

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam bidang telekomunikasi diantaranya adalah teknologi pengiriman informasi tanpa kabel atau *wireless*, telekomunikasi *wireless* atau disebut juga telekomunikasi nirkabel adalah sistem komunikasi menggunakan frekuensi/spektrum radio, yang memungkinkan transmisi (pengiriman/ penerimaan) informasi (suara, data, gambar, video) tanpa koneksi fisik seperti kabel tembaga atau serat optik. Layanan komunikasi yang berteknologi *wireless* antara lain adalah telepon genggam, *Bluetooth*, *wireless fidelity (wifi)* dan lain-lain. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik dari sinyal yang digunakan sebagai media pengiriman informasi dapat menimbulkan kenaikan temperatur pada perangkat telekomunikasi *wireless* yang akhirnya dapat menimbulkan *thermal noise*.

Thermal noise menjadi sangat penting untuk dihitung karena diketahui bahwa *thermal noise* mampu mempengaruhi level daya dari satu sinyal yang dibangkitkan ataupun diterima dari perangkat komunikasi *wireless*. Berdasarkan teori *Johnson-Nyquist* untuk *thermal noise* besar *noise* yang diakibatkan oleh temperatur pada suhu ruangan berbanding lurus dengan lebar *bandwidth* saluran tersebut. Pada penelitian ini digunakan sebuah perangkat telekomunikasi *wireless* yang umum digunakan, yaitu USB Modem CDMA untuk diamati bagaimana *thermal noise* terjadi di perangkat tersebut dan sebagai pembandingan, diamati juga *thermal noise* yang terjadi pada perangkat *wireless* yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, yaitu *Infrared Remote*.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah ditekankan pada:

1. Faktor apa sajakah dan bagaimana peranannya dalam mempengaruhi besar *thermal noise* pada perangkat *wireless*?
2. Berapa besar daya dan tegangan RMS dari *thermal noise* akibat radiasi gelombang elektromagnetik pada modem CDMA?

3. Bagaimana pengaruh *thermal noise* terhadap performansi modem CDMA?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka pembahasan akan dibatasi pada:

1. Uji faktor-faktor penyumbang *thermal noise* menggunakan metode simulasi dengan parameter ideal yang telah diketahui sebelumnya.
2. Berapa besar peranan gelombang elektromagnetik dalam menaikkan temperature pada perangkat telekomunikasi *wireless* tidak dibahas secara mendalam.
3. Analisis pengukuran suhu/tempertur oleh radiasi gelombang elektromagnetik menggunakan kamera FLIR (*Forward Looking Infra Red*).
4. Objek pengamatan secara empiris terhadap *thermal noise* adalah USB modem CDMA dan sebuah *Infrared Remote*.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana *thermal noise* akibat radiasi gelombang elektromagnetik pada perangkat telekomunikasi *wireless*, faktor apa saja yang menyebabkan munculnya *thermal noise* dan bagaimana pengaruhnya terhadap performansi perangkat telekomunikasi *wireless*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini tersusun atas 5 bab, yaitu:

- BAB I
Mengulas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan uraian sistematika penulisan skripsi.
- BAB II
Berisi tinjauan pustaka, membahas tentang teori dasar yang menunjang penulisan skripsi tentang konsep dasar radiasi gelombang elektromagnetik dan *thermal noise*.

- BAB III

Pada bab III akan diuraikan metode penelitian yang meliputi studi literatur mengenai radiasi gelombang elektro magnetik, perubahan energi dari gelombang elektromagnetik menjadi panas (kalor) dan *thermal noise*. Kemudian metode pengambilan data-data yang digunakan dalam skripsi, metode analisis data, dan metode pengambilan kesimpulan.

- BAB IV

Berisi mengenai uraian pengolahan data yang diambil, perhitungan besar thermal noise, bagaimana pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik dan *thermal noise* akan dijelaskan dalam bab ini.

- BAB V

Berisi mengenai kesimpulan dan hasil dari penelitian ini.

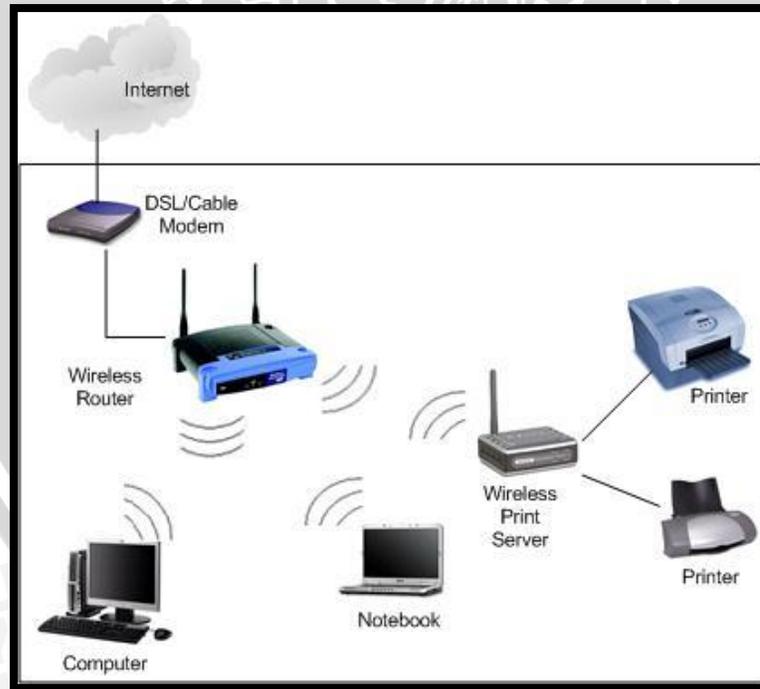


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam bidang telekomunikasi diantaranya adalah teknologi pengiriman informasi tanpa kabel atau *wireless*, teknologi *wireless* ini dipakai dalam berbagai macam teknologi, antara lain telepon genggam, *Bluetooth*, *wireless fidelity (wifi)* dan lain-lain. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik yang melimpah bisa menimbulkan kenaikan temperatur yang dapat menimbulkan *thermal noise*. Pada bab ini akan dijelaskan teori panjang mengenai gelombang elektromagnetik dan bagaimana pengaruh radiasinya menyebabkan *thermal noise* pada perangkat telekomunikasi *wireless*.

2.1 Telekomunikasi *Wireless*

Telekomunikasi *wireless* atau disebut juga telekomunikasi nirkabel adalah sistem komunikasi menggunakan frekuensi/spectrum radio, yang memungkinkan transmisi (pengiriman/penerimaan) informasi (suara, data, gambar, video) tanpa koneksi fisik seperti kabel tembaga atau serat optik.



Gambar 1. Contoh Jaringan Wireless pada Komputer dan Printer

2.2 Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walaupun tidak ada medium dan terdiri dari medan listrik dan medan magnetik. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa parameter yang bisa diukur, yaitu : panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, dan kecepatan. Amplitudo adalah tinggi gelombangnya, sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.

2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Spektrum gelombang elektromagnetik adalah rentang semua radiasi elektromagnetik yang mungkin. Spektrum elektromagnetik dapat dijelaskan dalam panjang gelombang, frekuensi, atau tenaga per foton. Spektrum gelombang elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah yang terentang dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada gelombang mikro dan gelombang radio dengan panjang gelombang sangat panjang. Biasanya dalam mendeskripsikan energi spektrum elektromagnetik dinyatakan dalam elektronvolt untuk foton berenergi tinggi (di atas 100 eV), dalam panjang gelombang untuk energi menengah, dan dalam frekuensi untuk energi rendah ($\lambda \geq 0,5$ mm). Berikut merupakan macam spektrum elektromagnetik berdasarkan panjang gelombangnya.

- **Gelombang Radio**

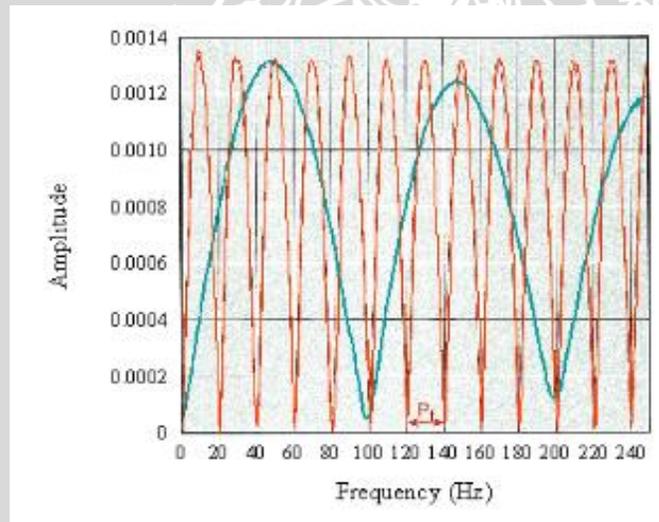
Gelombang radio terdiri atas *osilasi* (getaran) cepat pada medan elektrik dan magnetik. Berdasarkan lebar frekuensinya, gelombang radio dibedakan menjadi *Low Frequency* (LF), *Medium Frequency* (MF), *High Frequency*(HF), *Very High Frequency* (VHF), *Ultra High Frequency*(UHF), dan *Super High Frequency* (SHF). Gelombang radio MF dan HF dapat mencapai tempat yang jauh di permukaan bumi karena gelombang ini dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Gelombang LF diserap oleh ionosfer, sedang gelombang VHF dan UHF menembus ionosfer, sehingga dapat digunakan untuk komunikasi dengan satelit.

- **Gelombang Mikro**

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang dalam selang antara 10^{-3} dan 0,03m. Gelombang mikro dihasilkan oleh peralatan elektronik khusus. Gelombang ini dimanfaatkan dalam alat *microwave*, sistem komunikasi Radar (*Radio Detection and Ranging*), dan analisis struktur molekul dan atomik.

- **Sinar Inframerah**

Radiasi inframerah merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih panjang dari pada panjang gelombang cahaya merah, namun lebih pendek daripada panjang gelombang radio. Dengan kata lain radiasi pada selang panjang gelombang 0,7 μm hingga 1 mm. Sinar inframerah dapat dimanfaatkan dalam fotografi inframerah untuk keperluan pemetaan sumber alam atau untuk diagnosis penyakit.



Gambar 2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

- **Cahaya Tampak**

Cahaya tampak merupakan radiasi gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Cahaya tampak memiliki kisaran panjang gelombang antara 4×10^{-7} m hingga 7×10^{-7} m.

- **Sinar Ultraviolet**

Gelombang ultraviolet mempunyai panjang gelombang yang pendek. Matahari merupakan pemancar radiasi ultraviolet yang kuat, dan membawa lebih banyak energi daripada gelombang cahaya yang lain. Karena inilah gelombang ultraviolet itu dapat masuk dan membakar kulit. Kulit manusia sensitif terhadap sinar ultraviolet matahari. Meskipun begitu, atmosfer bumi dapat menghambat sebagian sinar ultraviolet yang merugikan itu. Terbakar sinar matahari juga merupakan risiko yang dapat menimbulkan kanker kulit.

- **Sinar X**

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari penembakan atom-atom dengan partikel-partikel yang memiliki energi kuantum tinggi. Panjang gelombang sinar-X berkisar antara 10^{-11}m hingga 10^{-9}m . Sinar-X dihasilkan oleh elektron-elektron yang berada di bagian dalam kulit elektron atom, atau pancaran yang terjadi karena elektron dengan kelajuan besar menumbuk logam. Sinar-X dapat melintas melalui banyak materi sehingga digunakan dalam bidang medis dan industri untuk menelaah struktur bagian dalam. Sinar-X dapat dideteksi oleh film fotografik, karena itu digunakan untuk menghasilkan gambar benda yang biasanya tidak dapat dilihat, misalnya patah tulang.

- **Sinar Gamma**

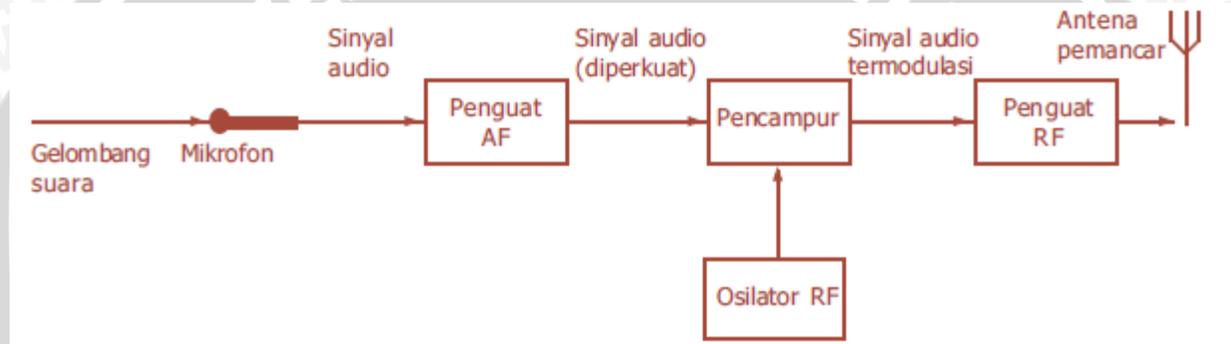
Sinar atau gelombang gamma, yang merupakan bentuk radioaktif yang dikeluarkan oleh inti-inti atom tertentu, mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar ini membawa energi dalam jumlah besar dan dapat menembus logam dan beton. Sinar ini sangat berbahaya dan dapat membunuh sel hidup, terutama sinar gamma tingkat tinggi yang dilepaskan oleh reaksi nuklir, seperti ledakan bom nuklir. (Jendela Iptek Cahaya. PT Balai Pustaka 2000).

2.3 Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik

Dalam kehidupan sehari-hari gelombang elektromagnetik telah dimanfaatkan untuk sarana telekomunikasi, karena sifatnya yang tidak terlihat dan dapat merambat melalui udara menjadikan gelombang elektromagnetik menjadi sangat praktis, berikut ini adalah beberapa macam telekomunikasi yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik, antara lain :

- **Telekomunikasi Radio**

Pengiriman informasi suara oleh stasiun radio memanfaatkan gelombang elektromagnetik sebagai media pengiriman informasi. Proses pengiriman ditunjukkan pada Gambar 2. Informasi suara (audio) diubah menjadi sinyal listrik dengan frekuensi sama oleh mikrofon atau *head tape recorder*. Sinyal listrik ini dinamakan sinyal frekuensi audio (AF), karena frekuensi berada di dalam interval audio (20 Hz - 20.000 Hz). Sinyal ini diperkuat secara elektronis, kemudian dicampur dengan sinyal frekuensi radio (RF) yang ditentukan oleh nilai L dan C dalam rangkaian resonansi RLC , dan dipilih sedemikian rupa hingga menghasilkan frekuensi khas dari setiap stasiun, dinamakan frekuensi pembawa (*carrier*).



Gambar 3. Diagram blok Pemancar Radio

- **Telepon Seluler (Ponsel)**

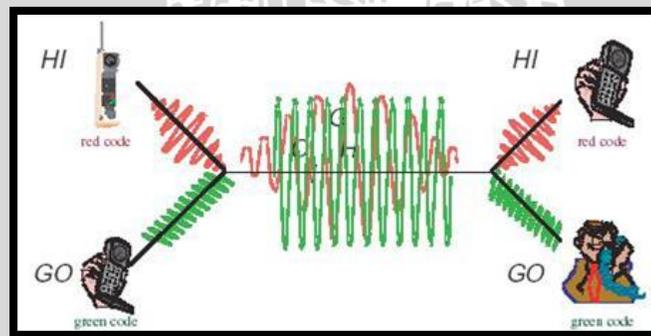
Ponsel atau telepon genggam (telgam) atau *handphone* (HP) atau disebut pula adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa ke mana-mana (portabel, *mobile*) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (nirkabel, *wireless*). Saat ini Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global System for Mobile Telecommunications*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*).

- **Radar (*Radio Detection and Ranging*)**

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu sistem telekomunikasi yang memakai gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor dan informasi cuaca (hujan). Panjang gelombang yang dipancarkan radar bervariasi mulai dari milimeter hingga meter. Gelombang radio/sinyal yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda tertentu akan ditangkap oleh radar. Dengan menganalisis sinyal yang dipantulkan tersebut, pemantul sinyal dapat ditentukan lokasinya dan melalui analisis lebih lanjut dari sinyal yang dipantulkan dapat juga ditentukan jenisnya. Meskipun sinyal yang diterima relatif lemah/kecil, namun radio sinyal tersebut dapat dideteksi dan diperkuat oleh penerima radar.

- **CDMA (*Code Division Multiple Access*)**

Code Division Multiple Access atau sering disingkat dengan CDMA adalah sebuah metode akses secara bersama (multipleks) yang membagi kanal dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada. CDMA mengacu pada sistem telepon seluler digital yang menggunakan skema akses secara bersama.



Gambar 4.Ilustrasi prinsip multiplekser pada CDMA

Dalam CDMA setiap pengguna menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu bersamaan tetapi menggunakan sandi unik yang saling ortogonal. Sandi sandi ini membedakan antara pengguna satu dengan pengguna yang lain. Ini berarti kapasitas dan

kualitas sistem dibatasi oleh daya interferensi yang timbul pada lebar bidang frekuensi yang digunakan.

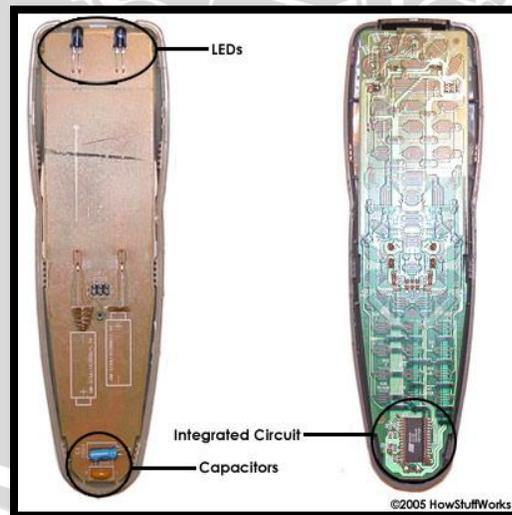
CDMA2000, yang juga dikenal sebagai *IMT Multi Carrier* adalah keluarga dari 3G [1] standar teknologi ponsel untuk mengirim suara, data, dan sinyal data antara ponsel dan situs sel. Tahapan evolusi dari teknologi CDMA 2000 ini adalah :

Voice : CDMA2000 1xRTT 1X Advance

Data : CDMA2000 1xEV-DO (Evolution-Data Optimized): Rilis 0, Revisi A, dan Revisi B, Ultra Mobile Broadband (UMB)

- ***Infra Red Remote Control***

Teknologi *remote-control* yang umum digunakan untuk aplikasi *home theater* dan *Air Conditioner* adalah inframerah (IR). Prinsip kerja dalam *remote control* IR adalah penggunaan cahaya Inframerah untuk membawa sinyal antara *remote control* dan perangkat itu mengarahkan. Cahaya inframerah sendiri adalah cahaya yang tak tampak dari bagian spektrum elektromagnetik.



Gambar 5. Komponen utama pada *IR Remote Control*

Pemancar pada IR remote control mengirimkan pulsa cahaya inframerah yang mewakili kode biner tertentu. Kode-kode biner sesuai dengan perintah, seperti *Power On / Off* dan *Volume Up*. Kemudian IR penerima di TV, Stereo, atau perangkat lain melakukan *decode*

pulsa cahaya ke dalam data biner (satu dan nol) yang bias terbaca oleh mikroprosesor sehingga bisa melaksanakan perintah yang sesuai.

2.4 Thermal Noise

Noise elektronik bisa terdapat di hampir semua sirkuit dan perangkat sebagai akibat dari thermal noise, yang juga dapat disebut Noise Johnson. Teknologi yang paling umum yang selalu menghadapi thermal noise adalah perangkat berbasis semikonduktor. Dalam setiap sirkuit elektronik, terdapat variasi acak dalam arus dan tegangan yang disebabkan oleh gerakan acak elektron yang membawa arus karena tersentak oleh energi panas dari gelombang elektromagnetik. Semakin rendah suhu semakin rendah pula thermal noise ini. Fenomena ini mungkin kecil namun sangat signifikan berbanding lurus dengan besar suhu atau tempertur dari sirkuit atau perangkat tersebut. Besar daya dari *noise* ini dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$P = k_B T \Delta f \quad (4)$$

Dengan

- P : Daya dari *thermal noise* (watt).
- k_B : Konstanta Boltzmann (joule per kelvin).
- T : Temperatur (kelvin).
- Δf : frekuensi dari *bandwidth* (herz).

$$V = \sqrt{4kTB R} \quad (5)$$

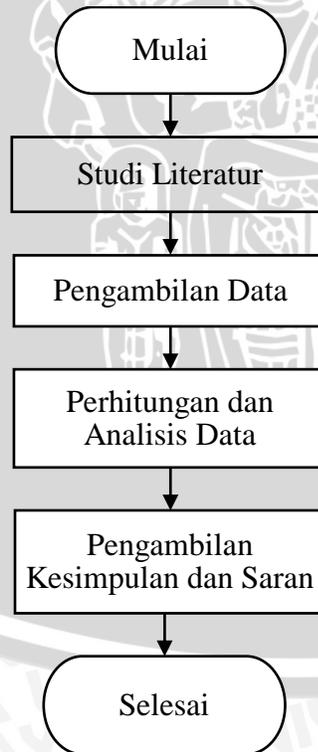
Dengan

- V : Tegangan RMS thermal noise (volt)
- k : Konstanta Boltzmann
- T : Temperatur (K)
- B : *Bandwidth* (hertz)
- R : Resistansi (ohm)

BAB III METODE PENELITIAN

Kajian yang digunakan dalam skripsi ini adalah kajian yang bersifat analisis, yang didasarkan pada studi literatur. Metode analisis yang digunakan adalah analisis matematis, yaitu dilakukan dengan mengumpulkan nilai-nilai parameter yang berupa data primer dan sekunder serta melakukan perhitungan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dijelaskan pada Bab II. Proses perhitungan dilakukan untuk menghitung besarnya thermal noise yang terjadi pada alat-alat telekomunikasi akibat dari radiasi gelombang elektromagnetik.

Dalam menyusun skripsi ini diperlukan tahapan-tahapan metode penelitian yang saling berhubungan dan berurutan. Hal ini bertujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal dalam pengerjaan skripsi ini. Susunan langkah yang akan dilakukan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan dalam skripsi ini, yaitu studi literatur, pengambilan data, perhitungan dan analisis data, serta pengambilan kesimpulan dan saran.



Gambar 6. Diagram alir metodologi penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini untuk mendukung tahap selanjutnya yaitu pengambilan data. Studi literatur juga digunakan untuk mendapatkan pembahasan dari rumusan masalah mengenai gelombang elektromagnetik, hubungannya dengan kalor dan pengaruhnya terhadap noise thermal. Studi literatur yang dilakukan adalah mengenai karakteristik, parameter, serta teori pengantar lain yang menunjang dalam penulisan skripsi ini.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan skripsi ini. Data-data yang diperlukan pada skripsi ini berupa data primer yang diperoleh melalui pengukuran langsung oleh penulis. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kamera *thermal* FLIR.

3.2.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

- **USB CDMA Modem Internet**

Modem merupakan objek yang diamati pada penelitian ini, modem yang digunakan adalah Smartfren USB modem Rev. A CE782 berikut gambar dan juga spesifikasinya.



Gambar 7. Smartfren USB modem Rev. A CE782
(sumber: smartfren)

Spesifikasi :

- CDMA 2000 1x EV-DO Rev. A 800/900Mhz
- Download up to 3.1 Mbps & Upload up 1.8 Mbps
- RUIM enable
- Support Windows 7/XP/Vista/OS X 10.5, 10.6 dan 10.7

- **Kamera FLIR (*Forward Looking Infra Red*)**

Merupakan kamera *thermal* dengan teknologi *Infra Red* yang digunakan untuk mengambil data, foto temperatur dari objek yang diamati.

Berikut merupakan gambar dan spesifikasi kamera FLIR E65



| Imaging and optical data | |
|--|---|
| IR resolution | 160 × 120 pixels |
| Thermal sensitivity/NETD | < 0.07°C @ +30°C (+86°F) / 70 mK |
| Field of view (FOV) / Minimum focus distance | 25° × 19° / 0.4 m (1.31 ft.) |
| Spatial resolution (IFOV) | 2.72 mrad |
| Image frequency | 60 Hz |
| Focus | Manual |
| Zoom | 2x digital zoom, including panning |
| Focal Plane Array (FPA) / Spectral range | Uncooled microbolometer / 7.5–13 μm |
| Image presentation | |
| Display | Touch screen, 3.5 in. LCD, 320 × 240 pixels |
| Image modes | IR image, visual image, picture in picture, thumbnail gallery |
| Picture in Picture | IR area on visual image |

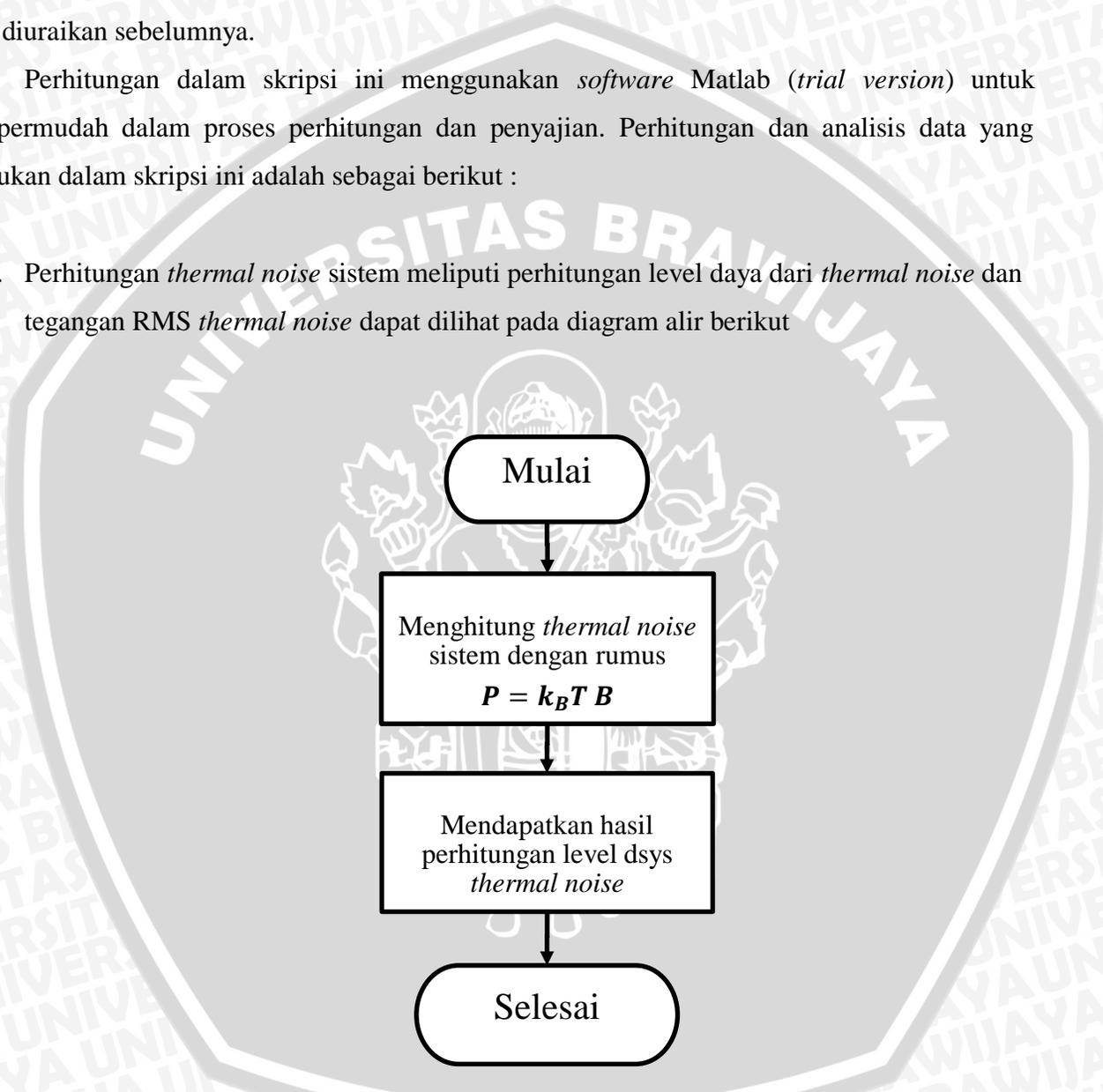
Gambar 8. Foto dan spesifikasi kamera FLIR E65
(Sumber : FLIR Catalog product)

3.3 Perhitungan dan Analisis Data

Metode perhitungan dan analisis data yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah menghitung nilai parameter dari data primer yang sesuai dengan rumus dan persamaan yang benar. nilai yang diperoleh digunakan untuk analisis berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya.

Perhitungan dalam skripsi ini menggunakan *software* Matlab (*trial version*) untuk mempermudah dalam proses perhitungan dan penyajian. Perhitungan dan analisis data yang dilakukan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan *thermal noise* sistem meliputi perhitungan level daya dari *thermal noise* dan tegangan RMS *thermal noise* dapat dilihat pada diagram alir berikut



Gambar 9. Diagram alir Perhitungan level daya Thermal Noise.

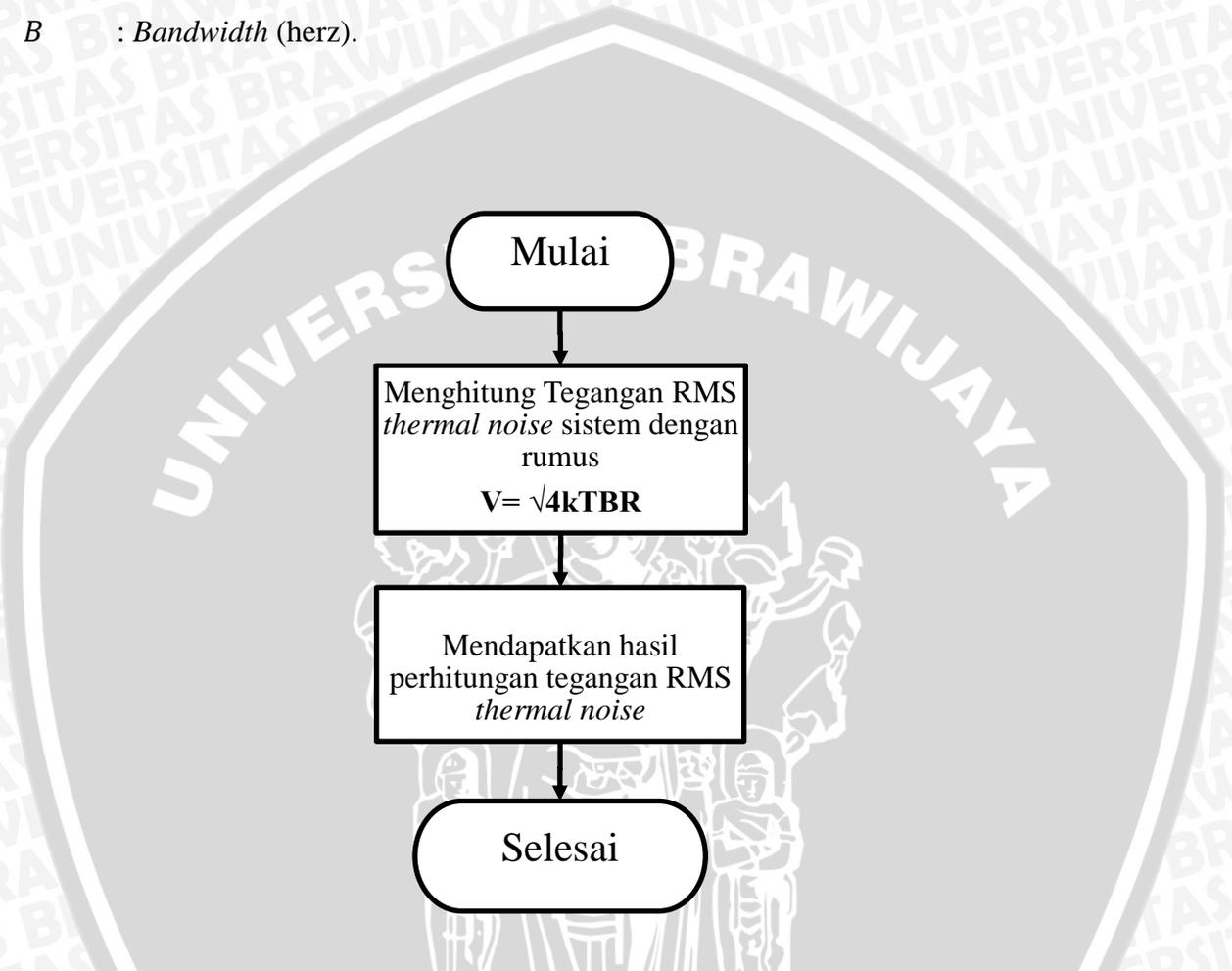
Dengan

P : Daya dari *thermal noise* (watt).

k_B : Konstanta Boltzmann (joule per kelvin).

T : Temperatur (kelvin).

B : *Bandwidth* (herz).



Gambar 10. Diagram alir perhitungan tegangan RMS *thermal noise*.

Dengan

V : Tegangan RMS thermal noise (volt)

k : Konstanta Boltzmann

T : Temperatur (K)

B : *Bandwidth* (hertz)

R : Resistansi (ohm)

- Perintah untuk melakukan perhitungan dengan aplikasi matlab

Berikut adalah perintah yang digunakan untuk melakukan perhitungan menggunakan *software* Matlab

Input data :

$T = 10:1:1000$; (Temperature)

$K = 1.3803 \cdot 10^{-23}$; (Konstanta Boltzmann)

$B = 10^6$; (Bandwidth)

$P = K \cdot T \cdot B$; Rumus perhitungan Level daya thermal noise (watt)

$R = 50$ (Resistansi)

$P_{in_dB} = 10 \cdot \log_{10}(P)$; Perhitungan level daya *thermal noise* (dB)

$P_{in_dBm} = 10 \cdot \log_{10}(P/0.001)$; Level daya *thermal noise* (dBm)

$V = \sqrt{4 \cdot K \cdot T \cdot B \cdot R}$ perhitungan Tegangan RMS *thermal noise* (volt)

Menampilkan grafik :

```
semilogy(T,P_in_dBm)
```

```
title('Grafik Level Daya Thrmal Noise terhadap Temperatur')
```

```
xlabel('Temperature (Kelvin)')
```

```
ylabel('Thermal Noise in dBm')
```

3.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan ringkasan akhir dari pemecahan masalah. Pada tahapan ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori, hasil perhitungan serta analisis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas analisis perhitungan mengenai kalor sistem, energi photon sistem dan *thermal noise* pada suatu perangkat penerima *wireless*. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis matematis, yaitu dilakukan dengan mengumpulkan nilai-nilai parameter yang berupa data primer dan sekunder serta melakukan perhitungan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dijelaskan pada Bab II. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program Matlab 7.0 (R14). Hasil perhitungan kalor, energi photon dan *thermal noise* pada perangkat penerima *wireless* adalah hasil yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini.

4.1 Analisis Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Besar *Thermal Noise*

Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi *thermal noise* dilakukan dengan cara melakukan simulasi. Simulasi yang dilakukan dengan menghitung secara matematis level daya dan tegangan dari *thermal noise* dengan melakukan perubahan nilai dari parameter yang diamati pengaruhnya terhadap daya dan tegangan dari *thermal noise* nya.

Tabel 1. Tabel Rumus dan Parameter Simulasi

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Rumus level daya Thermal noise | $P = k_B T B$ |
| Rumus Tegangan RMS Thermal noise | $V = \sqrt{4k_B TBR}$ |
| Bandwidth (B) | 1 hertz – 10000 hertz |
| Resistansi (R) | 0.05k Ω – 2.5 k Ω |
| Temperature (T) | 123.16° K - 1023.16° K |

Parameter yang diubah-ubah untuk mengamati bagaimana pengaruhnya terhadap *thermal noise* adalah *bandwidth*, resistansi dan temperature. Kemudian rumus yang digunakan adalah rumus level daya dan tegangan RMS dari thermal noise yang semuanya dapat dilihat pada tabel diatas.

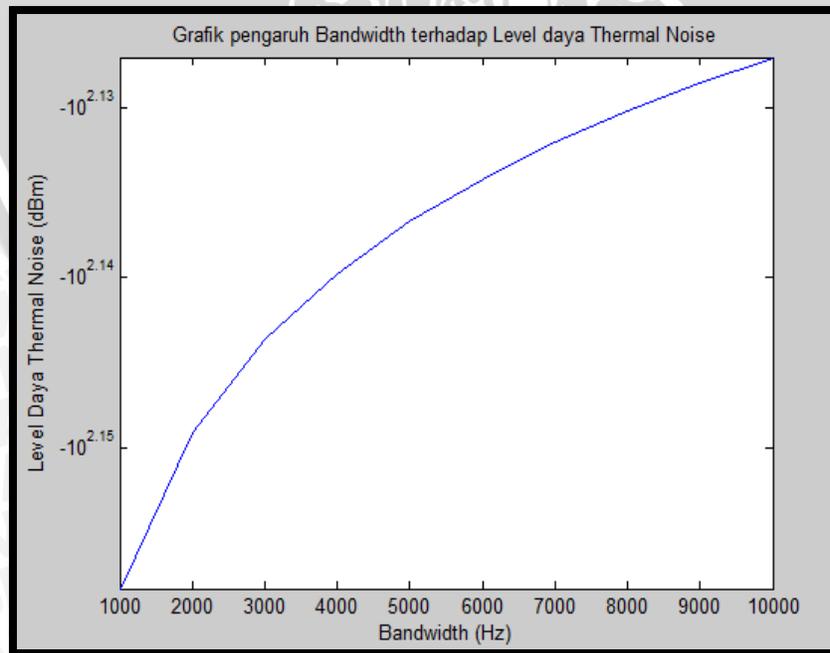
4.1.1 Analisis Pengaruh *Bandwidth* terhadap *Thermal Noise*

Berikut merupakan tabel dari perhitungan level daya dan tegangan RMS dari *thermal noise* pada suatu sistem dengan parameter resistansi sebesar 50Ω , temperature sebesar 290°K (suhu ruangan), dan dengan *bandwidth* yang berbeda – beda, mulai dari 1Hz - 10kHz

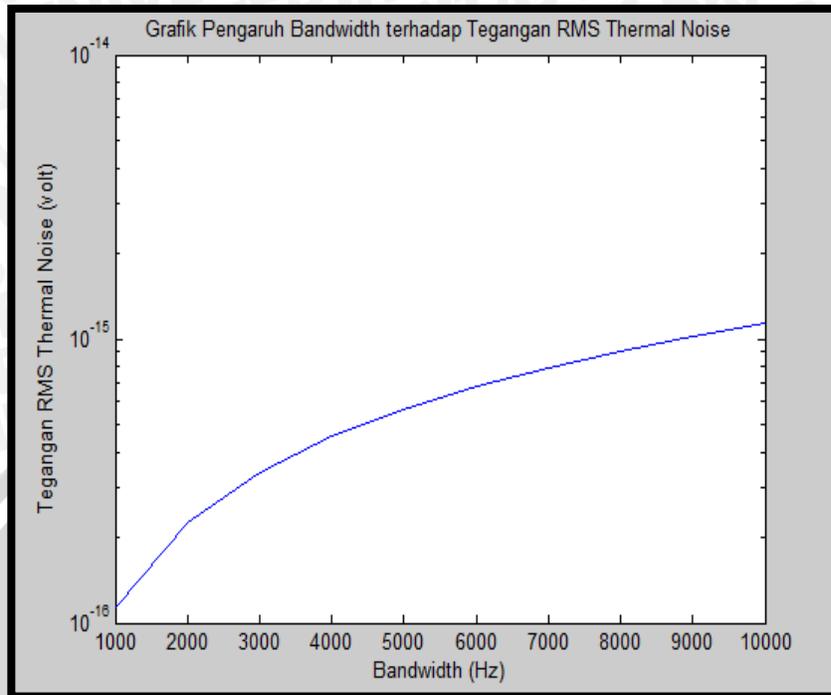
Tabel 2. Tabel data simulasi Bandwidth

| Bandwidth (Hz) | Level Daya Thermal Noise (dBm) | Tegangan RMS Thermal Noise (nV) |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1000 | -143.9 | 0.000000113 |
| 2000 | -140.9 | 0.000000227 |
| 3000 | -139.2 | 0.000000340 |
| 4000 | -137.9 | 0.000000453 |
| 5000 | -136.9 | 0.000000566 |
| 6000 | -136.1 | 0.000000680 |
| 7000 | -135.5 | 0.000000793 |
| 8000 | -134.9 | 0.000000906 |
| 9000 | -134.4 | 0.000001020 |
| 10000 | -133.9 | 0.000001133 |

Berdasarkan data dalam tabel diatas, apabila ditampilkan ke dalam bentuk grafik maka dapat dilihat dengan jelas bagaimana hubungan *bandwidth* dalam pengaruhnya terhadap level daya dan tegangan RMS thermal noise.



Gambar 11. Grafik *bandwidth* terhadap level daya *thermal noise*



Gambar 12. Grafik *bandwidth* terhadap tegangan RMS *thermal noise*

Hubungan *bandwidth* terhadap level daya *thermal noise* adalah semakin besar *bandwidth* maka semakin besar pula level daya *thermal noise* nya. Begitu pula dengan tegangan RMS *thermal noisenya*, semakin besar *bandwidth* maka semakin besar pula tegangan RMS *thermal noise*. *Thermal noise* bersifat proporsional terhadap *bandwidth*, dua kali lipat besar *bandwidth* maka daya dari *thermal noise* bertambah (+3dBm), dan jika 10 kali lipat besar *bandwidth* maka *thermal noise* nya bertambah (+10dBm).

Tabel 3. Tabel *thermal noise* pada beberapa *bandwidth* aplikasi telekomunikasi *wireless*

| <i>Bandwidth</i> (Hz) | <i>Thermal Noise Power</i> (dBm) |
|------------------------|----------------------------------|
| 1 | -174 |
| 10 | -164 |
| 100 | -154 |
| 1k | -144 |
| 10k | -134 |
| 100k | -124 |
| 200k (GSM channel) | -121 |
| 1M (Bluetooth channel) | -114 |
| 5M (WCDMA channel) | -107 |
| 10M | -104 |
| 20M (wifi channel) | -101 |

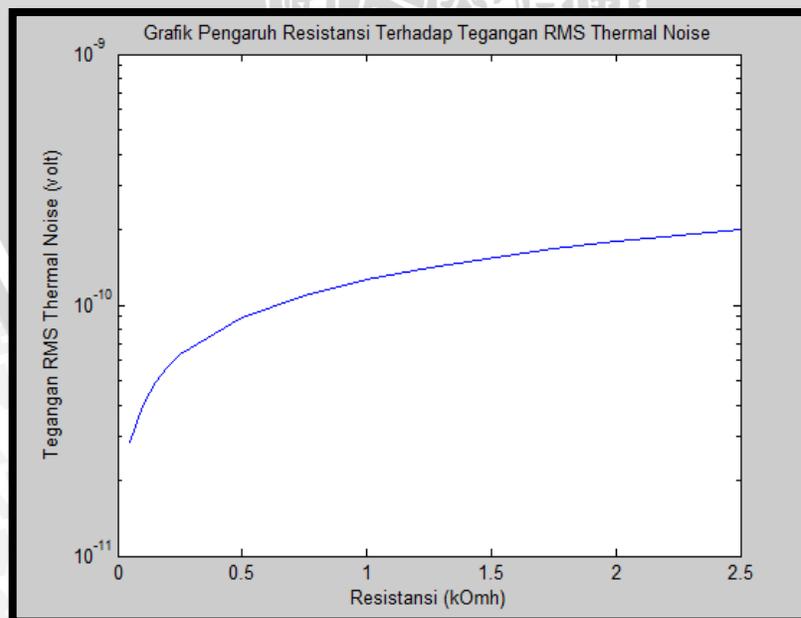
4.1.2 Analisis Pengaruh Resistansi terhadap Tegangan RMS *Thermal Noise*

Berikut merupakan tabel dari perhitungan level daya dan tegangan RMS dari *thermal noise* pada suatu sistem dengan parameter frekuensi sebesar 1 Hz, temperature sebesar 290°K (suhu ruangan), dan dengan *resistansi* yang bervariasi, mulai dari 50 Ω – 2500 Ω.

Tabel 4. Data simulasi pengaruh resistansi terhadap tegangan RMS *thermal noise*

| Resistansi (kΩ) | Tegangan RMS <i>Thermal Noise</i> (nV) |
|-----------------|---|
| 0.05 | 0.0283 |
| 0.1 | 0.0400 |
| 0.15 | 0.0490 |
| 0.2 | 0.0566 |
| 0.25 | 0.0633 |
| 0.5 | 0.0895 |
| 0.75 | 0.1096 |
| 1 | 0.1266 |
| 1.25 | 0.1415 |
| 1.75 | 0.1674 |
| 2 | 0.1790 |
| 2.5 | 0.2001 |

Setelah didiapatkan data dari hasil simulasi dalam tabel diatas, untuk kemudian data ditampilkan dalam bentuk grafik



Gambar 13. Grafik hubungan Resistansi terhadap tegangan RMS *thermal noise*

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa resistansi tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap tegangan RMS dari *thermal noise*, atau bisa disebut memiliki pengaruh yang tidak langsung. Secara teori besar resistansi akan mempengaruhi temperatur dari suatu perangkat semikonduktor yang teraliri arus, semakin besar resistansi maka semakin besar temperatur yang terjadi pada perangkat semi konduktor tersebut. Oleh karena itu pengaruh dari resistansi tidak terlalu signifikan terhadap tegangan RMS *thermal noise*.

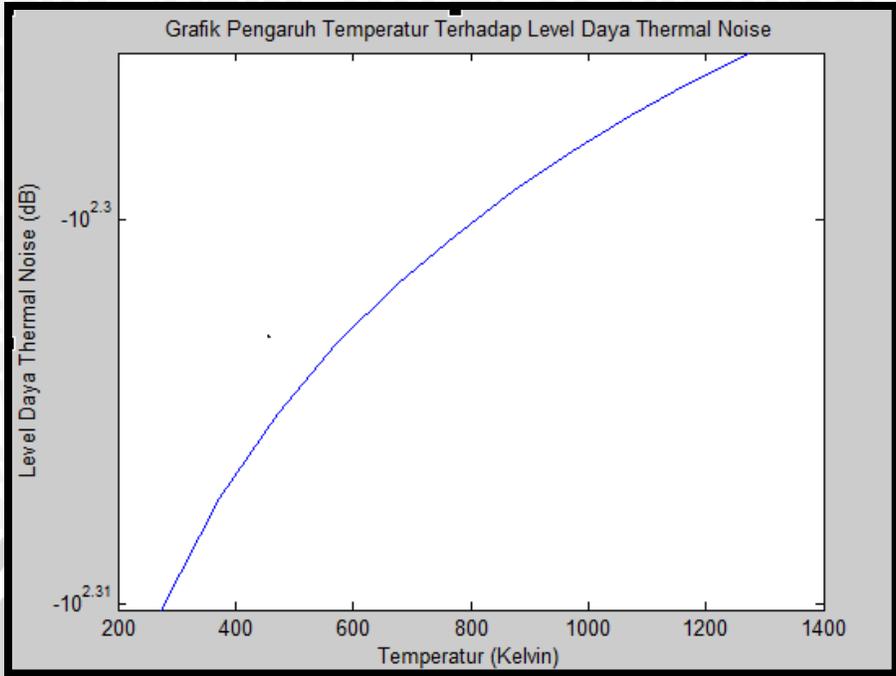
4.1.3 Analisis Pengaruh Temperatur terhadap *Thermal Noise*

Berikut merupakan tabel dari perhitungan level daya dan tegangan RMS dari *thermal noise* pada suatu sistem dengan parameter frekuensi sebesar 1 Hz, resistansi 50Ω, dan dengan parameter temperatur yang bervariasi mulai dari 273.16K - 1273.16K.

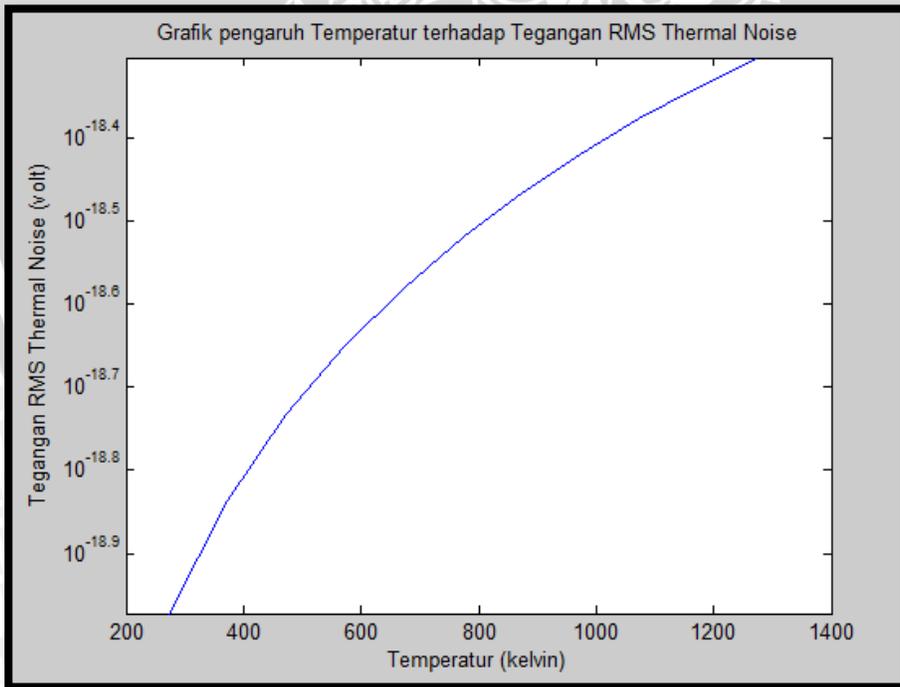
Tabel 5. Tabel data Simulasi hubungan Temperatur terhadap Thermal noise

| Temperature (K) | Level Daya <i>Thermal Noise</i> (dBm) | Tegangan RMS <i>Thermal Noise</i> (nV) |
|-----------------|---------------------------------------|--|
| 273.16 | -174.2 | 0.1066E-09 |
| 373.16 | -172.9 | 0.1457E-09 |
| 473.16 | -171.8 | 0.1847E-09 |
| 573.16 | -171 | 0.2238E-09 |
| 673.16 | -170.3 | 0.2628E-09 |
| 773.16 | -169.7 | 0.3018E-09 |
| 873.16 | -169.2 | 0.3409E-09 |
| 973.16 | -168.7 | 0.3799E-09 |
| 1073.16 | -168.3 | 0.4190E-09 |
| 1173.16 | -167.9 | 0.4580E-09 |
| 1273.16 | -167.6 | 0.4971E-09 |

Untuk mempermudah analisis dari data yang sudah didapat diatas, maka data ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga bisa terlihat bagaimana pengaruh temperature terhadap level daya *thermal noise* dan tegangan RMS *thermal noise*. Pada gambar 14. dapat dilihat bahwa level daya *thermal noise* berbanding lurus besarnya dengan besarnya temperature, artinya temperature memiliki pengaruh besar terhadap level daya dari *thermal noise*. Begitu juga dengan tegangan RMS dari *thermal noise* juga akan meningkat seiring dengan besarnya temperature, gambar 15.



Gambar 14. Grafik Hubungan Temperatur Terhadap level daya Thermal Noise



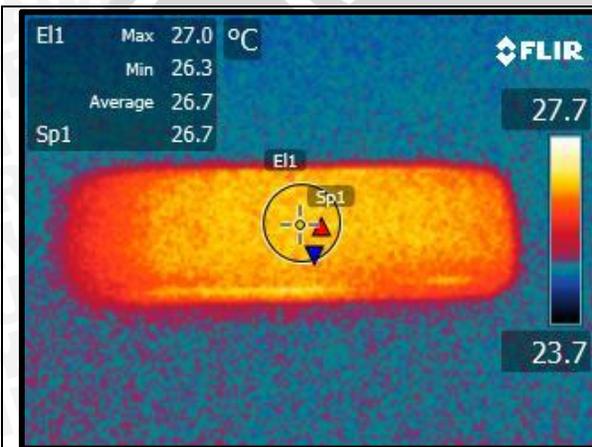
Gambar 15. Grafik Hubungan Temperatur Terhadap Tegangan RMS Thermal Noise

4.2 Pengamatan Thermal Noise pada perangkat USB Modem CDMA

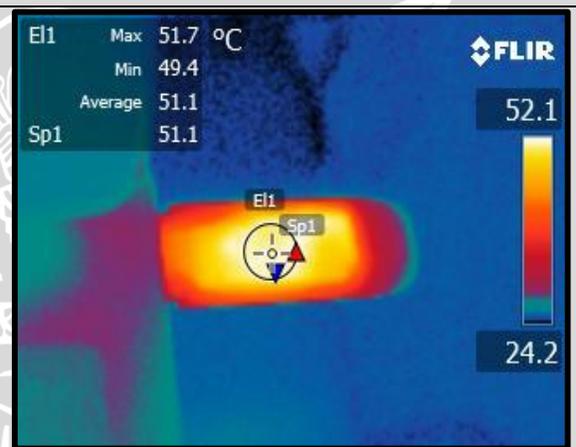
Untuk melakukan studi lebih lanjut kami melakukan pengamatan *thermal noise* pada sebuah Modem Internet CDMA. Pengambilan data dilakukan dengan cara memfoto modem yang aktif atau *online* dengan kamera FLIR, kemudian kita akan mendapatkan data mengenai temperature modem tersebut dari hasil gambar kamera FLIR.

4.2.1 Data Hasil Percobaan

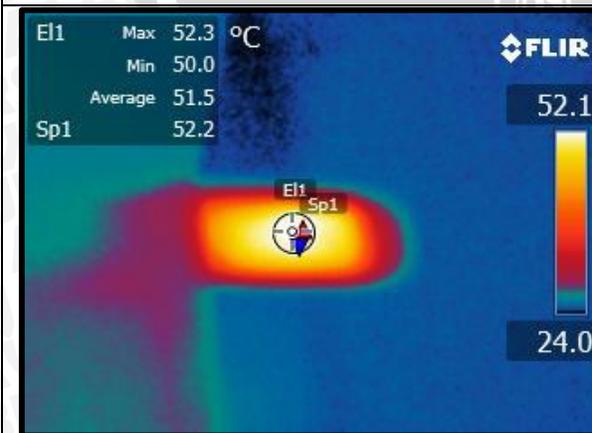
Percobaan dilakukan dengan kondisi sinyal modem *excellent*, atau sangat bagus. Berikut adalah gambar yang diperoleh dengan kamera FLIR pada modem yang aktif, percobaan dilakukan dalam waktu 60 menit, dan pengambilan gambar dilakukan dengan interval 10 menit.



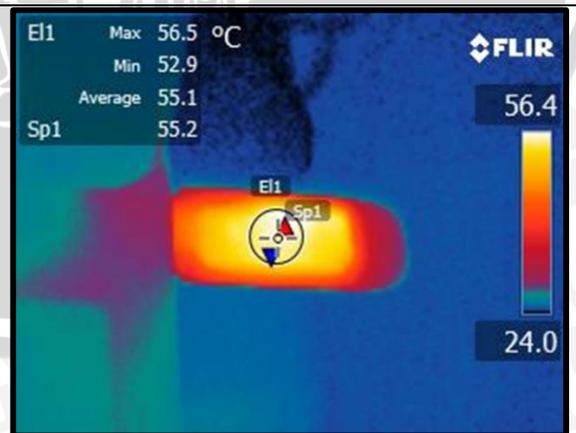
Gambar 16. Foto thermal dari modem pada saat 0 menit.



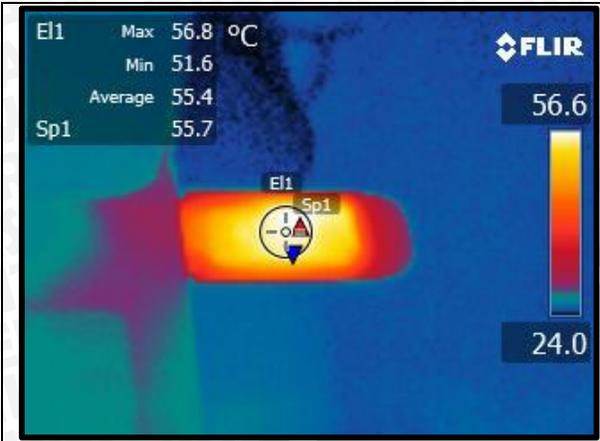
Gambar 17. Foto thermal dari modem pada saat online selama 10 menit



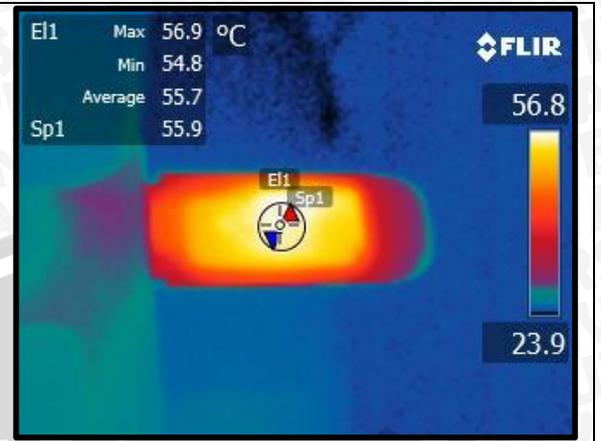
Gambar 18. Foto thermal dari modem pada saat online selama 20 menit



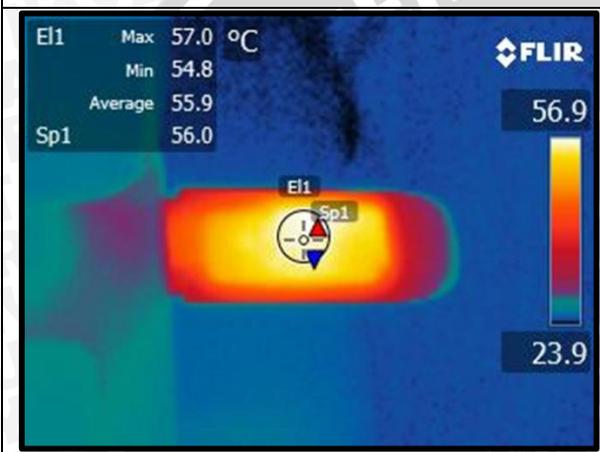
Gambar 19. Foto thermal dari modem pada saat online selama 30 menit



Gambar 20. Foto thermal dari modem pada saat online selama 40 menit



Gambar 21. Foto thermal dari modem pada saat online selama 50 menit



Gambar 22. Foto thermal dari modem pada saat online selama 60 menit

Berdasarkan data yang berupa foto *thermal* , diperoleh temperatur dari modem internet yang diamati, berikut adalah data temperatur dalam bentuk tabel.

Tabel 6. Tabel Data Temperatur USB Modem CDMA

| NO | Durasi Online (menit) | T Maks (celcius) | T Min (celcius) | T Rata-Rata (celcius) | ΔT |
|----|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------|
| 1 | 0 | 27 | 27 | 27 | 0 |
| 2 | 10 | 51.7 | 49.4 | 51.1 | 24.1 |
| 3 | 20 | 52.3 | 50 | 51.5 | 24.5 |
| 4 | 30 | 56.5 | 52.9 | 55.1 | 28.1 |
| 5 | 40 | 56.8 | 51.6 | 55.4 | 28.4 |
| 6 | 50 | 56.9 | 54.8 | 55.7 | 28.7 |
| 7 | 60 | 57 | 54.8 | 55.9 | 28.9 |

4.2.2 Perhitungan *Thermal Noise* pada Modem CDMA

Perhitungan thermal noise pada modem CDMA dilakukan dengan memasukkan parameter yang telah diketahui dari spesifikasi modem dan juga dari data yang telah diambil pada rumus level daya dan tegangan RMS thermal noise yang sudah dibahas sebelumnya pada bab III, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Tabel Data Level Daya dan Tegangan RMS *Thermal Noise* pada Modem CDMA

| Durasi Online (menit) | Level Daya Thermal Noise Modem(dBm) | Tegangan RMS Thermal Noise Modem (μ V) |
|--------------------------|--|--|
| 0 | -106.8 | 2.0356 |
| 10 | -106.5 | 2.1158 |
| 20 | -106.5 | 2.1171 |
| 30 | -106.4 | 2.1288 |
| 40 | -106.4 | 2.1298 |
| 50 | -106.4 | 2.1308 |
| 60 | -106.4 | 2.1314 |

4.2.3 Uji Performansi Modem CDMA

Uji performansi dilakukan dengan cara melakukan uji pada *Ping*, *packet loss* dan *Jitter* dengan menggunakan aplikasi yang bernama Pingtest. *Ping* adalah sebuah mekanisme untuk mencari hubungan dua buah komputer apakah terhubung atau tidak, dan jika terhubung ping akan menunjukkan berapa kecepatan yang dibutuhkan untuk suatu paket data sampai dari komputer satu ke komputer yang lain. Sedangkan *Jitter* adalah variasi dari waktu kedatangan paket data. Dalam komunikasi digital pengiriman data dilakukan dalam bentuk paket-paket data yang dikirim secara bersamaan, namun walaupun dikirim secara bersamaan untuk kedatangan paket data ini memungkinkan tidak datang secara bersama-sama, perbedaan waktu kedatangan inilah yang disebut *Jitter*. Kemudian untuk pengertian Packet loss, adalah paket data yang dikirim kemudian tidak pernah sampai ke tujuan dan artinya data tersebut hilang.

Uji performansi modem dilakukan dengan mengamati 3 parameter tersebut dengan menggunakan aplikasi bernama Pingtest, dimana akan dilakukan pengujian hubungan koneksi antara komputer dari user ke server yang berada di, Singapura dan Philipina, untuk data lebih lengkapnya ada pada tabel 8 - 10.

Tabel 8. Tabel Data hasil Uji Pingtest Server Singapura

| Durasi Online (menit) | Ping (ms) | Jitter (ms) | Packet Loss |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|
| 0 | 104 | 7 | 0% |
| 10 | 103 | 11 | 0% |
| 20 | 329 | 237 | 0% |
| 30 | 333 | 213 | 0% |
| 40 | 502 | 266 | 0% |
| 50 | 111 | 15 | 0% |
| 60 | 115 | 22 | 0% |

Tabel 9. Tabel Data hasil Uji Pingtest Server Metro Manila, Philipina

| Durasi Online (menit) | Ping (ms) | Jitter (ms) | Packet Loss |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|
| 0 | 166 | 33 | 0% |
| 10 | 140 | 5 | 0% |
| 20 | 205 | 78 | 0% |
| 30 | 195 | 75 | 3% |
| 40 | 242 | 80 | 0% |
| 50 | 175 | 10 | 0% |
| 60 | 168 | 22 | 0% |

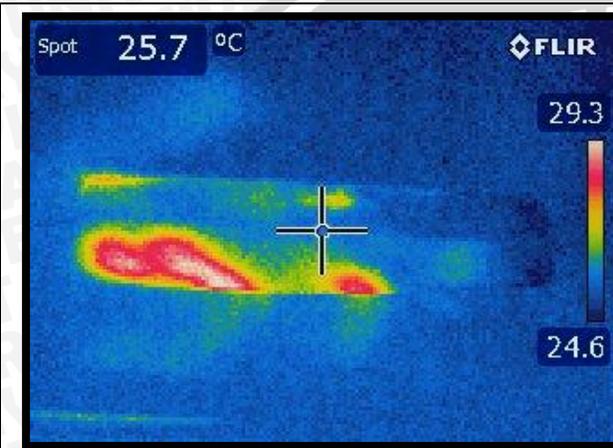
Tabel 10. Tabel Data hasil Uji Pingtest Server Quezon City, Philipina

| Durasi Online (menit) | Ping (ms) | Jitter (ms) | Packet Loss |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|
| 0 | 252 | 141 | 2% |
| 10 | 281 | 285 | 2% |
| 20 | 132 | 49 | 3% |
| 30 | 1216 | 1458 | 9% |
| 40 | 166 | 86 | 4% |
| 50 | 216 | 202 | 6% |
| 60 | 153 | 58 | 6% |

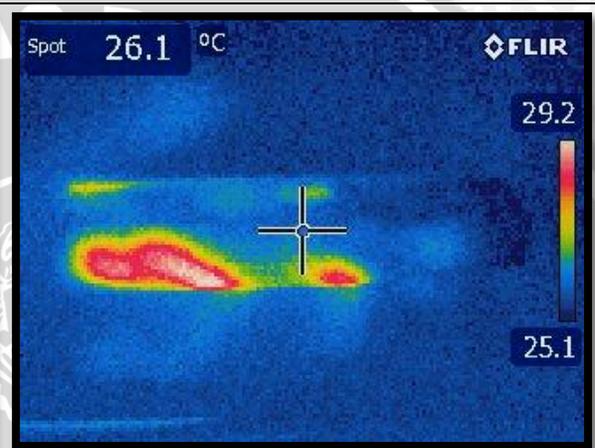
4.3 Pengamatan *Thermal Noise* pada perangkat *Infrared Remote Control*

Untuk mendapatkan perbandingan kami melakukan pengamatan *thermal noise* pada sebuah *Infrared Remote Control*. Pengambilan data dilakukan dengan cara memfoto perangkat *Infrared Remote Control* yang aktif atau sedang digunakan dengan kamera FLIR, kemudian kita akan mendapatkan data mengenai temperature *Infrared Remote Control* tersebut dari hasil gambar kamera FLIR.

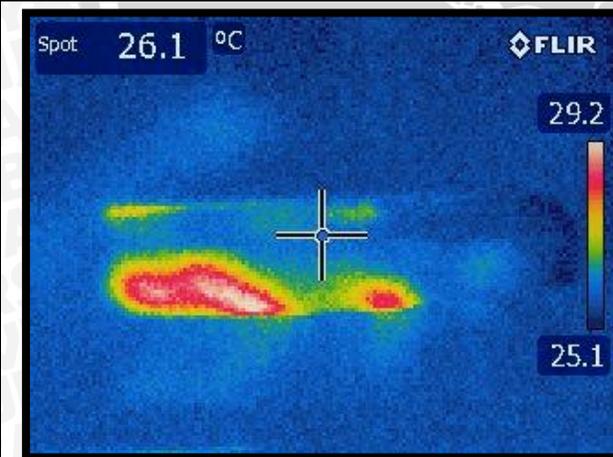
4.3.1 Data Hasil Percobaan



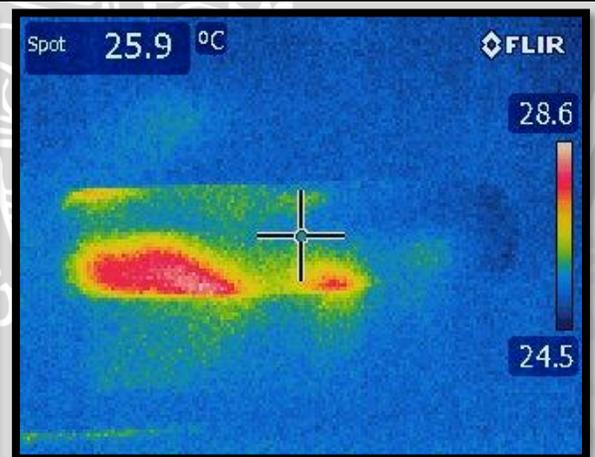
Gambar 23. foto *thermal IR Remote Control*



Gambar 24. foto *thermal IR Remote Control*



Gambar 25. foto *thermal IR Remote Control*



Gambar 26. foto *thermal IR Remote Control*

Tabel 11. Data Temperatur *IR Remote Control*

| Nomer Foto Thermal | Temperatur <i>IR Remote Control</i> (°C) |
|--------------------|--|
| 23 | 25.7 |
| 24 | 26.1 |
| 25 | 26.1 |
| 26 | 25.9 |

4.3.2 Perhitungan *Thermal Noise* pada pada perangkat *Infrared Remote Control*

Perhitungan thermal noise pada *Infrared Remote Control* dilakukan dengan memasukkan parameter yang telah diketahui

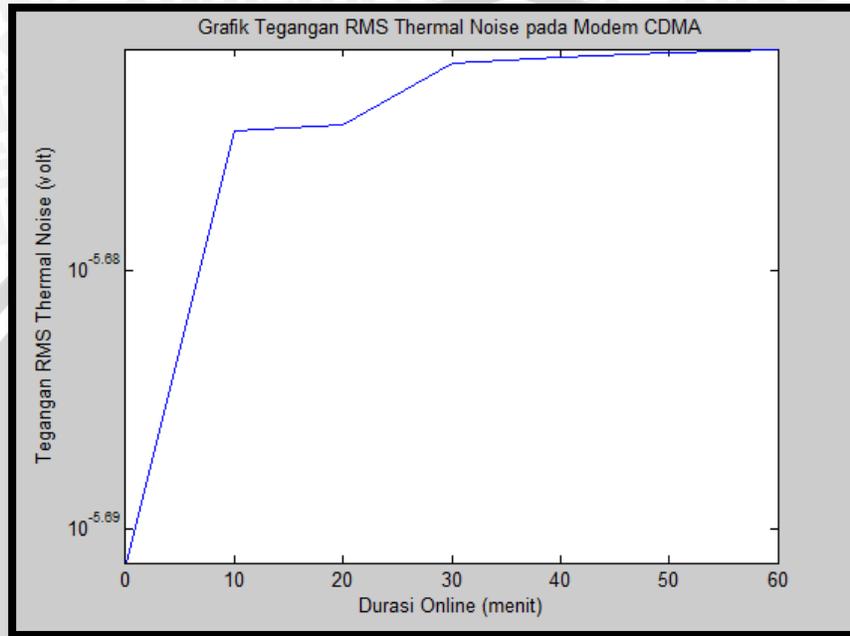
dari spesifikasi *Infrared Remote Control* dan juga dari data yang telah diambil pada rumus level daya dan tegangan RMS *thermal noise* yang sudah dibahas sebelumnya pada bab III, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Data Tegangan RMS dan Level Daya Thermal Noise pada IR Remote Control

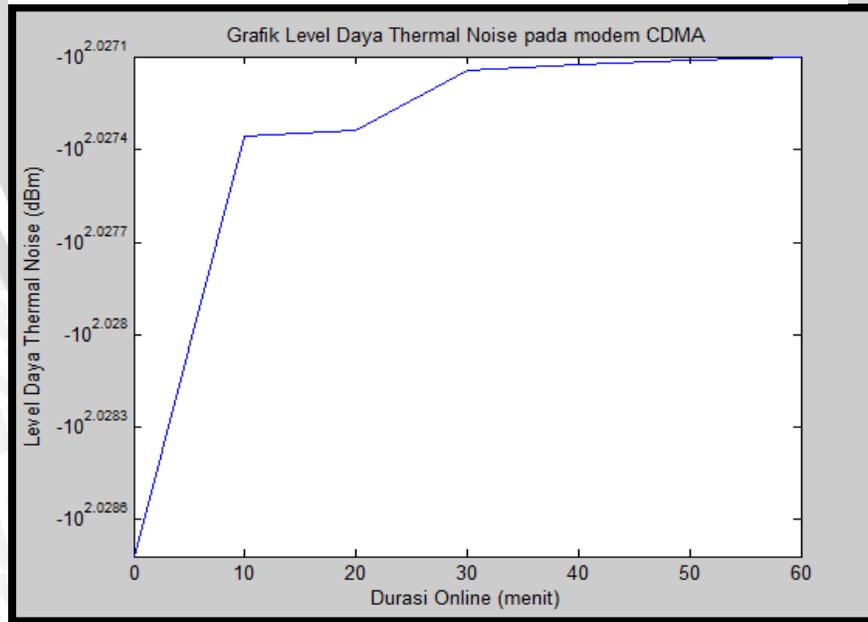
| Temperatur <i>IR Remote Control</i> (°C) | Tegangan RMS <i>Thermal Noise</i> (µV) | Level Daya <i>Thermal Noisem</i> (dBm) |
|--|--|--|
| 25.7 | 4.541 | -99.8676 |
| 26.1 | 4.545 | -99.8604 |
| 26.1 | 4.545 | -99.8604 |
| 25.9 | 4.543 | -99.8633 |

4.4 Analisis Hasil Pengamatan *Thermal Noise* pada Modem CDMA dan *IR Remote Control*

Berikut adalah Grafik perbandingan Daya dan Tegangan RMS dari *Thermal Noise* yang terjadi pada Modem CDMA selama durasi online 60 menit.

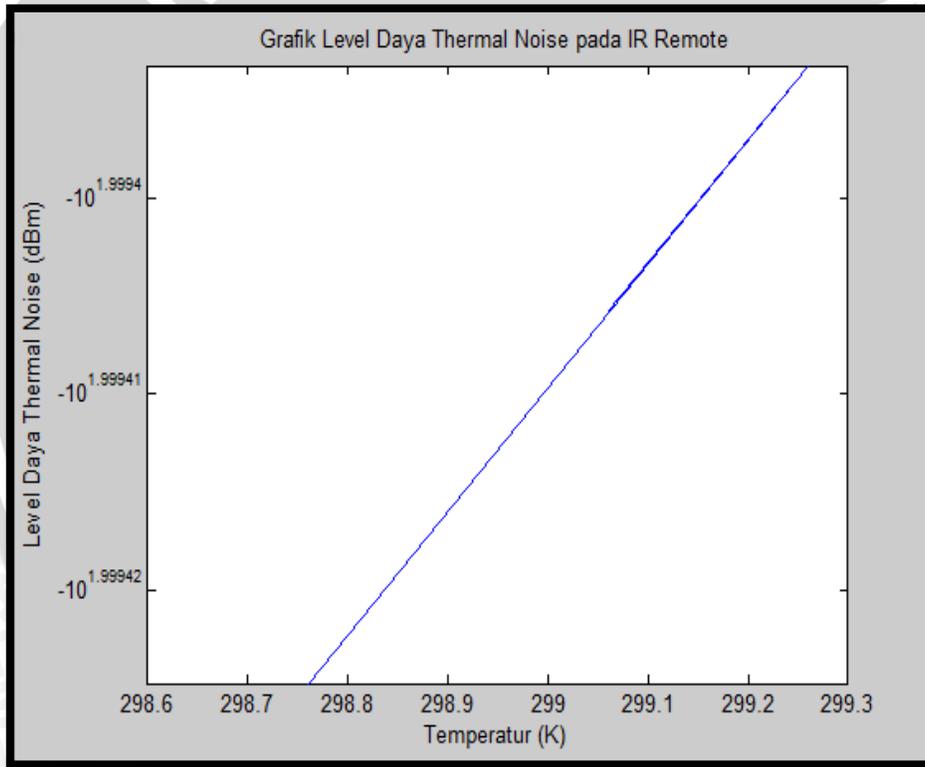


Gambar 27. Grafik Tegangan RMS *Thermal Noise* pada Modem CDMA selama Durasi online 60 menit

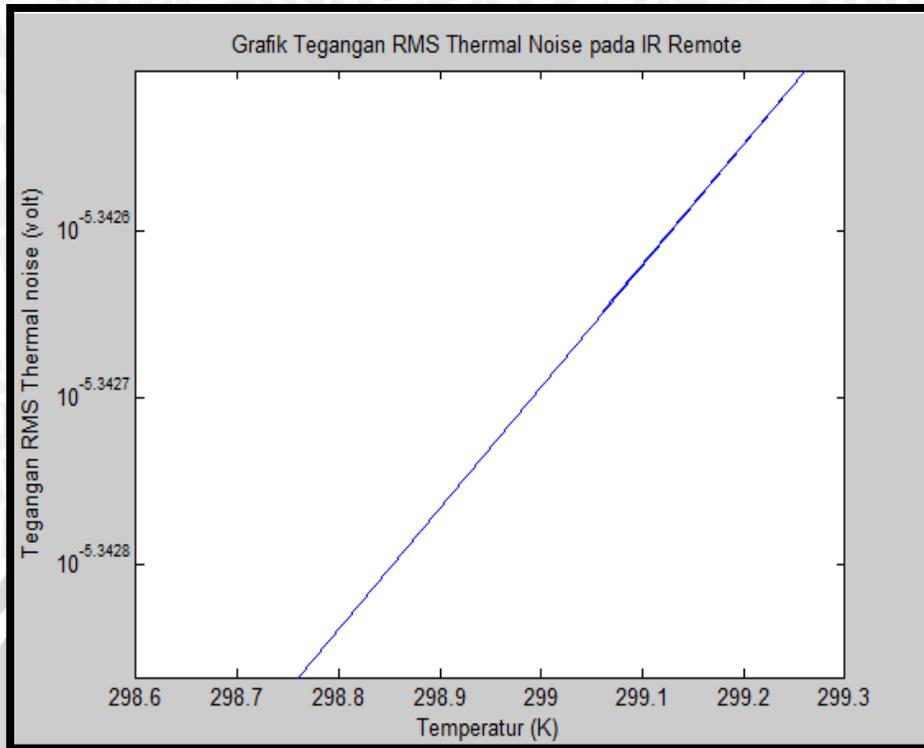


Gambar 28. Grafik Level Daya *Thermal Noise* Modem CDMA selama Durasi online 60 menit

Dapat diamati pada gambar 27. dan gambar 28, dari grafik tersebut bisa diamati naiknya level daya *thermal noise* diikuti dengan naiknya tegangan RMS *thermal noise*. Daya *thermal noise* pada awal percobaan (menit ke-0) sebesar -106.8dBm, kemudian menit ke-10 sampai menit ke-20 naik menjadi -106.5dBm. Setelah 30 menit percobaan level daya *thermal noise* bertahan pada -106.4dBm sampai akhir percobaan, yaitu menit ke-60. Untuk tegangan RMS *thermal noise* pada modem CDMA diawal percobaan (menit ke-0) adalah 2.0356 μV , pada menit ke-10 tegangan RMS menjadi 2.1158 μV , menit ke-20 sebesar 2.1171 μV , menit ke-30 sebesar 2.1288 μV , menit ke-40 sebesar 2.1298 μV , menit ke-50 sebesar 2.1308 μV , dan pada akhir percobaan (menit ke-60) tegangan RMS *thermal noise* pada modem CDMA sebesar 2.1314 μV .



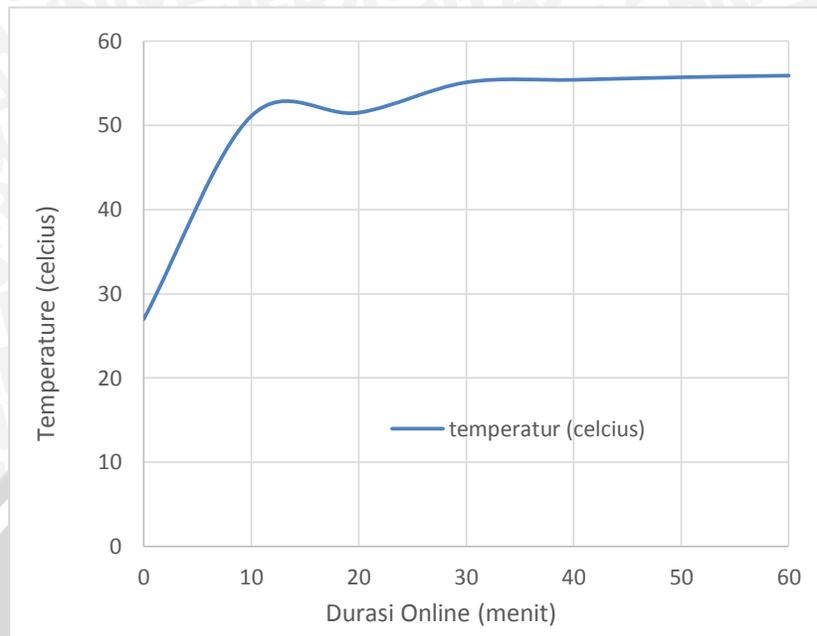
Gambar 29. Grafik Level Daya Thermal Noise pada IR Remote Control



Gambar 30. Grafik Tegangan RMS *Thermal Noise* pada IR Remote Control

Pengamatan *thermal noise* pada IR Remote Control berdasarkan data yang diambil level daya *thermal noise* pada IR Remote Control sebesar -99.8676dBm, -99.8604dBm, -99.8604dBm dan -99.8633dBm. Tegangan RMS *thermal noise* pada IR Remote Control sebesar 4.541 μV , 4.545 μV , 4.545 μV , dan 4.543 μV . Grafik hasil pengamatan *thermal noise* pada IR Remote Control bisa dilihat pada gambar 29. dan gambar 30.

Ketika dibandingkan antara *thermal noise* yang terjadi pada modem CDMA dan IR Remote Control maka *thermal noise* pada IR Remote Control cenderung lebih besar. Kembali besar level daya *thermal noise* pada Modem CDMA puncaknya sebesar -106.4dBm, sedangkan pada IR Remote Control level daya *thermal noise* mencapai -99.8633dBm. Untuk tegangan RMS *thermal noise* pada modem CDMA sebesar 2.1314 μV , sedangkan pada IR Remote Control tegangan RMS *thermal noise* sebesar 4.545 μV . Maka dapat disimpulkan *thermal noise* pada IR Remote Control lebih besar daripada *thermal noise* yang terjadi pada Modem CDMA.

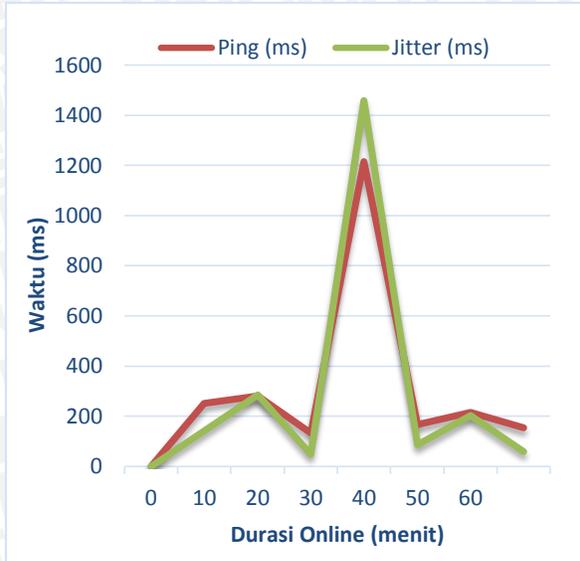


Gambar 31. Grafik Temperatur Modem CDMA selama durasi pemakaian 60 menit

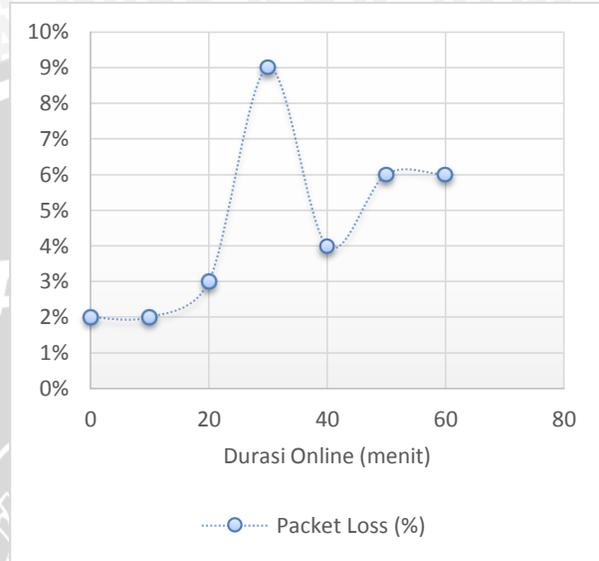
Pada grafik temperature modem CDMA dapat dilihat temperature awal dari modem CDMA ketika awal percobaan (menit ke-0) adalah 27°C dan hingga pada puncaknya temperatur menjadi 55.9°C di akhir percobaan (menit ke-60). Jika diamati sebenarnya temperatur pada modem CDMA jauh lebih besar dibandingkan temperatur pada *IR Remote Control* yang maksimal sebesar 26.1°C, namun *thermal noise* yang terjadi pada *IR Remote Control* justru lebih besar. Hal ini terjadi karena perbedaan *bandwidth* dari gelombang untuk media transmisi dari keduanya, pada modem CDMA *bandwidth* sebesar 5MHz sedangkan pada *IR Remote Control* yang memakai LED *Infrared* memiliki *bandwidth* sebesar 25MHz.

Berdasarkan teori *Johnson–Nyquist* untuk *thermal noise*, besar *noise* yang diakibatkan oleh temperatur pada suhu ruangan berbanding lurus dengan lebar *bandwidth* saluran tersebut. Artinya besar *thermal noise* sangat dipengaruhi oleh *bandwidth*, semakin besar *bandwidth* maka semakin besar *thermal noise* yang terjadi.

Analisis selanjutnya adalah bagaimana pengaruh *thermal noise* yang terjadi terhadap performansi modem CDMA itu sendiri.



Gambar 33. Grafik *Ping*, *Jitter* modem CDMA dengan server Quezon City, Philipina.



Gambar 32. Grafik *Packet Loss* modem CDMA dengan server Quezon City Philipina

Pada grafik diatas data yang dipakai adalah data uji *Ping*, *Jitter* dan *Packet Lost* dengan server tujuan yang berada di Quezon city, Philipina. Dapat diamati pada awal percobaan (menit ke-0) ping sebesar 252ms, jitter sebesar 141ms, dan packet loss sebesar 2%. Kemudian pada menit ke-20 ping sebesar 132ms, jitter sebesar 49ms dan packet loss sebesar 3%. Pada menit ke-30 ping sebesar 1216ms, jitter sebesar 1458ms dan packet loss sebesar 9%. Menit ke-40 ping sebesar 166ms, jitter sebesar 86ms dan packet loss sebesar 4%. Menit ke-50 ping sebesar 216ms, jitter sebesar 202ms, dan packet loss sebesar 6%. Pada akhir pengamatan (menit ke-60) ping sebesar 153ms, jitter sebesar 58ms dan packet loss sebesar 6%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data dari penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- ✓ Dibandingkan antara *thermal noise* yang terjadi pada modem CDMA dan IR *Remote Control* maka *thermal noise* pada IR *Remote Control* cenderung lebih besar. Kembali besar level daya *thermal noise* pada Modem CDMA puncaknya sebesar -106.4dBm, sedangkan pada IR *Remote Control* level daya *thermal noise* mencapai -99.8633dBm. Untuk tegangan RMS *thermal noise* pada modem CDMA sebesar 2.1314 μV , sedangkan pada IR *Remote Control* tegangan RMS *thermal noise* sebesar 4.545 μV .
- ✓ Temperatur pada modem CDMA sebesar 55.9°C jauh lebih besar dibandingkan temperatur pada IR *Remote Control* yang maksimal sebesar 26.1°C, namun *thermal noise* yang terjadi pada IR *Remote Control* justru lebih besar. Hal ini terjadi karena perbedaan *bandwidth* dari gelombang untuk media transmisi dari keduanya, pada modem CDMA *bandwidth* sebesar 5MHz sedangkan pada IR *Remote Control* yang memakai LED *Infrared* memiliki *bandwidth* sebesar 25MHz.
- ✓ Ping, jitter dan packet loss pada uji performansi modem CDMA, puncaknya terjadi pada menit ke-30, ping sebesar 1216ms, jitter sebesar 1458ms dan packet loss sebesar 9%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

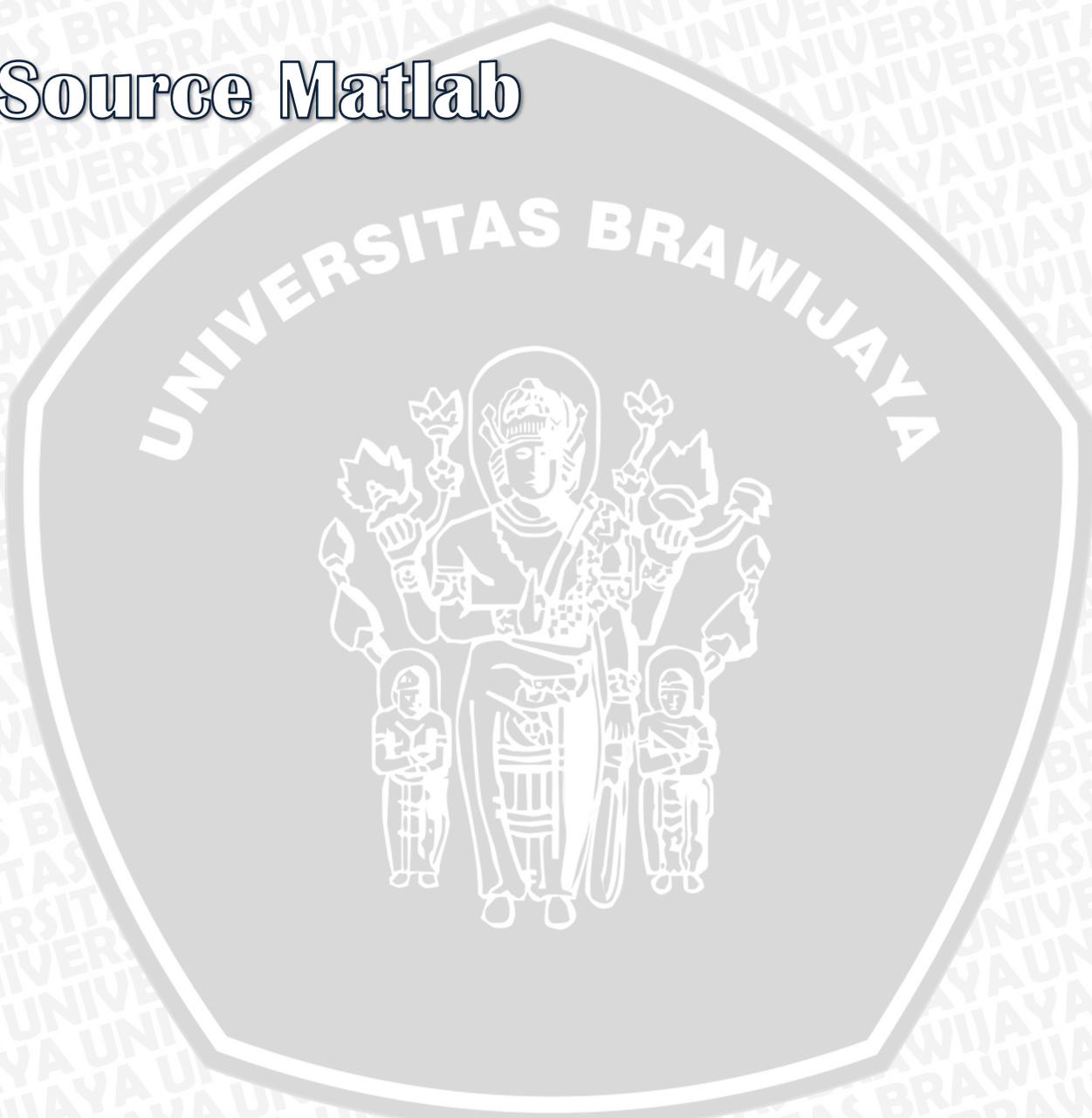
- ✓ Sebaiknya memakai objek perangkat telekomunikasi *wireless* dengan sistem yang lebih besar, sehingga *thermal noise* akan lebih mudah di amati.
- ✓ Menjelaskan seberapa besar dampak gelombang elektromagnetik terhadap bertambahnya suhu pada perangkat telekomunikasi *wireless*.

DAFTAR PUSTAKA



LAMPIRAN

Source Matlab



Perhitungan pengaruh Bandwidth terhadap Tegangan RMS *Thermal Noise*

```
>> B=1000:1000:10000
```

```
B =
```

```
Columns 1 through 5
```

```
1000    2000    3000    4000    5000
```

```
Columns 6 through 10
```

```
6000    7000    8000    9000    10000
```

```
>> k = 1.3803*10^-23
```

```
k =
```

```
1.3803e-023
```

```
>> T = 290.16
```

```
T =
```

```
290.1600
```

```
>> R = 50
```

```
R =
```

```
50
```

```
>> V = 4*k*T*B*R^(1/2)
```

```
V =
```

```
1.0e-014 *
```

```
Columns 1 through 6
```

```
0.0113    0.0227    0.0340    0.0453    0.0566    0.0680
```

```
Columns 7 through 10
```

```
0.0793    0.0906    0.1020    0.1133
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Perhitungan pengaruh *Bandwidth* terhadap Level Daya *Thermal Noise*

```
>> B=1000:1000:10000
```

```
B =
```

```
Columns 1 through 5
```

```
1000    2000    3000    4000    5000
```

```
Columns 6 through 10
```

```
6000    7000    8000    9000    10000
```

```
>> T=290.16
```

```
T =
```

```
290.1600
```

```
>> k = 1.3803*10^-23
```

```
k =
```

```
1.3803e-023
```

```
>> P=k*T*B
```

```
P =
```

```
1.0e-016 *
```

```
Columns 1 through 6
```

```
0.0401    0.0801    0.1202    0.1602    0.2003    0.2403
```

```
Columns 7 through 10
```

```
0.2804    0.3204    0.3605    0.4005
```

```
>> P_in_dBm = 10*log10(P/0.001)
```

```
P_in_dBm =
```

```
Columns 1 through 6
```

```
-143.9739 -140.9636 -139.2027 -137.9533 -136.9842 -136.1924
```

```
Columns 7 through 10
```

```
-135.5229 -134.9430 -134.4315 -133.9739
```

```
>> semilogy (B,P_in_dBm)
```

Perhitungan pengaruh Temperatur terhadap Tegangan RMS *Thermal Noise*

>> T = 273.16:100:1273.16

T =

1.0e+003 *

Columns 1 through 6

0.2732 0.3732 0.4732 0.5732 0.6732 0.7732

Columns 7 through 11

0.8732 0.9732 1.0732 1.1732 1.2732

>> k = 1.3803*10^-23

k =

1.3803e-023

>> B = 1

B =

1

>> R = 50

R =

50

>> V = 4*k*T*B*R^(1/2)

V =

1.0e-018 *

Columns 1 through 6

0.1066 0.1457 0.1847 0.2238 0.2628 0.3018

Columns 7 through 11

0.3409 0.3799 0.4190 0.4580 0.4971

>> semilogy(T,V)



Perhitungan pengaruh Temperatur terhadap Level Daya Thermal Noise

>> T = 273.16:100:1273.16

T =

1.0e+003 *

Columns 1 through 6

0.2732 0.3732 0.4732 0.5732 0.6732 0.7732

Columns 7 through 11

0.8732 0.9732 1.0732 1.1732 1.2732

>> k = 1.3803*10^-23

k =

1.3803e-023

>> B = 1

B =

1

>> P = k*T*B

P =

1.0e-019 *

Columns 1 through 6

0.0377 0.0515 0.0653 0.0791 0.0929 0.1067

Columns 7 through 11

0.1205 0.1343 0.1481 0.1619 0.1757

>> P_in_dBm = 10*log10(P/0.001)

P_in_dBm =

Columns 1 through 6

-174.2361 -172.8813 -171.8502 -171.0175 -170.3191 -169.7176

Columns 7 through 11

-169.1893 -168.7184 -168.2936 -167.9067 -167.5514



Perhitungan pengaruh Resistansi terhadap Tegangan RMS Thermal Noise

```
>> k = 1.3803*10^-23
```

```
k =
```

```
1.3803e-023
```

```
>> b = 1
```

```
b =
```

```
1
```

```
>> T = 290.16
```

```
T =
```

```
290.1600
```

```
>> R = [ 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.75, 2, 2.5]
```

```
R =
```

```
Columns 1 through 6
```

```
0.0500 0.1000 0.1500 0.2000 0.2500 0.5000
```

```
Columns 7 through 12
```

```
0.7500 1.0000 1.2500 1.7500 2.0000 2.5000
```

```
>> v = sqrt(4*k*T*b*R)
```

```
v =
```

```
1.0e-009 *
```

```
Columns 1 through 6
```

```
0.0283 0.0400 0.0490 0.0566 0.0633 0.0895
```

```
Columns 7 through 12
```

```
0.1096 0.1266 0.1415 0.1674 0.1790 0.2001
```

```
>> semilogy(R,v)
```

```
>>>> k = 1.3803*10^-23
```

```
k =
```

```
1.3803e-023
```

```

>> b = 1
b =
1
>> T = 290.16
T =
290.1600
>> R = [ 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.75, 2, 2.5]
R =
Columns 1 through 6
    0.0500    0.1000    0.1500    0.2000    0.2500    0.5000
Columns 7 through 12
    0.7500    1.0000    1.2500    1.7500    2.0000    2.5000
>> v = sqrt(4*k*T*b*R)
v =
1.0e-009 *
Columns 1 through 6
    0.0283    0.0400    0.0490    0.0566    0.0633    0.0895
Columns 7 through 12
    0.1096    0.1266    0.1415    0.1674    0.1790    0.2001
>> semilogy(R,v)

```

Perhitungan Tegangan RMS dan Level Daya *Thermal Noise* pada Modem CDMA

>> T = [300.16, 324.26, 324.66, 328.26, 328.56, 328.86, 329.06]

T =

Columns 1 through 6

300.1600 324.2600 324.6600 328.2600 328.5600 328.8600

Column 7

329.0600

>> R = 50

R =

50

>> k = 1.3803*10^-23

k =

1.3803e-023

>> B = 5*10^6

B =

5000000

>> V = sqrt(4*k*T*B*R)

V =

1.0e-005 *

Columns 1 through 6

0.2035 0.2116 0.2117 0.2129 0.2130 0.2131

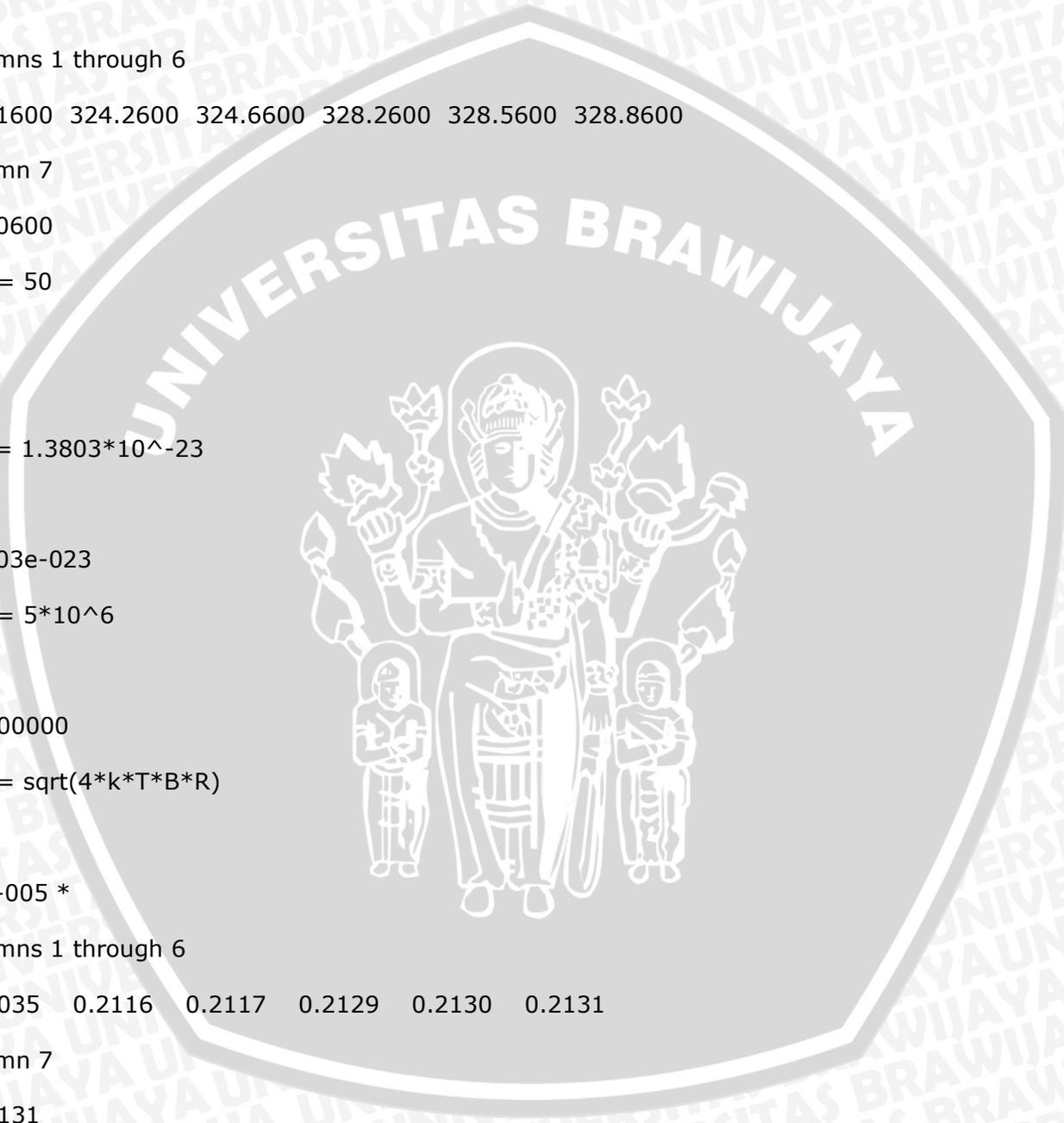
Column 7

0.2131

>> P = k*T*B

P =

1.0e-013 *



Columns 1 through 6

```
0.2072 0.2238 0.2241 0.2265 0.2268 0.2270
```

Column 7

```
0.2271
```

```
>> P_in_dBm = 10*log10(P/0.001)
```

```
P_in_dBm =
```

Columns 1 through 6

```
-106.8370 -106.5016 -106.4963 -106.4484 -106.4444 -106.4405
```

Column 7

```
-106.4378
```

```
>> durasi= [0, 10, 20, 30, 40, 50, 60]
```

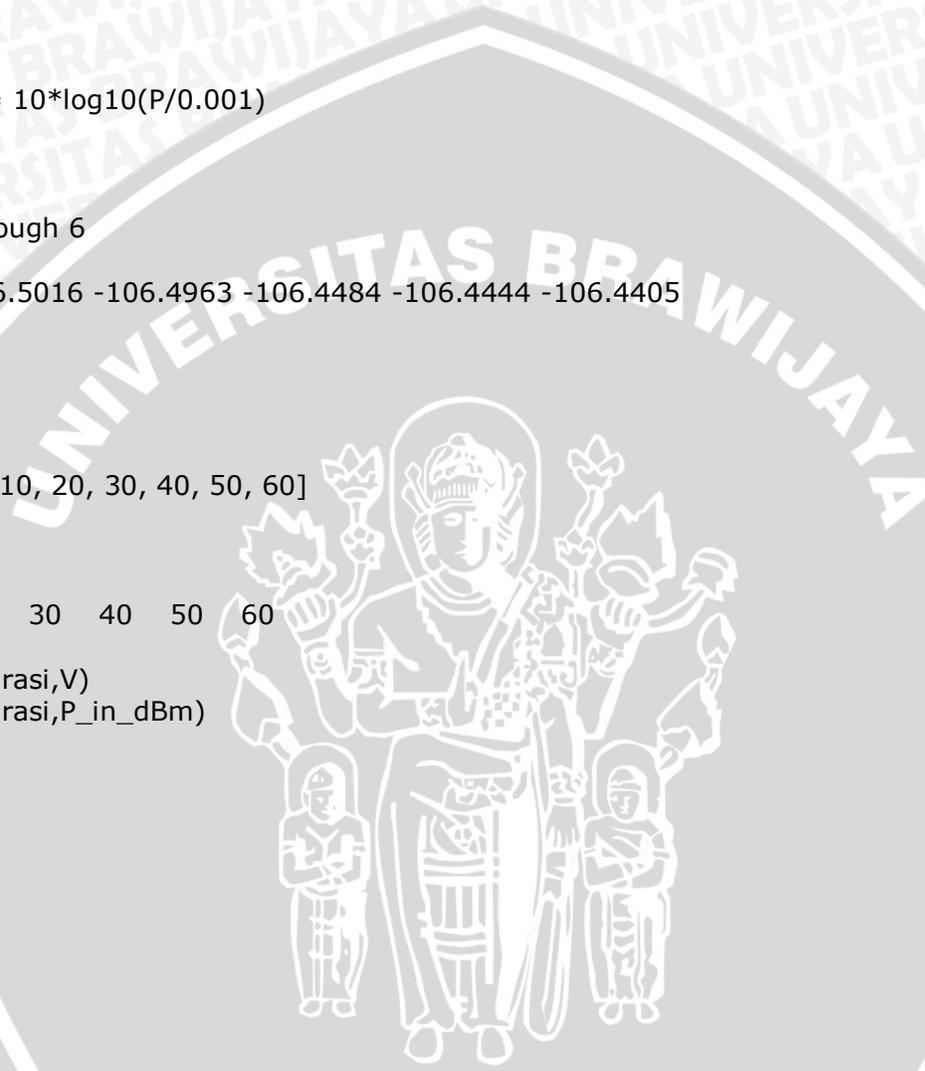
```
durasi =
```

```
0 10 20 30 40 50 60
```

```
>> semilogy(durasi,V)
```

```
>> semilogy(durasi,P_in_dBm)
```

```
>>
```



Perhitungan Tegangan RMS dan Level Daya *Thermal Noise* pada *IR Remote Control*

```
>> T = [298.76, 299.26, 299.26, 299.06]
```

```
T =
```

```
298.7600 299.2600 299.2600 299.0600
```

```
>> B = 25*10^6
```

```
R = 50
```

```
k = 1.3803*10^-23
```

```
B =
```

```
25000000
```

```
R =
```

```
50
```

```
k =
```

```
1.3803e-23
```

```
>> v = sqrt(4*k*T*B*R)
```

```
v =
```

```
1.0e-005 *
```

```
0.4541 0.4545 0.4545 0.4543
```

```
>> P = k*T*B
```

```
P =
```

```
1.0e-012 *
```

```
0.1031 0.1033 0.1033 0.1032
```

```
>> P_in_dBm = 10*log10(P/0.001)
```

```
P_in_dBm =
```

```
-99.8676 -99.8604 -99.8604 -99.8633
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

