

Analisis Survival Keberhasilan Penetasan Telur Penyu dengan Regresi Cox non Proportional Hazard

Survival Analysis of Sea Turtles Eggs Hatching Success using Cox non Proportional Hazard Regression

Veniola Forestryani^{*)}, Mohamad Fatekurohman, Alfian Futuhul Hadi
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
 *)E-mail: fveniola@gmail.com

ABSTRACT

The aims of this research is to know both the model and also the factors of incubation period and hatching success of eggs of sea turtles in Kuta, Legian and Seminyak Beach, Bali from January to September 2016. The reasearch was conducted by doing survival analysis by using Cox Non Proportional Hazard regression and then compare the model derived from it with log-logistic regression model. Precipitation, location, temperature, humidity, and hours of daylight are the factors which significantly influence incubation period and hatching success of eggs of sea turtles. According to the descriptive analysis, 12 precipitation <18, Seminyak Beach, 28,5 temperature <29,5, 86 humidity 91, and 5,8 hours of daylight <8,3 are the factors which have highest percentage of hatching success. Meanwhile 12 precipitation <18, Seminyak Beach, 28,5 temperature <29,5, 86 humidity 91, and 0,8 hours of daylight <3,3 are the factors which have highest percentage of hatching success based on the hazard value. Although Seminyak Beach has the highest rate of hatching success, it's not significantly different from Legian beach in respect to the location factor's categories.

Keywords: hatching success, cox non proportional hazard, log-logistic, survival analysis

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah terbanyak untuk keanekaragaman hayati terancam punah, yaitu penyu. Tuntutan hidup yang semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk telah menyebabkan meningkatnya over fishing, pencemaran, dan perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali sehingga akan mengancam keberadaan penyu.

Penyu merupakan reptil yang hidup di laut serta mampu bermigrasi dalam jarak yang jauh di sepanjang kawasan Samudera Hindia, Samudra Pasifik dan Asia Tenggara. Sejauh ini berbagai upaya terkait pengelolaan penyu sudah banyak dilakukan, baik oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan maupun Departemen Kelautan dan Perikanan. Namun, pemberian status perlindungan tidak cukup untuk memulihkan dan mempertahankan populasi penyu di Indonesia.

Pengelolaan konservasi yang sesuai, sistematis dan terukur segera dilaksanakan dengan cara memberikan pengetahuan mengenai pengelolaan konservasi penyu bagi pihak-pihak terkait khususnya pelaksana di lapang, agar tidak terjadi kegagalan dalam penetasan telur penyu. Berkaitan dengan hal tersebut, mengetahui model *the cox extended*

regression model faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi keberhasilan penetasan telur penyu merupakan cara yang tepat dalam melakukan upaya perlindungan penyu. Telur penyu yang dijadikan objek pada penelitian dikhususkan di wilayah Pantai Kuta, Legian, dan Seminyak Bali. Dalam ilmu statistika tingkat keberhasilan penetasan telur penyu dapat diprediksi menggunakan analisis survival.

Keberhasilan dalam penetasan telur penyu dipengaruhi oleh faktor – faktor ekologi, seperti suhu pasir dalam sarang, struktur pasir yang meliputi ukuran partikel dan tekstur pasir, kadar air atau kelembapan pasir, kehadiran laguna, panjang dan ketinggian pantai, dan pasang surut air laut (Parinding *et al.*, 2015). Faktor lain yang mempengaruhi yaitu kedalaman sarang, kerapatan telur dalam sarang, yang meliputi jumlah telur dalam sarang, lamanya waktu pemindahan telur dan lama penyinaran yang diteliti.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan analisis tingkat keberhasilan penetasan telur penyu dilakukan oleh Zakyah (2016) tentang pengaruh struktur pasir terhadap tingkat keberhasilan penetasan telur penyu hijau (*Chelonia mydas L.*) di Sukamade Taman Nasional Meru Betiri dengan ANOVA dan

hasil yang diperoleh yaitu struktur pasir tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan penetasan telur penyu atau *hatching success*. Untuk itu peneliti tertarik untuk memodelkan variabel-variabel lain, yaitu curah hujan, suhu, lokasi, kelembaban dan lama penyinaran dengan salah satu metode dalam analisis survival, yaitu *the cox extended regression model*. Southey (2000) juga pernah melakukan penelitian dengan memodelkan data kematian domba menggunakan model Cox *proportional hazard* dan Weibull untuk mengestimasi fungsi *hazard*. Penelitian tersebut menjadikan *sex* (jantan dan betina), tipe kelahiran (tunggal, kembar, banyak), grup kontemporer (18 grup), umur induk (1,2,3, dan 4 tahun), dan status domba (dibesarkan di peternakan atau tidak) sebagai variabel penjelas. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dengan menggunakan analisis survival dibandingkan dengan analisis logistik mengenai efek-efek tetap (*sex*, tipe kelahiran dan grup kontemporer) adalah identik, namun nilai estimasi mengenai sifat yang diturunkan induk domba kepada anaknya (umur induk) menggunakan analisis logistik lebih rendah daripada analisis survival. Interpretasi keseluruhan dari hasil tersebut yaitu pertimbangan usia asli kematian domba mengindikasikan produktifitas dan keuntungan pemanfaatan domba yang lebih baik.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana curah hujan, suhu, lokasi, kelembaban dan lama penyinaran dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan penetasan telur penyu dengan cara mengkaji *the cox extended regression model* dan model regresi log-logistik. Model terbaik akan dipilih berdasarkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) dan nilai *standard error*.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari laporan BKSDA Bali 2016 berupa data distribusi bulanan telur penyu (5761 butir dalam 59 sampel kali peneturan) yang ditetaskan di Pantai Kuta, Legian dan Seminyak periode Januari hingga September 2016 serta data online BMKG berupa iklim harian wilayah Bali.

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi dari buku, jurnal dan skripsi terkait. Kemudian data terkait penetasan telur penyu dan faktor-faktor (curah hujan, lokasi, suhu, kelembaban, lama penyinaran) yang akan diteliti dikumpulkan untuk kemudian diolah dengan

menggunakan program R dan SAS. Pengolahan data berupa perhitungan nilai survival ($S(t)$), nilai *hazard* ($h(t)$) dan plotnya, uji log-rank, pemodelan awal Cox *Extended* yang kemudian dibandingkan dengan model hasil pemodelan regresi log-logistik.

Berikut adalah hubungan antara fungsi tahan hidup atau survival dengan fungsi *hazard*.

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = -\frac{S'(t)}{S(t)} = -\frac{a}{a} \ln S(t). \quad (1)$$

Model regresi log-logistik yang digunakan adalah

$$\log \left[\frac{S(t,x)}{1-S(t,x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p - \alpha \log(t), \quad (2)$$

dengan $\beta_j^* = \beta_j / \sigma$ untuk $j = 0, 1, \dots, p$.

Nilai AIC digunakan sebagai salah satu ukuran untuk memilih model regresi terbaik yang diperkenalkan oleh Hirotugu Akaike pada tahun 1973. Metode tersebut didasarkan pada *maximum likelihood estimation* (Fathurahman, 2009), dengan persamaan

$$A = -2 \log \hat{L} + \alpha \quad (3)$$

dengan \hat{L} merupakan fungsi *likelihood*, q jumlah parameter β , α konstanta yang ditentukan. Nilai α yang sering digunakan yaitu antara 2 dan 6. model regresi terbaik adalah model yang mempunyai nilai AIC terkecil (Collet, 2003), sedangkan ukuran lain sebagai pertimbangan dalam memilih model regresi terbaik yaitu standar error. *Standard error* merepresentasikan seberapa jauh jarak rata-rata dari nilai-nilai asli yang diamati dengan garis regresi.

Untuk memudahkan perbandingan tingkat keberhasilan penetasan, faktor curah terdiri dari kategori 0 curah hujan <6, 6 curah hujan <12, 12 curah hujan <18, dan 18 curah hujan <24; lokasi terdiri dari kategori Pantai Kuta, Legian dan Seminyak; suhu terdiri dari kategori 25,5 suhu <26,5, 26,5 suhu <27,5, 27,5 suhu <28,5, 28,5 suhu <29,5, dan 29,5 suhu <30,5 ; kelembaban terdiri dari kategori 68 kelembaban 73, 74 kelembaban 79, 80 kelembaban 85, dan 86 kelembaban 91; dan lama penyinaran terdiri dari kategori 0,8 lama penyinaran <3,3, 3,3 lama penyinaran <5,8, 5,8 lama penyinaran <8,3, dan 8,3 lama penyinaran <10,8. Dalam pemodelan dan pendugaan parameter hanya faktor lokasi saja yang dibagi ke dalam 3 kategori tempat yaitu, Pantai Kuta, Legian dan Seminyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian yang diamati dalam penelitian kali ini adalah kejadian penetasan telur penyu pada sarang semi-alami yang merupakan suatu kejadian positif. Kemudian untuk telur penyu yang gagal menetas dan tidak menetas hingga waktu penelitian yang ditentukan (52 hari) termasuk dalam data tersensor dengan "1" merupakan telur penyu yang berhasil menetas dan "0" telur penyu yang tersensor. Terdapat 5

variabel untuk membentuk model Cox Extended dan log-logistik dari data penetasan telur penyu, yaitu jenis curah hujan, lokasi, suhu, kelembaban, dan lama penyinaran.

Pada analisis deskriptif yang memberikan informasi secara umum mengenai jumlah telur penyu yang menetas dari pengamatan, didapatkan bahwa variabel 12 curah hujan <18, lokasi Pantai Seminyak, 28,5 suhu <29,5, 86 kelembaban 91, dan 5,8 lama penyinaran <8,3 memiliki proporsi yang paling tinggi untuk mengalami event penetasan, seperti pada Tabel 1.

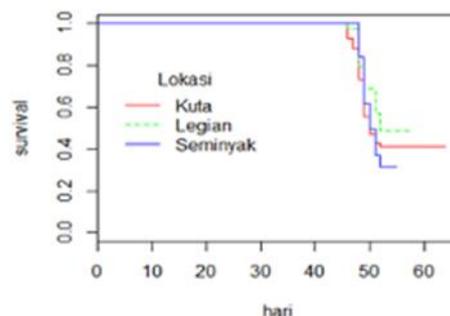
Tabel 1. Analisis deskriptif variabel curah hujan

Kategori	Jumlah Telur	Status		
		(Se nso	Mene tas	%
$0 \leq \text{curah}$	5076	254	2531	0,49
$6 \leq \text{curah}$	138	40	98	0,71
$12 \leq \text{curah}$	189	5	184	0,97
$18 \leq \text{curah}$	358	32	326	0,91

Berdasarkan nilai hazard pada setiap variabel secara keseluruhan didapatkan bahwa variabel 12 curah hujan <18, lokasi Pantai Seminyak, 28,5 suhu <29,5, 86 kelembaban 91, dan 0,8 lama penyinaran <3,3 memiliki proporsi yang paling tinggi untuk mengalami event penetasan. Contoh tabel fungsi *survival* dan fungsi *hazard* telur penyu pada variabel lokasi Pantai Seminyak.

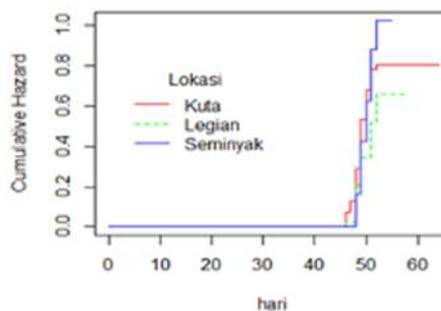
Telur penyu dengan kategori lokasi di Seminyak memiliki nilai $\hat{S}(t)$ untuk fungsi survival pertama yaitu 0,838, artinya telur penyu dengan kategori lokasi Seminyak mempunyai peluang tidak menetas sebesar 83,8% pada waktu survival pertama (48 hari) karena event berupa kejadian positif, yaitu berhasil menetas. Banyaknya telur penyu yang berhasil menetas dapat dilihat pada table 2 di kolom d_j dan jumlah telur penyu yang beresiko mengalami penetasan dapat dilihat pada tabel di kolom n_j , sehingga, fungsi survival pertama untuk $S(1)$ dengan telur penyu yang berhasil menetas (mengalami event/kejadian) sebanyak 129 adalah 0,838. Nilai estimasi fungsi survival 0,838 dapat digunakan untuk menghitung nilai hazard kumulatif, dan diperoleh 0,076, artinya resiko terkena event (berhasil menetas) kumulatif dari waktu survival pertama adalah 7,6%. Sedangkan untuk melihat nilai hazard setiap waktu survival bisa dilihat pada kolom $\hat{h}(t)$

yaitu sebesar 0,162 diperoleh pada waktu survival pertama, artinya resiko terkena event (berhasil menetas) pertama adalah 16%. Untuk waktu survival selanjutnya mempunyai penjelasan yang sama.



Gambar 1. Plot fungsi survival variabel lokasi

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa telur penyu yang ada pada lokasi Pantai Legian memiliki peluang tidak menetas paling tinggi dibanding dengan lokasi lainnya karena event berupa kejadian positif, yaitu berhasil menetas.



Gambar 2. Plot fungsi hazard kumulatif variabel lokasi

Pada Gambar 2 telur penyu yang ada pada lokasi Pantai Seminyak memiliki resiko terkena event (berhasil menetas) yang paling tinggi dibandingkan dengan Pantai Kuta dan Pantai Legian.

Hipotesis yang akan di uji oleh uji *log-rank* yaitu setiap kategori 5 variabel yang diteliti tidak berbeda signifikan. Keputusan yang diambil adalah tolak H_0 apabila *p*-value atau nilai signifikan kurang dari 0,05. Adapun hasil dari program R yaitu.

Berdasarkan Tabel 3 kesimpulan yang dapat diambil yaitu perbedaan curah hujan, lokasi, suhu, kelembaban dan lama penyinaran menyebabkan adanya perbedaan fungsi survival pada telur penyu.

Didefinisikan

$$g_1(t) = g_3(t) = g_4(t) = g_5(t) = t$$

Adapun estimasi parameter model *Cox* program SAS terdapat pada Tabel 4. *Extended* dilakukan dengan menggunakan

Tabel 2. Fungsi *survival* dan fungsi *hazard* telur penyui di Seminyak

t_j	n_j	d_j	$(n_j - d_j)/n_j$	$\hat{S}(t)$	$\hat{h}(t)$	$\hat{H}(t)$
48	797	129	0,838143	0,838	0,161857	0,076756
49	651	169	0,740399	0,621	0,259601	0,206908
50	476	96	0,798319	0,495	0,201681	0,305395
51	368	94	0,744565	0,369	0,255435	0,432974
52	262	38	0,854962	0,315	0	0,501689

Tabel 3. Statistik uji *log-rank* lima variabel

Variabel	Staistik Uji	χ^2_t	Signifikan	Keputusan
Curah Hujan	945	7,815	0	Tolak H_0
Lokasi	90,3	5,991	0	Tolak H_0
Suhu	1635	9,488	0	Tolak H_0
Kelembaban	182	7,815	0	Tolak H_0
Lama Penyinaran	990	7,815	0	Tolak H_0

Tabel 4. *Output* penduga parameter model *Cox Extended* program SAS

Parameter	DF	Penduga Parameter	Standard Error	Chi-Square	Pr > ChiSq	Hazard Ratio
Curah(x_1)* $g_1(t)$	1	0,0007615 (β_1)	0,0000613	154,5683	<,0001	1,001
Tempat($x_{2,1}$) KUTA	1	0,32150 ($\beta_{2,1}$)	0,05986	28,8460	<,0001	1,379
Tempat($x_{2,2}$) LEGIAN	1	-0,08509 ($\beta_{2,2}$)	0,06008	2,0054	0,1567	0,918
Suhu(x_3)* $g_3(t)$	1	0,01092 (β_3)	0,0004287	648,8526	<,0001	1,011
Lembab(x_4)* $g_4(t)$	1	0,00243 (β_4)	0,0001029	558,4864	<,0001	1,002
Sinar(x_5)* $g_5(t)$	1	0,00177 (β_5)	0,0001954	82,3434	<,0001	1,002

Tabel 5. *Output* penduga parameter model Log-logistik program SAS

Parameter	DF	Penduga Parameter	Standard Error	Chi-Square	Pr > ChiSq	Odds Ratio
Intercept	1	6,2606 (β_0)	0,0502	15559,2	<,0001	
Curah (x_1)	1	-0,0011 (β_1)	0,0002	22,19	<,0001	0,9989
Tempat ($x_{2,1}$) KUTA	1	-0,0231 ($\beta_{2,1}$)	0,0040	32,92	<,0001	0,9771
Tempat ($x_{2,2}$) LEGIAN	1	-0,0020 ($\beta_{2,2}$)	0,0042	0,23	0,6297	0,9980
Tempat ($x_{2,0}$) SEMINYAK	0	0,0000 ($\beta_{2,0}$)	.	.	.	1
Suhu (x_3)	1	-0,0504 (β_3)	0,0014	1281,86	<,0001	0,9508
Lembab (x_4)	1	-0,0107 (β_4)	0,0004	844,65	<,0001	0,9893
Sinar (x_5)	1	-0,0029 (β_5)	0,0006	22,08	<,0001	0,9971
Scale	1	0,0520 (α)	0,0008			

Untuk variabel x_2 yang mengkodekan tempat atau lokasi, ditetapkan sebagai berikut.

$$x_{2,1} \begin{cases} 1, & \text{Kuta} \\ 0, & \text{Lainnya} \end{cases}$$

$$x_{2,2} \begin{cases} 1, & \text{Legian} \\ 0, & \text{Lainnya} \end{cases}$$

Berdasarkan hasil pada Tabel 4, pemodelan *cox extended* dengan nilai AIC 50407,991 adalah

$$h(t, x(t)) = h_0(t) \exp \left[\sum_{i=1}^{P_1} \beta_i x_i + \sum_{j=1}^{P_2} \delta_j x_j g_j(t) \right]$$

$$h(t, x(t)) = h_0(t) \exp [0,32150x_{2,1} - 0,08509x_{2,2} + 0,0007615x_1g_1(t) + 0,01092x_3g_3(t) + 0,00243x_3g_4(t) + 0,00177x_3g_4(t)]$$

Setiap penambahan curah hujan sebesar 1 mm pada waktu t maka akan meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 0,076%. Sedangkan untuk telur penyu yang terletak di Pantai Kuta memiliki risiko mengalami *event* penetasan sebesar 1,379 kalinya telur penyu yang terletak di Pantai Seminyak dan telur penyu yang terletak di Pantai Legian memiliki risiko mengalami *event* penetasan sebesar 0,918 kalinya telur penyu yang terletak di Pantai Seminyak. Dapat dilihat berdasarkan kolom $P > Chi^2$ dapat disimpulkan bahwa telur penyu yang berada di Pantai Legian memiliki risiko mengalami *event* penetasan yang sama dengan telur yang ada di Pantai Seminyak atau keduanya tidak berbeda signifikan. Begitupun setiap penambahan suhu sebesar 1° Celcius pada waktu t akan meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 1,092%, juga setiap penambahan kelembaban sebesar 1% pada waktu t akan meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 0,2%, dan untuk penambahan lama penyinaran selama 1 jam pada waktu t akan meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 0,17%.

Adapun estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan program SAS untuk model log-logistik terdapat pada Tabel 5.

Untuk variabel x_2 yang mengkodekan tempat atau lokasi, ditetapkan sebagai berikut.

$$x_{2,1} \begin{cases} 1, & \text{Kuta} \\ 0, & \text{Lainnya} \end{cases}$$

$$x_{2,2} \begin{cases} 1, & \text{Legian} \\ 0, & \text{Lainnya} \end{cases}$$

Berdasarkan hasil pada table 5, pemodelan log-logistik dengan nilai AIC 21608,90 adalah sebagai berikut.

$$\log \left[\frac{S(t, x)}{1 - S(t, x)} \right] = \beta_0^* + \beta_1^* x_1 + \dots + \beta_p^* x_p - \alpha \log(t),$$

dengan, $\beta_j^* = \beta_j / \sigma$ untuk $j = 0, 1, \dots, p$

$$\log \left[\frac{S(t, x)}{1 - S(t, x)} \right] = 6,2606 - 0,0011x_1 - 0,0231x_{2,1} - 0,0020x_{2,2} - 0,0504x_3 - 0,0107x_4 - 0,0029x_5 - 0,0520 \log(t)$$

Setiap penambahan curah hujan sebesar 1 mm akan memperkecil durasi terjadinya *event* penetasan sehingga meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 0,11%. Sedangkan untuk telur penyu yang terletak di Pantai Kuta memiliki risiko mengalami *event* penetasan sebesar 0,977 kalinya telur penyu yang terletak di Pantai Seminyak dan telur penyu yang terletak di Pantai Legian memiliki risiko mengalami *event* penetasan sebesar 0,998 kalinya telur penyu yang terletak di Pantai Seminyak. Dapat dilihat berdasarkan kolom $P > Chi^2$ dapat disimpulkan bahwa telur penyu yang berada di Pantai Legian memiliki risiko mengalami *event* penetasan yang sama dengan telur yang ada di Pantai Seminyak atau keduanya tidak berbeda signifikan.

Begitupun setiap penambahan suhu sebesar 1° Celcius akan memperkecil durasi terjadinya *event* penetasan sehingga meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 5,04%, juga setiap penambahan kelembaban sebesar 1% akan memperkecil durasi terjadinya *event* penetasan sehingga meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 1,07%, dan untuk penambahan lama penyinaran selama 1 jam akan memperkecil durasi terjadinya *event* penetasan sehingga meningkatkan risiko telur penyu mengalami *event* penetasan sebesar 0,29%.

Hasil plot $\log[-\log(S(t))]$ terhadap waktu dari setiap variabel yang diamati menunjukkan bahwa semua variabel *nonproportional*. Kemudian pada uji *log-rank* didapatkan pula bahwa semua variabel signifikan mempengaruhi lama waktu pengeraman (inkubasi) telur penyu pada sarang semi alami di pantai Kuta, Legian dan Seminyak. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan model terbaik pada penelitian yaitu dengan melihat nilai AIC

dari kedua model secara keseluruhan.

AIC merupakan salah satu ukuran untuk pemilihan model regresi terbaik didasarkan pada *maximum likelihood estimation* (Fathurahman, 2009). Sama seperti model Cox *Proportional Hazard* biasa, estimasi koefisien regresi pada Cox *Extended* dihitung dengan menggunakan prosedur *maximum likelihood* (ML). Namun, proses komputasi atau perhitungan untuk model Cox *Extended* lebih rumit dibandingkan model Cox *Proportional Hazard*. Hal tersebut dikarenakan himpunan individu berisiko terkena event (*Risk Set*) yang biasanya digunakan untuk membentuk fungsi *likelihood* lebih rumit, yaitu turut melibatkan variabel-variabel yang bergantung dengan waktu. Hal ini mengakibatkan nilai AIC untuk model log-logistik lebih kecil dari model Cox *Extended*, yaitu secara berturut-turut 21608, banding. 9050407,991

Ukuran lain yang bisa dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih model regresi terbaik yaitu *standar error*. *Standard error* merepresentasikan seberapa jauh jarak rata-rata dari nilai-nilai asli yang diamati dengan garis regresi. Dengan kata lain, *standard error* menunjukkan seberapa besar kesalahan model regresi secara rata-rata. Semakin kecil nilai *standard error* lebih baik karena hal tersebut mengindikasikan bahwa hasil pengamatan semakin dekat dengan garis regresi estimasinya. Berdasarkan tabel 4.28 dan 4.29, dapat dilihat bahwa *standar error* dari variabel curah hujan, suhu, kelembaban, dan lama penyinaran pada model Cox *Extended* jauh lebih kecil dari pada *standar error* yang dimiliki variabel tersebut pada model log-logistik. Namun *standar error* variabel lokasi pada model log-logistik nilainya lebih besar dari pada *standar error* variabel lokasi model Cox *Extended*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa secara keseluruhan model Cox *Extended* mengestimasi parameter lebih baik dari pada model log-logistik, namun model log-logistik lebih sensitif dalam melakukan estimasi terhadap variabel faktor, dalam kasus ini yaitu variabel lokasi, dibandingkan model Cox *Extended*. Berdasarkan pertimbangan nilai AIC dan *standard error* kedua model, model Cox *Extended* merupakan model regresi terbaik yang dipilih.

$$h(t, x(t)) = h_0(t) \exp[0,32150x_{2,1} - 0,08509x_{2,2} + 0,0007615x_1g_1(t) + 0,01092x_3g_3(t) + 0,00243x_3g_4(t) + 0,00177x_3g_4(t)].$$

KESIMPULAN

Berdasarkan uji *log-rank*, didapatkan bahwa semua variabel signifikan mempengaruhi lama waktu pengeraman (inkubasi) telur penyu pada sarang semi alami di pantai Kuta, Legian dan Seminyak. Model regresi cox *extended* lebih baik dibandingkan dengan model *log logistic* dengan berdasarkan nilai AIC dan *standard error*.

DAFTAR PUSTAKA

- Collet D. 2004. *Modelling Survival Data in Medical Research*. Ed ke-2. London (GB): Chapman & Hall/ CRC.
- Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut. 2009. *Pedoman Teknis Pengelolaan Konservasi Penyu*. Jakarta: Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan RI.
- Fathurahman, M. 2009. Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Metode Akaike's Information Critettrion dan Schwart Information Criterion. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 4(3) :37-41.
- InfoKomputer. 2017. *Mengambil Tindakan di Waktu yang Tepat dengan Survival Analysis*. Jakarta. September. Hal 74.
- Kleinbaum D.G. dan Klein M. 2012. *Survival Analysis: A Self-Learning Text*. Ed ke-3. New york: Springer.
- Lee ET. 1992. *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. Ed ke-2. New York (US): A Wiley Interscience Publication.
- Lee E.T. & Wang, J.W. 2002. *Statistical Methods for Survival Data Analysis Third Edition*. New Jersey : John Wiley and Sons.
- Parinding, et.al. 2015. Karakteristik fisik peneluran *Chelonia mydas* L.1758 di kaimana- papua barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 20(1).
- Southey, B.R., Rodriguez-Zas, S.L. & Leymaster, K.A. 2001. Survival analysis of lamb mortality in a terminal sire composite population. *Journal of Animal Society*. 79(2).
- Zakyah. 2016. Pengaruh Struktur Pasir Terhadap Tingkat Keberhasilan Penetasan Telur Penyu Hijau (*Chelonia mydas* L.) di Sukamade Taman Nasional Meru Betiri serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer. [Skripsi yang tidak dipublikasi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember].