

PENAKSIRAN POTENSI GANGGUAN PADA SUATU GARDU INDUK DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI BETA

Sumanto Winotoharjo
(140720100005)

Abstrak

Regresi Beta digunakan untuk membangun distribusi Beta dari data yang berdistribusi Binomial . Jika distribusi peluang trafo yang terganggu adalah distribusi Binomial ,maka dengan menggunakan Regresi Beta ,distribusi peluang dari proporsi trafo yang terganggu adalah distribusi Beta tersebut. Akibatnya peluang sejumlah trafo rusak dapat dihitung.

Kata kunci Regresi Beta, distribusi Beta , trafo

Abstract

Beta Regression is used to construct the Beta distribution , from Binomial distributed data. If the probability distribution of transformer is Binomial distribution, then using the Beta Regresion the probability distribution of the proportion of the affected transformer is Beta distribution. As a result the opportunities a number of damaged transformers can be calculated.

Key word Beta Regression, Beta distribution, transformer

I . Pendahuluan

Enersi listrik adalah salah satu bentuk enersi yang dapat didistribusikan ke konsumen secara langsung. Enersi listrik telah menjadi kebutuhan masyarakat. Karena enersi listrik menunjang kebutuhan masyarakat dalam usaha meningkatkan kehidupannya. Oleh karena itu, ketersediaan enersi listrik harus cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Mutu listrik harus baik (tegangan stabil) dan berkesinambungan.

Tranformator (trafo) adalah salah satu komponen utama yang berperan untuk mendistribusikan daya listrik. Oleh karena itu gangguan yang terjadi pada trafo pada suatu gardu induk akan berakibat terganggunya pasokan daya listrik ke pelanggan. Sebelumnya gangguan-gangguan tersebut tidak dapat diketahui jumlahnya dan kapan terjadinya . Jadi gangguan tersebut bersifat stokhastik (bukan deterministik).

Berdasar uraian tersebut , agar mutu listrik tetap baik maka perlu kajian statistik untuk dapat menaksir peluang dan potensi gangguan pada trafo-trafo tersebut. Masalah statistik yang timbul adalah menentukan fungsi densitas yang cocok untuk trafo-trafo yang terganggu tersebut.

Beberapa pengertian pada tulisan ini, adalah

1. Gangguan : adalah suatu gangguan yang berakibat suatu trafo menjadi tidak berfungsi sehingga listrik menjadi padam.
2. Trafo : adalah suatu perangkat keras termasuk komponen-komponen penunjang , sehingga trafo tersebut dapat berfungsi secara baik.
3. Gangguan : adalah suatu gangguan yang berakibat suatu trafo menjadi tidak berfungsi sehingga listrik menjadi padam.
4. Trafo : adalah suatu perangkat keras termasuk komponen-komponen penunjang , sehingga trafo tersebut dapat berfungsi secara baik.

II. Relasi Distribusi Binomial dengan Distribusi Beta

Berikut ini, adalah kajian statistik .

Misal variabel acak

$U = \{ \text{jumlah trafo yang padam pada suatu pengguna} = 1, 2, \dots \}$.

Jika peluang $P(U) = p$, maka U berdistribusi Binomial.

$P(U = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$ dengan n adalah jumlah trafo yang terpasang pada suatu pengguna.

Suatu relasi antara distribusi Binomial dengan Distribusi Beta dinyatakan dalam suatu sifat berikut :

Misal V variabel acak berdistribusi binomial $b(v ; p, n)$ dengan peluang p .

Maka

$$P(U \geq k) = \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} = \frac{1}{B(a, b+1)} \int_0^p x^a (1-x)^{b+1} dx$$

Dari sifat tersebut menunjukkan , eksistensi distribusi Beta yang berelasi dengan distribusi Binomial.

Masalah yang timbul adalah :

1. Peluang p tidak diketahui.
2. Domain untuk distribusi Beta adalah $[0,1]$
3. Pada distribusi Beta , pola (pater) fungsi densitasnya bergantung pada pasangan parameter (a,b) , dimana nilai fungsi densitas di (a,b) adalah :

$$f(x) = \frac{1}{B(a,b)} x^{a-1} (1-x)^{b-1}$$

III . Regresi Beta

3.1 Menentukan Domain dari Trafo yang Terganggu.

Berdasarkan masalah tersebut , dengan tranformasi terhadap data trafo yang terganggu sebagai : $y = \frac{x}{100}$, maka domain dari data proporsi trafo yang terganggu menjadi interval [0,1].

3.2 Parameter Posisi dan Parameter Presisi

Misal variabel acak Y berdistribusi Beta dengan fungsi densitas ,

$$f(y) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} y^{a-1} (1-y)^{b-1}, \text{ untuk } 0 < y < 1$$

$a > 0$ dan $b > 0$

dan mean $\mu = \frac{a}{a+b}$. Dapat dibuktikan bahwa μ merupakan parameter lokasi. (lihat Lampiran)

Ferrari SLP,Cribari-Neto F (2004) menyarankan parameterisasi terhadap parameter a dan b dengan μ dan σ sebagai berikut :

$$a = \frac{\mu}{\sigma} \quad b = \frac{1-\mu}{\sigma}$$

disebut parameter presisi.

Selanjutnya didapat

1. $\mu = \frac{a}{a+b}$ dan $\sigma = \frac{1}{a+b} = (1-\mu)$
2. Karena

$$f(y) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} y^{a-1} (1-y)^{b-1} = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} y^{a-1} (1-y)^{b-1}$$

Fungsi densitas dari y menjadi :

$$f(y) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} y^{a-1} (1-y)^{b-1},$$

Untuk $0 < y < 1$ dengan $0 < \mu < 1$ dan $\sigma > 0$.

Karena parameter lokasi μ dan parameter presisi σ tidak diketahui , maka dibutuhkan suatu pemodelan regresi untuk variabel acak yang berdistribusi Beta.

3.3 Model Regresi Linier untuk Variabel Acak Berdistribusi Beta

Misal y_1, y_2, \dots, y_n masing – masing adalah variabel acak yang saling bebas , dengan fungsi densitas masing-masing adalah :

$$f(y) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} y^{a-1} (1-y)^{b-1}$$

Untuk $0 < \theta < 1, t = 1, 2, \dots, n$

Selanjutnya didefinisikan regresi linier $(\theta) = \sum$

Dengan $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ adalah sebuah vector yang tidak diketahui ($\mathbf{y} \in \mathcal{R}$) dan x_1, x_2, \dots, x_n adalah observasi atas k kovariat ($k < n$).

Dan

$$L(\theta) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta \sum_{t=1}^n x_t y_t)}$$

Formula tersebut diatas menunjukkan bahwa $L(\theta)$ adalah fungsi dari θ .

Oleh karena itu fungsi densitas $(\theta; \mathbf{y}, \mathbf{x})$ dapat dinyatakan pula sebagai fungsi densitas $(\theta; \mathbf{y}, \mathbf{x})$.

Sehingga fungsi densitas tersebut menjadi:

$$(\theta; \mathbf{y}, \mathbf{x}) = \frac{\Gamma(\sum y_t) \Gamma(\sum (1 - y_t))}{\Gamma(\sum)} (1 - \theta)^{\sum (1 - y_t)} \theta^{\sum y_t}$$

untuk $0 < \theta < 1$, dan $t = 1, 2, 3, \dots, n$

Penaksiran parameter θ dengan menggunakan taksiran kemungkinan maksimum, dengan pendekatan :

$$\frac{dL(\theta)}{d\theta} = \sum_{t=1}^n (y_t - \theta) \frac{1}{\theta(1-\theta)}$$

$$= \frac{1}{\theta} \sum y_t - \frac{1}{1-\theta} \sum (1 - y_t)$$

Dapat dibuktikan bahwa :

$$\frac{dL(\theta)}{d\theta} = \sum_{t=1}^n (y_t - \theta) \frac{1}{\theta(1-\theta)}$$

Regresi tersebut diatas dikenal sebagai Model Regresi Beta.

Dengan menggunakan metoda iterasi Newton Raphson nilai θ dapat ditentukan.

Selanjutnya taksiran nilai parameter presisi θ dapat ditaksir sebagai berikut :

$$= \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \frac{1}{\theta(1-\theta)} - \sum_{t=1}^n \frac{y_t}{\theta^2} - \sum_{t=1}^n \frac{(1-y_t)}{(1-\theta)^2}$$

Kesimpulan : Dapat ditentukan distribusi Beta untuk data proporsi trafo yang terganggu dengan fungsi densitas :

$$; \quad = \frac{\Gamma}{\Gamma (1 -)} (1 -)^{()}$$

IV . Penaksiran Potensi Gangguan dengan Model Regresi Beta.

Pada bab ini, adalah penggunaan Model Regresi Beta untuk menaksir potensi gangguan pada suatu sistem jaringan untuk suatu gardu induk (GI).

Pada sistem kelistrikan , konsumen dikelompokan atas dasar :

1. Jenis sektor beban :

- a. Sektor Rumah Tangga
 - b. Sektor Sosial
 - c. Sektor Bisnis
 - d. Sektor Industri
2. Masing-masing sektor beban , konsumen dikelompokan berdasar tarif dasar listrik (Gol). Yaitu pengelompokan berdasar batas maksimum daya yang boleh digunakan (dikonsumsi).
 3. Status (STAT) adalah variabel bernilai A jika daya yang digunakan $\leq 80 \%$ dari maksimum pagu daya golongan tarif. Dan bernilai S jika daya yang digunakan $> 80\%$ dari maksimum pagu daya golongan tarif.

Berdasarkan adanya pengelompokan tersebut, pemodelan regresi Beta menggunakan pemodelan regresi linier GLM.

Berikut ini, adalah hasil pengolahan data

Parameter Estimates								
Effect	WIL	GI	STAT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept				-1.555	0.3559	196	-4.37	<.0001
WIL	SBS			0.7339	0.2636	196	2.78	0.0059
WIL	SBU			0	.	.	.	.
GI		ALTAPRIM		1.3672	0.5615	196	2.43	0.0158
GI		BABADAN		1.0458	0.2525	196	4.14	<.0001
GI		BUDURAN		0	.	.	.	.
GI		DGRAND		0.4369	0.243	196	1.8	0.0737
GI		DRIYOREJ		0.4028	0.2687	196	1.5	0.1354
GI		GEMBONG		1.3672	0.5615	196	2.43	0.0158
GI		KENJERAN		1.0888	0.4334	196	2.51	0.0128
GI		KREMBANG		1.4252	0.3826	196	3.73	0.0003
GI		KRIAN		0.5787	0.2488	196	2.33	0.0211
GI		KRPILANG		0	.	.	.	.
GI		KUPANG		1.3672	0.4678	196	2.92	0.0039
GI		NGAGEL		1.0381	0.4703	196	2.21	0.0285
GI		RUNGKUT		0.88	0.2367	196	3.72	0.0003
GI		SAWAHAN		0	.	.	.	.
GI		SEGOROMA		0	.	.	.	.
GI		SIMPANG		0	.	.	.	.
GI		SUKOLILO		0.5044	0.2662	196	1.89	0.0596
GI		TANDES		1.0381	0.2703	196	3.84	0.0002

Effect	WIL	GI	STAT	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
GI		UJUNG		0	.	.	.	.
GI		UNDAAN		0	.	.	.	.
GI		WARU		0.8213	0.2662	196	3.09	0.0023
GI		WKROMO		0	.	.	.	.
STAT			A	0.1878	0.06872	196	2.73	0.0068
STAT			S	0	.	.	.	.
Scale				19.7115	1.8642	.	.	.

Obs	ID	WIL	GI	GOL	DAYA	PDAYA	STAT	Traf	TrafR	Yt	PredMu	Variance_ Dep
52	52	SBS	SUKOLILO	B-3	345	42.91	A	2	0	0	0.46782	0.23694
53	53	SBS	SUKOLILO	B-3	240	29.851	A	2	0	0	0.46782	0.23694
57	57	SBS	SUKOLILO	I-4	5540	1.847	A	1	0	0	0.46782	0.23694
58	58	SBS	SUKOLILO	B-3	345	42.91	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
59	59	SBS	SUKOLILO	I-3	240	30	A	2	0	0	0.46782	0.23694
60	60	SBS	SUKOLILO	B-3	345	42.91	A	2	0	0	0.46782	0.23694
61	61	SBS	SUKOLILO	B-3	555	69.03	A	3	1	0.3333	0.46782	0.23694
62	62	SBS	SUKOLILO	B-3	345	42.91	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
64	64	SBS	SUKOLILO	S-3	240	29.851	A	1	1	1	0.46782	0.23694
65	65	SBS	SUKOLILO	S-3	520	64.677	A	3	1	0.3333	0.46782	0.23694
66	66	SBS	SUKOLILO	S-3	2180	7.267	A	1	1	1	0.46782	0.23694
67	67	SBS	SUKOLILO	S-3	345	42.91	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
68	68	SBS	SUKOLILO	I-4	3465	11.55	A	1	0	0	0.46782	0.23694
70	70	SBS	SUKOLILO	I-3	555	69.03	A	2	0	0	0.46782	0.23694
74	74	SBS	SUKOLILO	I-3	345	42.91	A	2	0	0	0.46782	0.23694
75	75	SBS	SUKOLILO	I-4	3465	11.55	A	1	0	0	0.46782	0.23694
76	76	SBS	SUKOLILO	I-3	345	42.91	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
79	79	SBS	SUKOLILO	B-3	240	29.851	A	1	0	0	0.46782	0.23694
81	81	SBS	SUKOLILO	S-3	275	34.204	A	2	0	0	0.46782	0.23694
82	82	SBS	SUKOLILO	S-3	555	69.03	A	2	0	0	0.46782	0.23694
83	83	SBS	SUKOLILO	B-3	555	69.03	A	2	0	0	0.46782	0.23694
84	84	SBS	SUKOLILO	S-3	555	69.03	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
85	85	SBS	SUKOLILO	S-3	345	42.91	A	2	1	0.5	0.46782	0.23694
86	86	SBS	SUKOLILO	S-3	1110	5.55	A	1	1	1	0.46782	0.23694
87	87	SBS	SUKOLILO	S-3	345	42.91	A	2	0	0	0.46782	0.23694
			Minimum Yt	0.000	Jumlah			45	11	μ	0.46782	
			Maksimum Yt	1.000	P(Yt ≤ 0.6) =			0.10266		σ^2	0.23694	
											Φ		0.050749

Peluang (> 0.6) = 0.89734

Obs	ID	WIL	GI	GOL	DAYA	PDAYA	STAT	Traf	TrafR	Yt	PredMu	Variance_Dep
54	54	SBS	SUKOLILO	I-3	1040	129.353	S	4	0	0	0.42147	0.23206
55	55	SBS	SUKOLILO	I-3	1110	138.06	S	4	0	0	0.42147	0.23206
56	56	SBS	SUKOLILO	I-3	1110	138.06	S	4	0	0	0.42147	0.23206
63	63	SBS	SUKOLILO	P-2	690	85.821	S	3	1	0.3333	0.42147	0.23206
69	69	SBS	SUKOLILO	I-3	865	107.587	S	4	0	0	0.42147	0.23206
71	71	SBS	SUKOLILO	I-3	1730	215.174	S	4	0	0	0.42147	0.23206
72	72	SBS	SUKOLILO	I-3	1385	172.264	S	4	0	0	0.42147	0.23206
73	73	SBS	SUKOLILO	I-3	1110	138.06	S	4	0	0	0.42147	0.23206
77	77	SBS	SUKOLILO	I-3	1110	138.06	S	4	2	0.5	0.42147	0.23206
78	78	SBS	SUKOLILO	S-3	1110	138.06	S	4	2	0.5	0.42147	0.23206
80	80	SBS	SUKOLILO	P-2	690	85.821	S	3	0	0	0.42147	0.23206
			Minimum Yt	0.000	Jumlah			42	5	μ	0.42147	
			Maksimum Yt	1.000	P(Yt \leq 0.6) =			0.11319		σ^2	0.23206	
										Φ	0.050733	

Peluang (> 0.6) = 0.8861

Tabel 3. Mean Gangguan untuk Setiap Gardu Induk

Obs	Wilayah WIL	Gardu Induk GI	Gangguan	Mean Gangguan Status A		Mean Gangguan Status S	
				Yt \leq 0.6	Yt $>$ 0.6	Yt \leq 0.6	Yt $>$ 0.6
1	SBS	BABADAN	81	6	75	26	55
2	SBS	BUDURAN	10	1	9		
3	SBS	DGRAND	95	10	85	11	84
4	SBS	DRIYOREJ	28	3	25	3	25
5	SBS	KRIAN	45	4	41	5	40
6	SBS	KRPILANG	0	0	0		
7	SBS	RUNGKUT	52	4	48	5	47
8	SBS	SUKOLILO	38	4	34	4	34
9	SBS	TANDES	12	1	11	1	11
10	SBS	WARU	141	12	129	14	61
11	SBS	WKROMO	11	1	10	2	9

Potensi gangguan pada gardu induk GI dalam suatu status didefinisikan sebagai mean gangguan pada GI tersebut dalam status yang bersangkutan.

Jadi : $\mu = \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$ untuk suatu GI.

Kajian hasil esekusi program

Tabel 1.

1. Faktor wilayah layanan memberi pengaruh yang signifikan pada proporsi trafo yang terganggu.
2. Faktor gardu induk juga memberi kontribusi yang signifikan pada besar kecilnya proporsi trafo yang rusak akibat suatu gangguan.
3. Besarnya prosentasi konsumsi daya yang digunakan berpengaruh, pada nilai proporsi trafo yang rusak (terganggu).

Tabel 2.

1. Peluang proporsi trafo yang rusak(terganggu) lebih besar dari 60% adalah , lebih besar dari peluang proporsi trafo yang rusak kurang atau sama dengan 60%. Hal tersebut terjadi untuk semua keadaan (A ataupun S).
2. Mean proporsi trafo yang rusak(terganggu) pada status A(aman) nilainya lebih besar dari mean trafo yang rusak(terganggu) pada status S (siaga). Bila kita perhatikan pada Tabel 2. , menunjukan pada status A(aman) jumlah trafo yang terpasang pada setiap pengguna lebih sedikit dari pada jumlah trafo yang terpasang setiap penggunanya untuk status S (siaga) . Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas trafo yang terpasang pada setiap pengguna untuk status A adalah kurang cukup sehingga pada saat terjadi beban puncak akan timbul gangguan. Sedangkan kapasitas trafo yang terpasang pada setiap pengguna untuk status S(siaga) sangat cukup. Sehingga pada saat terjadi beban puncak sistim trafo dapat mengantisipasi.
Disamping hal tersebut diatas, pada status S (siaga) adalah pada kelompok industri. Sedangkan pengguna pada status A(aman) adalah kelompok Bisnis,Sosial dan Publik.

Pada Tabel.3

1. Pada tabel tersebut ,untuk gardu induk Sukolilo besarnya potensi gangguan status A(aman) ataupun status S (siaga) adalah cukup besar; khususnya bila trafo yang terganggu lebih dari 60%.
2. Terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara potensi gangguan yang terjadi pada keadaan proporsi trafo yang rusak kurang dari 60% , dengan potensi gangguan yang terjadi pada keadaan trafo yang rusak lebih dari 60%.
3. Mengingat peluang trafo yang rusak(terganggu) lebih besar dari 60% adalah lebih dari 0.85, ini menunjukan sistim kelistrikan pada GI Sukolilo cukup rawan / tidak handal.

V. Kesimpulan

1. Penggunaan Regresi Beta dapat digunakan untuk menaksir besarnya peluang untuk proposi trafo yang rusak.
2. Penggunaan Regresi Beta dapat untuk menaksir besarnya potensi gangguan pada setiap gardu induk (GI).
3. Untuk keperluan perawatan sistim kelistrikan, dengan regresi beta tersebut dapat digunakan sebagai peringatan dini mengenai kondisi sistim kelistrikan yang terakhir. Sehingga dapat membantu jenis perawatan yang diambil.
4. Dengan keterbatasan dana, maka kajian dengan Regresi Beta dapat membantu dalam menentukan prioritas perawatan / perbaikan

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahlswede R , Blinovsky V (2005).”On The Number of Step Functions with Restrictions”,*Probab. Appl, SIAM Journal, Vol.50, 90(23),pp.537-560*
2. Agresti A (1996), “*An Introduction to Categorical Data Analysis* “,John Wiley & Sons Inc, New York
3. Buehring W, Huber C (1984), ” Expansion Planning for Electrical Generating System : A Guidebook “,*IAEA, Viena*
4. Cribari-Neto F, Zeileis A (2010). “ Beta Regresion in R. ”, *Journal of Statistical Software*,34(2),1-24.URL <http://www.jstatsoft.org/v34/i02/>.
5. Ferrari SLP, Cribari-Neto F (2004).” Beta Regresion for Modelling Rates and Proportion ”. *Journal of Applied Statistics*,31(7),pp.799-815.
6. Hahn G J , Meeker W Q (1991), “ *Statistical Intervals* “ , John Wiley & Sons , New York
7. Grabill FA, Mood AM, Boes DC (1974),”*Introduction to The Theory of Statistics* “,3th ed , McGraw-Hill,Japan
8. Norman L J , Kotz S (1970), “*Continuous Univariate Distributions – 1* “ , John Wiley & Sons , New York
9. Norman L J , Kotz S (1970), “*Continuous Univariate Distributions – 2* “ , John Wiley & Sons , New York