

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **MODEL KANAL 5G FREKUENSI 28 GHz, 73 GHz, dan 4 GHz DENGAN PENGARUH SUHU DI KOTA BANDUNG**

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai

Gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun oleh:

Nama : Ismalia Rahayu

N.I.M : 41419120127

Pembimbing : Ahmad Firdausi, ST. MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### MODEL KANAL 5G FREKUENSI 28 GHz, 73 GHz, dan 4 GHz DENGAN PENGARUH SUHU DI KOTA BANDUNG



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Ismalia Rahayu

NIM : 41419120127

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

Ahmad Firdausi, S.T., M.T.

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Kaprodi Teknik Elektro

Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.

Koordinator Tugas Akhir

Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc.

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ismalia Rahayu  
NIM : 41419120127  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Model Kanal 5G Frekuensi 28, 73 dan 4 GHz dengan pengaruh suhu di Kota Bandung

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak di paksakan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Depok, 28 Juli 2021

  
CF4EA.X351032743  
Ismaia Rahayu

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya serta taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana satu (S1). Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua dan Keluarga Penulis yang telah memberikan semangat, dukungan moral serta material.
2. Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana selalu memberikan motivasi dan masukan yang menunjang dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Ahmad Firdausi, S.T., M. T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, masukan, serta bimbingannya untuk mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Apri Aji Setiawan yang telah memberikan semangat, motivasi, serta siap antar jaga untuk penulis.
5. Teman-temandan seluruh civitas akademika Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu dan pengaplikasiannya.

Depok, 9 Agustus 2021

Penulis,

Ismalia Rahayu

## ABSTRAK

Model kanal 5G merupakan penelitian terbaru tentang komunikasi seluler di masa depan dengan mempertimbangkan gelombang millimeter (*mmwave*) yang diusulkan sebagai teknologi yang memungkinkan untuk realisasi konektivitas di era 5G. Namun propagasi sinyal *mmwave* mengalami kerugian propagasi yang tinggi terhadap sensitivitas terhadap *delay*, menghasilkan probabilitas yang tinggi dan rasio sinyal terhadap (SNR) yang rendah. Hal tersebut dapat mempertimbangkan potensi frekuensi *millimeterwave* (*mmwave*) 28, 73 dan 4 GHz yang mampu memenuhi kebutuhan *bandwidth* yang luas dan *data rate* hingga Gbps untuk berbagai scenario seperti *Urban Microcell* (UMi) dan *Urban Macrocell* (UMa). Daerah yang digunakan untuk melakukan penelitian ini berada di Indonesia karena merupakan wilayah tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi sehingga dapat mengetahui pengaruh yang terjadi apabila berada pada suhu maksimum dan minimum di setiap bulannya. Oleh karena itu untuk mengetahui karakteristik kanal 28, 73 dan 4 GHz pada kota Bandung. Penelitian ini membahas karakteristik skala besar *mmwave* seperti *path loss*, *delay spread* dan *power delay profile* untuk kasus *line-of-sight* (LOS) dan *non-line-of-sight* (NLOS) serta membandingkan propagasi *directional* dan *omnidirectional*. Pada penelitian ini scenario *Urban Microcell* (UMi) dilakukan pada jarak 20 meter sampai dengan 200 meter dengan frekuensi 28 GHz dan 73 GHz, kemudian untuk scenario *Urban Macrocell* (UMa) pada frekuensi 4 GHz dengan jarak 50 meter sampai dengan 500 meter.



## ABSTRACT

The 5G channel model is the latest research on future cellular communication by considering the proposed millimeter wave (mmwave) as an enabling technology for the realization of connectivity in the 5G era. However, mmwave signal propagation suffers a high propagation loss to sensitivity to delay, resulting in a high probability and a low signal to signal ratio (SNR). This can take into account the potential for millimeter wave (mmwave) frequencies of 28, 73 and 4 GHz which are capable of meeting wide bandwidth requirements and data rates of up to Gbps for various scenarios such as Urban Microcell (UMi) and Urban Macrocell (UMa). The area used to conduct this research is in Indonesia because it is a tropical region that has high rainfall so that it can determine the effect that occurs when it is at maximum and minimum temperatures in each month. Therefore, to determine the characteristics of the 28, 73 and 4 GHz channels in the city of Bandung. This study discusses large-scale mmwave characteristics such as path loss, delay spread and power delay profile for line-of-sight (LOS) and non-line-of-sight (NLOS) cases and compares directional and omnidirectional propagation. In this study the Urban Microcell (UMi) scenario was carried out at a distance of 20 meters to 200 meters with a frequency of 28 GHz and 73 GHz, then for the Urban Macrocell (UMa) scenario at a frequency of 4 GHz with a distance of 50 meters to 500 meters



## DAFTAR ISI

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                            | ii        |
| HALAMAN PERNYATAAN.....                                            | iii       |
| KATA PENGANTAR.....                                                | iv        |
| ABSTRAK .....                                                      | v         |
| ABSTRACT .....                                                     | vi        |
| DAFTAR ISI.....                                                    | vii       |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                 | ix        |
| DAFTAR TABEL .....                                                 | x         |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                               | xi        |
| DAFTAR SINGKATAN.....                                              | xii       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                      | <b>1</b>  |
| 1.1. Latar Belakang .....                                          | 1         |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                         | 2         |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                                       | 2         |
| 1.4. Kontribusi Penelitian .....                                   | 2         |
| 1.5. Batasan Masalah .....                                         | 2         |
| 1.6. Metodologi Penelitian.....                                    | 3         |
| 1.7. Sistematika Penulisan .....                                   | 4         |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 2.1. Tinjauan Pustaka.....                                         | 5         |
| 2.2. Teknologi 5G <i>Millimeter Wave</i> .....                     | 14        |
| 2.3. System Design Consideration.....                              | 15        |
| 2.3.1. Struktur Umum Saluran <i>millimeter Wave (mmWave)</i> ..... | 15        |
| 2.3.2. <i>LOS Probability Model</i> .....                          | 16        |
| 2.3.3. <i>Large Scale Path Loss Model</i> .....                    | 19        |
| 2.4. Power Delay Profile.....                                      | 21        |
| 2.4.1. <i>Maximum Excess Delay</i> .....                           | 22        |
| 2.4.2. <i>Mean Excess Delay</i> .....                              | 22        |
| 2.4.3. <i>Root Mean Square Delay Spread</i> .....                  | 22        |
| 2.5. Simulasi NYUSIM.....                                          | 23        |
| 2.6. Lokasi Penelitian.....                                        | 24        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                         | <b>25</b> |
| 3.1. TAHAPAN PENELITIAN ( <i>Flowchart</i> ) .....                 | 25        |
| 3.2. ALAT YANG DIGUNAKAN .....                                     | 26        |
| 3.3. PARAMETER YANG DIGUNAKAN .....                                | 26        |
| 3.3.1. <i>Perhitungan Panjang Gelombang</i> .....                  | 27        |
| 3.3.2. <i>Parameter berdasarkan scenario UMI dan UMa</i> .....     | 27        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                           | <b>33</b> |
| 4.1 Pengujian Simulasi NYUSIM.....                                 | 33        |
| 4.2 Pengaturan Parameter Simulasi .....                            | 33        |
| 4.3 Hasil Simulasi .....                                           | 34        |
| 4.3.1. <i>Scenario Urban Microcell (Umi)</i> .....                 | 35        |
| 4.3.2. <i>Scenario Urban Macrocell (UMa)</i> .....                 | 48        |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>55</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                    | 55        |
| 5.2. Saran .....                        | 56        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              | <b>57</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Diagram Presentase Penggunaan Jurnal.....                                                                               | 14 |
| Gambar 2.2. Definisi parameter dari d2D dan d3D (3GPP, 2017) .....                                                                 | 16 |
| Gambar 2.3 Cell Coverage UMi dan UMa (Tuan Yang, 2017).....                                                                        | 17 |
| Gambar 2.4 Urban Macrocell (UMa) (Tuan Yang, 2017) .....                                                                           | 18 |
| Gambar 2.5 Plot Power Delay Profile (PDP) untuk multipath channel 3 paths (Ahmad Shahpoor Seraj,2019). .....                       | 22 |
| Gambar 2.6 Tampilan NYUSIM v2.0 untuk memasukkan parameter-parameter .....                                                         | 23 |
| Gambar 3.1. Alur Tahapan Penelitian ( <i>Flowchart</i> Penelitian) .....                                                           | 25 |
| Gambar 4.1 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                           | 36 |
| Gambar 4.2 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 28 GHz dengan jarak 178,7 m dan kasus LOS.....   | 37 |
| Gambar 4.3 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 28 GHz dengan jarak 165,2 m dan kasus NLOS ..... | 38 |
| Gambar 4.4 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                           | 39 |
| Gambar 4.5 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 28 GHz dengan jarak 168,9 m .....                | 41 |
| Gambar 4.6 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 28 GHz dengan jarak 186,8 m.....                 | 41 |
| Gambar 4.7 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                           | 43 |
| Gambar 4.8 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 73 GHz dengan jarak 73,7 m dan kasus LOS.....    | 44 |
| Gambar 4.9 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 73 GHz dengan jarak 47,8 m dan kasus NLOS .....  | 45 |
| Gambar 4.10 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                          | 46 |
| Gambar 4.11 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 73 GHz dengan jarak 61,7 m.....                 | 47 |
| Gambar 4.12 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 73 GHz dengan jarak 72,7 m.....                 | 48 |
| Gambar 4.13 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                          | 49 |
| Gambar 4.15 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 4 GHz dengan jarak 487,8 m dan kasus NLOS ..... | 51 |
| Gambar 4.16 <i>Omnidirectional</i> dan <i>directional</i> dengan kasus LOS dan NLOS .....                                          | 52 |
| Gambar 4.17 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 4 GHz dengan jarak 368,2 m .....                | 53 |
| Gambar 4.18 <i>Omnidirectional PDP</i> dan <i>directional PDP</i> dengan frekuensi 4 GHz dengan jarak 426,5 m.....                 | 54 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Jurnal Acuan .....                                                                                                                                                                        | 9  |
| Tabel 2.2. Perhitungan <i>Los Probability</i> untuk <i>scenario</i> UMI (Theodore S. Rappaport, Yunchou Xing, George R. MacCartney, Andreas F. Molisch, Evangelos Mellios dan Jianhua Zhang,2017). ....                 | 17 |
| Tabel 2.3 Perhitungan <i>Los Probability</i> untuk <i>scenario Urban Macrocell</i> (UMa) (Theodore S. Rappaport, Yunchou Xing, George R. MacCartney, Andreas F. Molisch, Evangelos Mellios dan Jianhua Zhang,2017)..... | 18 |
| Tabel 2.4 Tabel Perhitungan <i>scenario</i> UMi (Ahmad Shahpoor Seraj,2019). ....                                                                                                                                       | 20 |
| Tabel 2.5 Perhitungan 5GCM menggunakan jalur UMa (George R, Mac Cartney dan Theodore S. Rappaport,2017).....                                                                                                            | 21 |
| Tabel 3.1 Parameter Suhu Maksimum dan Minimum rata-rata perbulan .....                                                                                                                                                  | 26 |
| Tabel 3.2 Panjang Gelombang pada frekuensi.....                                                                                                                                                                         | 27 |
| Tabel 3.3 Evaluasi Parameter untuk <i>scenario</i> Umi dan Uma.....                                                                                                                                                     | 27 |
| Tabel 3.4 Perhitungan Daya Sinyal yang dipancarkan antara Tx dan Rx berdasarkan jarak ( $d_{2D}$ ) untuk <i>scenario</i> UMi.....                                                                                       | 28 |
| Tabel 3.5 Perhitungan Daya Sinyal yang dipancarkan antara Tx dan Rx berdasarkan jarak ( $d_{2D}$ ) untuk <i>scenario</i> UMa .....                                                                                      | 29 |
| Tabel 3.6 Hasil perhitungan <i>Pathloss</i> dengan <i>scenario Urban Microcell</i> (UMi) pada frekuensi 28 GHz.....                                                                                                     | 30 |
| Tabel 3.7 Hasil perhitungan <i>Pathloss</i> dengan <i>scenario Urban Microcell</i> (UMi) pada frekuensi 73 GHz.....                                                                                                     | 31 |
| Tabel 3.8 Hasil perhitungan <i>Pathloss</i> dengan <i>scenario Urban Macrocell</i> (UMa) dengan frekuensi 4 GHz.....                                                                                                    | 32 |
| Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Channel Parameter</i> untuk UMi dan UMa <i>scenario</i> (Ahmad Shahpoor Seraj,2019). ....                                                                                                      | 34 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Lampiran I Scenario <i>Urban Microcell</i> .....  | 59 |
| Lampiran II Scenario <i>Urban Macrocell</i> ..... | 80 |



## DAFTAR SINGKATAN

|        |                      |
|--------|----------------------|
| Tx     | Transmitter          |
| Rx     | Receiver             |
| UMa    | Urban Macro Cell     |
| UMi    | Urban Macro Cell     |
| mmWave | Milimeter Wave       |
| PDP    | Power Delay Profile  |
| PL     | Path Loss            |
| PLE    | Path Loss Exponent   |
| NLOS   | Non-Line-of-Sight    |
| LOS    | Line-of-Sight        |
| CI     | Close in             |
| FSL    | Free-Space Loss      |
| NA     | Network Analyzer     |
| C      | Channel Capacity     |
| UHF    | Ultra High Frequency |
| MPC    | Multipath Component  |
| BS     | Base Station         |
| UE     | User Equipment       |
| ISD    | Inter Site Distance  |
| FI     | Floating Intercept   |
| FC     | Frequency Carrier    |
| FSPL   | Free Space Pathloss  |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

5G merupakan teknologi terbaru yang akan datang yang merupakan generasi kelima dari wireless mobile network. Teknologi ini menawarkan internet dengan kecepatan yang tinggi. 5G memiliki fungsi untuk mengembangkan teknologi di berbagai bidang mulai dari akademis di tahun 2020, medis, industry dan komersial (Bengawan Alfaresi, 2020). 5G akan dialokasikan pada saluran millimeter wave (mmWave). Menurut *International Telecommunication Union* (ITU) pada tahun 2015 terdapat 11 frekuensi dengan rentang 24.25 – 86 GHz untuk komunikasi nirkabel, termasuk frekuensi 26/28, 32, 38/39 dan 60 GHz. Dalam perhitungan saluran millimeter wave (mm Wave) biasanya menggunakan *bandwidth* sebesar 500 MHz, jarak rata-rata sebesar 300 m, area *indoor* maupun *outdoor*, dan jenis antenna yang digunakan yaitu *single antenna* (Michael Peter, 2016).

Implementasi 5G di Indonesia membutuhkan persiapan infrastruktur yang baik, khususnya desain parameter berdasarkan kanal model. Kanal model merupakan bagian terpenting dalam system komunikasi nirkabel karena kapasitas (per-link) tergantung pada kanal (M. Alfarooby, Nachwan Mufti Ardiansyah dan Khoirul Anwar, 2018). Banyak faktor yang dipertimbangkan dalam membangun pemodelan kanal, seperti *frequency carrier*, *bandwidth*, lokasi pemancar dan penerima, serta kondisi cuaca (Cheng-Xiang Wang F, 2018).

Kanal merupakan media diantara antena pengirim dan antena penerima, dimana kanal tersebut perlu adanya pemodelan sehingga menghasilkan desain sistem komunikasi yang meminimalkan *error* dan memaksimalkan transmisi informasi atau *bit rate* (Khoirun Ni'amah, Shelly Nurjanah dan Achmad Rizal Danisya, 2020). Pada penelitian ini menggunakan simulator saluran sumber terbuka bernama NYUSIM. Dikembangkan berdasarkan pengukuran kanal propagasi yaitu *mili mater-wave* (mmWave) dengan frekuensi 28 GHz (Shu Sun, George R. MacCaetney dan Theodore S. Rappaport, 2017). Penelitian ini difokuskan untuk mencari solusi yang inovatis untuk mengatasi atenuasi, *design antenadan* propagasi yang terbatas untuk saluran 5G. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada karakteristik propagasi dengan frekuensi 28 GHz, 73 GHz dan 4 GHz (Ahmad Shahpoor Seraj, 2019).

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditemukan permasalahan pokok yang di realisasikan adalah:

Bagaimana karakteristik model kanal 5G **kota Bandung** yang diperoleh berdasarkan **PDP *directional*** dan **PDP *Omnidirectional*** dibawah pengaruh tekanan udara minimum dan tekanan udara maksimum? Bagaimana rentang waktu yang didapat dari masing-masing *scenario Urban Microcell (Umi)* dan *Urban Macrocell (UMa)* pada tekanan udara minimum dan tekanan udara maksimum.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian ini adalah memperoleh perbandingan antara PDP *directional* dan *omnidirectional* sehingga dapat mengetahui karakteristik dari model kanal 5G kota Bandung di bawah pengaruh tekanan udara minimum dan tekanan udara maksimum, memperoleh Analisa terakit perbedaan waktu dari hasil simulasi dengan menggunakan *scenario Urban Microcell (Umi)* dan *Urban Macrocell (Uma)* berdasarkan tekanan udara minimum dan maksimum.

## 1.4. Kontribusi Penelitian

Kontribusi dalam penelitian ini yaitu mengetahui dampak curah hujan, suhu dan humandity pada **kota Bandung** terhadap saluran transmisi 5G dengan menggunakan frekuensi 28 GHz dan 73 GHz dengan radius sel sebesar 200 m dan frekuensi 4 GHz dengan radius sel sebesar 500 m.

## 1.5. Batasan Masalah

Untuk membatasi lingkup dari permasalahan dari penelitian ini, maka Batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Simulasi dilakukan dengan karakteristik wilayah beriklim tropis berupa intensitas curah hujan, kelembapan udara, tekanan udara dan suhu berdasarkan data BMKG.
2. Frekuensi yang digunakan adalah 28 GHz, 73 GHz dan 4 GHz dengan *scenario* di bawah pengaruh tekanan udara minimum dan maksimum.
3. Simulasi menggunakan *software* NYUSIM versi 3.0 dan Matlab 2017b.

4. Pada penelitian ini menggunakan software NYUSIM versi 3.0 dimana selain channel parameter diabaikan karena diasumsikan tidak relevan pada kajian tugas akhir ini.
5. Pada penelitian ini software NYUSIM versi 3.0 hanya digunakan untuk menghitung PDP, parameter selain PDP diabaikan karena dianggap tidak relevan dengan kajian tugas akhir ini.
6. Model kanal 5G Indonesia idealnya dihitung dengan sampel seluruh kota di Indonesia. Namun untuk menyederhanakan analisis penelitian ini hanya menggunakan parameter lingkungan kota Bandung.
7. Perhitungan dan Pengujian pada saluran propagasi menggunakan scenario *Urban Microcell (UMi)* dan *Urban Macrocell (UMa)*.

#### 1.6. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah studi literatur dan analisis :

1. Studi Literatur Studi kepustakaan dan kajian dari beberapa literatur terkait kapasitas gardu traksi dan pengembangannya serta diperlukan juga data-data spesifikasi dari peralatan yang menjadi objek penelitian.
2. Analisis Pada tugas akhir ini metode yang ditekankan yaitu pada sisi analisis/Analisa yaitu dimulai dari pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis baik dari data gardu induk itu sendiri maupun data-data terkait cakupan beban yang ditanggung oleh gardu traksi.
3. Evaluasi Hasil dan Kesimpulan Setelah Analisa dari beban dan kapasitas gardu traksi didapatkan, penulis mengevaluasi hasil analisa dan memberikan kesimpulan terhadap hasil Analisa dan evaluasi terkait kemampuan gardu traksi terhadap perencanaan pengembangan pola operasi yang akan dilakukan.

### 1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan yang menjadi langkah-langkah dalam proses penyusunan tugas akhir ini selanjutnya yaitu :

#### BAB I, PENDAHULUAN

Bab ini berisikan uraian dari latar belakang pengambilan judul, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari laporan tugas akhir.

#### BAB II, LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan-tinjauan terhadap penelitian yang sudah dilakukan yang berhubungan dengan penelitian ini. Berisikan tentang landasan teori dari rancangan yang akan dibangun. Mulai dari penelitian terhadap suhu di kota Depok, perhitungan PDP, *cumulative distribution function* dan *outage performance* pada masing-masing *coding rate*.

#### BAB III, METODE PENELITIAN

Dalam bab ini penulis membahas tentang langkah-langkah dalam sistem ini. Mulai dari flowchart dan metode penghitungan untuk menganalisa kerusakan yang ada pada sistem.

#### BAB IV, HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab hasil dan pembahasan berisikan tentang hasil Analisa data dan pembahasan analisa hasil penelitian. Dimana berisikan semua hasil pengukuran parameter-parameter terkait, serta analisis hasil pengukuran.

#### BAB V PENUTUP

Dalam bab penutup berisikan tentang kesimpulan dari keseluruhan pembahasan penelitian dan rekomendasi akan hasil penelitian yang telah dilakukan.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dijelaskan uraian teori-teori pendekatan tentang model kanal 5G dengan frekuensi 28 GHz, 73 GHz dan 4 GHz terhadap suhu di Jawa Barat khususnya di Kota Bandung yang berhubungan dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Berikut beberapa hasil jurnal dan kajian penelitian terdahulu tentang model kanal 5G dengan frekuensi 28 GHz, 73 GHz dan 4 GHz terhadap suhu di kota Bandung:

1. Khoirun Ni'amah, Shelly Nurjanah Achmad Rizal Danisya. (2020). Model Kanal 5G Frekuensi 28 GHz dengan Pengaruh Suhu di Kota Yogyakarta. Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Jurnal tersebut meneliti performansi system komunikasi pada 5G terhadap suhu di Yogyakarta, sehingga dapat membandingkan model kanal 5G untuk mendapatkan *outage probability* yang maksimal pada frekuensi 28 GHz.
2. Solichah Larasati, Serli Ridho Yuliani, Achmad Rizal Danisya. (2020). *Outage Performances of 5G Channel Model Influenced by Barometric Pressure Effects in Yogyakarta*. Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Jurnal ini meneliti terkait *Outage Performance* terhadap saluran 5G dipengaruhi oleh tekanan *barometric* di Yogyakarta dengan menggunakan teori *Shannon*. Dimana untuk menghasilkan nilai *Power Delay Profile* (PDP) dan *Outage Performance* dengan menghitung efek *barometric* minimum dan maksimum.
3. Theodore S, George R & Evangelos Mellios. (2017). *Overview of Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation (5G) Wireless Networks – With a Focus on Propagation Models*. Jurnal antenna dan propagasi, Vol. 65 No 12. Jurnal tersebut meneliti

4. system komunikasi nirkabel generasi kelima (5G) dikembangkan dengan menggunakan frekuensi gelombang milimeter (*mmWave*). Mengetahui propagasi parameter seperti *Line of Sight (LOS)* probabilitas, *path loss* sekala besar dan mengukur kerugian penetrasi dalam rentang 0,5 – 100 GHz.
5. Lamie Squali & Fatima Riouch. (2019). *Rain and Atmospheric gas effect on millimeter wace propagation for 5G wireless communications*. National Institute of Post and Telecommunication (INPT) CASABLANCA, Morroco. Jurnal tersebut membahas tentang pengaruh perubahan atmosfer di lingkungan Urban Micro Cell (Umi) dengan menggunakan antenna *Uniform Linear Array (ULA)*. Untuk performansi saluran transmisi 5G hanya dapat menggunakan model *Close-In Free Model (CI)* dan *ITU Radiocommunication Model (ITU-R)*. Dalam menentukan performansi system transmis tersebut menggunakan model CI dan disimulasikan menggunakan aplikasi NYUSIM.
6. Evander Christy, Rina Pudji Astuti & Khoirul Anwar. (2018). *Telkom University 5G Channel Models Under Foliage Effect and Their Performance Evaluation. School of Electrical Engineering Telkom University Bandung*. Jurnal tersebut meneliti performansi model kanal 5G di lingkungan Telkom University dengan menggunakan kanal model *foliage effect*. Kanal ini dioperasikan pada frekuesi 3,3 GHz dan Bandwidth sebesar 40 MHz. Untuk melakukan evaluasi pada model kanal di lingkungan Telkom University dapat menggunakan aplikasi NYUSIM.
7. Shu Sun, George R. MacCartney., and Theodore S. Rappaport (2017) *A Novel Millimeter-Wave Channel Simulator and Applications for 5G Wireless Communications*. YU WIRELESS and NYU Tandon School of Engineering, New York University, Brooklyn, NY, USA. Penelitian ini membahas aplikasi perangkat lunak bernama NYUSIM yang dapat digunakan untuk menghasilkan saluran ruang dan eaktu yang realitis untuk mendukung simulasi, dibangun di atas model saluran spasial statistic untuk komunikasi nirkabel broadband milimeter-wave (*mmWave*), simulator ini berlaku untuk berbagai frekuensi 500 MHz hingga 100 GHz) dan scenario operasi (urban microcell, urban microcell dan rural microcell).

8. Rifat Hasan, Md Munjure Mowla, Md Abdul Rashid, Md Kamal Hosain and Iftekhar Ahmad (2019) A Statiscal Analysis of Channel Modeling for 5G mmWave Communications. Departement of ETE, Rajshahi University of Engineering & Technology, Bangladesh, School of Engineering, Edith Cowan University, Australia. Penelitian ini mesimulasikan karakteristik pemodelan saluran untuk 5G mmWave untuk beberaoa Frekuensi (28, 38, 60 dan 73 GHz) yang di gunakan oleh NYUSIM dan untuk kondisi lingkungan berbeda termasuk microcell perkotaan, mikrosel perkotaan, dan sel makro pendesaan. Hasil simulasi ini di sajikan karakteristik saluran 3D dan berbagai profil penundaan daya sambil mempertimbangkan pendekatan lobus spasial cluster waktu yang berbeda.
9. Michael Peter, Richard J. Weiler, Baris Goktepe, Wilhelm Keusgen and Kei Sakaguchi (2016). Channel Measurement and Modeling for 5G Urban Microcellular Scenarios. Departement of Eelectrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan. Penelitian ini membahas pengembangan model saluran untuk frekuensi yang lebih tinggi, beberapa kampanye pengukuran mikroseluler perkotaan telah di lakukan di Berlin, Jerman, pada 60 dan 10 GHz, penelitian ini data yang terkumpul dianalisis secara seragam dengan focus pada Path Loss (PL) dan Delay Spread (DS).
10. Cheng-Xiang Wang, Fellow, (2018) A Survey Of 5G Channel Measurements and Models. IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS. Penelitian ini membahas perkembangan komunikasi seluler generasi kelima (5G). tujuan dari sistem 5G adalah menyediakan konektivitas dimana saja dan kapan saja bagi siapa saja dan apapun. Melakukan pengukuran dan pomodelan saluran yang di sediakan.
11. Bengawan Alfaresi, Zainudin Nawawi, Reza Firsandaya Malik, Khoirul Anwar and Levy Olivia Nur (2020) Humidity Effect to 5G Performances Under Palembang Channel Model At 28 GHz. Doctor Program of Engineering Science, University Sriwijaya, Departement of Eletrical Eng, Universitas Muhammadiyah Palembang, School of Electrical Engineering,

Telkom University. Penelitian ini membahas model kanal 5G dengan mempertimbangkan pengaruh kelembapan berdasarkan karakteristik alam lingkungan kota Palembang. Model saluran diwakili oleh tingkat daya dan penundaan yang di sebut Power Delay Profile (PDP) dan di turunkan berdasarkan serangkaian simulasi computer menggunakan parameter alam di Palembang.

12. Ahmad Shahpoor Seraj, (2019) *Study on Propagation Characteristics of 5G Millimeter-Wave Wireless Communication Systems for Dense Urban Environments. Fundamental Science and Engineering of Waseda University*. Penelitian ini membahas tentang karakteristik komunikasi nirkabel 5G untuk lingkungan padat perkotaan. Simulasi ini dilakukan dengan simulator NYUSIM berbasis matlab untuk mengevaluasi kinerja karakteristik saluran mmWave, dimana menyajikan karakteristik dalam skala besar seperti *path loss*, *delay spread* dan *power delay profile* (PDP). Kemudian membandingkan propagasi terarah dan *omnidirectional* dalam Microcell yang relative lebih kecil pancarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Berikut mapping jurnal yang digunakan penulis sebagai referensi dalam melakukan penelitian Tugas Akhir.

Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Jurnal Acuan

| No | Jurnal                                                                                                                                                                                                              | Metode Penelitian                              | Objek Uji                                                                                                | Hasil                                                                                                                                                                                                                        |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Khoirun Ni'amah, Shelly Nurjanah Achmad Rizal Danisya. (2020). Model Kanal 5G Frekuensi 28 GHz dengan Pengaruh Suhu di Kota Yogyakarta. Institut Teknologi Telkom Purwokerto                                        | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini menggunakan <i>software</i> NYUSIM pada Model Kanal 5G dengan pengaruh suhu di Yogyakarta | Kemampuan untuk melakukan Analisa terkait Model Kanal 5G dengan Frekuensi 28 GHz terhadap pengaruh suhu. Pada rentang 1 tahun (April 2018-April 2019). Dengan menggunakan <i>coding rate</i> dan <i>outage probability</i> . |
| 2  | Solichah Larasati, Serli Ridho Yuliani, Achmad Rizal Danisya. (2020). <i>Outage Performances of 5G Channel Model Influenced by Barometric Pressure Effects in Yogyakarta</i> . Institut Teknologi Telkom Purwokerto | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini menggunakan <i>software</i> NYUSIM pada Model Kanal 5G dengan pengaruh suhu di Yogyakarta | Kemampuan untuk melakukan Analisa terkait Model Kanal 5G dan <i>blackout performance based on PDP representative with minimum and maximum barometric scenarios</i> .                                                         |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Evander Christy, Rina Pudji Astuti & Khoirul Anwar. (2018). <i>Telkom University 5G Channel Models Under Foliage Effect and Their Performance Evaluation. School of Electrical Engineering Telkom University Bandung.</i>                                                                                                                                            | Studi Literatur,<br>Pengumpulan Data<br>dan Analisis | Penelitian ini menggunakan <i>software</i> NYUSIM pada Model Kanal 5G dilingkungan Telkom University. | Kemampuan pada saluran kanal 5G menggunakan <i>foliage effect</i> , sehingga dapat menghasilkan nilai PDP. Dengan menggunakan <i>foliage effect</i> dapat menghitung model saluran 5G di lokasi manapun di Indonesia sehingga system 5G dapat diimplementasikan secara optimal. |
| 4 | Bengawan Alfaresi, Zainudin Nawawi, Reza Firsandaya Malik, Khoirul Anwar and Levy Olivia Nur (2020) Humidity Effect to 5G Performances Under Palembang Channel Modek At 28 GHz. Doctrol Program of Engineering Science, University Sriwijaya, Departement of Eletrical Eng, Universitas Muhammadiyah Palembang, School of Electrical Engineering, Telkom University. | Studi Literatur,<br>Pengumpulan Data<br>dan Analisis | Penelitian ini meneliti Model Kanal 5G Frekuensi 28 GHz dengan pengaruh suhu di Kota Palembang        | Kemampuan dalam menganlisi Frekuensi 28 GHz dengan parameter input real-field, parameter alam Palembang, PDP dan <i>Outage Performance</i> .                                                                                                                                    |

|   |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Theodore S, George R & Evangelos Mellios. (2017). <i>Overview of Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation (5G) Wireless Networks – With a Focus on Propagation Models</i> . Jurnal antenna dan propagasi, Vol. 65 No 12 | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini menggunakan <i>software</i> NYUSIM pada Model Kanal 5G dan model propagasi pada rentang frekuensi 0,5 – 100 GHz.                                              | Kemampuan untuk memastikan simulasi tersebut bekerja pada <i>legacy system at lower frequencies</i> .                                                                                                                          |
| 6 | Lamie Squali & Fatima Riouch. (2019). <i>Rain and Atmospheric gas effect on millimeter wave propagation for 5G wireless communications</i> . National Institute of Post and Telecommunication (INPT) CASABLANCA, Morroco           | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini menggunakan <i>software</i> NYUSIM pada Model Kanal 5G pada level Urban Micro cell (Umi) dengan menggunakan jenis antenna <i>Uniform Linear Array (ULA)</i> . | Kemampuan untuk memberikan gambaran tentang <i>atmospheric attenuatios effects on millimeter waves</i> . Simulasi ini menggunakan Kanal Model CI di lingkungan Urban Micro Cell (Umi) dengan jarak atenuasi sebesar 200 meter. |
| 7 | Shu Sun, George R. MacCartney., and Theodore S. Rappaport (2017) A Novel Millimeter-Wave Channel Simulator and Applications for 5G Wireless Communications. YU WIRELESS and NYU Tandon School of                                   | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini menguji <i>software</i> NYUSIM terhadap model kanal 5G.                                                                                                       | Kemampuan <i>software</i> NYUSIM dalam menguji parameter Bandwidth RF, Antena Bandwidth, Skenario Lingkungan dan Kondisi atmosfer.                                                                                             |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                |                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Engineering, New York University, Brooklyn, NY, USA                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |
| 8 | Rifat Hasan, Md Munjure Mowla, Md Abdul Rashid, Md Kamal Hosain and Iftekhar Ahmad (2019) A Statiscal Analysis of Channel Modeling for 5G mmWave Communications. Departement of ETE, Rajshahi University of Engineering & Technology, Bangladesh, School of Engineering, Edith Cowan University, Australia | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini meguji <i>software</i> NYUSIM terhadap model kanal 5G pada frekuensi 28, 38, 60 dan 73 GHz. | Kemampuan dalam menganalisis frekuensi 28, 38, 60 dan 73 GHz yang memiliki bandiwith 800 MHz dengan adanya LOS untuk scenario microcell perkotaan.                     |
| 9 | Michael Peter, Richard J. Weiler, Baris Goktepe, Wilhelm Keusgen and Kei Sakaguchi (2016). Channel Measurement and Modeling for 5G Urban Microcellular Scenarios. Departement of Eelectrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.                                      | Studi Literatur, Pengumpulan Data dan Analisis | Penelitian ini meguji <i>software</i> NYUSIM terhadap model kanal 5G di lakukan di Berlin, Jerman.         | Kemampuan dalam menganalisis pengukuran UMi yang di lakukan di Berlin, Jerman. Dengan focus Path Loss (PL) dan Delay Spread (DS) saluran akses Umi pada 60 dan 10 GHz. |