
Penerapan Model Log-Logistik Proporsional *Hazard* Untuk Menentukan Faktor yang Mempengaruhi Kondisi *Financial Distress*

Sudarno¹, Di Asih I Maruddani²

^{1,2}Program Studi Statistika, Universitas Diponegoro

*Corresponding author: dsghani@gmail.com

Abstract. Every company is likely to experience an up or down phase in its financial performance. A decline in financial performance is a condition of financial distress. Financial distress is an event of a continuous decline in a company's financial performance over a certain period of time. The variables in this research are the response variable in the form of the time of company experiences financial distress, while the covariates are the solvency ratio, liquidity ratio, growth ratio, profitability ratio, company size and activity ratio. The aim and objective of the research is to obtain the property and significance of covariates when a company experiences financial distress. How to determine covariates that are significant to financial distress. The model used is a log-logistic proportional hazard regression model. The log-logistic model is a regression model in the form of a maximum extreme function with right asymptotics and non-negative random variables, while the Cox proportional hazards model is a survival model with the independent variables being time and covariates, between time and covariates being independent. The results of this research are that companies in the infrastructure, utilities and transportation sectors experience financial distress, influenced by solvency ratios, liquidity ratios and profitability ratios. The solvency ratio and profitability ratio have a positive effect, while the liquidity ratio has a negative effect on the timing of financial distress. The contribution of these factors to companies experiencing financial distress is 1.1% (for liquidity ratio), 3.4% (for solvency ratio), and 95.5% (for profitability ratio).

Keywords: financial distress; log-logistic; portional hazard; profitability ratio

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan kemungkinan mengalami performa keuangannya berupa fase naik atau turun. *Financial distress* adalah peristiwa penurunan kinerja keuangan perusahaan secara terus-menerus dalam jangka waktu tertentu. Hal ini bagi perusahaan dapat menyebabkan kebangkrutan, karena nominal kerugian bisa sangat besar hingga mempengaruhi kelancaran operasional perusahaan. Faktor-faktor penyebab munculnya *financial distress* adalah perencanaan bisnis yang kurang baik, arus kas bermasalah, struktur modal terlalu berisiko, dan kerugian secara operasional [1]. Sedangkan pada Altman [2], *financial distress* adalah suatu kondisi dimana perusahaan atau individu tidak dapat menghasilkan pendapatan yang cukup, sehingga tidak bisa memenuhi atau membayar kewajibannya. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh biaya tetap yang tinggi, aset yang tidak likuid, atau pendapatan yang sensitif terhadap penurunan ekonomi. Jenis *financial distress* adalah *economic failure*, *business failure*, *technical insolvency*, *legal bankruptcy*, dan *bankruptcy insolvency*. Tanda-tanda perusahaan mengalami *financial distress*, yaitu arus kas bermasalah, gagal membayar tagihan, margin yang jatuh, dan pembayaran bunga tinggi. Selain hal tersebut,

dapat juga disebabkan oleh faktor sistem teknologi informasi yang tidak efektif dengan akses yang terbatas ke data dan laporan kontrol personel, penggajian dan anggaran, sehingga menghambat manajemen untuk membuat keputusan.

Model log-logistik merupakan model regresi dengan variabel acak non-negatif. Model ini merupakan model dengan variabel acak berdistribusi logistik yang di logaritma. Model log-logistik dalam analisis survival digunakan untuk memodelkan suatu *hazard* dengan sifat asimtotik kanan, artinya pada awalnya meningkat hingga puncak terus meluruh sampai menghilang untuk waktu yang lama. Sedangkan model Cox proporsional *hazard* merupakan model pada analisis survival yang berfungsi untuk mengidentifikasi variabel prediktor yang mempengaruhi variabel respon berupa fungsi waktu survival. Kemudahan dari model regresi Cox proporsional *hazard* adalah tidak memerlukan asumsi distribusi. Fungsi *hazard* untuk individu yang berbeda diasumsikan proporsional dan tidak bergantung pada waktu [3,4].

Beberapa penelitian yang telah dipublikasikan tentang kondisi *financial distress*. Menurut Sudaryanti [5], prediksi kondisi kesulitan keuangan dengan menggunakan rasio likuiditas, profitabilitas, *financial leverage* dan arus kas dengan analisis data menggunakan metode regresi logistik. Rasio likuiditas, *financial leverage*, dan arus kas tidak dapat digunakan untuk memprediksi kondisi *financial distress*. Sedangkan rasio profitabilitas dapat digunakan untuk masalah ini. Pada Wulandari [6], variabel independen arus kas operasi, *leverage*, likuiditas, *operating capacity*, profitabilitas dan *sales growth* berpengaruh terhadap *financial distress* perusahaan *Property* dan *Real Estate* Bursa Efek Indonesia (BEI) 2015-2019. Metode analisis menggunakan regresi linier berganda. Dalam pengujian hipotesis marjinal didapat hasil bahwa variabel arus kas operasi, *operating capacity*, profitabilitas dan *sales growth* tidak berpengaruh, sedangkan variabel *leverage* dan likuiditas berpengaruh signifikan negatif terhadap *financial distress*. Dalam Yosandra [7], faktor-faktor yang mempengaruhi *financial distress* pada perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia periode 2017-2020 berupa *debt to equity ratio*, *fixed asset ratio*, *net profit margin*, *current ratio*, dan *firm size*. Analisis data yang digunakan adalah analisis regresi data panel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: *fixed asset ratio* berpengaruh positif, sedangkan *net profit margin* dan *current ratio* berpengaruh negatif terhadap *financial distress*. Variabel *debt to equity ratio* dan *firm size* tidak berpengaruh, tetapi secara keseluruhan variabel independen berpengaruh terhadap *financial distress*.

Penelitian ini memakai variabel respon berupa waktu perusahaan mengalami kondisi *financial distress*, sedangkan variabel kovariat berupa rasio solvabilitas, rasio likuiditas, rasio pertumbuhan, rasio profitabilitas, ukuran perusahaan, dan rasio aktivitas. Sektor perusahaan yang diambil berupa sektor infrastruktur, utilitas dan transportasi. Permasalahan yang ingin diselesaikan adalah bagaimana menentukan kovariat yang signifikan terhadap *financial distress* menggunakan model regresi log-logistik proporsional *hazard*. Maksud dan tujuan penelitian adalah mendapatkan sifat dan signifikansi kovariat terhadap waktu perusahaan mengalami kondisi *financial distress*. Dengan mengetahui kovariat yang berpengaruh terhadap *financial distress*, perusahaan dapat memperhatikan kovariat penting sebagai indikator agar tidak terjadi kondisi kebangkrutan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Variabel Finansial

Sektor perusahaan yang diambil adalah sektor infrastruktur, utilitas dan transportasi. Beberapa variabel finansial yang diduga menjadi penyebab *financial distress* adalah rasio solvabilitas, rasio likuiditas, rasio pertumbuhan penjualan, rasio profitabilitas, ukuran perusahaan, dan rasio aktivitas [8,9].

a. Rasio Solvabilitas

Rasio solvabilitas merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana aktiva perusahaan dibiayai dengan utang. Hal ini berarti seberapa besar beban utang yang ditanggung perusahaan dibanding dengan aktivasinya. Rasio solvabilitas digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan untuk membayar seluruh kewajibannya, baik jangka pendek maupun panjang apabila perusahaan dibubarkan (dilikuidasi).

b. Rasio Likuiditas

Rasio likuiditas adalah rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan memenuhi kewajiban berupa utang jangka pendeknya. Hal ini berarti apabila perusahaan ditagih, perusahaan tersebut mampu memenuhi utang tersebut terutama utang yang telah jatuh tempo. Rasio ini digunakan untuk mengukur seberapa likuid suatu perusahaan. Perusahaan dikatakan likuid jika mampu melunasi kewajiban jangka pendeknya saat jatuh tempo. Jika perusahaan tidak mampu melunasinya maka perusahaan tersebut tidak likuid.

c. Rasio Pertumbuhan Penjualan

Rasio pertumbuhan penjualan merupakan rasio yang menggambarkan suatu perusahaan dalam mempertahankan posisi ekonominya di tengah pertumbuhan perekonomian dan sektor usahanya. Pertumbuhan penjualan merupakan kenaikan jumlah penjualan dari waktu ke waktu. Pertumbuhan penjualan yang tinggi akan mencerminkan peningkatan pendapatan.

d. Rasio Profitabilitas

Rasio profitabilitas merupakan rasio untuk menilai kemampuan perusahaan dalam mencari keuntungan. Rasio ini juga memberikan ukuran tingkat efektivitas manajemen suatu perusahaan yang ditunjukkan oleh laba penjualan dan pendapatan investasi. Rasio profitabilitas dapat membantu dalam mengukur pengembalian atas investasi yang dilakukan perusahaan dan sebagai penilaian terkait kesehatan keuangan suatu perusahaan.

e. Ukuran Perusahaan

Ukuran perusahaan adalah besar kecilnya perusahaan diukur dengan total aktiva atau besar harta perusahaan. Penentuan ukuran perusahaan ini didasarkan pada total aset perusahaan. Apabila total aset perusahaan nilainya tinggi, perusahaan memiliki kondisi keuangan yang lebih stabil dan kuat.

f. Rasio Aktivitas

Rasio aktivitas merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam memanfaatkan sumber daya atau aktivasinya. Rasio ini memiliki kegunaan untuk mengukur tingkat efisiensi pemanfaatan sumber daya perusahaan. Rasio aktivitas juga digunakan untuk menilai kemampuan perusahaan dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

2.2 Distribusi Log-logistik

Berikut ini disajikan pengertian distribusi log-logistik. Model log-logistik merupakan model regresi statistik untuk variabel acak non-negatif dengan variabel acak yang dilogaritma mengikuti distribusi logistik. Model log-logistik dalam analisis survival digunakan untuk

memodelkan tingkat bahaya yang awalnya meningkat hingga puncak terus menurun sampai menghilang.

Suatu variabel acak T disebut berdistribusi log-logistik apabila mempunyai fungsi densitas peluang

$$f(t) = \frac{\alpha \gamma t^{\gamma-1}}{(1+\alpha t^\gamma)^2}, \tag{1}$$

dan fungsi survival

$$S(t) = \frac{1}{1+\alpha t^\gamma} \tag{2}$$

dengan syarat $t \geq 0$, dan $\alpha, \gamma > 0$.

Berdasarkan Persamaan 1 dan Persamaan 2, dapat dihasilkan fungsi *hazard*, yaitu

$$h(t) = \frac{\alpha \gamma t^{\gamma-1}}{1+\alpha t^\gamma} \tag{3}$$

Misalkan t_1, t_2, \dots, t_r merupakan waktu pengamatan tidak tersensor dan $t_{r+1}^*, t_{r+2}^*, \dots, t_n^*$ menyatakan waktu pengamatan yang tersensor dari n individu dan waktu survival diasumsikan berdistribusi log-logistik, maka estimasi *likelihood* maksimum dari α dan γ dapat diperoleh dengan menyelesaikan dua persamaan simultan berikut

$$r - \alpha \left(2 \sum_{i=1}^r \frac{t_i^\gamma}{1+\alpha t_i^\gamma} + \sum_{i=r+1}^n \frac{t_i^{*\gamma}}{1+\alpha t_i^{*\gamma}} \right) = 0 \tag{4}$$

$$\frac{r}{\gamma} + \sum_{i=1}^r \log(t_i) - \alpha \left(2 \sum_{i=1}^r \frac{t_i^\gamma \log(t_i)}{1+\alpha t_i^\gamma} + \sum_{i=r+1}^n \frac{t_i^{*\gamma} \log(t_i^*)}{1+\alpha t_i^{*\gamma}} \right) = 0, \tag{5}$$

menggunakan prosedur iterasi Newton-Raphson. Jika telah dilakukan komputasi, maka nilai parameter α dan γ dapat ditaksir masing-masing menggunakan

$$\hat{\alpha} = \exp\left(-\frac{Intercept}{Scale}\right) \text{ dan } \hat{\gamma} = \frac{1}{Scale}, \tag{6}$$

dimana *Intercept* dan *Scale* diperoleh dari hasil *output*, menurut Lee [4].

2.3 Model Cox Proporsional Hazard

Model Cox proporsional *hazard* merupakan model pada analisis data ketahanan hidup. Model ini berfungsi untuk mengidentifikasi variabel prediktor yang mempengaruhi variabel respon, dengan variabel respon merupakan waktu survival. Model regresi Cox proporsional *hazard* tidak memerlukan asumsi distribusi. Fungsi *hazard* untuk individu yang berbeda diasumsikan proporsional dan tidak bergantung pada waktu. Model regresi Cox proporsional *hazard* dirumuskan pada Persamaan 7.

$$h(t, \mathbf{X}) = h_0(t) \exp\left(\sum_{j=1}^p \beta_j X_j\right) \tag{7}$$

dengan:

$h(t, \mathbf{X})$: fungsi kegagalan individu ke- j pada waktu ke- t

$h_0(t)$: fungsi kegagalan dasar (*baseline hazard*)

β_j : koefisien variabel prediktor ke- j dengan $j = 1, 2, \dots, p$

X_j : variabel prediktor ke- j dengan $j = 1, 2, \dots, p$

Fungsi Cox proporsional *hazard* pada dasarnya tidak diketahui bentuk fungsionalnya [10,11]. Persamaan ini tetap akan memberikan informasi berupa *hazard ratio* (HR) yang tidak bergantung dari nilai $h_0(t)$. Tetapi apabila nilai $h_0(t)$ diketahui, maka perhitungan nilai *hazard* mengikuti bentuk distribusi data waktunya yang menjadikan persamaan *hazard* sebagai persamaan parametrik. Dalam regresi Cox proporsional *hazard*, fungsi *hazard ratio* didefinisikan sebagai rasio antara *hazard rate* satu individu dengan individu lainnya.

Hazard Ratio (HR) merupakan rasio fungsi hazard antar individu dengan lainnya pada kejadian yang sama. Hazard rasio ditulis dalam bentuk Persamaan 8.

$$\widehat{HR} = \exp\left(\sum_{j=1}^p b_j(X_{ij}^* - X_{ij})\right) \quad (8)$$

dengan:

b_j : koefisien prediktor ke- j , dengan $j = 1, 2, \dots, p$.

X_{ij} : variabel X ke- j , dengan $j = 1, 2, \dots, p$ individu ke- i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$

X_{ij}^* : variabel X^* ke- j , dengan $j = 1, 2, \dots, p$ individu ke- i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$

2.4 Model Regresi Log-logistik Proporsional Hazard

Model regresi log-logistik proporsional *hazard* merupakan bentuk parametrik dari model regresi Cox proporsional *hazard* dengan fungsi *baseline hazard* mengikuti fungsi *hazard* dari distribusi log-logistik [4,11]. Berdasarkan model regresi Cox proporsional *hazard*

$$h(t, \mathbf{X}) = h_0(t) \exp(\beta' \mathbf{X}), \quad (9)$$

maka dengan mensubstitusi fungsi *baseline hazard* $h_0(t)$ dengan fungsi *hazard* dari distribusi log-logistik didapat model regresi log-logistik proporsional *hazard*

$$h(t, \mathbf{X}) = \frac{\alpha \gamma t^{\gamma-1}}{1 + \alpha t^\gamma} \exp(\beta' \mathbf{X}) \quad (10)$$

dengan syarat $t \geq 0$, dan $\alpha, \gamma > 0$. Parameter α merupakan parameter bentuk, sedangkan parameter γ merupakan parameter skala.

2.4.1 Pengujian Hipotesis secara Bersama

Menurut Collet [12], uji bersama menggunakan uji Rasio *Likelihood*. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah semua variabel prediktor tidak berpengaruh terhadap variabel respon, atau ada variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon dari model log-logistik proporsional *hazard*. Statistika ujinya menggunakan distribusi *chi-square* dengan derajat bebas p (banyaknya variabel prediktor).

Hipotesis:

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

(semua prediktor tidak berpengaruh terhadap model)

H_1 : terdapat $\beta_j \neq 0$, $j = 1, 2, \dots, p$

(terdapat prediktor berpengaruh terhadap model)

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$G = -2[\ln L_R - \ln L_f] \quad (11)$$

dengan:

L_R : log *likelihood* dari model tanpa prediktor

L_f : log *likelihood* dari model dengan semua prediktor

Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, H_0 ditolak jika $G > \chi_{\alpha, p}^2$ atau $p - value < \alpha$ yang berarti terdapat salah satu prediktor berpengaruh terhadap respon.

2.4.2 Pengujian Hipotesis secara Marjinal

Pengujian secara marjinal bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon. Menurut Collet [12], pengujian marjinal dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Wald* yang mengikuti distribusi asimtotik normal standar.

Hipotesis:

H_0 : parameter $\beta_j = 0$, $j = 1, 2, \dots, p$

(variat ke- j tidak berpengaruh terhadap waktu survival)

H_1 : parameter $\beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p$

(variat ke- j berpengaruh terhadap waktu survival)

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $Z_{0,025} = 1,96$.

Statistika uji yang digunakan adalah:

$$Z = \frac{b_j}{SE(b_j)} \tag{12}$$

dengan:

b_j : parameter prediktor ke- j

$SE(b_j)$: merupakan *standar error* parameter prediktor ke- j .

Pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, H_0 ditolak jika $|Z| > Z_{\alpha/2}$ atau $p - value < \alpha$. Hal ini, berarti bahwa prediktor ke- j berpengaruh terhadap variabel respon

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data keuangan perusahaan dari sektor infrastruktur, utilitas, dan transportasi di Indonesia dari tahun 1990-2021. Terdapat 72 perusahaan yang terdiri dari jumlah perusahaan yang tidak mengalami kesulitan keuangan sebanyak 26 perusahaan, sedangkan jumlah perusahaan yang mengalami kesulitan keuangan (*financial distress*) sebanyak 46 perusahaan. Perusahaan yang tidak mengalami kesulitan keuangan di coding tersensor dan perusahaan yang mengalami kesulitan keuangan di coding tidak tersensor. Data keuangan perusahaan diperoleh dari *software platform* penyedia data keuangan, yaitu *Bloomberg Financial Laboratory* Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian diambil dari data perusahaan dengan sektor infrastruktur, utilitas, dan transportasi yang ada di Indonesia dengan kejadian perusahaan mengalami dan tidak mengalami kondisi *financial distress*.

Tabel 1. Variabel respon dan variabel kovariat

Notasi	Variabel	Keterangan
T	Waktu <i>Distress</i> (tahun)	Lama waktu perusahaan <i>financial distress</i>
d	Status Perusahaan	0 = Tidak mengalami <i>financial distress</i> 1 = Mengalami <i>financial distress</i>
X_1	Rasio Solvabilitas	Rasio yang digunakan untuk mengukur aktiva perusahaan dibiayai dengan utang
X_2	Rasio Likuiditas	Rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan membayar utang jangka pendek
X_3	Rasio Pertumbuhan	Rasio yang menggambarkan perusahaan dalam mempertahankan posisi ekonomi di tengah pertumbuhan perekonomian dan sektor usahanya
X_4	Rasio Profitabilitas	Rasio untuk menilai kemampuan perusahaan dalam mencari keuntungan
X_5	Ukuran Perusahaan	Skala yang dapat mengklasifikasikan perusahaan kecil dan besar berdasarkan total aset perusahaan

Notasi	Variabel	Keterangan
X ₆	Rasio Aktivitas	Rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam memanfaatkan sumber daya atau aktivitya

Variabelnya terdiri dari variabel respon dan variabel prediktor atau kovariat. Variabel penelitian dijelaskan berikut ini.

- Variabel respon adalah lamanya waktu perusahaan sektor infrastruktur, utilitas, dan transportasi mengalami *financial distress* dan status perusahaan.
- Variabel kovariat adalah variabel yang mempengaruhi variabel respon. Kovariat terdiri dari enam faktor, yaitu rasio solvabilitas, rasio likuiditas, rasio pertumbuhan, rasio profitabilitas, ukuran perusahaan, dan rasio aktivitas. Secara lengkap variabel penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

3.3 Tahapan Analisis Data

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam olah data berupa:

- Menganalisis deskripsi data.
- Menguji distribusi data menggunakan distribusi log-logistik.
- Mengestimasi parameter model lengkap log-logistik proporsional *hazard*.
- Menguji asumsi proporsional *hazard* pada variat menggunakan metode Breslow.
- Menguji hipotesis parameter model lengkap secara bersama dan marjinal.
- Mengestimasi parameter signifikan model log-logistik proporsional *hazard*.
- Menguji hipotesis signifikansi parameter model secara bersama dan marjinal.
- Membentuk model log-logistik proporsional *hazard* terbaik.
- Menginterpretasi model log-logistik proporsional *hazard* terbaik.
- Memvisualisasi model log-logistik proporsional *hazard*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskripsi Data

Statistik deskriptif merupakan ukuran-ukuran penting yang diperoleh dari olah sampel. Ukuran-ukuran dari sampel yang dihasilkan berupa nilai minimum, kuantil-1, median, mean, kuantil-3, dan maksimum. Ukuran tersebut berguna untuk mengetahui sifat-sifat dari sampel. Secara singkat ukuran deskriptif sampel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik deskriptif dari kovariat *financial distress*

Kovariat	Statistik Deskriptif					
	Min.	Kuan-1	Median	Mean	Kuan-3	Maks.
Solvabilitas	0,00	0,12	0,29	0,31	0,45	1,10
Likuiditas	0,00	0,10	0,34	2,08	0,86	82,90
Pertumbuhan	-0,73	-0,18	0,05	0,01	0,17	0,71
Profitabilitas	-0,44	-0,09	-0,03	-0,05	0,02	0,18
Ukuran	17,48	21,65	26,39	25,37	28,33	33,26
Aktivitas	0,05	0,20	0,39	0,46	0,57	3,25

Untuk kovariat solvabilitas, likuiditas, ukuran, dan aktivitas semua statistik deskriptifnya bernilai positif. Hal ini berarti nilai tersebut sesuai dengan nama parameternya. Tetapi pada variat

pertumbuhan dan profitabilitas terdapat nilai positif dan nilai negatif. Hal ini mempunyai arti bahwa pertumbuhan bernilai negatif, maka perusahaan mengalami penyusutan aset, sebaliknya pertumbuhan bernilai positif, maka perusahaan mengalami penambahan aset. Pada kovariat profitabilitas bernilai negatif, maka perusahaan mengalami kerugian, sebaliknya profitabilitas bernilai positif, maka perusahaan mengalami keuntungan usaha.

4.2 Uji Distribusi Log-logistik dan Model Log-logistik Proporsional Hazard

Pengujian ini secara formal bertujuan untuk mengecek apakah variabel respon berdistribusi log-logistik. Pengujian distribusi menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Hasil pengujian distribusi log-logistik ditulis pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil olah pengujian distribusi log-logistik

Statistik	Nilai statistik
Bentuk	1,7244
Skala	5,8128
<i>p-value</i>	0,5691
D_{hitung}	0,7843

Selanjutnya dilakukan uji distribusi log-logistik data waktu mengalami *financial distress*.

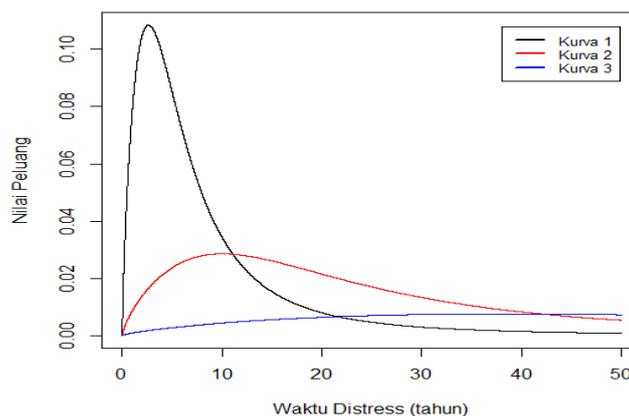
Hipotesis:

H_0 : Data berdistribusi log-logistik

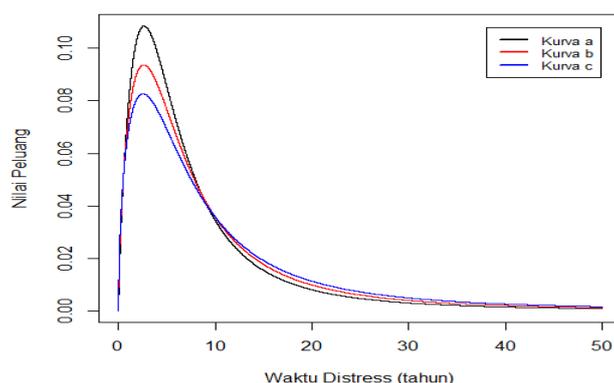
H_1 : Data tidak berdistribusi log-logistik

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$, diperoleh statistik tabel $D_{tabel} = 1,3211$. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai *p-value* = 0,5691 dan statistik hitung $D_{hitung} = 0,7843$. Dalam hal ini, hipotesis H_0 gagal ditolak, artinya data berdistribusi log-logistik. Jadi data waktu mengalami *financial distress* diasumsikan berdistribusi log-logistik.

Berikut diberikan dua buah tampilan gambar fungsi densitas peluang log-logistik untuk parameter bentuk bervariasi, dengan parameter skala tetap dan untuk parameter bentuk tetap dengan parameter skala bervariasi nilainya.



Gambar 1. Fungsi densitas peluang log-logistik dengan parameter bentuk bervariasi



Gambar 2. Fungsi densitas peluang log-logistik dengan parameter skala bervariasi

Gambar 1 merupakan tampilan fungsi densitas peluang log-logistik dengan parameter skala 5,813 dan parameter bentuk untuk kurva 1, kurva 2, dan kurva 3, yaitu masing-masing 0,05; 0,005; dan 0,0005. Terlihat bahwa bentuknya berbeda-beda. Gambar 2 merupakan tampilan fungsi densitas peluang log-logistik dengan parameter bentuk 1,7244 dan parameter skala untuk kurva a, kurva b, dan kurva c, yaitu masing-masing 5,8; 5,7; dan 5,5. Terlihat bahwa penyebaran datanya tidak sama.

4.2.1 Model Log-logistik Proporsional Hazard Lengkap

Karena asumsi data berdistribusi log-logistik terpenuhi, maka model log-logistik proporsional *hazard* boleh dibuat. Model ini untuk mengetahui pengaruh kovariat terhadap waktu mengalami kondisi *financial distress*. Kovariat-kovariatnya terdiri dari Rasio Solvabilitas (X_1), Rasio Likuiditas (X_2), Rasio Pertumbuhan (X_3), Rasio Profitabilitas (X_4), Ukuran Perusahaan (X_5), dan Rasio Aktivitas (X_6). Hasil pengolahan data yang berhubungan dengan model disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien semua kovariat perusahaan mengalami *financial distress*

Variat	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Koefisien	1,0716	-0,0152	0,3428	4,7361	0,0129	0,0363

Selain itu, berdasarkan pengolahan data diperoleh pula *Intercept* = 1,3881 dan *Scale* = 0,47, sehingga dihasilkan $\hat{\alpha} = 0,0522$ dan $\hat{\gamma} = 2,1277$. Model log-logistik proporsional *hazard* dapat dibuat seperti Persamaan 13.

$$h(t, X) = \frac{0,1111t^{1,1277}}{1+0,0522t^{2,1277}} \exp(1,0716X_1 - 0,0152X_2 + 0,3428X_3 + 4,7361X_4 + 0,0129X_5 + 0,0363X_6) \quad (13)$$

4.2.2 Pengujian Parameter secara Bersama

Model log-logistik proporsional *hazard* dengan kovariat lengkap telah didapat, maka perlu dilakukan uji parameter kovariat untuk mengetahui kovariat yang berpengaruh terhadap kondisi *financial distress*. Berikut pengujian parameter model secara bersama.

Hipotesis:

H_0 : parameter $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$
(semua kovariat tidak berpengaruh terhadap model)

H_1 : terdapat $\beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 6$
(terdapat kovariat berpengaruh terhadap model)

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $\chi^2_{5\%;6} = 12,592$. Berdasarkan komputasi diperoleh hasil bahwa statistik hitung $G = -2 [-143,6 + 129,5] = 28,31$ dengan $p\text{-value} = 8,2e-05$, $L_R = -143,6$, dan $L_f = 129,5$. Berdasarkan perbandingan nilai yang sepadan, masing-masing, antara nilai statistik dan peluangnya dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat kovariat yang berpengaruh terhadap waktu *financial distress*.

4.2.3 Pengujian Parameter secara Marjinal

Uji parameter secara marjinal untuk mengetahui kovariat individu yang berpengaruh dan tidak berpengaruh terhadap waktu *financial distress*.

Hipotesis:

H_0 : parameter $\beta_j = 0, j = 1,2, \dots,6$ (variat tidak berpengaruh terhadap model)

H_1 : parameter $\beta_j \neq 0, j = 1,2, \dots,6$ (variat yang berpengaruh terhadap model)

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $Z_{0,025} = 1,96$.

Berdasarkan komputasi diperoleh hasil seperti ditabelkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kovariat dan keputusan hipotesisnya

Kovariat	Koefisien	Nilai Z	p-value	Keputusan
X ₁	1,0716	2,09	0,036	Tolak H ₀
X ₂	-0,0152	-1,73	0,085	Terima H ₀
X ₃	0,3428	0,88	0,376	Terima H ₀
X ₄	4,7361	4,40	1,1e-05	Tolak H ₀
X ₅	0,0129	0,48	0,630	Terima H ₀
X ₆	0,0363	0,16	0,871	Terima H ₀

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa kovariat yang tidak berpengaruh terhadap waktu *financial distress* adalah kovariat X₂, X₃, X₅, dan X₆, sedangkan kovariat yang mempengaruhi waktu *financial distress* adalah X₁, dan X₄.

4.2.4 Uji Asumsi Proporsional Hazard Menggunakan Metode Breslow

Menurut Lee [4], model log-logistik proporsional *hazard* harus memenuhi asumsi proporsional *hazard*, maka perlu dilakukan pengujian asumsi. Uji asumsi proporsional *hazard* dengan metode Breslow bertujuan untuk mengetahui kovariat dari model apakah memenuhi asumsi proporsional *hazard*. Asumsi proporsional *hazard* menyatakan bahwa fungsi *hazard* merupakan fungsi waktu dan fungsi kovariat, selain itu antara waktu dan kovariat adalah saling bebas. Oleh karena itu, hasil parameter dari kovariat berlaku untuk sembarang waktu. Berikut uji hipotesis dan keputusan yang dihasilkan.

Hipotesis:

H_0 : Asumsi proporsional *hazard* dipenuhi

H_1 : Asumsi proporsional *hazard* tidak dipenuhi

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $\chi^2_{1,5\%} = 3,8415$,

sehingga keputusan masing-masing kovariat dengan statistik hitung berdistribusi Chi-square dan nilai $p\text{-value}$ diringkas pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Chi-square kovariat dan keputusan hipotesis

Kovariat	Chi-square	df	p-value	Keputusan
X ₁	0,1178	1	0,73	Terima H ₀
X ₂	0,3229	1	0,57	Terima H ₀
X ₃	0,8437	1	0,36	Terima H ₀

Kovariat	Chi-square	df	<i>p-value</i>	Keputusan
X ₄	0,0060	1	0,94	Terima H ₀
X ₅	0,0017	1	0,97	Terima H ₀
X ₆	0,2723	1	0,60	Terima H ₀

Berdasarkan Tabel 6 bahwa asumsi proporsional hazard dipenuhi, sehingga semua variat layak untuk diproses lanjut.

4.3 Uji Signifikansi Parameter Model Log-logistik Proporsional Hazard

Untuk mengetahui model regresi terbaik, maka perlu dilakukan eliminasi kovariat yang tidak signifikan terhadap model menggunakan metode *backward*. Eliminasi kovariat menggunakan metode *backward* dilakukan dengan cara membuang kovariat yang mempunyai nilai *p-value* lebih dari 0,05 dan terbesar. Setelah dilakukan eliminasi dengan metode *backward*, akhirnya diperoleh kovariat yang signifikan terhadap waktu *financial distress* seperti ditulis dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kovariat yang signifikan terhadap kondisi *financial distress*

Variat	X ₁	X ₂	X ₄
Koefisien	1,0493	-0,0177	4,4434

Untuk mendapatkan model log-logistik proporsional *hazard* terbaik, maka perlu dilakukan uji parameter pada semua kovariatnya dengan hasil semua koefisien kovariat adalah signifikan terhadap waktu *financial distress*. Pengujian parameter model dilakukan secara bersama dan marjinal.

4.3.1 Pengujian Parameter secara Bersama

Pengujian parameter secara Bersama bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya kovariat yang berpengaruh terhadap respon.

Hipotesis:

H₀: parameter $\beta_1 = \beta_2 = \beta_4 = 0$ (semua kovariat tidak berpengaruh terhadap model)

H₁: terdapat $\beta_j \neq 0, j = 1,2,4$ (terdapat kovariat berpengaruh terhadap model)

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $\chi^2_{5\%,6} = 12,592$. Berdasarkan komputasi diperoleh hasil bahwa statistik hitung $G = -2 [-143,6 + 130,1] = 27,07$ dengan *p-value* = $5,7e-06$, $L_R = -143,6$, dan $L_f = 130,1$. Berdasarkan perbandingan masing-masing antara nilai statistik dan peluangnya dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak, artinya terdapat kovariat yang berpengaruh terhadap waktu kondisi *financial distress*.

4.3.2 Pengujian Parameter secara Marjinal

Selanjutnya dilakukan uji marjinal untuk mengetahui kovariat yang berpengaruh secara individu terhadap waktu kondisi *financial distress*.

Hipotesis:

H₀: parameter $\beta_j = 0, j = 1,2,4$ (kovariat tidak berpengaruh terhadap model)

H₁: parameter $\beta_j \neq 0, j = 1,2,4$ (kovariat yang berpengaruh terhadap model)

Jika diberikan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$ maka mempunyai statistik tabel $Z_{0,025} = 1,96$.

Berdasarkan komputasi diperoleh hasil statistik hitung dari semua kovariat seperti ditabelkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Keputusan dalam uji marjinal dari kovariat signifikan

Kovariat	Koefisien	Nilai Z	p-value	Keputusan
X ₁	1,0493	2,26	0,024	Tolak H ₀
X ₂	-0,0177	-2,11	0,035	Tolak H ₀
X ₄	4,4434	4,86	1,1e-06	Tolak H ₀

Berdasarkan Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa kovariat yang mempengaruhi waktu kondisi *financial distress* adalah X₁ (Rasio Solvabilitas), X₂ (Rasio Likuiditas), dan X₄ (Rasio Profitabilitas).

4.4 Model Log-logistik Proporsional Hazard Terbaik

Berdasarkan olahan diperoleh hasil bahwa *Intercept* = 1,7105 dan *Scale* = 0,47, sehingga $\hat{\alpha} = 0,0263$ dan $\hat{\gamma} = 2,1277$. Selanjutnya ingin dibuat model terbaik.

Model log-logistik proporsional *hazard* terbaik adalah

$$h(t, X) = \frac{0,056t^{1,1277}}{1+0,0263t^{2,1277}} \exp(1,0493X_1 - 0,0177X_2 + 4,4434X_4) \tag{14}$$

Interpretasi model log-logistik proporsional *hazard* berupa sifat dan sumbangan kovariat terhadap waktu *financial distress* disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rasio *hazard* dari kovariat signifikan

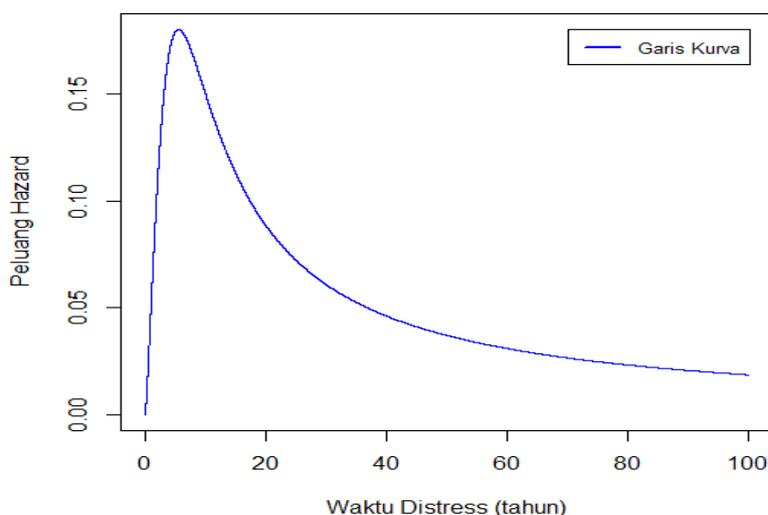
Kovariat	Koefisien	Rasio Hazard
Rasio Solvabilitas	1,0493	2,856
Rasio Likuiditas	-0,0177	0,983
Rasio Profitabilitas	4,4434	85,064

Perusahaan dengan sektor infrastruktur, utilitas, dan transportasi mengalami kondisi *financial distress* dipengaruhi oleh faktor rasio solvabilitas, rasio likuiditas, dan rasio profitabilitas. Rasio solvabilitas dan profitabilitas berpengaruh positif, tetapi rasio likuiditas berpengaruh negatif terhadap waktu kondisi *financial distress*. Adapun sumbangan pengaruh faktor tersebut terhadap perusahaan dengan kondisi tersebut jika diurutkan masing-masing adalah 1,1% (untuk rasio likuiditas), 3,4% (untuk rasio solvabilitas), dan 95,5% (untuk rasio profitabilitas). Jadi pengaruh terbesar disebabkan oleh rasio profitabilitas. Hal ini berarti perusahaan akan mengalami kondisi *financial distress* dalam waktu sebentar, apabila perusahaan mempunyai rasio profitabilitas positif dan dalam waktu lama, apabila perusahaan mempunyai rasio profitabilitas negatif.

Untuk menggambarkan model log-logistik proporsional *hazard* yang bergantung pada waktu perlu divisualisasi [11,13]. Fungsi tersebut adalah

$$h(t) = \frac{0,056t^{1,1277}}{1+0,0263t^{2,1277}} \tag{15}$$

Gambar dari fungsi $h(t)$ di atas ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi *hazard* kondisi *financial distress* dipengaruhi waktu

Berdasarkan Gambar 3, fungsi $h(t) = \frac{0,056t^{1,1277}}{1+0,0263t^{2,1277}}$ merupakan fungsi ekstrim maksimum.

Jika turunan pertama dari Persamaan 15 dibuat sama dengan nol, maka diperoleh

$$h'(t) = \frac{0,06328t^{0,13}}{1+0,0263t^{2,13}} - \frac{0,0036t^{2,26}}{(1+0,03t^{2,13})^2} = 0 \quad (16)$$

Jika diselesaikan diperoleh nilai $t = 6,275$ tahun. Hal ini berarti pada waktu $0 \leq t < 6,275$ terjadi kenaikan kondisi *financial distress*, pada $t = 6,275$ terjadi kondisi puncak *financial distress* dengan peluang 0,1924, sedangkan pada $6,275 < t < \infty$ terjadi penurunan kondisi *financial distress*, hingga sampai tidak terjadi kondisi *financial distress*.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Model regresi log-logistik proporsional *hazard* merupakan model gabungan antara model log-logistik dan model Cox proporsional *hazard*.
2. Model log-logistik proporsional *hazard* terbaik adalah

$$h(t, X) = \frac{0,056t^{1,1277}}{1 + 0,0263t^{2,1277}} \exp(1,0493X_1 - 0,0177X_2 + 4,4434X_4)$$

Fungsi densitas *hazard* dipengaruhi oleh t waktu lamanya mengalami kondisi *financial distress* dan variabel kovariat X_1 (Rasio Solvabilitas), X_2 (Rasio Likuiditas), dan X_4 (Rasio Profitabilitas).

3. Perusahaan dengan sektor infrastruktur, utilitas, dan transportasi mengalami kondisi *financial distress* dipengaruhi oleh rasio solvabilitas, rasio likuiditas, dan rasio profitabilitas. Rasio solvabilitas dan rasio profitabilitas berpengaruh positif, sedangkan rasio likuiditas berpengaruh negatif terhadap waktu kondisi *financial distress*.
4. Sumbangan pengaruh kovariat terhadap perusahaan mengalami kondisi *financial distress* adalah 1,1% (untuk rasio likuiditas), 3,4% (untuk rasio solvabilitas), dan 95,5% (untuk rasio profitabilitas).
5. Pada penelitian ini didapat prediksi waktu perusahaan mengalami kondisi *financial distress* pada $t = 6,275$ tahun dengan nilai peluang hazard 0,1924.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kristanti, F.T. *Financial Distress: Teori dan Perkembangannya Dalam Konteks Indonesia*. Malang: Intelegensia Media. 2019.
- [2] Altman, E.I. *Coorporate Finance Distress, Restructuring, and Bankruptcy: Analyze Leverage Finance, Distress Debt, and Brankruptcy*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2019.
- [3] Kleinbaum, D.G., and Klein, M. *Survival Analysis A Self-Learning Text*. Third Edition. Springer, London. 2012.
- [4] Lee, E.T., and Wang, J.W. *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2013.
- [5] Sudaryanti, D., dan Dinar, A. Analisis Prediksi Kondisi Kesulitan Keuangan dengan Menggunakan Rasio Likuiditas, Profitabilitas, Funancial Leverage dan Arus Kas. *Jurnal Ilmiah Bisnis dan Ekonomi Asia*. Vol. 13, No. 2, pp. 101-110. 2019.
- [6] Wulandari, E.W., dan Jaeni. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Financial Distress*. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 21(2): 734-742. 2021.
- [7] Yosandra, D.A., dan Sembiring, F.M. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Financial Distress BUMN di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Keuangan, Perbankan dan Akuntansi*. Vol. 14, No. 1, pp. 22-41. 2022.
- [8] Kasmir. *Analisis Laporan Keuangan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 2019.
- [9] Hapsari, E.I. Kekuatan Rasio Keuangan dalam Memprediksi Kondisi Financial Distress Perusahaan Manufaktur BEI 2010-2013. *Jurnal Dinamika Manajemen*. Vol.5 No. 2, pp. 171-182. 2012.
- [10] Hosmer, D.W., Lemeshow, S., and May, S. *Applied Survival Analysis Regression Modelling of Time to Event Data*. Second Edition, Jhon Wiley & Sons, Inc. New Jersey. 2008.
- [11] Fox, J., and Weisberg, S. *Cox Prportional Hazard Regression for Suvival Data in R*. Third Edition. Thosand, CA. 2018.
- [12] Collet, D. *Modelling Survival Data in Medical Research*. Second Edition. Chapman & Hall/CRC. US. 2003.
- [13] Sarini, A. *Analisis Survival: Konsep dan Aplikasi dengan R*. Bumi Aksara. Jakarta Timur. 2022.