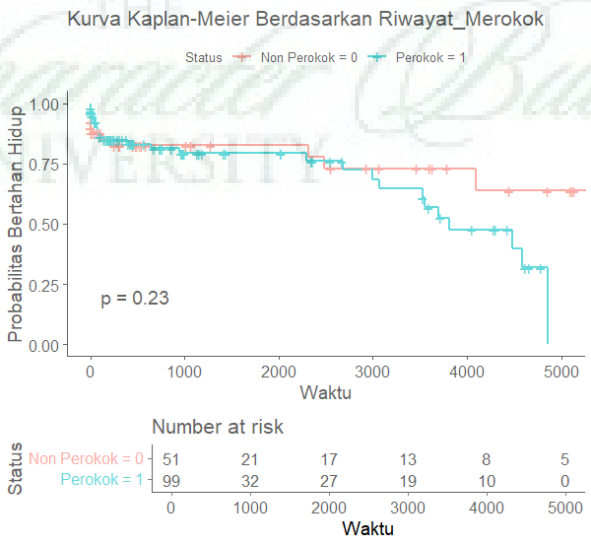
Gambar 3 memperlihatkan adanya perbedaan pola ketahanan hidup antara pasien pria dan wanita. Dari kurva terlihat bahwa pasien wanita (n = 48) memiliki probabilitas bertahan hidup yang lebih tinggi dibandingkan pasien pria (n = 102) sepanjang periode pengamatan. Pada kelompok wanita, kurva survival cenderung lebih stabil dengan penurunan yang tidak terlalu tajam hingga akhir masa follow-up. Hal ini tercermin dari probabilitas bertahan hidup yang tetap berada di atas 0,70 pada hari ke-5000. Sebaliknya, pada kelompok pria, kurva survival tampak menurun lebih cepat, dengan

probabilitas bertahan hidup yang terus berkurang hingga sekitar 0,25 pada akhir pengamatan. Analisis kaplan-meier dilakukan untuk membandingkan ketahanan hidup pasien PPOK berdasarkan variabel riwayat merokok. Dalam penelitian ini, pasien dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu perokok dan non-perokok. Untuk melihat perbedaan ketahanan hidup antar kelompok riwayat merokok tersebut, dilakukan estimasi kaplan-meier sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Estimasi Fungsi Survival Kaplan Meier Berdasarkan Riwayat Merokok

Time	Riwayat merokok	n.risk	n.event	Survival	Std. Error	Lower 95% CI	Upper 95% CI
0	Non Perokok	51	1	0.980	0.0194	0.943	1.000
5	Non Perokok	47	1	0.921	0.0380	0.849	0.998
9	Non Perokok	44	1	0.900	0.0425	0.820	0.987
12	Non Perokok	42	1	0.878	0.0466	0.792	0.975
113	Non Perokok	34	1	0.853	0.0519	0.757	0.961
198	Non Perokok	32	1	0.826	0.0567	0.722	0.945
2314	Non Perokok	17	1	0.777	0.0712	0.650	0.930
2485	Non Perokok	16	1	0.729	0.0817	0.585	0.908
4094	Non Perokok	8	1	0.638	0.1112	0.453	0.898
0	Perokok	99	1	0.990	0.0100	0.970	1.000
1	Perokok	98	1	0.980	0.0141	0.952	1.000
5	Perokok	96	1	0.970	0.0173	0.936	1.000
60	Perokok	74	1	0.912	0.0300	0.855	0.972
401	Perokok	52	1	0.833	0.0414	0.755	0.918
646	Perokok	44	1	0.814	0.0446	0.731	0.906
951	Perokok	38	1	0.792	0.0483	0.703	0.893
2681	Perokok	20	1	0.723	0.0647	0.606	0.861
3001	Perokok	19	1	0.685	0.0716	0.558	0.840
3530	Perokok	17	1	0.608	0.0814	0.468	0.791
3697	Perokok	13	1	0.524	0.0894	0.375	0.732
3808	Perokok	11	1	0.477	0.0931	0.325	0.699
4484	Perokok	6	1	0.397	0.1062	0.235	0.671
4585	Perokok	5	1	0.318	0.1107	0.160	0.629
4854	Perokok	1	1	0.000	NA	NA	NA

Analisis kaplan-meier pada tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan ketahanan hidup antara pasien dengan riwayat merokok dan yang tidak merokok. Pada kelompok tidak merokok (n = 51), jumlah kejadian (event) tercatat sebanyak 11 kasus, dengan median ketahanan hidup yang tidak tercapai (NA) hingga akhir periode follow-up. Probabilitas bertahan hidup kelompok ini masih relatif tinggi meskipun menurun secara bertahap, dengan estimasi survival sebesar 63,8% pada hari ke-4094. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien non-perokok tetap mampu bertahan hidup dalam jangka panjang. Sementara itu, pada kelompok perokok (n = 99) terdapat 27 kejadian (event) dengan median ketahanan hidup 3808 hari (95% CI: 3530 – NA). Kurva survival kelompok ini menunjukkan penurunan yang lebih cepat dibandingkan kelompok non-perokok. Pada hari ke-3808, probabilitas bertahan hidup hanya 47,7%, dan terus menurun drastis hingga mencapai 0% pada hari ke-4854.



Gambar 4. Kurva Survival Kaplan Meier Berdasarkan Riwayat Merokok

Gambar 4 memperlihatkan adanya perbedaan pola ketahanan hidup antara pasien yang memiliki riwayat merokok dengan yang tidak merokok. Pada kelompok non perokok, ketahanan hidup cenderung lebih tinggi dan stabil sepanjang periode pengamatan. Median survival tidak tercapai hingga akhir follow-up, dengan probabilitas bertahan hidup masih sekitar 63,8% pada hari ke-4094. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien non perokok tetap bertahan hidup lebih lama. Sebaliknya, pada kelompok perokok, median survival tercapai pada 3808 hari. Kurva survival pada kelompok perokok menurun lebih cepat dibandingkan non perokok, di mana probabilitas bertahan hidup mencapai 47,7% pada hari ke-3808 dan terus menurun hingga mencapai 0% pada hari ke-4854.

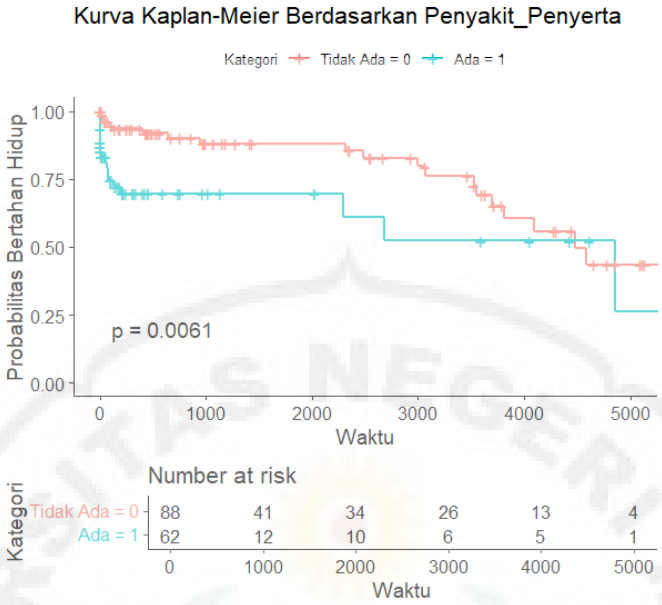
Analisis kaplan-meier dilakukan untuk membandingkan ketahanan hidup pasien PPOK berdasarkan keberadaan penyakit penyerta (komorbid). Dalam penelitian ini, pasien dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu pasien dengan penyakit penyerta dan pasien tanpa penyakit penyerta. Untuk melihat perbedaan ketahanan hidup antar kelompok tersebut, dilakukan estimasi Kaplan-Meier sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5. estimasi fungsi survival Kaplan-Meier berdasarkan adanya penyakit penyerta pada pasien PPOK. Pada kelompok tanpa penyakit penyerta (n = 88), terdapat 19 kejadian dengan median waktu survival 4.484 hari dan interval kepercayaan 95% antara 3.808 hingga NA. Sedangkan pada kelompok dengan penyakit penyerta (n = 62), terdapat 19 kejadian dengan median waktu survival 4.854 hari dan interval kepercayaan 95% antara 2.295 hingga NA.

Tabel 3. Estimasi Fungsi Survival Kaplan Meier Berdasarkan Penyakit Penyerta

Time	Penyakit penyerta	n.risk	n.event	Survival	Std. Error	Lower 95% CI	Upper 95% CI
20	Tidak Ada	80	1	0.988	0.0124	0.963	1.000
401	Tidak Ada	60	1	0.920	0.0316	0.860	0.984
646	Tidak Ada	50	1	0.901	0.0359	0.834	0.975
951	Tidak Ada	46	1	0.882	0.0401	0.806	0.964
2485	Tidak Ada	31	1	0.828	0.0526	0.731	0.938
3001	Tidak Ada	26	1	0.796	0.0595	0.688	0.922
3530	Tidak Ada	22	1	0.728	0.0712	0.601	0.882
3552	Tidak Ada	20	1	0.692	0.0764	0.557	0.859
3808	Tidak Ada	14	1	0.605	0.0884	0.454	0.805
4094	Tidak Ada	13	1	0.558	0.0930	0.403	0.774
4484	Tidak Ada	9	1	0.496	0.1013	0.333	0.740
4585	Tidak Ada	8	1	0.434	0.1059	0.269	0.700
0	ada	62	2	0.968	0.0224	0.925	1.000
1	ada	60	1	0.952	0.0273	0.900	1.000
5	ada	56	2	0.886	0.0405	0.810	0.969
60	ada	38	1	0.812	0.0516	0.717	0.920
67	ada	37	1	0.790	0.0547	0.690	0.905
198	ada	28	1	0.697	0.0652	0.580	0.837
2295	ada	8	1	0.610	0.0995	0.443	0.839
2681	ada	7	1	0.523	0.1174	0.337	0.812
4854	ada	2	1	0.261	0.1939	0.061	1.000

Analisis kaplan-meier pada tabel 5 menunjukkan perbedaan pola ketahanan hidup antara pasien dengan dan tanpa penyakit penyerta. Pada kelompok tanpa penyakit penyerta (n = 88), median survival tercapai pada 4484 hari (95% CI: 3808 – NA) dengan probabilitas bertahan hidup sekitar 49,6% pada hari ke-4484. Secara umum, kurva survival kelompok ini menunjukkan penurunan yang lebih lambat, sehingga pasien dengan kondisi ini cenderung memiliki ketahanan hidup yang lebih panjang. Sebaliknya, pada kelompok dengan penyakit penyerta (n = 62), median survival lebih rendah, yaitu 4854 hari (95% CI: 2295 – NA), dengan probabilitas bertahan hidup sebesar 26,1% pada hari ke-4854. Penurunan survival terlihat lebih cepat sejak awal pengamatan, terutama dalam 200 hari pertama, meskipun terdapat fluktuasi akibat jumlah kasus yang relatif lebih sedikit.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa kurva survival pasien tanpa penyakit penyerta tetap berada di atas kurva pasien dengan penyakit penyerta hampir sepanjang periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa pasien tanpa penyakit penyerta memiliki probabilitas bertahan hidup lebih tinggi dengan penurunan kurva yang lebih lambat sedangkan pasien dengan penyakit penyerta mengalami penurunan survival yang lebih cepat terutama pada awal periode pengamatan. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan penyakit penyerta berpengaruh nyata terhadap ketahanan hidup pasien. Pasien dengan penyakit penyerta mengalami penurunan probabilitas survival lebih awal dibandingkan pasien tanpa penyakit penyerta.



Gambar 5. Kurva Survival Kaplan Meier Berdasarkan Penyakit Penyerta

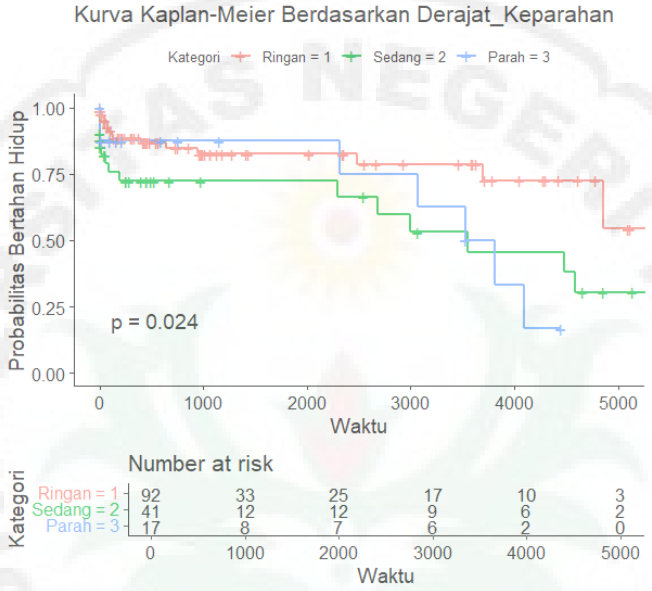
Analisis kaplan-meier dilakukan untuk membandingkan ketahanan hidup pasien PPOK berdasarkan derajat keparahan penyakit. Dalam penelitian ini, pasien dikelompokkan menjadi beberapa kategori sesuai derajat keparahan PPOK, yaitu ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Untuk melihat perbedaan ketahanan hidup antar kelompok tersebut, dilakukan estimasi kaplan-meier sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 4. Estimasi Fungsi Survival Kaplan Meier Berdasarkan Derajat Keparahan

time	Derajat Keparahan	n.risk	n.event	survival	std.err	lower 95% ci	upper 95% ci
0	Ringan	92	1	0.989	0.0108	0.968	1.000
12	Ringan	85	1	0.977	0.0157	0.947	1.000
80	Ringan	70	1	0.913	0.0315	0.853	0.977
113	Ringan	67	1	0.899	0.0338	0.836	0.968
951	Ringan	38	1	0.825	0.0477	0.737	0.924
2485	Ringan	21	1	0.786	0.0594	0.678	0.912
3697	Ringan	13	1	0.726	0.0799	0.585	0.901
4854	Ringan	4	1	0.544	0.1682	0.297	0.997
0	Sedang	41	1	0.976	0.0241	0.930	1.000
1	Sedang	40	1	0.951	0.0336	0.888	1.000
5	Sedang	36	1	0.877	0.0514	0.782	0.984
60	Sedang	25	1	0.789	0.0671	0.668	0.932
88	Sedang	24	1	0.756	0.0719	0.628	0.911
2681	Sedang	10	1	0.597	0.1029	0.426	0.837
3001	Sedang	9	1	0.531	0.1108	0.352	0.799
3552	Sedang	7	1	0.455	0.1181	0.273	0.756
4484	Sedang	6	1	0.379	0.1203	0.203	0.706
4585	Sedang	5	1	0.303	0.1177	0.142	0.649
5	Berat	16	1	0.938	0.0605	0.8261	1.000
9	Berat	15	1	0.875	0.0827	0.7271	1.000
2314	Berat	7	1	0.750	0.1357	0.5261	1.000
3074	Berat	6	1	0.625	0.1607	0.3776	1.000
3530	Berat	5	1	0.500	0.1703	0.2564	0.975
3808	Berat	3	1	0.333	0.1772	0.1176	0.945
4094	Berat	2	1	0.167	0.1475	0.0294	0.944

Berdasarkan hasil tabel 6 analisis Kaplan-Meier terhadap variabel derajat keparahan, diperoleh gambaran bahwa tingkat keparahan penyakit memiliki pengaruh yang jelas terhadap probabilitas survival pasien. Pada kelompok pasien dengan derajat keparahan 1 (ringan), jumlah sampel terbanyak yaitu 92 pasien dengan 15 kejadian (event). Median survival tidak dapat ditentukan (NA), yang menunjukkan bahwa lebih dari 50% pasien pada kelompok ini masih bertahan hidup hingga akhir periode pengamatan. Sebaliknya, pada kelompok dengan derajat keparahan 2 (sedang), jumlah pasien adalah 41 dengan 16 kejadian. Median survival tercatat sebesar 3552 hari, artinya setengah dari pasien dengan derajat sedang sudah mengalami kejadian dalam kurun waktu tersebut. Probabilitas survival pada kelompok ini mengalami

penurunan lebih tajam dibanding kelompok ringan. Sebagai contoh, pada waktu ke-2681 hari survival pasien sudah turun menjadi 0,597, dan pada 4585 hari hanya tersisa 0,303. Kondisi ini menggambarkan bahwa peningkatan derajat keparahan dari ringan ke sedang menyebabkan berkurangnya peluang bertahan hidup. Sementara itu, pada kelompok dengan derajat keparahan 3 (berat), jumlah pasien lebih sedikit yaitu 17 dengan 7 kejadian. Median survival tercatat sebesar 3669 hari, sedikit lebih panjang dibandingkan kelompok sedang, namun kurva survival menunjukkan penurunan yang lebih drastis seiring waktu. Pada awal periode pengamatan, survival masih cukup tinggi yaitu 0,938 pada hari ke-5, namun menurun menjadi 0,625 pada 3074 hari, dan hanya 0,167 pada 4094 hari. Hal ini menegaskan bahwa pasien dengan PPOK berat memiliki prognosis yang paling buruk dibandingkan kelompok lainnya.



Gambar 6. Kurva Survival Kaplan Meier Berdasarkan Derajat Keparahan

Gambar 6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dalam probabilitas bertahan hidup antar kelompok. Hal ini berarti tingkat keparahan penyakit berhubungan secara signifikan dengan survival pasien. Pada kelompok dengan derajat keparahan ringan, kurva survival terlihat berada pada posisi paling tinggi dibandingkan dua kelompok lainnya. Penurunan probabilitas bertahan hidup berlangsung secara perlahan dan lebih stabil sepanjang periode pengamatan. Sementara itu, pada kelompok derajat keparahan sedang, kurva survival menunjukkan penurunan yang lebih tajam dibandingkan kelompok ringan. Hal ini menandakan bahwa ketika PPOK berkembang ke stadium sedang, terjadi peningkatan risiko kematian. Kelompok dengan derajat keparahan parah menunjukkan kurva survival yang paling rendah dibandingkan kedua kelompok lainnya. Penurunan probabilitas bertahan hidup terjadi lebih cepat, terutama setelah melewati waktu pengamatan sekitar 2000–3000 hari..

Uji log-rank dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kurva survival yang signifikan antar kelompok pada variabel penelitian. Metode ini digunakan karena data yang dianalisis berupa data survival dengan adanya kejadian (event) dan data tersensor (censored). Pada penelitian ini, uji log-rank diterapkan pada beberapa variabel, yaitu usia, jenis kelamin, riwayat merokok, penyakit penyerta, dan derajat keparahan PPOK. Hasil uji log-rank kemudian dibandingkan dengan taraf signifikansi 0,05. Apabila nilai p-value yang diperoleh $<$ 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kurva survival antar kelompok pada variabel tersebut. Hal ini berarti variabel tersebut berpengaruh nyata terhadap perbedaan probabilitas bertahan hidup pasien PPOK. Sebaliknya, apabila nilai p-value $>$ 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan, sehingga variabel ini tidak memiliki dampak nyata terhadap variasi kurva survival.

Sebelum dilakukan analisis uji log-rank, terlebih dahulu dilakukan pengelompokan usia pasien menjadi dua kategori, yaitu pasien dengan usia $\leq$50 tahun (Usia = 0) dan pasien dengan usia >50 tahun (Usia = 1). Analisis ini dilakukan untuk menilai adanya perbedaan kurva survival antara dua kelompok usia.

Tabel 5. Uji Log Rank Berdasarkan Usia

	N	Observed	Expected	$(O-E)^2/E$	$(O-E)^2/V$
Usia = 0	35	5	7.749	0.975	1,25
Usia = 1	115	33	30,251	0,250	1,25
Chisq= 1.225 on 1 degrees of freedom, p = 0.2684					

$H_0 : S_1(t) = S_2(t)$ → Tidak ditemukan perbedaan kurva survival antara pasien dengan usia ≤50 tahun dan pasien dengan usia >50 tahun.

$H_1 : S_1(t) \neq S_2(t)$ → Terdapat perbedaan kurva survival antara pasien dengan usia ≤50 tahun dan pasien dengan usia >50 tahun.

Dengan taraf signifikansi α = 0,05 (5%), kriteria pengujian adalah menolak H_0 apabila p value < 0,05. Berdasarkan hasil uji log-rank pada Tabel 4.7.a, diperoleh nilai X^2 = 1,2 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan *p-value* = 0,3. Karena *p-value* > α = 0,05, maka H_0 gagal ditolak. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kurva survival antara pasien dengan usia ≤50 tahun dan pasien dengan usia >50 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa faktor usia tidak berpengaruh secara signifikan terhadap probabilitas bertahan hidup pasien PPOK dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil uji log-rank terhadap variabel **jenis kelamin**, diperoleh output sebagai berikut:

Tabel 6. Uji Log Rank Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	N	Observed	Expected	$(O-E)^2/E$	$(O-E)^2/V$
0	48	10	14,1	1.203	2
1	102	28	23,9	0,711	2

Chisq= 2 on 1 degrees of freedom, p= 0.2

$H_0 : S_1(t) = S_2(t)$ → Tidak ditemukan perbedaan kurva survival antara pasien Wanita dan Pria

$H_1 : S_1(t) \neq S_2(t)$ → Terdapat perbedaan kurva survival antara pasien Wanita dan Pria

Dengan taraf signifikansi α = 0,05 (5%), kriteria pengujian adalah menolak H_0 apabila p value < 0,05. Berdasarkan hasil uji log-rank pada Tabel 4.8.a, diperoleh nilai X^2 = 2 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan *p-value* = 0,2. Karena *p-value* > α = 0,05, maka H_0 gagal ditolak. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kurva survival antara pasien laki-laki dan pasien perempuan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor jenis kelamin tidak berpengaruh secara signifikan terhadap probabilitas bertahan hidup pasien PPOK dalam penelitian ini. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peluang bertahan hidup pasien berdasarkan riwayat merokok, dilakukan uji log-rank. Hasil uji log-rank disajikan pada Tabel 9

Tabel 9. Uji Log Rank Berdasarkan Riwayat Merokok

Riwayat Merokok	N	Observed	Expected	$(O-E)^2/E$	$(O-E)^2/V$
0	51	11	14,5	0,843	1,42
1	99	27	23,5	0,520	1,42

Chisq= 1.4 on 1 degrees of freedom, p= 0.2

$H_0 : S_1(t) = S_2(t)$ → Tidak ditemukan perbedaan kurva survival antara pasien PPOK yang memiliki riwayat merokok dengan pasien yang tidak memiliki riwayat merokok.

$H_1 : S_1(t) \neq S_2(t)$ → Terdapat perbedaan kurva survival antara pasien PPOK yang memiliki riwayat merokok dengan pasien yang tidak memiliki riwayat merokok

Dengan taraf signifikansi α = 0,05 (5%), kriteria pengujian adalah menolak H_0 apabila p value < 0,05. Berdasarkan hasil uji log-rank pada Tabel 9.a, diperoleh nilai X^2 = 1.4 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan *p-value* = 0,2. Karena *p-value* > α = 0,05, maka H_0 gagal ditolak. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kurva survival antara kelompok dengan riwayat merokok dan kelompok tanpa riwayat merokok. Hal ini menunjukkan bahwa faktor riwayat merokok tidak berpengaruh secara signifikan terhadap probabilitas bertahan hidup pasien PPOK dalam penelitian ini. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan survival pasien PPOK berdasarkan adanya penyakit penyerta, dilakukan uji log-rank.. Hasil uji log-rank disajikan pada Tabel 10.

Tabel 7. Uji Log Rank Berdasarkan Penyakit Penyerta

Penyakit Penyerta	N	Observed	Expected	$(O-E)^2/E$	$(O-E)^2/V$
0	91	19	26,9	2,34	8,25
1	59	19	11,1	5,71	8,25

Chisq= 8.3 on 1 degrees of freedom, p= 0.004

$H_0 : S_1(t) = S_2(t)$ → Tidak ditemukan perbedaan kurva survival antara pasien PPOK yang tidak memiliki penyakit penyerta dan yang memiliki penyakit penyerta.

$H_1 : S_1(t) \neq S_2(t)$ → Terdapat perbedaan kurva survival antara pasien PPOK yang tidak memiliki penyakit penyerta dan yang memiliki penyakit penyerta.

Dengan taraf signifikansi α = 0,05 (5%), kriteria pengujian adalah menolak H_0 apabila p value < 0,05. Berdasarkan hasil uji log-rank pada Tabel 4.10.a, diperoleh nilai X^2 = 8.3 dengan derajat kebebasan (df) = 1 dan *p-value* = 0,004. Karena *p-value* < α = 0,05, maka H_0 ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Dengan begitu, disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kurva survival pasien PPOK dengan penyakit penyerta dan pasien PPOK

tanpa penyakit penyerta. Artinya, kehadiran penyakit penyerta berpengaruh terhadap probabilitas bertahan hidup pasien PPOK. Pasien yang memiliki penyakit penyerta cenderung memiliki survival rate yang lebih rendah dibandingkan pasien tanpa penyakit penyerta. Untuk mengetahui perbedaan peluang bertahan hidup pasien PPOK berdasarkan derajat keparahan penyakit, dilakukan uji Log-Rank pada tabel 11

Tabel 8. Uji Log Rank Berdasarkan Derajat Keparahan

Derajat Kelahiran	N	Observed	Expected	$(O-E)^2/E$	$(O-E)^2/V$
1	92	15	23,17	2,88	7,45
2	41	16	10,27	3,20	4,48
3	17	7	4,57	1,29	1,50

Chisq= 7.5 on 2 degrees of freedom, p = 0.02

$H_0 : S_1(t) = S_2(t)$ → Tidak terdapat perbedaan kurva survival antar kelompok derajat keparahan

$H_1 : S_1(t) \neq S_2(t)$ → Terdapat perbedaan kurva survival antar kelompok derajat keparahan

Dengan taraf signifikansi α = 0,05 (5%), kriteria pengujian adalah menolak H_0 apabila p value < 0,05. Berdasarkan hasil uji log-rank pada Tabel 4.10.a, diperoleh nilai X^2 = 7.5 dengan derajat kebebasan (df) = 2 dan *p-value* = 0,02. Karena *p-value* < α = 0,05, maka H_0 ditolak. Dengan begitu, disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kurva survival pasien PPOK berdasarkan derajat keparahan. Dengan kata lain, derajat keparahan berpengaruh signifikan terhadap peluang bertahan hidup pasien PPOK dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Analisis Kaplan–Meier menunjukkan bahwa median survival pasien PPOK adalah 4.484 hari (±12,3 tahun), dengan probabilitas bertahan hidup awal sebesar 98,7% dan menurun menjadi 49,1% pada hari ke-4.484 serta 38,2% pada hari ke-4.854. Hal ini menggambarkan bahwa peluang bertahan hidup pasien terus menurun seiring meningkatnya waktu pengamatan. Pada variabel usia, probabilitas survival pasien berusia ≤50 tahun sebesar 72,9% lebih tinggi dibandingkan pasien >50 tahun sebesar 32,5%. Namun hasil uji Log-Rank menunjukkan p-value = 0,3 sehingga tidak terdapat perbedaan survival yang signifikan berdasarkan usia. Pada variabel jenis kelamin, survival pasien perempuan sebesar 64% lebih tinggi dari laki-laki sebesar 25%, tetapi nilai p-value = 0,2 menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak berpengaruh signifikan. Pada variabel riwayat merokok, probabilitas survival pasien non-perokok mencapai 55,1% sedangkan perokok 26,6%. Meskipun kelompok perokok menunjukkan penurunan survival lebih tajam, uji Log-Rank memberikan p-value = 0,2 sehingga perbedaan tersebut tidak signifikan. Sebaliknya, komorbiditas memberikan pengaruh yang jelas terhadap ketahanan hidup. Pasien dengan penyakit penyerta memiliki survival 34,4%, lebih rendah dibandingkan pasien tanpa komorbiditas sebesar 61,7%, dengan hasil uji Log-Rank p-value = 0,004 < 0,05 yang menunjukkan signifikansi statistik. Selain itu, derajat keparahan PPOK juga memengaruhi survival; PPOK ringan memiliki survival tertinggi sebesar 68%, diikuti PPOK sedang 44,4%, dan PPOK berat 17%. Nilai p-value uji Log-Rank sebesar 0,02 < 0,05 mengonfirmasi perbedaan survival yang signifikan berdasarkan tingkat keparahan penyakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Pirngadi Medan yang telah memberikan izin serta fasilitas dalam pengumpulan data penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan para penguji yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penyusunan penelitian ini. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan mendapatkan balasan kebaikan dari Tuhan Yang Maha Esa.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, S. (2022). *Analisis Survival: Konsep dan Aplikasi dengan R*. Bumi Aksara.

Abdy, M., Sanusi, W., & Aulia, H. (2022). Analisis Survival terhadap Kekambuhan Pasien Penderita Asma menggunakan Pendekatan Counting Process. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, *5*(2), 140–150. https://doi.org/10.35580/jmathcos.v5i2.38853

Annisa, M. (2022). *Kualitas Hidup : Studi Pada Pasien Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK)*. Penerbit Adab.

Antariksa, B., Bakhtiar, A., Wiyono, W. H., Djajalaksana, S., & Yunus, F. (2023). *Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) : Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia*. Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI). https://doi.org/10.1002/9783527809080.cataz12474

Ari. (2021). *Upaya Pencegahan Penyakit Paru Obstruktif Kronik*. Pustaka Taman Ilmu.

Audina, B., & Fatekurohman, M. (2020). Analisis Survival pada Data Pasien Covid 19 di Kabupaten Jember. *Berkala Sainstek*, *8*(4), 118. https://doi.org/10.19184/bst.v8i4.18411

Harlan, J. (2017). *Analisis Survival*. Gunadarma.

Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2012). *Survival Analysis A Self-Learning Text : Statistics for Biology and Health*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6646-9

Nielsen, A. O., Lange, P., Hilberg, O., Farver-Vestergaard, I., Ibsen, R., & Løkke, A. (2024). COPD and Smoking Status – It Does Matter: Characteristics and Prognosis of COPD According to Smoking Status. *COPD Foundation*, *11*(1), 56–67. https://doi.org/10.15326/jcopdf.2023.0433

Ramadhani, A. P., Rahmi, N., Nadira, P., Hidayah, S., & Kisty, T. A. H. (2023). Analisis Survival Terhadap Pasien Penderita Gagal Ginjal Menggunakan Metode Kaplan Meier. *Indonesian Council of Premier Statistical Science*, *2*(1), 7. https://doi.org/10.24014/icopss.v2i1.25323