

PEMODELAN KARAKTERISTIK SPASIAL IONOSFER PADA SISTEM KOMUNIKASI HF DI DAERAH *EQUATORIAL*

AUTHOR:

Paramita Eka Wahyu Lestari
(2212203202)

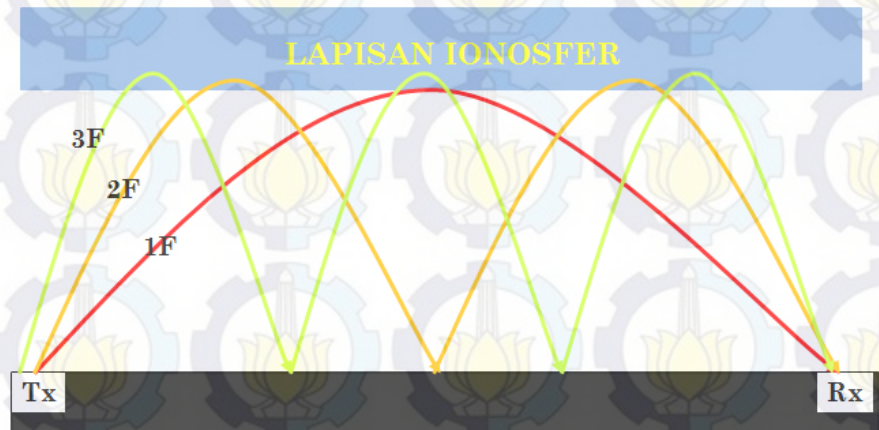
AGENDA

- Pendahuluan.
- Rumusan masalah.
- Batasan masalah.
- Studi literatur.
 - Lapisan Ionosfer
- Metode penelitian.
 - Pengolahan data Ionosonde.
 - Pemodelan dengan polynomial fitting
 - Pembangkitan ketinggian virtual
 - Perhitungan redaman ekivalen
 - Bentuk distribusi redaman ekivalen

PENDAHULUAN

Sistem Komunikasi HF di daerah Equatorial (Indonesia):

- Banyak daerah terpencil
- Biaya relative murah
- Propagasi *skywave*
- Gangguan-gangguan di daerah *Equatorial*
- Sistem komunikasi cooperative



Mode pantulan lapisan Ionosfer (Jiyo, 2013).

Manfaat penggunaan model spasial Ionosfer (Gamantyo, 2013).



RUMUSAN MASALAH

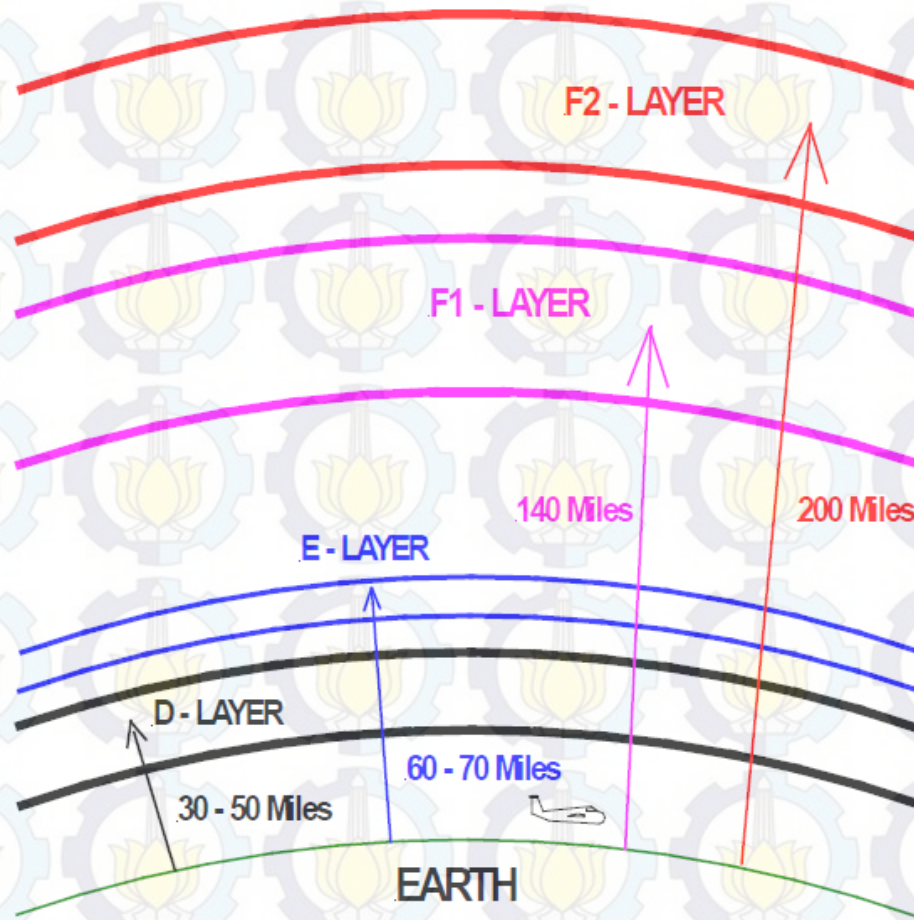
Pemodelan karakteristik spatial Ionosfer

- Korelasi $h'F$
- Kesesuaian bentuk model dari Ionosonde
- Korelasi redaman ekuivalen antara dua link yang berbeda dengan link referensi Surabaya-Merauke selama 24 jam
- Bentuk distribusi redaman pada masing-masing link Surabaya-Merauke, Surabaya-Biak, Surabaya-Ternate, Surabaya-Pontianak, Surabaya-Kototabang

BATASAN

- Data Ionogram $h'F$ dengan interval 1 jam selama 24 jam oleh LAPAN
- Frekuensi 7 MHz
- Mode pantulan 1F-6F.

LAPISAN IONOSFER



Pembagian lapisan *Ionosfer*.

METODE



LETAK IONOSONDE

Kototabang (-0,3°; 100,35°)

1. Ionosonda FMCW (kerapatan elektron)
2. ISM (sintilasi)
3. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal *real time*)

Pontianak (-0,03°; 109,33°)

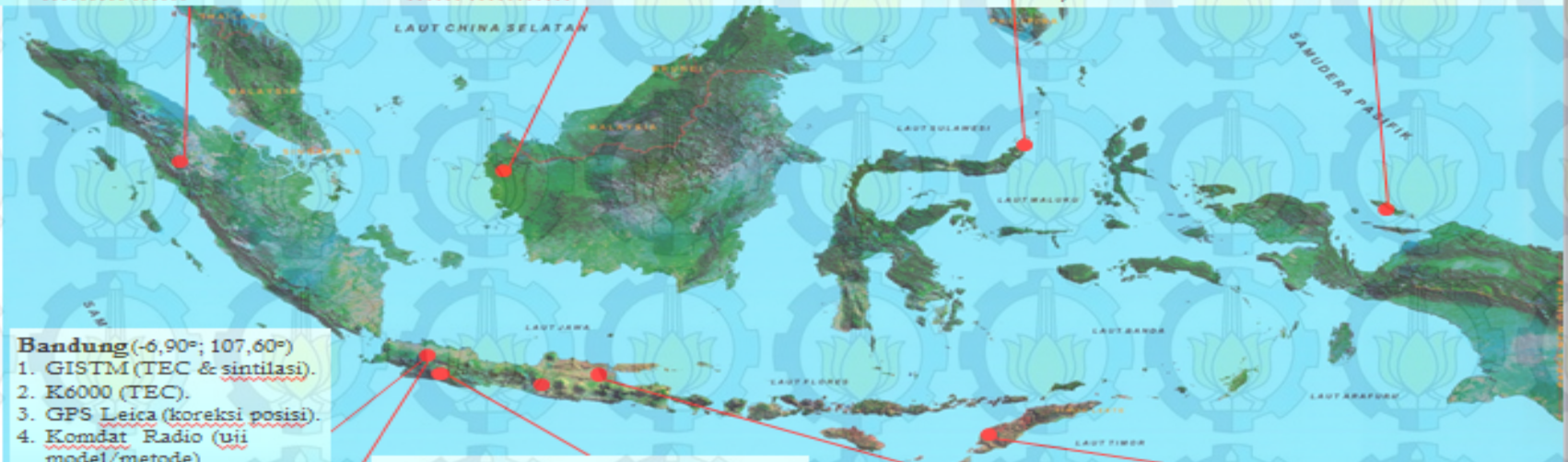
1. Ionosonda CADI (kerapatan elektron)
2. GISTM (TEC & sintilasi)
3. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal frekuensi *real time*)

Manado (1,34°; 124,82°) (*)

1. Ionosonda CADI (kerapatan elektron)
2. GISTM (TEC & sintilasi)
3. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal frekuensi *real time*)

Biak (-1,0°; 136,0°)

1. Ionosonda CADI (kerapatan elektron)
2. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal frekuensi *real time*)



Bandung (-6,90°; 107,60°)

1. GISTM (TEC & sintilasi)
2. K6000 (TEC)
3. GPS Leica (koreksi posisi)
4. Komdat Radio (uji model/metode)
5. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal *real time*)
6. VLF-Receiver (absorpsi lapisan D)

Pameungpeuk (-7,65°; 107,96°)

1. Ionosonda IPS51 (kerapatan elektron)
2. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal *real time*)

Watukosek (-7,57°; 112,68°)

1. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal frekuensi *real time*)

Kupang (-10,16°; 123,67°)

1. Ionosonda CADI (kerapatan elektron)
2. GISTM (TEC & sintilasi)
3. ALE (uji model/metode, evaluasi kanal frekuensi *real time*)

Tanjung Sari (-6,91°; 107,83°)

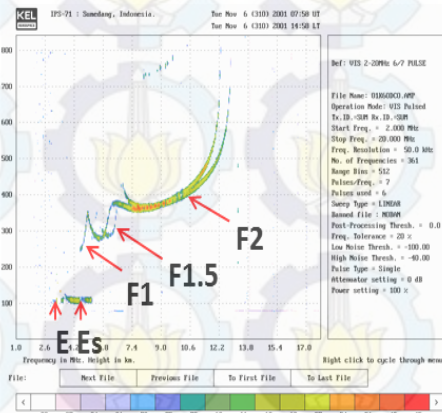
1. Ionosonda IPS71 (kerapatan elektron)

Tempat-tempat yang terpasang *Ionosonde* (Jiyo, 2013).

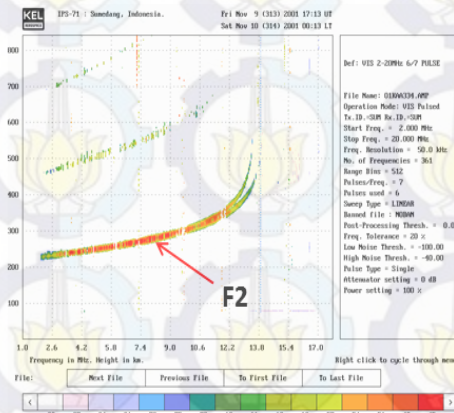
DATA IONOSONDE

- Pengolahan data Ionosonde dilakukan oleh LAPAN
- Data hasil pengukuran Ionosonde berupa Ionogram.

Siang Hari



Malam Hari



Stasion	Thn	Bln	Tgl	Jam (LT)	h'F	QLDL	foF1	QLDL	h'F2	QLDL	foF2	QLDL
				3:00	296	Q						F
				4:00	299	EE						F
				5:00	298	EE						F
				6:00		A						A
				7:00	247		3,89		259		5,4	
				8:00	178		4,15	UG	417		4,7	
				9:00	192		4,25	UG	452		4,79	
				10:00	239		4,75	UG	472		5,21	
				11:00		Y	4,79	UY	404		6,24	
				12:00	230		4,65	UG	479		7,01	
				13:00		Y	4,86	UY	422		7,81	
				14:00		Y	4,44	UY	394		8,2	
				15:00		A		A	355	UA	8,54	
				16:00		A		A	308	UA	8,49	
				17:00		A		A	373	UA	7,49	
				18:00	344						7,59	
				19:00	314	UA					7,05	
				20:00	331						6,75	
				21:00	316	Q					6,5	UF
				22:00	283	L					6,84	UL
				23:00	239	EE					5,99	JR

Frekuensi (MHz)

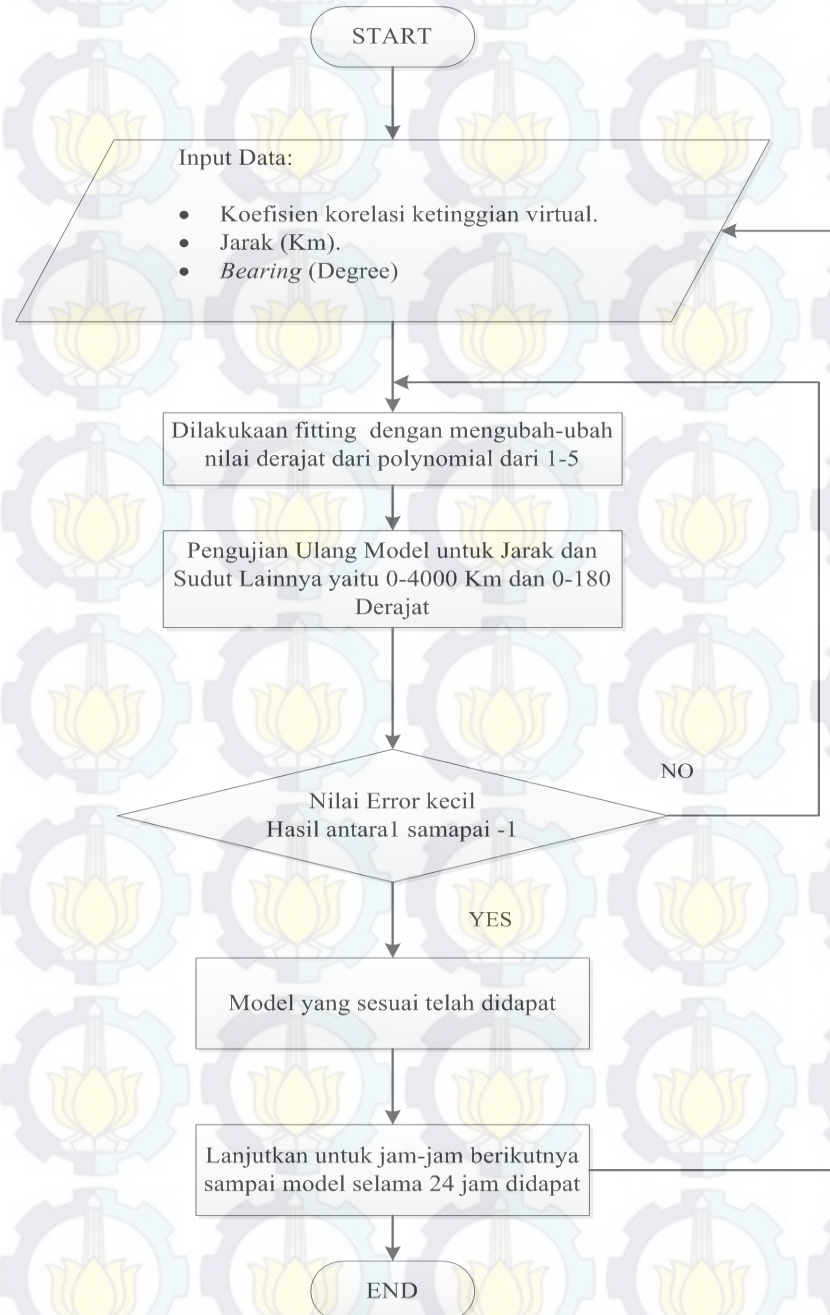
Ionogram hasil pengukuran pada siang dan malam hari (Jiyo,2013).

HASIL KORELASI KETINGGIAN VIRTUAL

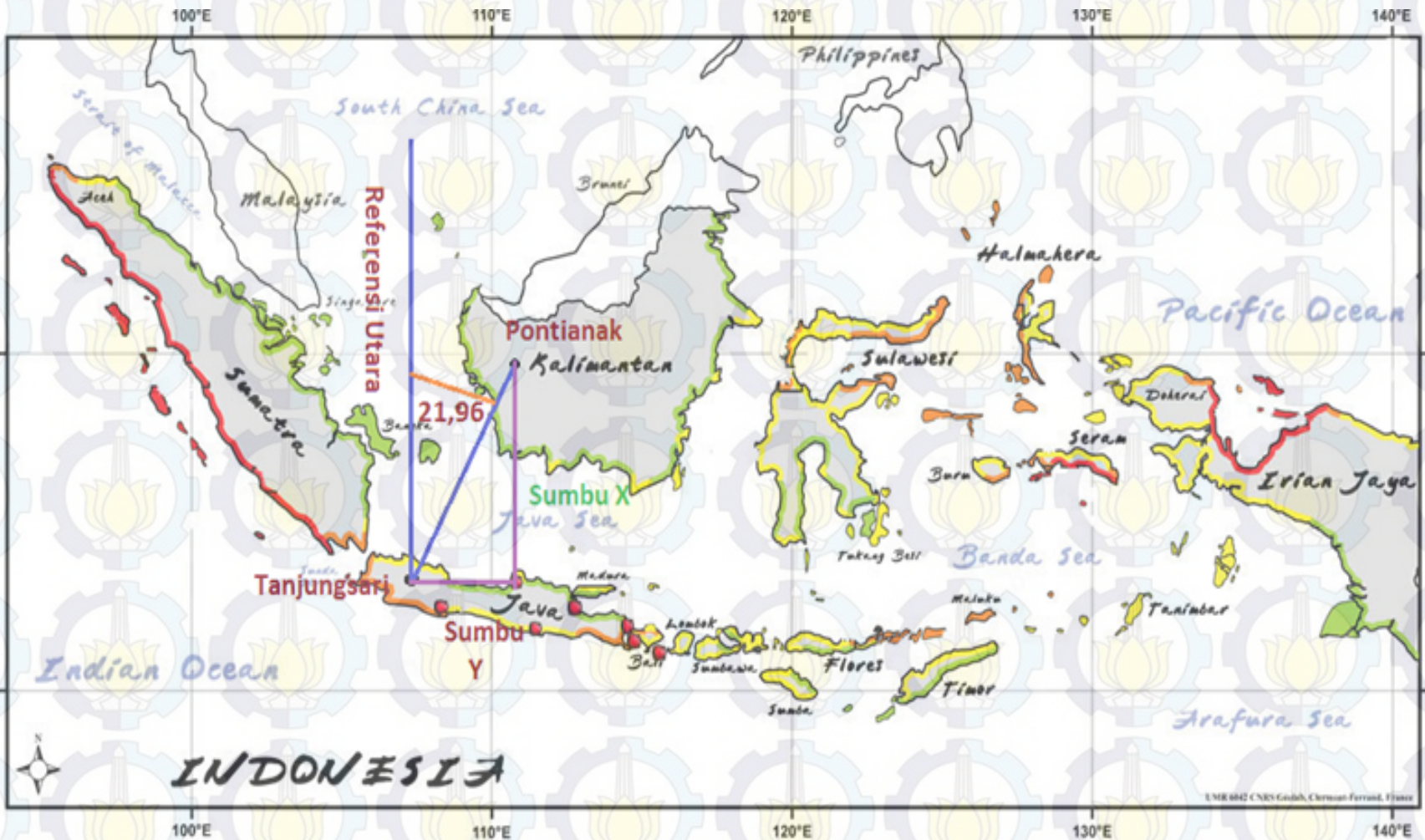
JAM 00.00 WIB, 01.00 WITA, 02.00 WIT

No	Nama Link	Jarak (Km)	Sudut ($^{\circ}$)	Korelasi
1	Tanjungsari-Pontianak	821,08	22,07	0,427
2	Tanjungsari-Kototabang	1082,55	132,82	0,431
3	Kototabang-Pontianak	1110,33	88,47	0,571
4	Manado-Kupang	1278,17	5,66	-0,191
5	Pontianak-Manado	1620,08	84,54	0,412
6	Pontianak-Kupang	1853,92	127,76	0,156
7	Kototabang-Manado	2729,06	86,11	0,086
8	Kototabang-Kupang	2801,60	113,78	0,252
9	Biak-Pontianak	2859,47	92,25	0,130
10	Biak-Tanjungsari	3225,09	79,48	-0,037
11	Biak-Kototabang	3968,22	91,3	0,022

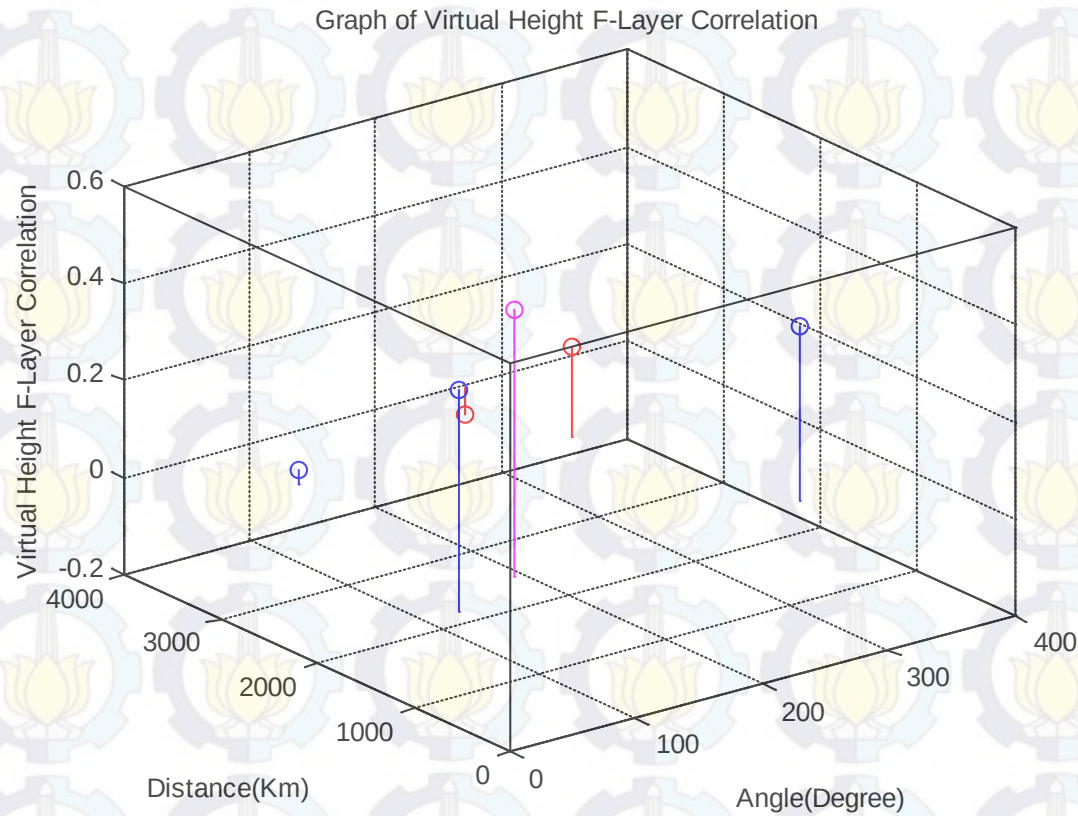
PEMODELAN



PEMODELAN



Jurusan tiga angka untuk mendapatkan nilai sudut Tanjungsari -Pontianak.



KORELASI

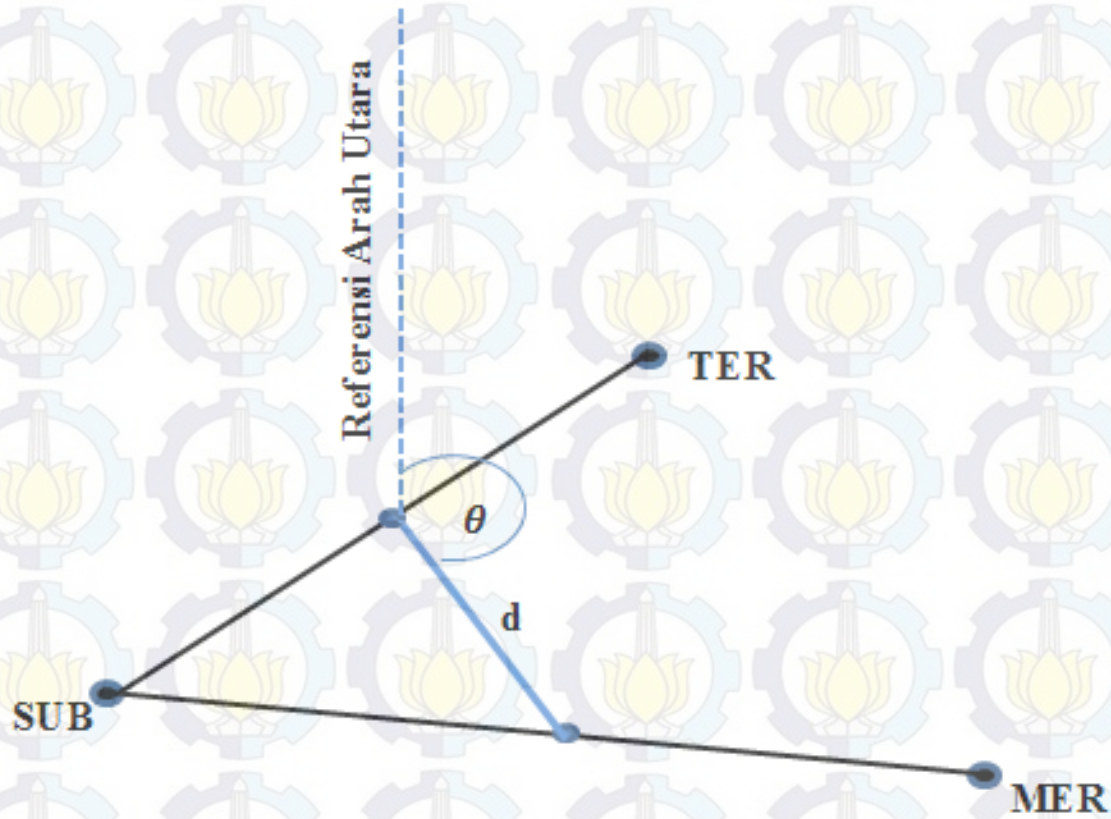
Gambar 3 dimensi korelasi dalam fungsi jarak dan sudut

HASIL MODEL

Jam (WIB)	Model Polynomial
00.00	(2,1)
01.00	(3,1)
02.00	(3,1)
03.00	(3,1)
04.00	(1,1)
05.00	(1,1)
06.00	(1,1)
07.00	(2,2)
08.00	(2,2)
09.00	(2,2)
10.00	(3,1)
11.00	(2,2)
12.00	(3,1)
13.00	(1,1)
14.00	(2,2)
15.00	(2,2)
16.00	(3,1)
17.00	(2,2)
18.00	(1,1)
19.00	(1,1)
20.00	(1,1)
21.00	(1,1)
22.00	(1,1)
23.00	(1,1)

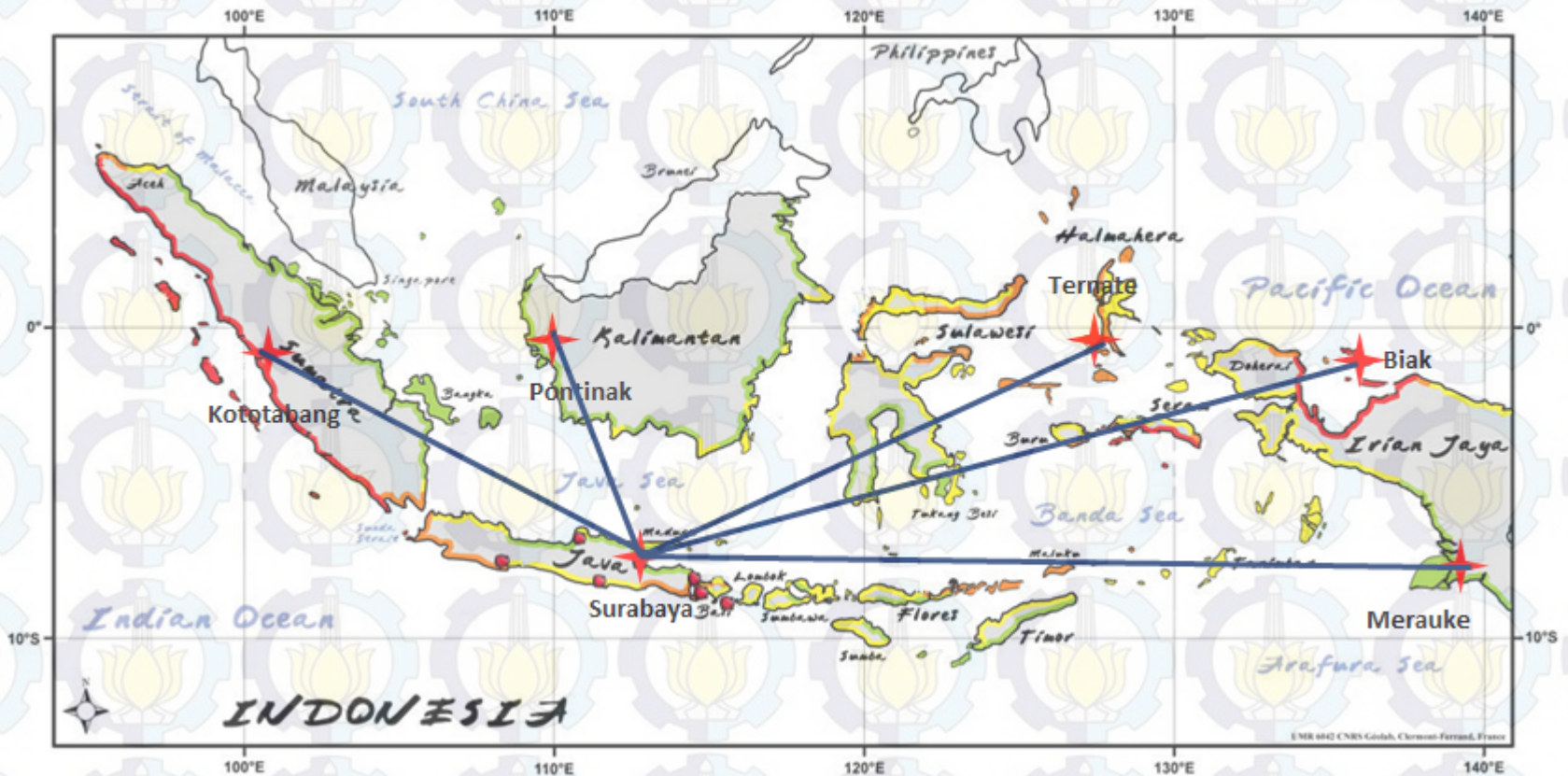
REDAMAN EKIVALEN

- Pembangkitan ketinggian virtual pada masing-masing link.
- Asumsi bahwa ketinggian pada titik A dan B dan mid-poin antara kedua titik tersebut sama.
- Setiap link memiliki daya pancar sebesar 1 watt atau 0 dBw.
- Setiap link memiliki kemungkinan terjadi pantulan mulai dari 1 pantulan sampai 6 pantulan.
- Persamaan redaman menggunakan *free space loss*



REDAMAN EKIVALEN

Ilustrasi Pembangkitan Ketinggian Virtual pada Link Surabaya –Merauke dan Surabaya-Ternate.



PETA LINK

Peta Link yang Dicari Redaman Ekuivalen

REDAMAN EKIVALEN

$$P_{R,Total} = \sum_{n=1}^6 P_{R,n}$$

$$= \sum_{n=1}^6 \frac{P_T}{L_n}$$

$$= P_T \sum_{n=1}^6 \frac{1}{L_n}$$

$$L_{eq} = \frac{P_T}{P_{R,Total}}$$

$$= \frac{1}{\sum_{n=1}^6 \frac{1}{L_n}}$$

$$L_{eq} = \left[\sum_{n=1}^6 L_n^{-1} \right]^{-1}$$

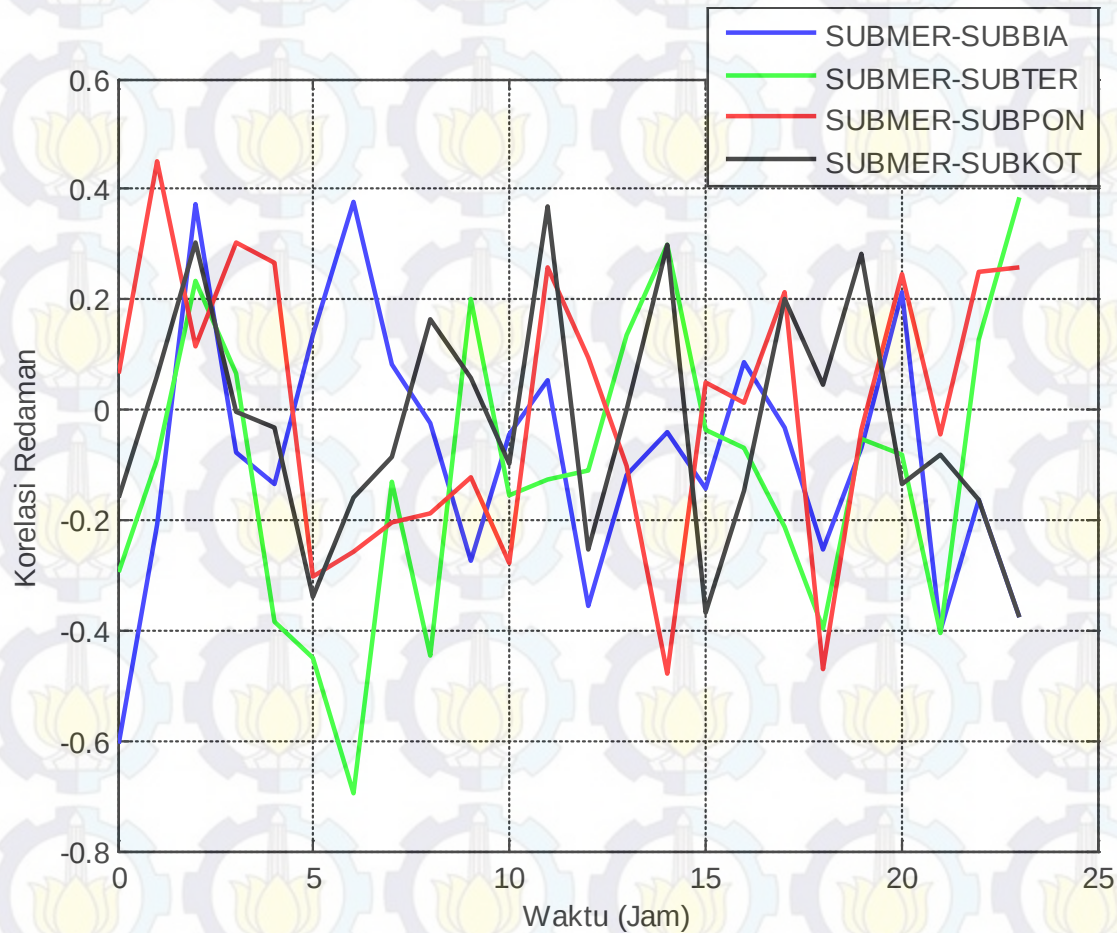


**Persamaan Daya Terima
di Penerima**



**Persamaan Redaman
Ekvivalen**

KORELASI REDAMAN



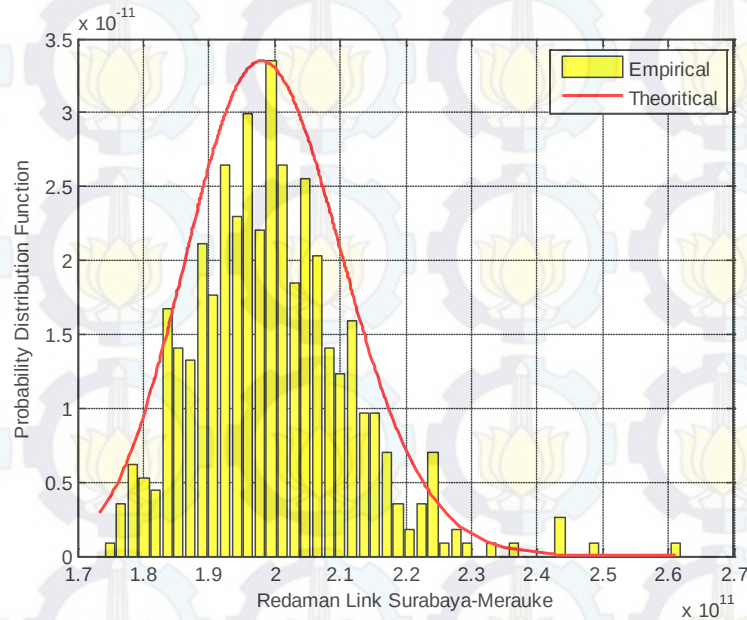
Grafik Korelasi Redaman Ekvivalen dengan Referensi Link Surabaya-Merauke

DISTRIBUSI REDAMAN

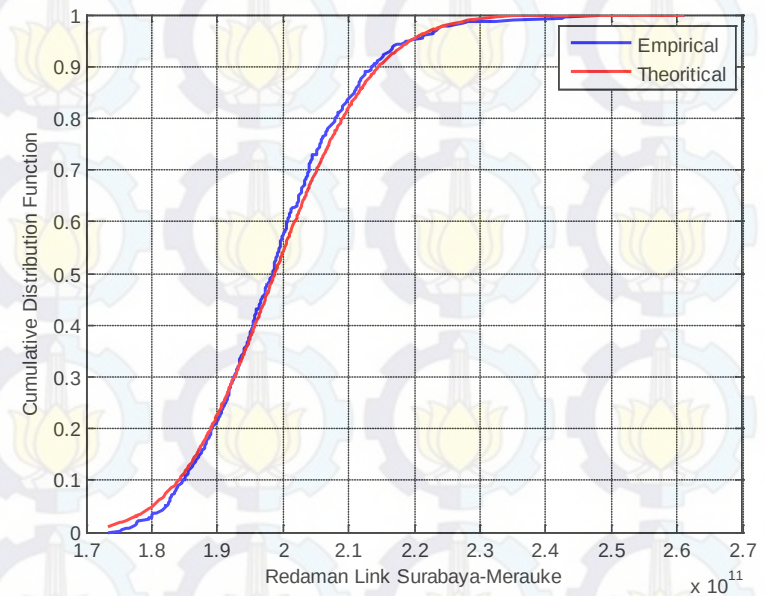
- Distribusi redaman dilakukan dengan membandingkan data empiris dengan teoritis dari distribusi lognormal dan normal
- Hasilnya redaman ekivalen memiliki kedua distribusi tersebut hal itu terbukti dengan KS-TEST.
- Berdasarkan penentuan probabilitas outage 5% maka distribusi dari redaman ekivalen adalah *Normal* (untuk satuan linier), *Lognormal* (untuk satuan desibel).

GRAFIK PDF DAN CDF SURABAYA-MERAUKE DISTRIBUSI LOGNORMAL

GRAFIK PDF



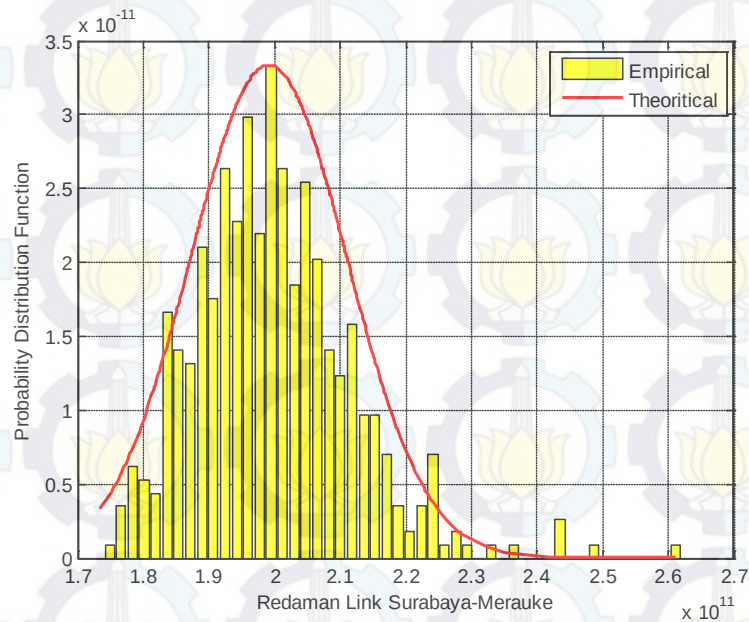
GRAFIK CDF



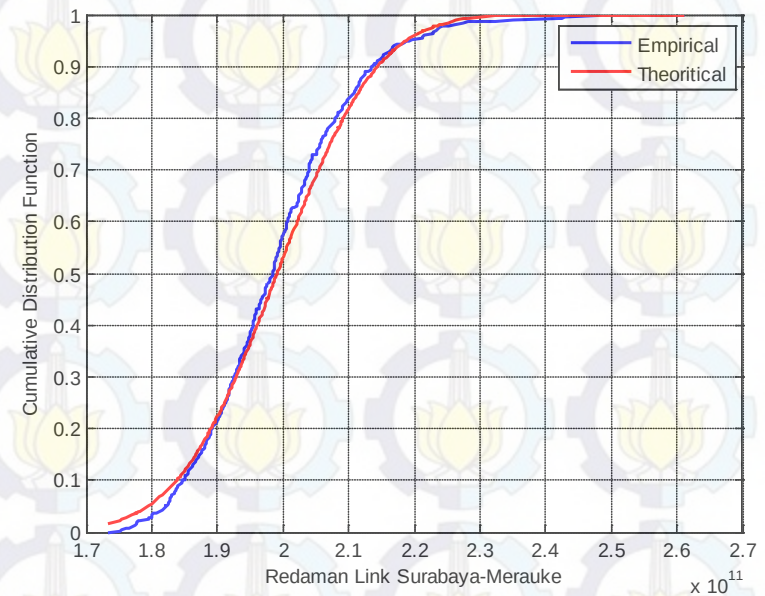
Mean = $1,601 \times 10^{11}$, Varian = $1,695 \times 10^{20}$

GRAFIK PDF DAN CDF SURABAYA-MERAUKE DISTRIBUSI NORMAL

GRAFIK PDF



GRAFIK CDF

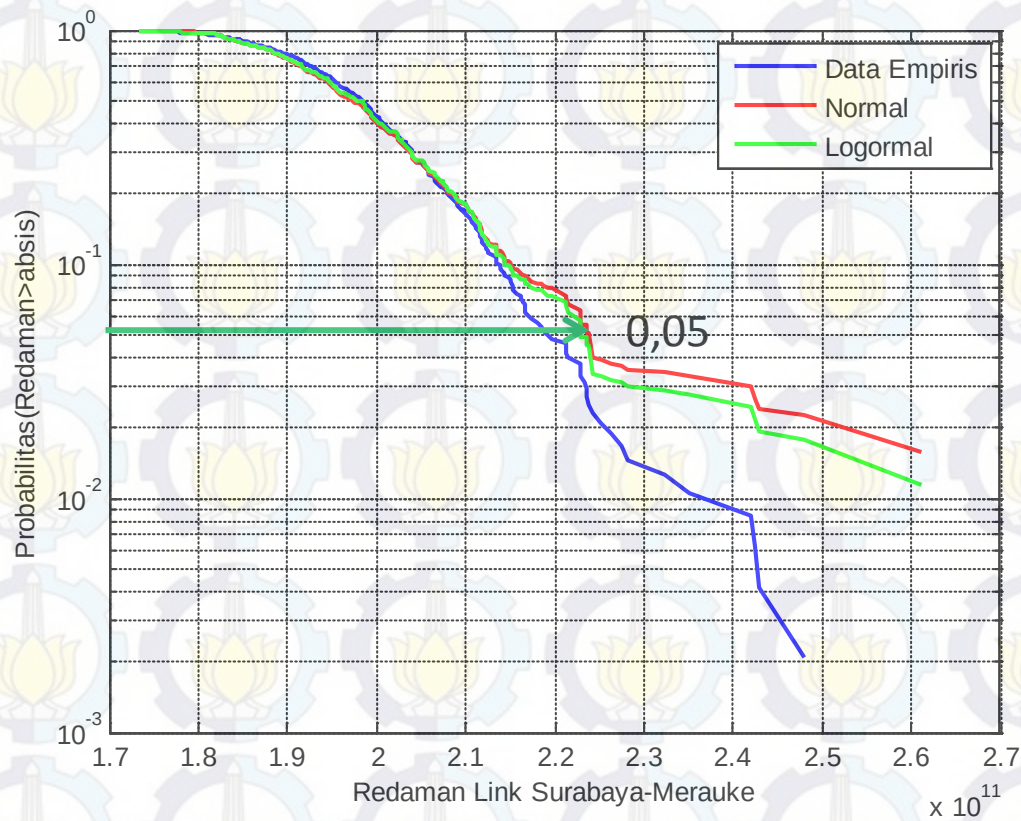


Mean = $1,601 \times 10^{11}$, Varian = $1,695 \times 10^{20}$

KS-TEST

No	Link	Lognormal		Normal	
		H	P_value	H	P_value
1	Surabaya-Merauke	0	0,685	0	0,471
2	Surabaya-Biak	0	0.378	0	0.129
3	Surabaya-Ternate	0	0,994	0	0,791
4	Surabaya-Pontianak	0	0,839	0	0,149
5	Surabaya-Kototabang	0	0,575	0	0,149

Tabel Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

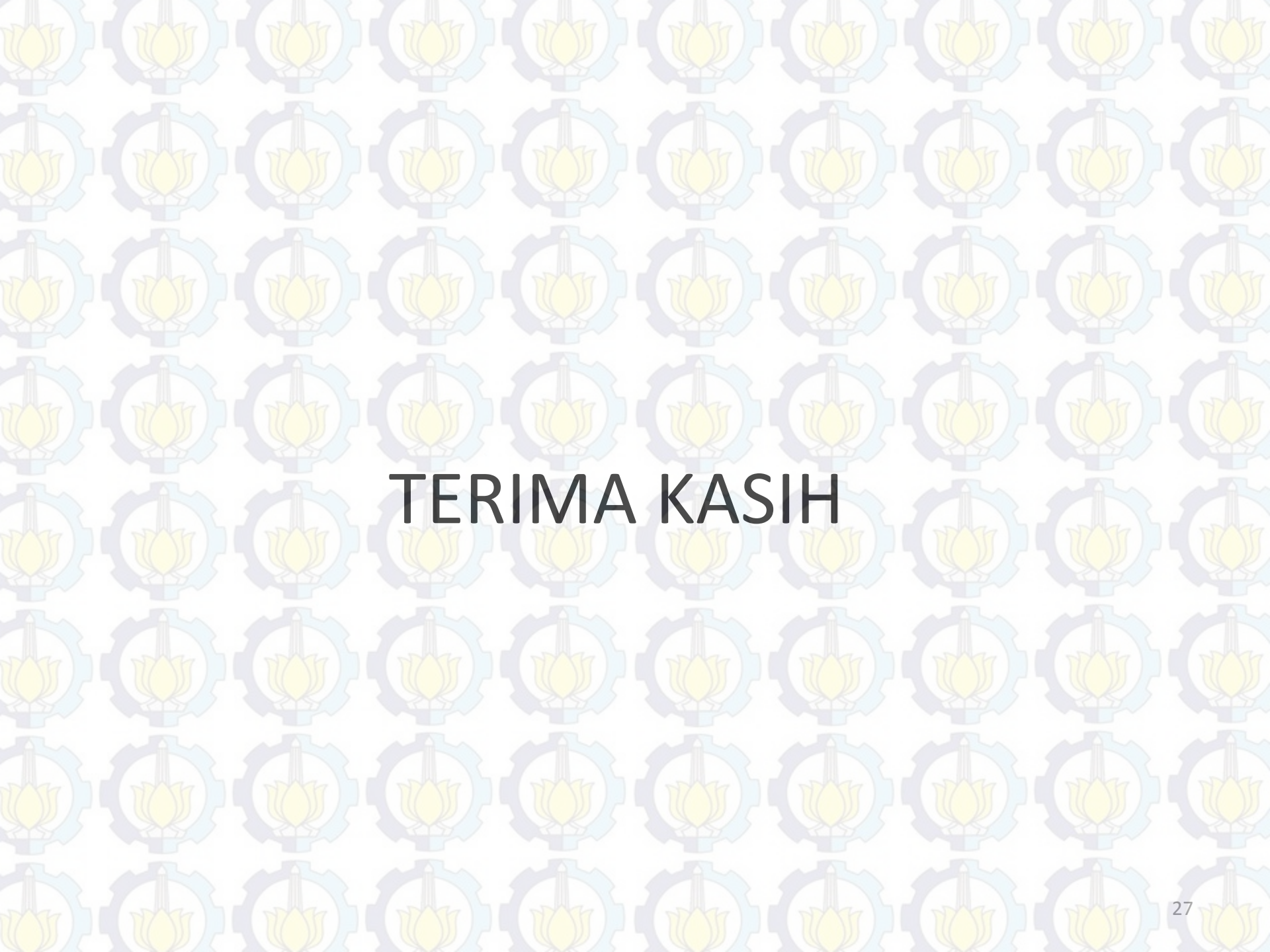


PENENTUAN DISTRIBUSI PROBABILITAS OUTAGE

Grafik CCDF Link Surabaya-Merauke

KESIMPULAN

- Peningkatan dan penurunan ketinggian virtual dipengaruhi oleh kenaikan dan penurunan dari kerapatan elektron pada masing-masing lapisan dari lapisan Ionosfer, sedangkan peningkatan dan penurunan kerapatan elektron dari setiap lapisan Ionosfer dipengaruhi oleh aktifitas Matahari.
- Dikarenakan setiap jam selama 24 jam dengan interval 1 jam lapisan Ionosfer memiliki variasi yang berbeda-beda maka model untuk menggambarkan karakteristik spatial Ionosfer ada 24 model.
- Link Surabaya-Biak dapat digunakan sebagai alternatif relay untuk seluruh jam kecuali jam 00.00 WIB karena korelasinya diatas $-0,5$ yaitu $-0,607$, sedangkan, link Surabaya-Ternate dapat digunakan alternatif relay pada seluruh jam kecuali jam 06.00 WIB karena korelasinya di atas $-0,5$ yaitu $-0,696$.
- Distribusi Redaman ekuivalen pada setiap link adalah Normal (untuk satuan linier), Lognormal (untuk satuan desibel).

The background of the slide features a repeating pattern of stylized lotus flowers in yellow and light blue, each enclosed within a circular gear-like border. The text "TERIMA KASIH" is centered in the middle of the slide.

TERIMA KASIH