

## MODEL REGRESI COX PROPORSIONAL HAZARD PADA DATA DURASI PROSES KELAHIRAN DENGAN *TIES*

Triastuti Wuryandari<sup>1</sup>, Danardono<sup>2</sup>, Gunardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Statistika FSM Undip Semarang

<sup>2</sup>Departemen Matematika FMIPA UGM Yogyakarta

Email : [triastutiwuryandari1@gmail.com](mailto:triastutiwuryandari1@gmail.com)

### ABSTRACT

Survival data are usually found in the fields of health, insurance, epidemiology, demography, etc. Survival data is characterized by a response in the form of time, one example is the duration of the birth process. The duration of the birth process is thought to be influenced by several factors, including the baby's weight, baby's height, mother's age, gestational age, gender and the method used to birth process. One of the regression models for survival data is the Cox regression proportional hazard model. Parameter estimation in the Cox regression is based on partial likelihood. If two or more individuals have the same survival value, it is called ties. If there are ties, then the partial likelihood will have problems in determining the risk set, so it is necessary to modify the partial likelihood. Methods that can be used to overcome ties are the Breslow, Efron and Exact methods. This method is a modification of parameter estimation using maximum partial likelihood. Parameter estimation results are obtained by maximizing the partial likelihood function using Newton Raphson iteration. The case study in this paper is data on the duration of the birth process. The best model for the duration of the birth process with ties is the Exact method because it has the smallest AIC value

**Kata kunci:** *survival, coxph, ties, Breslow, Efron, Exact, partial likelihood*

### PENDAHULUAN

Analisis *survival* adalah metode statistik untuk mempelajari kejadian dan waktu kejadian [1]. Dalam analisis *survival* terdapat variabel waktu sebagai waktu uji hidup (*survival time*), waktu dapat dinyatakan dalam tahun, bulan, minggu, hari atau jam dari awal mulai dilakukan penelitian atau pengamatan pada seorang individu sampai terjadinya suatu peristiwa pada individu tersebut. Peristiwa yang dimaksud adalah perkembangan suatu penyakit, reaksi terhadap suatu percobaan, kambuhnya suatu penyakit, sembuh dari sakit, kematian, durasi kelahiran, dll. Jika waktu *survival* diduga dipengaruhi oleh faktor yang lain, maka analisis yang digunakan adalah model regresi. Salah satu model regresi untuk data *survival*

adalah model regresi *cox proportional hazard*.

Model Regresi Cox adalah model regresi hazard proporsional dengan fungsi *baseline hazard* nya dimodelkan secara non-parametrik dan fungsi variabel independennya dimodelkan secara parametrik, sehingga model ini dikenal juga sebagai *Cox proportional hazards model* [2] atau *Cox Semiparametric hazards model*. Metode regresi Cox *proportional hazard* merupakan metode analisis *survival*. Metode ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi waktu *survival*. Asumsi dalam model regresi Cox adalah hazard nya proporsional. Estimasi parameter yang digunakan adalah *partial likelihood*. Seringkali dijumpai kejadian bersama atau yang sering disebut *ties*. *Ties* terjadi

apabila terdapat dua individu atau lebih yang mengalami waktu kejadian yang bersamaan atau memiliki nilai waktu tahan hidup yang sama. Untuk mengatasi adanya *ties* digunakan metode regresi Cox *proportional hazard* dengan tiga pendekatan yaitu pendekatan *Breslow*, *Efron*, dan *Exact* [3]. Ketiga pendekatan tersebut nantinya akan dibandingkan untuk menghasilkan model terbaik dengan AIC terkecil.

Model Regresi Cox adalah model regresi hazard proporsional dengan fungsi *baseline hazard* nya dimodelkan secara non-parametrik dan fungsi variabel independennya dimodelkan secara parametrik [2] atau *Cox Semiparametric hazards model*. Regresi Cox dimodelkan sebagai berikut

$$h(t; X) = h_0(t) \exp(X\beta) \quad (1)$$

dengan  $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$  adalah vektor kovariat (variabel independen) dan  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$  adalah parameter dari model regresi. Dalam regresi ini hazard untuk tiap-tiap individu sama dengan *hazard baseline* nya  $h_0(t)$ . Asumsi yang mendasari model ini adalah *proporsionalitas*. Dalam asumsi hazard proporsional, semua individu dianggap mempunyai satu *baseline hazard* yang sama yang kemudian nilainya menjadi berbeda atau termodifikasi sesuai karakteristik atau informasi pada masing-masing individu.

Estimasi parameter pada model Regresi Cox didasarkan pada *partial likelihood*.

$$L(\beta) = \prod_{k \in D} \frac{\exp(\beta x_k)}{\sum_{j \in R_k} \exp(\beta x_j)} \quad (2)$$

dengan  $x$  adalah vektor kovariat (variabel independen);  $\beta$  adalah parameter regresi yang akan diestimasi;  $D$  adalah himpunan indeks  $j$  dari semua waktu kejadian (semua  $t_j$  yang mendapatkan kejadian);  $R_k$  adalah himpunan resiko (*risk set*), semua individu yang belum mendapatkan

kejadian pada saat tertentu. Himpunan resiko (*risk set*) dalam *partial likelihood* adalah himpunan semua individu yang mempunyai kemungkinan untuk mendapatkan *event* tepat sebelum suatu titik waktu.

Rumusan *partial likelihood* pada persamaan (2) menyatakan bahwa perkalian dari rasio skor hanya dihitung pada saat ada *event*, sehingga perkalian tersebut hanya berjalan sebanyak *event* yang terjadi.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk mencari estimator yang memaksimalkan *partial likelihood*. Salah satu diantaranya adalah Metode *Newton Raphson*. Metode ini memerlukan turunan pertama dan kedua fungsi *partial likelihood* terhadap parameternya. Untuk memudahkan manipulasi dan komputasinya digunakan fungsi *log partial likelihood*. Fungsi *log partial likelihood*

$$l(\beta) = \sum_{k \in D} \beta x_k - \sum_{k \in D} \log \left( \sum_{j \in R_k} \exp(\beta x_j) \right) \quad (3)$$

Turunan pertama dari  $l(\beta)$  sering disebut sebagai *score function* dan negatif turunan kedua dari  $l(\beta)$  atau sering disebut sebagai *information matrix (I)*. Dengan menggunakan iterasi *Newton Raphson*, diperoleh  $\hat{\beta}$  dan  $V(\hat{\beta}) = I(\hat{\beta})^{-1}$  [4].

Model Cox banyak diaplikasikan di berbagai bidang antara lain Model cox untuk ketahanan pasien kanker [5], Model Cox untuk data lama studi mahasiswa [6], Model Cox untuk pasien TBC di Ethiopia [7]. Sedangkan model Cox dengan *ties* diaplikasikan pada beberapa kasus antara lain perbandingan estimasi Efron Parsial Likelihood dan Breslow untuk pasien Diabetes [8], penggunaan metode Breslow pada kasus pasien stroke [9], aplikasi metode Breslow pada pasien DBD [10].

Metode inferensi standar didasarkan pada sifat asimptotik *likelihood* adalah *Wald Test*, *Score Test* dan *Likelihood Ratio Test*, dapat digunakan untuk inferensi parameter regresi Cox.

Jika hipotesis nol adalah  $H_0 : \beta = \beta_0$ , maka berturut-turut statistik uji dari *Wald Test*, *Score Test* dan *Likelihood Ratio Test* adalah

**Wald Test**

$$\chi_w^2 = (\hat{\beta} - \beta_0)^T I(\hat{\beta})(\hat{\beta} - \beta_0) \quad (4)$$

**Score Test**

$$\chi_{sc}^2 = U(\beta_0)^T I^{-1}(\beta_0)U(\beta_0) \quad (5)$$

**Likelihood Ratio Test (LRT)**

$$\chi_{LR}^2 = 2 \left( l(\hat{\beta}) - l(\beta_0) \right) \quad (6)$$

Untuk  $n$  cukup besar  $\chi_w^2, \chi_{sc}^2, \chi_{LR}^2$  berdistribusi  $\chi_p^2$

Parameter dalam regresi Cox dapat diinterpretasikan sebagai *Hazard Ratio (HR)*. Misalkan diberikan model regresi Cox dengan satu variabel independen

$$h(t|x) = h_0(x) \exp(x\beta) \quad (7)$$

Dengan  $x = \begin{cases} 0; \text{placebo} \\ 1; \text{obat baru} \end{cases}$

maka *Hazard Ratio (HR)* untuk obat baru terhadap placebo adalah

$$HR = \frac{h(t|x=1)}{h(t|x=0)} = \exp(\hat{\beta}) \quad (8)$$

Interpretasinya adalah jika  $\beta = 0$  maka obat baru dan placebo sama efeknya. Jika  $\beta < 0$  maka obat baru memberikan efek yang lebih baik daripada placebo (resiko kematian lebih rendah). Jika  $\beta > 0$  obat baru memberikan efek yang lebih buruk daripada placebo (resiko kematian lebih tinggi). Secara umum nilai estimasi  $\beta$  dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor resiko (*risk factors*) yang berkaitan dengan variabel dependen *time-to-event*

Jika suatu kejadian mempunyai nilai survival sama maka disebut dengan *ties*. Jika terdapat *ties*, maka *partial likelihood* akan bermasalah dalam menentukan himpunan resiko nya [11]. Dengan demikian diperlukan modifikasi dari *partial likelihood*. Diberikan data survival:  $t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_{n(D)}$  dengan

$n(D)$  adalah banyaknya waktu  $t$  yang mendapatkan kejadian;  $d_k$  adalah banyaknya kejadian saat  $t_k$ .  $D_k$  adalah himpunan individu yang mendapatkan kejadian saat  $t_k$ .  $S_k = \sum_{j \in D} x_j$  adalah

jumlahan nilai variabel  $x$  pada saat  $t_k$ .

Metode yang dapat digunakan untuk mengatasi *ties* adalah metode *Breslow*, *Efron* dan *Exact*

Metode *Breslow* merupakan metode paling sederhana dibandingkan dengan metode yang lainnya. Metode ini memberikan hasil estimasi yang baik jika data *ties* dalam ukuran kecil [4]. Fungsi *likelihood* dengan pendekatan *breslow*, adalah sebagai berikut:

$$L(\beta_{breslow}) = \prod_{k \in D} \frac{\exp(S_k \beta)}{\left[ \sum_{j \in R_k} \exp(x_j \beta) \right]^{d_k}} \quad (8)$$

Metode dengan pendekatan *partial likelihood Efron* merupakan metode yang sedikit lebih rumit pada tingkat komputasinya dibanding dengan metode *breslow*. Metode ini memberikan hasil estimasi yang baik jika data kejadian bersama atau *ties* dalam ukuran besar [4]. Fungsi *likelihood* dengan pendekatan *efron* adalah sebagai berikut:

$$L(\beta) = \prod_{k \in D} \frac{\exp(S_k \beta)}{\prod_{j=1}^{d_k} \left[ \sum_{i \in R_k} \exp(x_i \beta) - \frac{j-1}{d_k} \sum_{i \in D_k} \exp(x_i \beta) \right]} \quad (9)$$

Metode dengan pendekatan *partial likelihood exact* ini merupakan metode yang digunakan sebagai alternatif kasus *ties*. Metode ini mampu menghasilkan

estimasi parameter yang memiliki bias mendekati 0 meskipun data kejadian bersama atau *ties* dalam ukuran yang sangat besar [12]. Fungsi *likelihood* dengan pendekatan *exact* adalah sebagai berikut:

$$L(\beta) = \prod_{k \in D} \frac{\exp(\beta' S_k)}{\sum_{j \in R_i, d_i} \exp(\beta' X_j)} \quad (9)$$

Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada model regresi Cox dilakukan uji secara bersama-sama dan uji secara parsial.

Uji secara bersama-sama

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

$$H_1 : \text{ada } \beta_j \neq 0$$

Statistik uji

**Wald Test**

$$\chi_w^2 = (\hat{\beta} - \beta_0)^T I(\hat{\beta})(\hat{\beta} - \beta_0) \quad (10)$$

**Score Test**

$$\chi_{sc}^2 = U(\beta_0)^T I^{-1}(\beta_0) U(\beta_0) \quad (11)$$

**Likelihood Ratio Test**

$$\chi_{LR}^2 = 2 \left( l(\hat{\beta}) - l(\beta_0) \right) \quad (12)$$

Untuk  $n$  cukup besar,  $\chi_w^2, \chi_{sc}^2, \chi_{LR}^2$  berdistribusi  $\chi_p^2$

Uji secara parsial

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Statistik uji

$$z = \frac{\beta}{se(\beta)} \quad (13)$$

## METODOLOGI

Data durasi kelahiran diperoleh dari 2 Klinik yang berbeda yang menerapkan metode kelahiran yang berbeda. Klinik pertama adalah Klinik Bidan Kita yang menerapkan metode *Gentlebirth* dalam proses kelahiran. Sedangkan klinik kedua menggunakan metode *NonGentlebirth*

dalam prosrs kelahirannya Metode *Gentlebirth* adalah suatu proses melahirkan normal yang tenang dan damai sehingga rasa sakit ibu saat melahirkan bisa jauh lebih ringan. Ketakutan terhadap rasa sakit pada saat proses persalinan berlangsung membuat ibu hamil biasanya khawatir untuk melahirkan normal. Ketakutan ini berakibat proses kelahirannya menjadi lama. Metode *Gentlebirth* bertujuan agar ibu yang melahirkan merasa nyaman, minim trauma sehingga proses kelahiran berlangsung lancar. Ada beberapa macam metode *Gentlebirth* antara lain hipnobirthing dan waterbirth [13].

Penelitian ini menggunakan data durasi proses kelahiran. Data terdiri dari 110 pengamatan dengan 95 data tidak tersensor dan 15 data tersensor. Durasi proses kelahiran diukur dalam jam. Variabel independen yang digunakan adalah Gravida(G), Paritas (P), Berat Bayi (BB), Tinggi Bayi (TB), Jenis Kelamin bayi (JK), Usia Ibu (Usia), Usia Kehamilan (UK), Metode (Met). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gentlebirth* (GB) dan *NonGentleBirth* (NGB).

*Gravida* adalah jumlah kehamilan yang dialami seorang ibu. *Paritas* adalah banyaknya kelahiran hidup yang dipunyai oleh seorang perempuan..

Dalam data durasi proses kelahiran ini terdapat *ties*, sehingga digunakan metode *Breslow, Efron dan Exact*

Langkah-langkah analisis nya adalah sebagai berikut

- Menampilkan statistik deskriptifnya
- Menguji proporsionalitas hazard nya
- Mengestimasi parameter dengan metode *Breslow, Efron dan Exact*
- Melakukan uji kecocokan model dan uji signifikansi parameter dari ketiga metode
- Menghitung AIC dari ketiga metode dan membandingkannya

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengolahan data untuk penelitian ini menggunakan software R. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan statistik deskriptif

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif untuk variabel kontinu

Variabel	Mean
Usia	28.06 tahun
UK	39.68 minggu
BB	3049 gram
TB	47.96 cm

**Tabel 2:** Statistik Deskriptif untuk variabel kategorik

Variabel	jumlah
Gravida	1= 56
	2=39
	3=11
	4=3
	5=1
Paritas	0=59
	1=38
	2=10
	3=3
JK Bayi	P= 54
	L= 56
Metode	GB= 54
	NGB= 56

Uji proporsional hazard dengan metode *Breslow* secara formal disajikan di Tabel 4

**Tabel 4.** Uji proporsional hazard dengan metode Breslow

Variabel	Chisq	Df	p-value
Gravida	0.2193	1	0.64
Paritas	0.0293	1	0.86
Usia	0.9646	1	0.33
UK	0.9059	1	0.34
BB	1.3992	1	0.24
TB	1.2241	1	0.27
JK	1.6892	1	0.19
Meode	0.0342	1	0.85
GLOBAL	5.3620	8	0.72

Berdasarkan Tabel 4, p-value untuk semua variabel lebih besar dari 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel memenuhi asumsi hazard proporsional Selanjutnya dilakukan uji signifikansi model dan diperoleh hasil pada Tabel 5.

**Tabel 5:** Koefisien Regresi dengan Metode Breslow

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	z	P
G	-0.008	0.364	-0.02	0.98
P	-0.058	0.3814	-0.15	0.88
Usia	0.017	0.0288	0.57	0.57
UK	-0.130	0.1075	-1.21	0.23
BB	0.001	0.0004	3.42	0.00
TB	-0.280	0.0800	-3.49	0.00
JKP	0.054	0.2323	0.23	0.82
MetNGB	-1.320	0.2433	-5.43	5.8e-08

LRT =42.72 on 8 df, p=9.919e-07  
n= 110, number of events= 95

Concordance= 0.711 (se = 0.03 )

LRT = 42.72 on 8 df, p=1e-06

Wald test = 42.42 on 8 df, p=1e-06

Score test = 46.06 on 8 df, p=2e-07

Berdasarkan Tabel 5, untuk uji hipotesis  $H_0 : \beta = \beta_0$  dengan uji LRT, Wald Test

maupun Score Test modelnya signifikan dengan variabel yang berpengaruh terhadap durasi proses kelahiran adalah variabel Berat Bayi, Tinggi bayi dan Metode yang digunakan. Variabel yang tidak signifikan terhadap model dikeluarkan dari model menggunakan seleksi *backward*. Koefisien regresi dengan melibatkan variabel yang berpengaruh terhadap durasi proses kelahiran disajikan dalam Tabel 6 sebagai berikut:

**Tabel 6:** Koefisien Regresi model akhir Metode Breslow

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	Z	P
BB	0.001	0.0004	3.66	0.00
TB	-0.288	0.0783	-3.68	0.00
MetNGB	-1.255	0.2850	-5.51	3.5e-08

LRT =40.94 on 3 df, p=6.733e-09  
n= 110, number of events= 95 ;

Concordance= 0.703 (se = 0.03 )

LRT = 40.94 on 3 df, p=7e-09

Wald test = 40.39 on 3 df, p=9e-09

Score test = 43.64 on 3 df, p=2e-09

Dengan demikian model regresi Cox pada data durasi proses kelahiran adalah sebagai berikut

$$h(t) = h_0(t) \exp \left( \begin{matrix} 0.001Bby - 0.288Tby \\ -1.255metodeNGB \end{matrix} \right)$$

Dari model akhir yang diperoleh berdasarkan metode Breslow, dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan Berat badan Bayi yang dilahirkan, maka risiko bayi untuk lahir bertambah sebesar 0.001 satuan waktu. Setiap kenaikan tinggi bayi yang dilahirkan maka risiko untuk lahir berkurang sebesar 0.2887 satuan waktu. Untuk variabel metode yang digunakan, HR nya adalah  $\exp(-1.255)=0.285$  yang berarti risiko saat bayi lahir dengan metode NonGentlebirth lebih kecil dibandingkan dengan metode Gentlebirth atau durasi kelahiran bayi dengan metode nongentebirth lebih lambat dibandingkan dengan metode gentlebirth. Untuk uji koefisien regresi secara bersama-sama digunakan LRT, Wald test ataupun Score Test dan diperoleh hasil bahwa model nya sesuai ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Model dengan metode Breslow mempunyai AIC 690.0951. Metode untuk mengatasi *ties* yang kedua adalah metode Efron. Untuk Uji proporsional Hazard dan Uji signifikansi untuk koefisien regresi diperoleh pada Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 7.** Uji proporsional hazard dengan metode Efron

Variabel	Chisq	Df	P
Gravida	0.1996	1	0.66
Paritas	0.0202	1	0.89
Usia	1.0129	1	0.31
UK	0.0335	1	0.31
BB	1.5504	1	0.21
TB	1.4288	1	0.23
JK	1.8374	1	0.18
Meode	0.0393	1	0.84
GLOBAL	5.9002	8	0.66

Berdasarkan Tabel 7, semua variabel memenuhi asumsi proporsional hazard dilihat dari  $p\text{-value} > 0.05$

**Tabel 8:** Koefisien Regresi dengan Metode Efron

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	z	P
Gravida	-0.003	0.3560	-0.0	0.99
Paritas	-0.070	0.3835	-0.2	0.86
Usia	0.017	0.0288	0.6	0.55
UK	-0.133	0.1080	-1.2	0.22
Bby	0.001	0.0004	3.5	0.00
Tby	-0.288	0.0803	-3.6	0.00
JKP	0.051	0.2324	0.2	0.82
MetNGB	-1.343	0.2437	-5.5	3.6e-08

LRT =44.21 on 8 df,  $p=5.191e-07$   
 $n= 110$ , number of events= 95  
 Concordance= 0.709 (se = 0.03 )  
 LRT = 44.21 on 8 df,  $p=5e-07$   
 Wald test = 43.91 on 8 df,  $p=6e-07$   
 Score test = 47.77 on 8 df,  $p=1e-07$

Berdasarkan Tabel 8, untuk uji hipotesis  $H_0 : \beta = \beta_0$  dengan uji LRT, Wald Test maupun Score Test modelnya signifikan dengan variabel yang berpengaruh terhadap durasi proses kelahiran adalah variabel Berat Bayi, Tinggi Bayi dan Metode yang digunakan. Variabel yang tidak signifikan dikeluarkan dari model dengan eliminasi backward, dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 9 sebagai berikut:

**Tabel 9:** Koefisien Regresi model akhir Metode Efron

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	Z	P
BB	0.001	0.0004	3.73	0.00
TB	-0.297	0.0786	-3.78	0.00
MetNGB	-1.277	0.2280	-5.60	2.1e-08

LRT =42.33 on 3 df,  $p=3.411e-09$   
 $n= 110$ , number of events= 95  
 Concordance= 0.702 (se = 0.03 )  
 LRT = 42.33 on 3 df,  $p=3e-09$   
 Wald test = 41.73 on 3 df,  $p=5e-09$   
 Score test = 45.19 on 3 df,  $p=8e-10$

$$h(t) = h_0(t) \exp \left( \begin{matrix} 0.0014BB - 0.297TB \\ -1.277metNGB \end{matrix} \right)$$

Dari model akhir yang diperoleh berdasarkan metode Efron, dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan Berat badan Bayi yang dilahirkan, maka risiko bayi untuk lahir bertambah sebesar 0.001 satuan waktu. Setiap kenaikan tinggi bayi yang dilahirkan maka risiko untuk lahir berkurang sebesar 0.297 satuan waktu. Untuk variabel metode yang digunakan, HR nya adalah  $\exp(-1.277)=0.279$  yang berarti risiko durasi bayi lahir dengan metode NonGentlebirth lebih kecil dibandingkan dengan metode Gentlebirth atau durasi proses kelahiran bayi dengan metode NonGentlebirth lebih lambat dibandingkan dengan metode gentlebirth. Model dengan metode Efron mempunyai AIC 685.9543 Metode untuk mengatasi *ties* yang ketiga adalah metode *Exact*. Untuk Uji proporsional Hazard dan Uji signifikansi untuk koefisien regresi diperoleh pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10.** Uji proporsional hazard dengan metode Exact

Variabel	Chisq	Df	P
Gravida	0.2101	1	0.65
Paritas	0.0271	1	0.87
Usia	0.9408	1	0.33
UK	0.9524	1	0.33
BB	1.4395	1	0.23
TB	1.4090	1	0.24
JK	1.7993	1	0.18
Meode	0.0265	1	0.87
GLOBAL	5.5952	8	0.69

Berdasarkan Tabel 10, semua variabel memenuhi asumsi proporsional hazard dilihat dari p-value > 0.05

**Tabel 11:** Koefisien Regresi dengan Metode Exact

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	z	P
G	-0.010	0.3707	-0.0	0.98
P	-0.061	0.3874	-0.2	0.87
Usia	0.017	0.0293	0.6	0.56
UK	-0.135	0.1097	-1.2	0.22
BB	0.001	0.0004	3.5	0.00

TB	-0.290	0.0819	-3.5	0.00
JKP	0.057	0.2366	0.2	0.81
MetNGB	-1.372	0.2494	-5.5	3.8e-08

LRT = 44.17 on 8 df, p=5.276e-07  
 n= 110, number of events= 95  
 Concordance= 0.71 (se = 0.03 )  
 LRT = 44.17 on 8 df, p=5e-07  
 Wald test = 43.15 on 8 df, p=8e-07  
 Score test = 47.31 on 8 df, p=1e-07

Berdasarkan Tabel 11, untuk uji hipotesis  $H_0 : \beta = \beta_0$  dengan uji LRT, Wald Test maupun Score Test modelnya signifikan dengan variabel yang berpengaruh terhadap durasi proses kelahiran adalah variabel Berat Bayi, Tinggi Bayi dan Metode yang digunakan. Variabel yang tidak berpengaruh terhadap durasi proses kelahiran, dikeluarkan dari model dengan eliminasi *backward*. Selanjutnya dibentuk model regresi Cox, diperoleh hasil seperti pada Tabel 12

**Tabel 12:** Koefisien Regresi model akhir Metode Exact

Var	$\beta$	Se( $\beta$ )	Z	P
BB	0.001	0.0004	3.72	0.00
TB	-0.298	0.0802	-3.72	0.00
MetNGB	-1.304	0.2334	-5.59	2.3e-08

LRT = 42.31 on 3 df, p=3e-09  
 n= 110, number of events= 95  
 Concordance= 0.703 (se = 0.03 )  
 LRT = 42.31 on 3 df, p=3e-09  
 Wald test = 41.15 on 3 df, p=6e-09  
 Score test = 44.84 on 3 df, p=1e-10

Dengan demikian model regresi Cox pada data durasi proses kelahiran dengan metode Exact adalah sebagai berikut

$$h(t) = h_0(t) \exp \begin{pmatrix} 0.001BB - 0.298TB \\ -1.304metNGB \end{pmatrix}$$

Dari model akhir yang diperoleh berdasarkan metode Exact, dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan

Berat badan Bayi yang dilahirkan, maka risiko bayi untuk lahir bertambah sebesar 0.001 satuan waktu. Setiap kenaikan tinggi bayi yang dilahirkan maka risiko untuk lahir berkurang sebesar 0.298 satuan waktu. Untuk variabel metode yang digunakan, HR nya adalah  $\exp(-1.304)=0.272$  yang berarti risiko saat bayi lahir dengan metode NonGentlebirth lebih kecil dibandingkan dengan metode Gentlebirth atau durasi kelahiran bayi dengan metode nongentebirth lebih lambat dibandingkan dengan metode gentlebirth. Model dengan metode Exact mempunyai AIC 604.0721

**KESIMPULAN**

Kadang- kadang dalam penelitian dijumpai data kejadian bersama atau biasa disebut *ties*. Dengan adanya *ties*, akan berpengaruh terhadap himpunan risiko dari *parsial likelihoodnya*.

Ada 3 metode untuk mengatasi *ties* yaitu metode *Breslow, Efron dan Exact*. Dari kasus durasi proses kelahiran, diperoleh Nilai AIC dari ketiga metode adalah seperti Tabel 13.

Tabel 13. Nilai AIC

Metode	AIC
Breslow	690.0951
Efron	685.9543
Exact	604.0721

Berdasarkan Tabel 13, maka Model terbaik adalah model regresi Cox dengan metode Exact yaitu nilai AIC yang terkecil

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Allison, P.D., 2010. *Survival Analysis Using SAS A Practical Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA

[2] Cox, D.R., 1972. *Regression Model and Life Table*, Journal Royal Statistical Society, London.

[3] Breslow, N. 1974. *Covariance analysis of censored survival data*. Biometrics.30, 89-99.

[4] Klein, J.P. and Moeschberger, M.L., 2003, *Analysis Techniques for Censored and Truncated Data*. Second Edition, New York.

[5] Hanni, T. dan Wuryandari, T., 2013. *Model Regresi Cox Proportional Hazard Pada Data Ketahanan Hidup*, Media Statistika Vol 6, No.1.

[6] Hutahean. L., Mukid, M., Wuryandari, T., 2014. *Model Regresi Cox Proporsional hazard pada Data Lama Studi Mahasiswa*. Jurnal Gaussian Vol 3 No 2.

[7] Tolosie, K. and Sharma, M.K., 2014. *Aplication of Cox Proportional Hazards Model in Case of Tuberculosis Patients in Selected Addis Ababa Health Centres, Ethiopia*. Hindawi Publishing Corporation Tuberculosis Research and Treatment Vol 2014.

[8] Rahmadeni dan Ranti, S., 2016. *Perbandingan Model Regresi Menggunakan Estimasi Parameter Efron Partial Likelihood dan Breslow Partial Likelihood*. Proseding Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 8 ISSN: 2085-9902 Pekanbaru, 9 November 2016

[9] Rahmadeni dan Ranti, S., 2016. *Perbandingan Model Regrersi Menggunakan Estmiasi Parameter Efron Partial Likelihood dan Breslow Partial Likelihood*. Proseding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 8 ISSN: 2085-9902 Pekanbaru, 9 November 2016

- [10] Setiana, E., Sudarno, Santoso, R., 2019. *Perbandingan Model Regresi Proportional Hazard Menggunakan Metode Breslow dan efron (Studi Kasus: Penderita Stroke di RSUD Tugurejo Kota Semarang)* Jurnal Gaussian Vol 8 No 1 hal 93-105.
- [11] Hafid, H., Bustan, M. dan Aidid, M., 2020. *Penanganan Ties Event dalam Regresi Cox Proportional Hazard Menggunakan Metode Breslow (Kasus: Pasien Rawat Inap DBD di RSAL Jala Ammari Makassar)*. VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research ISSN 2684-7590 (Online) Vol. 5 No. 2
- [12] Xin, X, 2011. "*A Study Of Ties And Time Varying Covariates In Cox Proportional Hazard Model*". Thesis The University Of Guelph
- [13] Collett, D., 2003. *Modelling Survival Data in Medical Research*, Second Edition, Chapman and Hall.
- [14] Aprilia, Y dan Ritchmond, B.L., 2013. *Gentlebirth Melahirkan Nyaman Tanpa Rasa Sakit*, Penerbit Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.