

Application of the Cox Proportional Hazards Model to Analyze Survival Times in Women with Breast Cancer

Rahmadani, Vinna Sulvia, Fathina Nafisa, Seprina Kiki Arisandi, Tessy Octavia Mukhti*

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: tessyoctaviam@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 09 April 2026

Revised : 29 April 2026

Accepted : 20 Mei 2026

ABSTRACT

Breast cancer is still claimed to be one of the most number causes of cancer-related mortality all round the world, highlighting the importance of identifying factors that influence patient survival time. Variations in clinical outcomes among patients indicate the need for appropriate statistical methods to evaluate prognostic factors. This study aims to analyze factors affecting the survival time by applying the Cox Proportional Hazard (Cox PH) model. The data consist of breast cancer patient record with several predictor variabel, including age at diagnosis, type of breast surgery, chemotherapy, hormone therapy, Nottingham Prognostic Index, and tumor size. The analysis procedure includes testing the proportional hazards assumption and assessing parameter significance using the likelihood ratio test for simultaneous affect and also the test of wald for partial effect. The results show that the proportional hazards assumption is satisfied, indicating that the Cox PH model is appropriate for the data. Simultaneous testing reveals that at least one predictor significantly affect survival time, while partial testing identifies type of surgery, chemotherapy as significant factors. The hazard ratio estimates indicate that patients undergoing mastectomy have a lower risk of death compared to those receiving breast-conserving surgery. Conversely, chemotherapy and hormone therapy are associated with a higher risk of death, which may reflect the more severe clinical conditions of patients receiving these treatments. In conclusion, the Cox PH model provides a reliable approach for identifying key factors influencing breast cancer survival and offers important implications for clinical decision-making and treatment planning.

Keywords: Breast Cancer, Survival Analysis, Cox Proportional Hazards, Hazard Ratio.



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Kanker payudara ialah salah satu jenis keganasan melalui prevalensi tertinggi serta merupakan penyebab kematian primer pada kaum perempuan secara global. Berlandaskan data dunia, kanker payudara diklaim sebagai satu dari macam kanker yang paling sering ditemukan serta memiliki angka kematian yang besar, sehingga ditarik kesimpulan sebagai isu kesehatan yang krusial (*National Cancer Institute*, 2023). Di samping itu, tren kasus kanker payudara kian bertambah setiap tahunnya, yang mengindikasikan bahwasannya penyakit dimaksud tetap menjadi ancaman nyata bagi kemaslahatan publik (Siegel et al., 2022). Oleh sebab itu dibutuhkan pengkajian komprehensif guna memahami berbagai unsur yang memberikan pengaruh kepada kelangsungan hidup penderita kanker payudara.

Ketahanan hidup dari penderita penyakit kanker payudara memengaruhi pada berbagai aspek, baik faktor klinis maupun faktor pengobatan. Beberapa faktor yang umum dikaji antara lain usia saat diagnosis, ukuran tumor, status kelenjar getah bening, stadium klinis, dan karakteristik tumor memiliki pengaruh signifikan terhadap survival pasien kanker payudara (Cianfrocca & Goldstein, 2004). Selain itu, faktor gaya hidup dan kondisi kesehatan juga dapat mempengaruhi ketahanan hidup pasien seperti indeks massa tubuh, aktivitas fisik, dan riwayat penyakit tertentu (Waks & Winer, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa survival pasien kanker payudara memengaruhi pada banyak aspek yang kompleks serta saling berkaitan, sehingga harus dilaksanakan analisis yang tepat guna mengidentifikasi aspek yang menghasilkan pengaruh secara signifikan.

Analisis terhadap faktor-faktor tersebut sangat penting dilakukan untuk membantu dalam pengambilan keputusan medis, seperti penentuan jenis terapi yang tepat serta evaluasi prognosis pasien (EBCTCG, 2012). Dengan mengetahui aspek yang menghasilkan pengaruh signifikan kepada ketahanan hidup, tenaga medis dapat memberikan penanganan yang lebih efektif dan meningkatkan peluang kelangsungan hidup pasien. Metode yang bisa dipakai untuk memberikan analisis data ketahanan hidup ialah analisis *survival*, khususnya model regresi *Cox Proportional Hazard* yang kerap

diberlakukan sebab dinilai mampu menganalisis hubungan antara variabel independen dengan waktu kejadian tanpa harus mengansumsikan distribusi tertentu. Dibandingkan dengan metode analisis *survival* lainnya, *Cox Propotional Hazard* memiliki keunggulan, yaitu bersifat semi-parametrik dimana mampu menangani data tersensor dengan baik, serta memberikan interpretasi jelas melalui *hazard ratio* (Hosmer & May, 2008).

Penggunaan model *cox propotional hazard* dalam penelitian kanker telah banyak dilakukan. Pada penelitian terdahulu yang dilaksanakan oleh (Husain et al., 2018), model *Cox Propotional Hazard* dipakai guna menganalisis aspek yang menghasilkan pengaruh waktu *survival* kanker payudara. Penelitian tersebut menemukan bahwa variabel tingkat keganasan dan tingkat leukosit memiliki waktu signifikan terhadap waktu *survival* meskipun keduanya tidak memenuhi asumsi *propotional hazard*. Untuk mengatasi hal ini, penelitian tersebut memanfaatkan model *Cox Extend* dengan fungsi waktu terkait (Husain et al., 2018). Sebaliknya, pada penelitian ini, seluruh variabel memenuhi asumsi *proportional hazard*, hingga analisis bisa dilaksanakan memakai model *Cox Proportional Hazard* standar. Faktor-faktor seperti jenis operasi payudara, kemoterapi, terapi hormon, dan kelenjar getah bening yang diperiksa positif ditemukan memiliki pengaruh signifikan terhadap waktu *survival*. Kemoterapi dan terapi hormon, berdasarkan hasil analisis ini, justru meningkatkan risiko kematian dengan *hazard ratio* masing-masing sebesar 2,316 dan 1,832. Hal ini tidak sama dengan hasil riset terdahulunya ketika pengobatan (*treatment*) cenderung meningkatkan kelangsungan hidup pasien, dengan *hazard ratio* sebesar 1,165 (Husain et al., 2018).

Berlandaskan uraian tersebut, kajian ini ditujukan guna memberikan analisis aspek yang memberikan pengaruh waktu *survival* pasien kanker payudara dengan menggunakan model *Cox Propotional Hazard*.

II. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data kajian ini bersumber dari dataset publik yang tersedia di *Kaggle*, yaitu dataset METABRIC yang memuat profil ekspresi gen dan data klinis pasien kanker payudara. Data ini menggunakan tipe penyensoran *Right Censoring*, di mana kejadian yang diamati adalah kematian pasien. Tabel 1 menampilkan variabel yang digunakan.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Ketahanan Hidup Secara Keseluruhan (Y)	1 = Tersensor 2 = Tidak tersensor
Usia Pada Saat Diagnosis (x_1)	
Jenis Operasi Payudara (x_2)	1 = <i>Breast Conserving</i> 2 = <i>Mastectomy</i>
Kemoterapi (x_3)	0 = Tidak menjalani kemoterasi 1 = Menjalani kemoterapi
Terapi Hormon (x_4)	0 = Tidak menjalani terapi hormon 1 = Menjalani terapi hormon
Indeks Prognostik Nottingham (x_5)	
Ukuran Tumor (x_6)	

B. Teknik Analisis Data

Sesudah variabel-variabel pada kajian ditentukan, tahapan berikutnya ialah pelaksanaan analisis data memakai *Software RStudio* guna mendapati model regresi *Cox Proportional Hazard*. Adapun langkah-langkah yang dijalankan ialah.

1. Analisis statistika deskriptif dalam melihat bagaimana karakteristik dari wanita yang mengalami kanker payudara.
2. Menentukan model Regresi *Cox Proportional Hazard* yang memberikan permodelan pada waktu *survival* melalui penggunaan Persamaan (1).

Berlandaskan Cowles (2004), Regresi *Cox Proportional Hazards* atau yang lebih populer melalui sebutan model regresi *Cox* ialah model risiko proporsional yang berlandaskan asumsi proporsionalitas fungsi *hazard*. Regresi *Cox* diterapkan guna mengidentifikasi keterkaitan antar variabel terikat serta variabel bebas, yang mana data dalam regresi *Cox Proportional Hazards* memakai informasi mengenai waktu ketahanan hidup subjek. Adapun model regresi *Cox* yakni:

$$h_i(t|X) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi}) = h_0(t) e^{\sum_{j=1}^p \beta_j x_{ji}} \quad (1)$$

Dimana,

$h_i(t|X)$: Fungsi *hazard* individu *ke-i*

$h_0(t)$: Fungsi *hazard baseline*/laju kegagalan dasar

x_{ji} : Nilai variabel *ke-j* dari individu *ke-i*, dengan $j = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$

β_j : Koefisien regresi *ke-j*, dengan $j = 1, 2, \dots, p$

3. Pemeriksaan asumsi *Proportional Hazard*.

Asumsi *proportional hazard* merupakan asumsi yang harus dipenuhi pada model. Pemeriksaan asumsi PH diuji dengan metode estimasi *Goodness of fit* (GOF) memakai *schoenfeld residual* (Kleinbaum & Klein, 1996).

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

H_0 : Asumsi *proportional hazard* terpenuhi

H_1 : Asumsi *proportional hazard* tidak terpenuhi

Keputusan tolak H_0 jika $p - value < \alpha$

4. Uji signifikansi parameter.

Dalam tahapan ini, dijalankan pendekatan berupa uji signifikansi parameter melalui penggunaan Persamaan (2) serta pengujian uji parameter parsial melalui penggunaan Persamaan (3).

a. Uji Simultan

Berlandaskan Moore, (2016), uji signifikansi parameter pada regresi *Cox PH* diperlukan guna meninjau apakah variabel bebas secara signifikan berpengaruh kepada model regresi *Cox* yang terbentuk. Pada kajian ini, uji signifikansi secara simultan dijalankan memakai uji *partial likelihood ratio*.

Hipotesis

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

H_1 : Setidaknya ada satu $\beta_j \neq 0$, apabila $j = 1, 2, \dots, p$

Taraf signifikansi : α

Statistik Uji :

$$G^2 = -2[\ln L_R - \ln L_F] \quad (2)$$

Kriteria penolakan

Tolak H_0 jika $G^2 > \chi_{\alpha, v}^2$

b. Uji Parsial

Pengujian parameter secara parsial dilaksanakan melalui uji *Wald*.

Hipotesis :

$H_0: \beta_j = 0$

$H_1: \beta_j \neq 0$

Taraf signifikansi : α

Statistik uji :

$$W^2 = \left[\frac{\hat{B}_i}{SE(\hat{B}_i)} \right]^2 \quad (3)$$

Kriteria penolakan :

Tolak H_0 ketika $W^2 > \chi_{\alpha, v}^2$ atau $p - value < \alpha$

5. Interpretasi Rasio *Hazard* dengan menggunakan Persamaan (4).

Nilai rasio *hazard* bisa dipakai guna mengukur laju ketahanan individu. Pada umumnya definisi rasio *hazard* ialah *hazard* guna satu individu dibagi melalui *hazard* guna individu yang lainnya. Maka dinyatakan bahwasannya rasio *hazard* ialah bagian dari ukuran untuk melakukan peninjauan pada tingkat *hazard*. Contohnya variabel prediktor X memiliki dua kategori, yakni x_1 serta x_2 , di mana $x_1 = 1$ ketika memperoleh perlakuan serta $x_2 = 0$ apabila tidak menerima perlakuan. Fungsi *hazard ratio* ini dideskripsikan dibawah ini (Hosmer & May, 2008).

$$HR(t, x_1, x_0) = \exp^{\beta} \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Statistika Deskriptif

Melalui aspek statistika deskriptif, kajian ini memperlihatkan bahwasannya rerata usia pasien ketika diagnosis ialah 61 tahun, melalui rentang usia 22 hingga 96 tahun. Pada kajian terdahulu, rata-rata usia pasien kian rendah, yakni

43,77 tahun, melalui rentang 21 hingga 75 tahun. Perbedaan dimaksud menunjukkan bahwasannya populasi studi pada kedua kajian mempunyai karakteristik demografis yang berlainan, yang barangkali berkontribusi kepada perbedaan hasil. Berikut disajikan statistika deskriptif dari data:

Tabel 2. Statistika deskriptif untuk variabel tipe data numerik

Variabel	Rataan	Simpangan Baku	Min	Max	Median
Usia Pada Saat Diagnosis (x_1)	61,09	12,98	22,55	96,29	61,77
Indeks Prognostik Nottingham (x_5)	4,03	1,14	1,00	6,36	4,03
Ukuran Tumor (x_6)	25,07	10,78	1,00	49,50	23,97

Berlandaskan Tabel 1, dapat diketahui bahwasannya rata-rata umur pasien sewaktu diagnosis yakni 62 tahun, melalui kisaran usia antara 22 hingga 96 tahun. Rata-rata kuantitas kelenjar getah bening yang positif berjumlah 1.3, akan tetapi didapati beberapa pasien tanpa kelenjar getah bening positif. Indeks Prognostik Nottingham, sebagai parameter prediksi progresivitas penyakit, mencatatkan nilai rata-rata 4,03, sedangkan dimensi tumor memiliki rata-rata 25,07 mm, melalui ukuran minimum 1 mm serta maksimum 49,5 mm.

Tabel 3. Statistika deskriptif untuk variabel tipe data kategorik

Variabel	Kategori	Frekuensi
Jenis Operasi Payudara (x_2)	1 = <i>Breast Conserving</i>	755
	2 = <i>Mastectomy</i>	1149
Kemoterapi (x_3)	0 = Tidak menjalani kemoterapi	1508
	1 = Menjalani kemoterapi	396
Terapi Hormon (x_4)	0 = Tidak menjalani terapi hormon	730
	1 = Menjalani terapi hormon	1174

Merujuk pada Tabel 3, bisa didapati gambaran umum mengenai ragam pengobatan yang diberikan kepada pasien kanker payudara dalam kajian ini. Diketahui bahwasannya *Mastectomy* ialah jenis operasi payudara yang paling kerap dilaksanakan, disusul melalui jenis operasi *Breast Conserving*. Mayoritas pasien tidak menjalani kemoterapi, hal ini memberikan indikasi bahwasannya kemoterapi barangkali diberikan pada kasus-kasus spesifik saja. Sebaliknya, terapi hormon menjadi pengobatan komplementer yang cukup lazim diberikan kepada pasien kanker payudara dalam kajian ini.

2. Asumsi *Proportional Hazard*

Tabel 4. Uji asumsi *proportional hazard*

Variabel	<i>p-value</i>	Hasil
Usia Pada Saat Diagnosis (x_1)	0,29	Terima H_0
Jenis Operasi Payudara (x_2)	0,89	Terima H_0
Kemoterapi (x_3)	0,88	Terima H_0
Terapi Hormon (x_4)	0,18	Terima H_0
Indeks Prognostik Nottingham (x_5)	0,71	Terima H_0
Ukuran Tumor (x_6)	0,42	Terima H_0

Uji asumsi *proportional hazard* yang dipakai yakni *Goodness of Fit test* (GOF). Merujuk pada Tabel 4, apabila variabel mempunyai nilai $p - value > \alpha = 0,01$ bermakna diterimanya H_0 . Variabel yang memenuhi uji asumsi terdiri atas tujuh variabel yakni usia ketika didiagnosis, jenis operasi payudara, kemoterapi, terapi hormon, kelenjar getah bening yang diperiksa positif, indeks prognostik nottingham, serta ukuran tumor yang memperlihatkan *p-value* tiap-tiap variabel tersebut telah memenuhi uji asumsi yakni $p - value > 0,01$.

3. Model Cox Proportional Hazard Awal

Model ini umumnya bermaksud mengetahui pengaruh variabel bebas kepada variabel terikat. Pada kajian ini, variabel bebas yang diberalakukan yakni $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5,$ dan X_6 . Berlandaskan asumsi bahwasannya seluruh variabel berpengaruh kepada model, menjadikan model awal regresi yang dipakai yakni:

$$h(t, X) = h_0(t) \exp (-0,008X_1 - 0,270X_{2(2)} + 0,800X_3 + 0,654X_4 + 0,059X_5 - 0,005X_6)$$

4. Pengujian Parameter Model Cox Proportional Hazard Awal

Uji ini dijalankan secara serentak maupun parsial melalui penggunaan uji Rasio Likelihood serta uji *Wald*.

1) Pengujian Secara Serentak (Simultan)

Uji *Cox Proportional Hazard* dijalankan melalui penggunaan uji *Likelihood Ratio*. Adapun hasil dari analisis diperoleh nilai *log likelihood* tanpa menyajikan variabel prediktor (L_R) = -4941,092 dan nilai *log likelihood* yang menyertakan variabel prediktor (L_F) = -4877,58 . Nilai yang diperoleh disubsitusikan pada persamaan uji signifikansi parameter secara serentak yaitu:

$$\begin{aligned} G^2 &= -2 [\ln L_R - \ln L_F] \\ &= -2 \ln (L_R) - 2 \ln (L_F) \\ &= -2 (-4941,092) - (-2 (-4877,58)) \\ &= 19.637,344 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 2 sama dengan hasil *likelihood* test analisis dengan *RStudio* sebesar 19.637,344. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai statistik uji $G^2 = 19.637,344, X^2$ tabel pada taraf signifikansi 1% dengan derajat bebas 7 adalah sebesar 18,475. Karena $G^2 > X^2$ (19.637,344 > 18.475), maka H_0 ditolak. Dengan demikian, ditarik kesimpulan bahwasannya secara simultan didapati minimal satu variabel bebas yang memberikan pengaruh secara signifikan kepada waktu *survival* penderita kanker payudara.

2) Pengujian Secara Parsial

Uji model awal *Cox Proportional Hazard* dijalankan melalui penggunaan uji *Wald*.

Tabel 5. Pengujian parameter model awal secara parsial

Variabel	β_i	SE(β_i)	Z	P-Value	Keputusan
Usia Pada Saat Diagnosis (x_1)	-0.008	0.003	-2.170	0.030019	Terima H_0
Jenis Operasi Payudara <i>Mastectomy</i> ($x_{2(2)}$)	-0.270	0.073	-3.689	0.000225	Tolak H_0
Kemoterapi (x_3)	0.800	0.108	7.384	1.54×10^{-13}	Tolak H_0
Terapi Hormon (x_4)	0.654	0.081	8.065	7.32×10^{-16}	Tolak H_0
Indeks Prognostik Nottingham (x_5)	-0.059	0.044	-1.363	0.172879	Terima H_0
Ukuran Tumor (x_6)	-0.005	0.004	-1.246	0.212711	Terima H_0

Merujuk pada Tabel 5, bisa dilihat pada taraf signifikansi $\alpha = 0.01$ ditarik kesimpulan bahwasannya variabel $X_{2(2)}, X_3,$ dan X_4 secara parsial menghasilkan pengaruh secara signifikan kepada waktu *survival*. Sebab masih didapati variabel bebas yang tidak signifikan, oleh sebab itu perlu dilaksanakannya eliminasi *backward* guna mengeluarkan variabel bebas yang tidak signifikan kepada model. Proses eliminasi dijalankan secara bertahap melalui pertimbangan nilai AIC, di mana model terbaik dipilih berlandaskan nilai AIC terkecil. Adapun hasil nilai AIC pada tiap tahapan eliminasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai AIC

Tahap	AIC
1	9767,16
2	9761,48
3	9758,92
4	9754,37

Merujuk pada Tabel 6, nampak bahwasannya nilai AIC mengalami reduksi pada tiap tahapan eliminasi. Hal ini menunjukkan bahwasannya model kian baik sesudah variabel yang tidak signifikan dikeluarkan. Model terbaik

didapati pada tahapan keempat melalui nilai AIC terkecil yakni sejumlah 9754,37, sehingga model akhir yang dipakai ialah model yang melibatkan variabel $X_{2(2)}$, X_3 , dan X_4 .

5. Model Cox Proportional Hazard Baru

Mengacu pada Tabel 6, nampak bahwasannya angka AIC terus berkurang di tiap langkah eliminasi. Hal ini memperlihatkan bahwasannya model menjadi lebih baik pasca variabel yang tidak signifikan direduksi. Perolehan model terbaik ditemukan pada tahap keempat melalui nilai AIC paling minimum sejumlah 9754,37, dengan demikian model akhir yang digunakan merupakan model yang mencakup variabel:

$$h(t, X) = h_0(t) \exp(-0,304X_{2(2)} + 0,840X_3 + 0,605X_4)$$

6. Pengujian Parameter Model Cox Proportional Hazard Baru

1) Pengujian Secara Serentak (Simultan)

Uji dilaksanakan melalui uji *Likelihood Ratio*. Adapun hasil dari analisis diperoleh nilai *log likelihood* tanpa menyertakan variabel prediktor (L_R) = -4941.092 dan nilai *log likelihood* yang menyertakan variabel prediktor (L_F) = -4881.685 . Nilai yang diperoleh disubsitusikan pada persamaan uji signifikansi parameter secara serentak yaitu:

$$\begin{aligned} G^2 &= -2 [\ln L_R - \ln L_F] \\ &= -2 \ln (L_R) - 2 \ln (L_F) \\ &= -2 (-4941,092) - (-2 (-4886,522)) \\ &= 109,14 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 6 sama dengan hasil *likelihood* test analisis dengan *RStudio* yaitu sebesar 109,14 Karena ($G^2 = 109,14$) > $X^2(1\%: 4) = 13,277$, maka H_0 ditolak. Dengan demikian, ditemukan satu atau berbagai dari variabel bebas yang menghasilkan pengaruh signifikan kepada waktu *survival* pasien kanker payudara.

2) Pengujian Secara Parsial

Pengujian parameter model awal *Cox Proportional Hazard* secara parsial dilaksanakan melalui uji *Wald*.

Tabel 7. Pengujian parameter model baru secara parsial

Variabel	β_i	SE(β_i)	Z	P-Value	Keputusan
Jenis Operasi Payudara <i>Mastectomy</i> ($x_{2(2)}$)	-0,304	0,071	-4,283	$1,84 \times 10^{-5}$	Tolak H_0
Kemoterapi (x_3)	0,840	0,097	8,656	$< 2 \times 10^{16}$	Tolak H_0
Terapi Hormon (x_4)	0,605	0,079	7,642	$2,13 \times 10^{-14}$	Tolak H_0

Melalui taraf signifikansi $\alpha = 0,01$ bisa ditarik kesimpulan bahwasannya variabel $X_{2(2)}$, X_3 , dan X_5 secara parsial menghasilkan pengaruh secara signifikan kepada waktu *survival*. Dikarenakan seluruh variabel pada model telah signifikan, oleh sebab itu didapati model akhir regresi ialah:

$$h(t, X) = h_0(t) \exp(-0,304X_{2(2)} + 0,840X_3 + 0,605X_4)$$

7. Interpretasi Model Akhir Cox Proportional Hazard

Hazard ratio ialah berupa komparasi *hazard* antar kategori dari masing-masing variabel. Nilai *Hazard Ratio* pada Jenis Operasi Payudara *Mastectomy*, kemoterapi, dan terapi hormon, dilampirkan dalam tabel berikut.

Tabel 8. *Hazard ratio* pada setiap variabel

Variabel	<i>Hazard Ratio</i>
Jenis Operasi Payudara <i>Mastectomy</i> ($x_{2(2)}$)	0,738
Kemoterapi (x_3)	2,316
Terapi Hormon (x_4)	1,832

Berlandaskan Tabel 8, *Hazard ratio* sejumlah 0,738 memperlihatkan bahwasannya pasien yang menempuh operasi *mastectomy* mempunyai kelangsungan hidup yang kian tinggi sekitar 26,2% dibandingkan melalui pasien yang menempuh operasi *breast conserving*. Temuan ini selaras melalui kajian Veronesi et al, (2002) yang memperlihatkan bahwasannya perbedaan metode operasi bisa memberikan hasil *survival* yang berlainan bergantung kepada karakteristik serta stadium kanker. Di samping itu, Fisher et al, (2002) pun menyebutkan bahwasannya pemilihan jenis operasi merupakan faktor krusial yang mempengaruhi prognosis pasien kanker payudara.

Kemudian, besaran *hazard ratio* 2,316 membuktikan bahwasannya pasien yang melalui prosedur kemoterapi mempunyai daya tahan hidup kian rendah karena eskalasi risiko kematian mencapai 2,316 kali dibandingkan pasien yang tidak dikemoterapi. Adapun *hazard ratio* 1,832 menunjukkan bahwasannya penderita yang melalui terapi hormon memiliki peluang hidup kian kecil lantaran kenaikan risiko kematian sebesar 1,832 kali dibandingkan penderita tanpa terapi hormon. Namun, perolehan ini tidak selalu berarti bahwasannya tindakan medis memperburuk kesehatan pasien. Kondisi tersebut dapat dianalisis berlandaskan ciri data, yang mana subjek penerima kemoterapi maupun terapi hormon merupakan pasien melalui kondisi medis yang berat atau stadium kanker yang kian parah. Melalui tinjauan statistika deskriptif, kebanyakan pasien yang diterapi merupakan penderita melalui kriteria medis khusus yang membutuhkan perawatan kian agresif. Situasi ini mengakibatkan *confounding by indication*, yakni keadaan di mana pengobatan difokuskan pada pasien melalui risiko awal yang kian tinggi, sehingga secara statistik menghasilkan nilai *hazard* yang kian dominan.

IV. KESIMPULAN

Merujuk pada hasil penelitian ini, Faktor-faktor yang mempengaruhi lama waktu survival atau kelangsungan hidup pasien kanker payudara adalah Jenis Operasi Payudara *Mastectomy* ($X_{2(2)}$), kemoterapi (X_3), dan terapi hormon (X_4). menjadikannya memperoleh model akhir regresi *Cox Proportional Hazard* sebagai berikut:

$$h(t, X) = h_0(t) \exp(-0.304X_{2(2)} + 0.840X_3 + 0.605X_4)$$

Interpretasi model menunjukkan bahwa tindakan *mastectomy* berhubungan dengan penurunan risiko kematian, sehingga meningkatkan keberlangsungan hidup pasien dibandingkan dengan *breast conserving surgery*. Sementara itu kemoterapi dan terapi hormon memiliki nilai *hazard ratio* lebih dari satu, yang menunjukkan adanya peningkatan risiko kematian dibandingkan pasien yang menerima terapi tersebut. Namun demikian, hasil ini tidak dapat diartikan bahwa kemoterapi dan terapi hormon memperburuk kondisi pasien secara langsung. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik awal pasien, dimana terapi tersebut umumnya diberikan kepada pasien dengan kondisi klinis yang lebih berat atau stadium penyakit yang lebih lanjut (*confounding by indication*). Semua variabel dalam model akhir terbukti signifikan secara statistik, bermakna bahwasannya variabel-variabel menghasilkan pengaruh penting terhadap keberlangsungan hidup pasien kanker payudara dalam penelitian ini.

Saran untuk penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi lebih lanjut variabel-variabel dengan pengaruh yang kecil, seperti ukuran tumor, yang mungkin memiliki hubungan yang lebih kompleks dengan kelangsungan hidup dan Penelitian lebih lanjut bisa melihat bagaimana variabel-variabel tersebut saling berhubungan untuk memahami lebih baik faktor-faktor yang berdampak pada kelangsungan hidup penderita.

DAFTAR PUSTAKA

- Cianfrocca, M., & Goldstein, L. J. (2004). Prognostic and Predictive Factors in Early-Stage Breast Cancer. *The Oncologist*, 9, 606–616.
- Cowles, M. K. (2004). Modelling Survival Data in Medical Research. *Journal of the American Statistical Association*; Alexandria, 99(467), 905–906.
<https://www.proquest.com/openview/f613b6257ae2587d06699fd1837fd796/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41715>
- Fisher, B., Anderson, S., Bryant, J., Margolese, R. G., Deutsch, M., Fisher, E. R., Jeong, J.-H., & Wolmark, N. (2002). Twenty-Year Follow-up of a Randomized Trial Comparing Total Mastectomy, Lumpectomy, and Lumpectomy plus Irradiation for the Treatment of Invasive Breast Cancer. *The New England Journal Of Medicine*, 347(16).
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa022152>
- Group, E. B. C. T. C. (EBCTCG). (2012). Comparisons Between Different Polychemotherapy Regimens For Early Breast Cancer : Meta-Analyses of Long-Term Outcome Among 100 000 Women in 123 Randomised Trials. *The*

- Lancet*, 379(9814), 432–444. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61625-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61625-5)
- Hosmer, L., & May, S. (2008). *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time-to-Event Data* (J. W. & Sons. (Ed.)).
- Husain, H., Thamrin, S. A., Tahir, S., Mukhlisin, A., & M, M. A. (2018). The Application of Extended Cox Proportional Hazard Method for Estimating Survival Time of Breast Cancer. *Journal of Physics: Conference Series*, 979, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012087>
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (1996). *Survival Analysis A Self-Learning Text* (Spinger (Ed.); 3th Ed).
- Moore, D. F. (2016). *Applied Survival Analysis Using R* (Spinger (Ed.)).
- National Cancer Institute. (2023). Breast Cancer. <https://www.cancer.gov/types/breast>
- Siegel, R. L., Miller, K. D., Wagle, N. S., & Jemal, A. (2022). *Cancer Statistics , 2023*. 73, 17–48. <https://doi.org/10.3322/caac.21763>
- Veronesi, U., Cascinelli, N., Mariani, L., Greco, M., Saccozzi, R., Luini, A., Aguilar, M., & Marubini, E. (2002). Twenty-year follow-up of a randomized study comparing breast-conserving surgery with radical mastectomy for early breast cancer. *The New England Journal of Medicine*, 347(16), 1227–1232. <https://doi.org/https://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa020989>
- Waks, A. G., & Winer, E. P. (2019). *Breast Cancer Treatment: A Riview*. <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2721183>