



Pemodelan Kanal Pada Jaringan Area Tubuh Nirkabel Menggunakan Teknologi *Bluetooth*

Rizal Nur Ibrahim
(2212100039)

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Wirawan, DEA.
Eko Setijadi ST., MT., Ph.D.

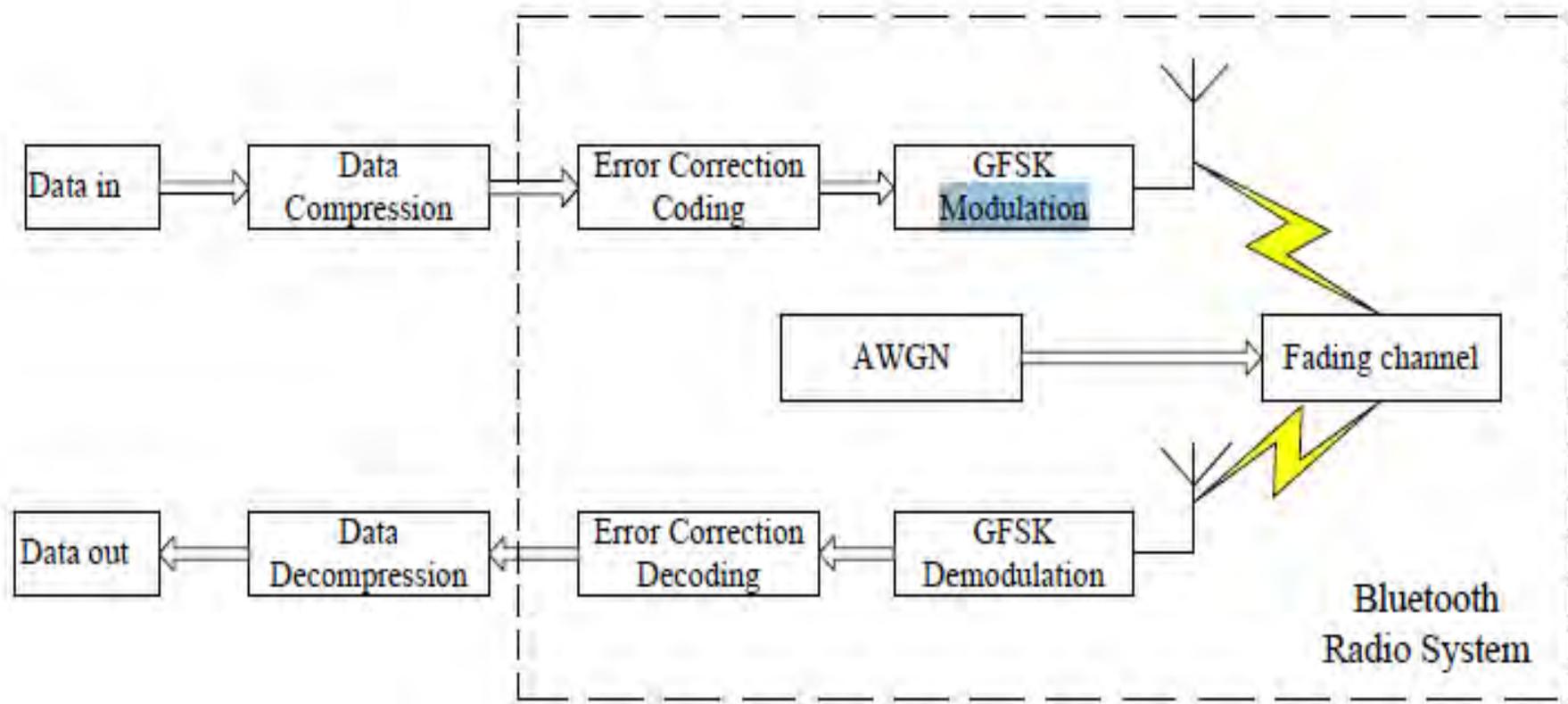
Wireless Body Area Network

- Memiliki kemampuan heterogen dan didesain agar tidak mengganggu pengguna (*host*). Karena itu, sensor pada BAN memiliki bentuk, sumber tenaga, memory, penghitungan, dan kemampuan komunikasi yang terbatas jika dibandingkan dengan node sensor generic, sehingga mengharuskan BAN untuk menggunakan node dalam jumlah banyak untuk mengambil data kesehatan pasien yang handal dan tanpa kesalahan.
- Sensor memungkinkan untuk di implant atau dipakai di alam, sensor yang diimplan harus memenuhi persyaratan keamanan, keselamatan, dan ketahanan.
- Sensor didesain untuk mengukur beberapa rangsangan dari lingkungannya (tubuh manusia).
- Sensor didesain untuk kondisi yang ekstrim seperti pada perubahan suhu dan pada kondisi berair atau asam.
- Sensor berkemungkinan ditenagai menggunakan sumber tenaga seperti gerakan tubuh, panas tubuh, dan *biofuels* seperti gula darah.

Monitor Sinyal Tubuh

- EEG (Electroencephalogram)
- ECG (Electrocardiogram)
- EMG (Electromyogram)
- EOG (Electrooculography)

Bluetooth



Sifat Elektris dari Jaringan Tubuh Manusia

- Konduktif
- Memiliki ketebalan dan karakteristik yang berbeda-beda
- Konstanta dielektrik dan impedansi yang berbeda-beda

Rumusan Masalah

- Bagaimana cara memodelkan bentuk kanal dari WBAN?
- Bagaimana rumus *path loss* yang digunakan pada WBAN?
- Apa perbedaan rumus *path loss* yang digunakan pada WBAN dengan rumus *path loss* yang digunakan pada sistem telekomunikasi pada umumnya ?
- Model Kanal apa yang paling mungkin untuk digunakan pada WBAN?

Batasan Masalah

- Kanal WBAN yang disimulasikan adalah antara permukaan tubuh baik LOS (*line of sight*) maupun NLOS (*non-line of sight*) dan juga antara permukaan tubuh dengan node eksternal
- Model kanal yang disimulasikan pada tugas akhir ini adalah model kanal empiris
- Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi *Bluetooth* yaitu 2,4 Ghz

Path Loss

$$PL = PL_0 + 10n \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

Dimana:

PL_0 = *path loss* pada saat jarak d_0

n = eksponen dari *path loss*

d_0 = jarak awal

d = jarak akhir

Fungsi Statistik Matematika

- Fungsi BETA
- Fungsi Eksponensial
- Fungsi Gamma
- Fungsi Normal
- Fungsi Triangular
- Fungsi Weibull

Mean-Square Error

- Adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis kesalahan dari metode prediksi.

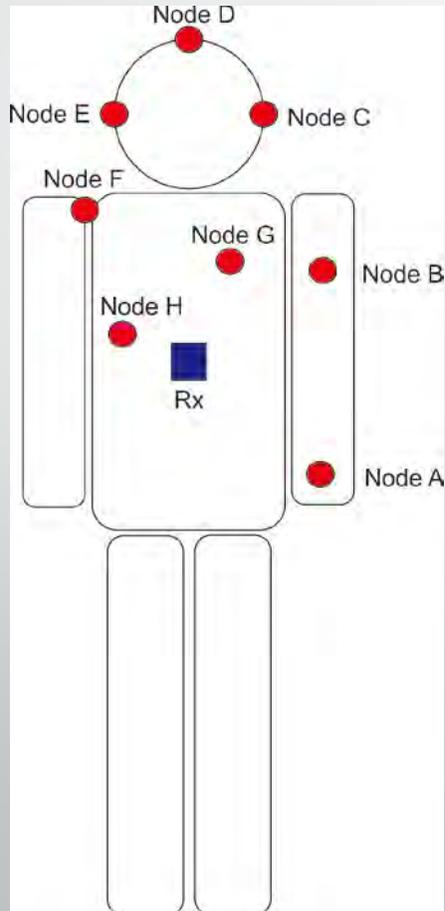
$$MSE = \frac{\sum(\text{Kesalahan Peramalan})^2}{n}$$

Skenario

Skenario	Deskripsi	Model Kanal
1	Permukaan tubuh ke permukaan tubuh (LOS)	MK ₁
2	Permukaan tubuh ke permukaan tubuh (NLOS)	MK ₁
3	Permukaan tubuh ke node eksternal (LOS)	MK ₂
4	Permukaan tubuh ke node eksternal (LOS)	MK ₂

Skenario 1

Permukaan tubuh ke permukaan tubuh (LOS)



Node	Jarak dari Rx (mm)
A	500
B	300
C	800
D	1000
E	800
F	700
G	400
H	200

Model Path loss	$PL[dB] = a \log_{10}(d) + b + c + N$
a	6.6
b	36.1
c	-7.5
σ_N	3.80

Dimana:

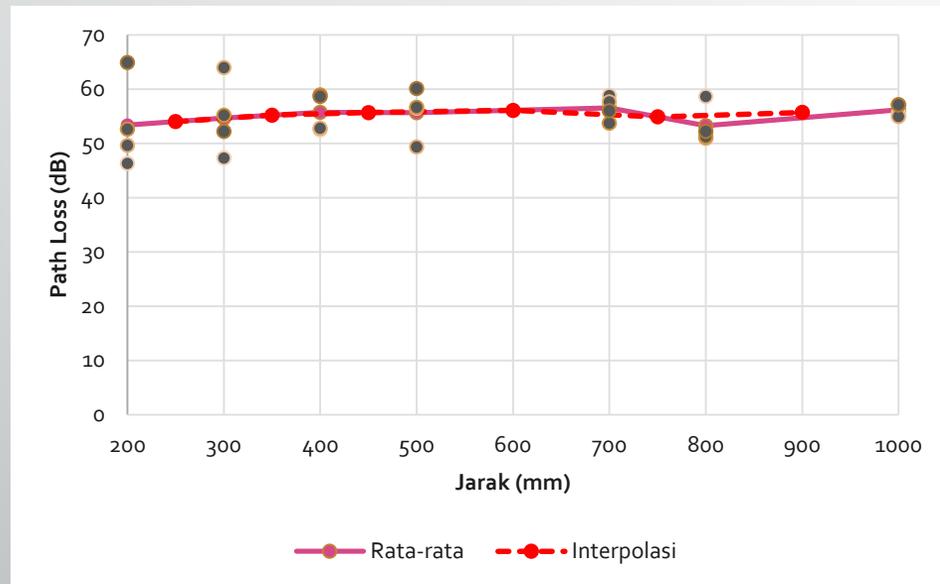
PL = *path loss*

a dan b = koefisien linear

d = jarak transmitter dan receiver dalam milimeter

N = variabel fungsi normal dengan standar deviasi σ_N

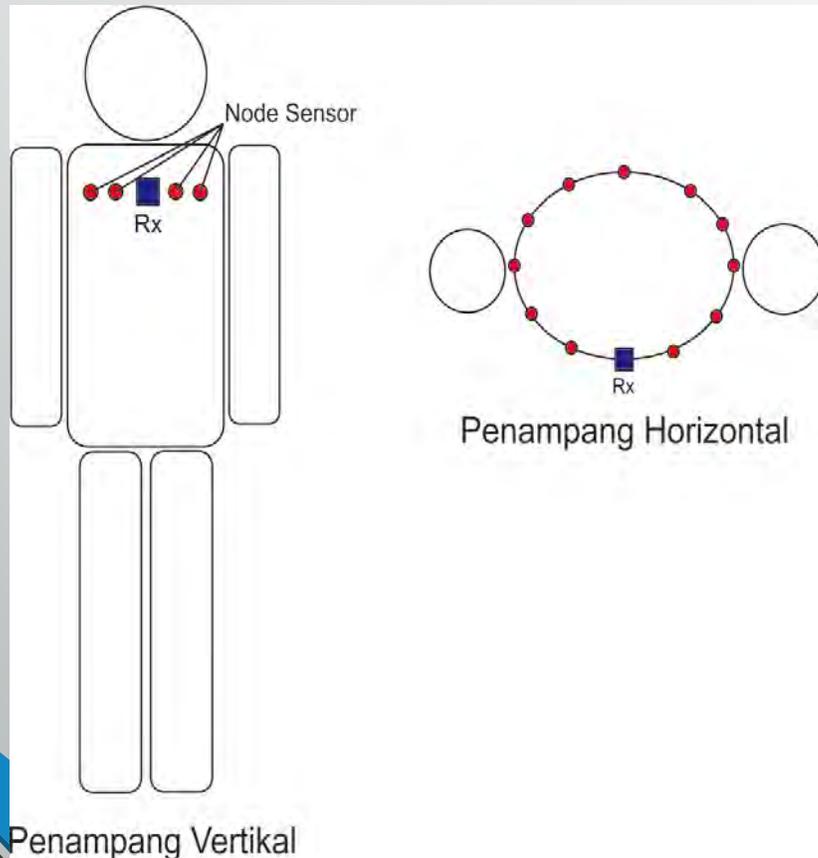
Hasil Simulasi



Jenis Fungsi	Nilai MSE
BETA	0,002741
Ekspensial	0,094266
Gamma	0,016638
Lognormal	0,037997
Normal	0,002797
Triangular	0,004446
Weibull	0,005517

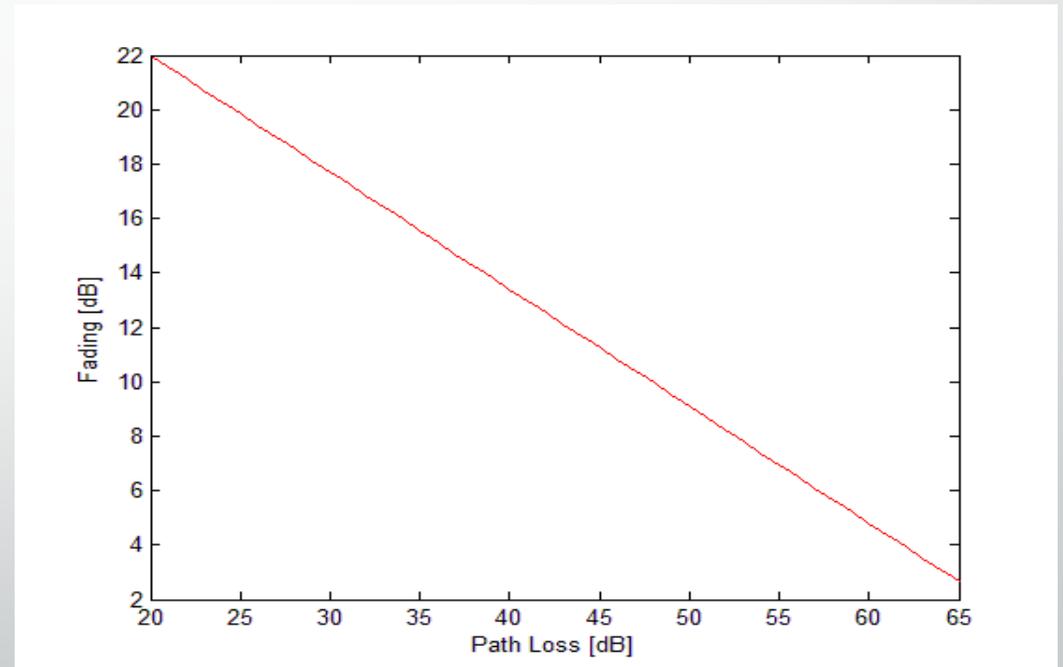
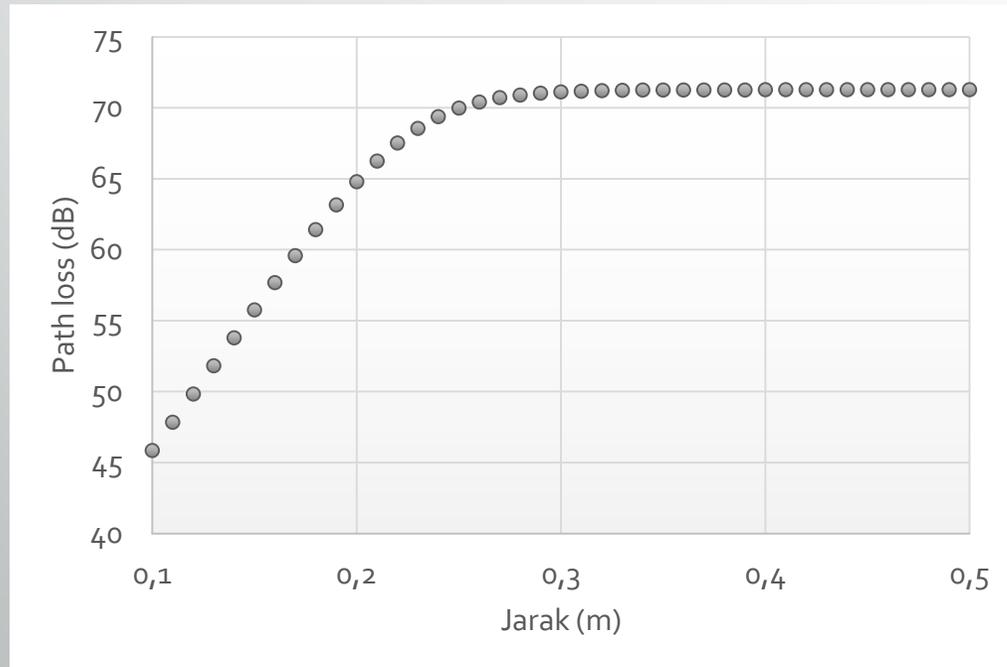
Skenario 2

Permukaan tubuh ke permukaan tubuh (NLOS)



Model Path loss	$PL_{dB} = -10 \log_{10} (P_0 e^{-m_0 d} + P_1) + \sigma_p n_p$
P_0 (dB) Rata rata loss didekat antenna	-25.8
m_0 (dB/cm) Rata rata peluruhan pada permukaan tubuh	2.0
P_1 (dB) Rata rata atenuasi pada lingkungan dalam ruangan	-71.3
σ_p (dB) Varian lognormal dalam dB	3.6
Small-scale Fading	$K_{dB} = K_0 - m_K P_{dB} + \sigma_K n_K$
K_0 (dB) Pengukuran data untuk faktor K dengan path loss rendah	30.6
m_K Penurunan dari korelasi linear antara pathloss dengan faktor K	0.43
σ_K (dB) Varian lognormal dari data pengukuran antara pathloss dan faktor K	3.4

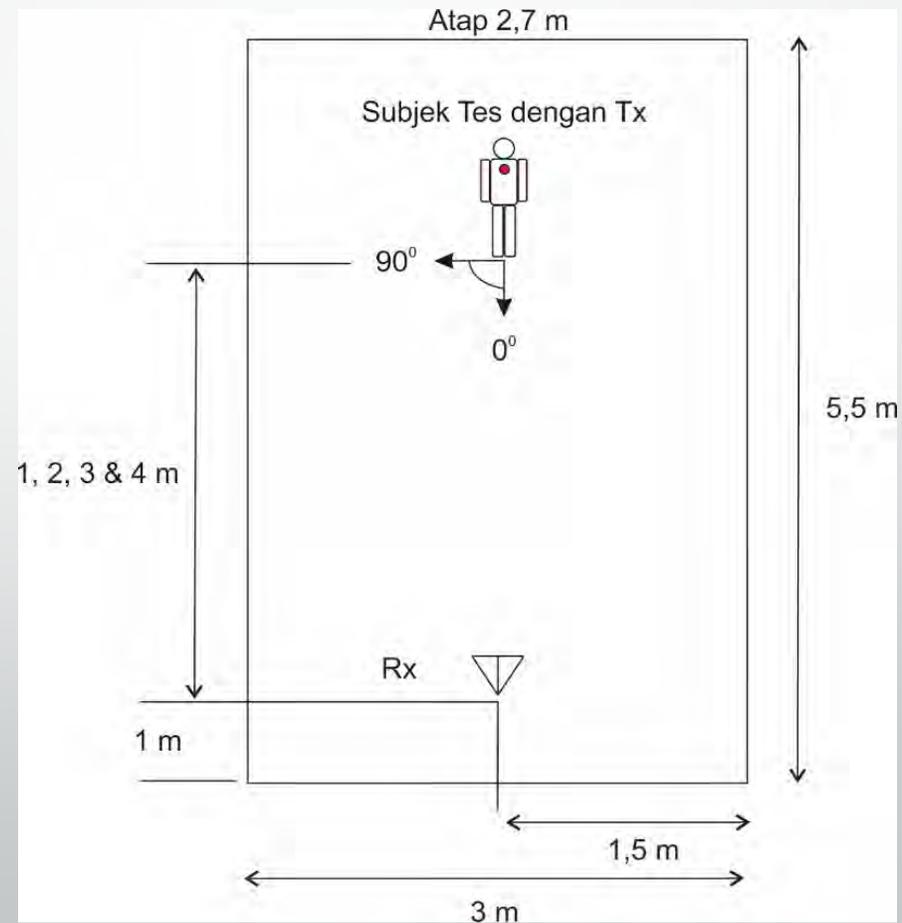
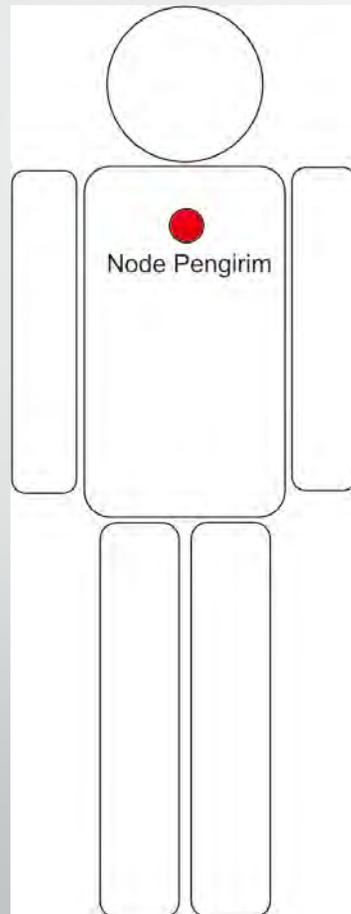
Hasil Simulasi



Jenis Fungsi	<i>Nilai MSE</i>
BETA	0,021460
Ekspensial	0,444781
Gamma	0,369958
Lognormal	0,407024
Normal	0,285980
Triangular	0,293839
Weibull	0,292966

Skenario 3 & 4

Permukaan tubuh ke node eksternal (LOS & NLOS)



$$PL(t) = P_{tx} - P_{rx}(t) + G_{amplifiers} - L_{cable} + 10 \text{Log}_{10}(r)$$

- Dimana:
- P_{tx} : daya yang ditransmisikan
- $P_{rx}(t)$: daya RMS yang diterima pada waktu t
- $G_{amplifiers}$: gain amplifier
- L_{cable} : Loss kabel
- R : jarak antara antenna pengirim dan penerima

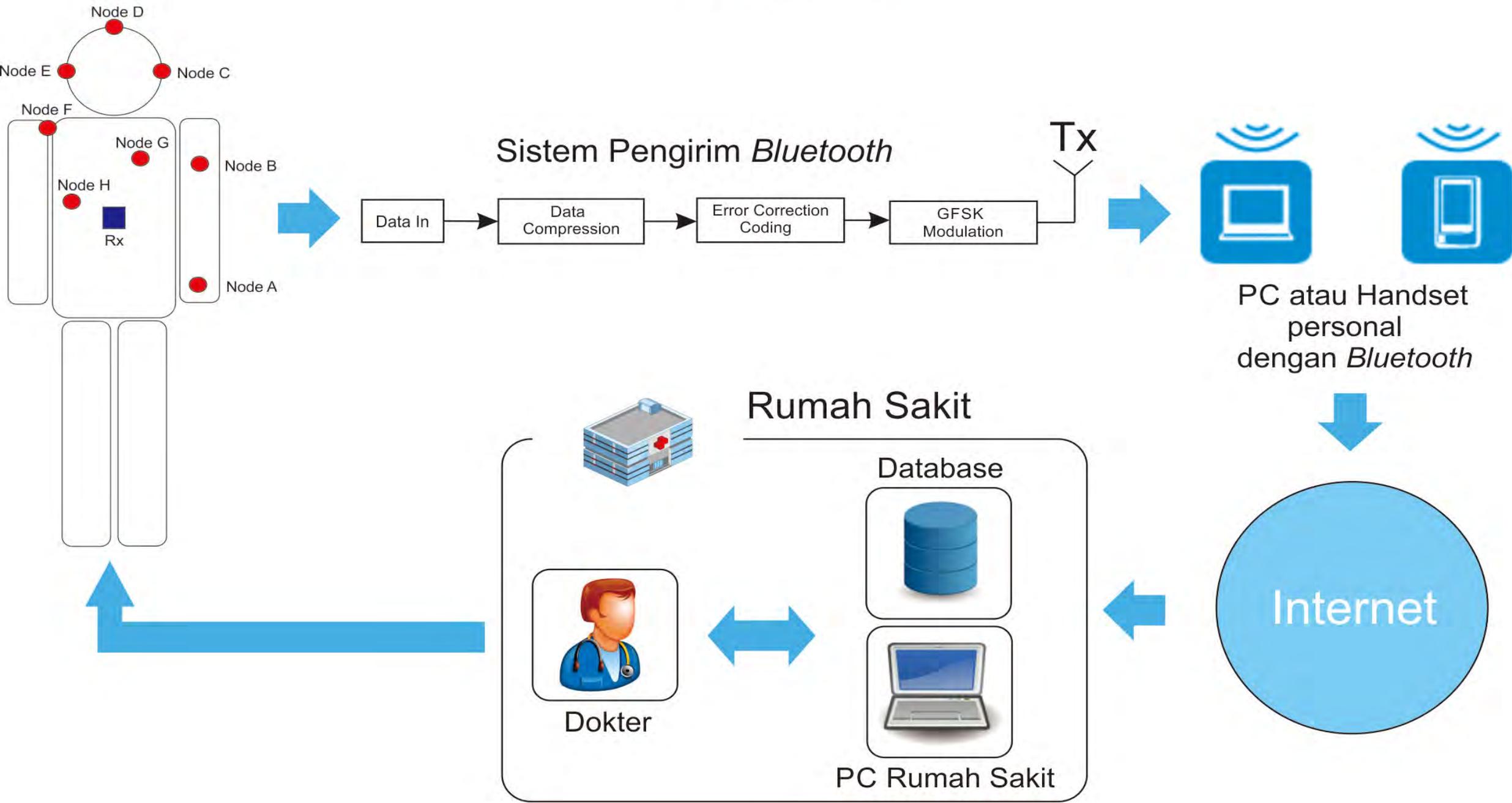
- Dengan ketentuan:
- P_{tx} : 0 dBm
- $G_{amplifiers}$: LNA + Pre-amp = 55 dB
- L_{cable} : 10 dB
- r : 1, 2, 3, 4 m

Hasi Simulasi

Jarak	Orientasi Tubuh	Rata- rata nilai Path loss (dB)
1	0	57,2
	90	57,5
	180	66,5
	270	58,2
2	0	60,4
	90	63,4
	180	66,3
	270	63,2
3	0	61,7
	90	63,1
	180	65,6
	270	65,0
4	0	63,3
	90	65,1
	180	66,6
	270	65,7

Jarak	Orientasi Tubuh	Jenis Fungsi
1	0	BETA (1.07 , 0,913)
	90	Erlang (0.973 , 3)
	180	Normal (62.4 , 1.66)
	270	BETA (0.926 , 1.11)
2	0	Triangular (55 , 56.8 , 60.9)
	90	Lognormal (2.36 , 2.2)
	180	Triangular (59 , 61.4 , 67)
	270	Weibull (3.76 , 1.77)
3	0	Triangular (56 , 60.2 , 62)
	90	BETA (0.909 , 0.645)
	180	BETA (0.672 , 0.442)
	270	Gamma (1.522 , 2.42)
4	0	BETA (0.835 , 0.77)
	90	Triangular (55 , 61.6 , 66)
	180	Lognormal (3.54 , 2.69)
	270	BETA (0.947 , 0.558)

WBAN



Kesimpulan

- Untuk mendapatkan bentuk kanal WBAN yang sesuai diperlukan perhitungan nilai *path loss* yang kemudian dicari bentuk fungsi distribusi yang mendekati bentuk nilai *path loss* tersebut atau memiliki nilai MSE (*mean square error*) yang rendah.
- Rumus *path loss* yang digunakan pada WBAN berbeda dengan rumus *path loss* pada umumnya, karena rumus *path loss* pada WBAN digunakan untuk mengukur pada lingkungan tubuh manusia yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda, unik, dan kompleks.
- Bentuk Kanal yang paling mungkin digunakan pada WBAN adalah kanal yang memiliki nilai *Mean Square Error* (MSE) terendah. Namun, bentuk kanal tersebut dapat didekati menggunakan kanal lain apabila nilai MSE nya tidak jauh berbeda.