

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada perancangan penelitian ini membutuhkan beberapa alat dan bahan untuk membuat perencanaan jaringan 5G. Maka akan dijelaskan beberapa cara kerja dari alat yang akan digunakan pada penelitian ini.

#### 3.1.1 Komputer / PC

Komputer adalah peralatan elektronik yang menerima masukan data, mengolah data dan memberikan hasil keluaran dalam bentuk informasi, baik itu berupa gambar, teks, suara ataupun video. Pada gambar 3.1 merupakan komputer yang digunakan pada penelitian ini yaitu Laptop Asus X45a yang memiliki spesifikasi RAM 2GB dengan prosesor *Intel Celeron Dual Core 1000M* serta *clock speed 1.8 GHz*.



Gambar 3.1 Laptop Asus X45a.

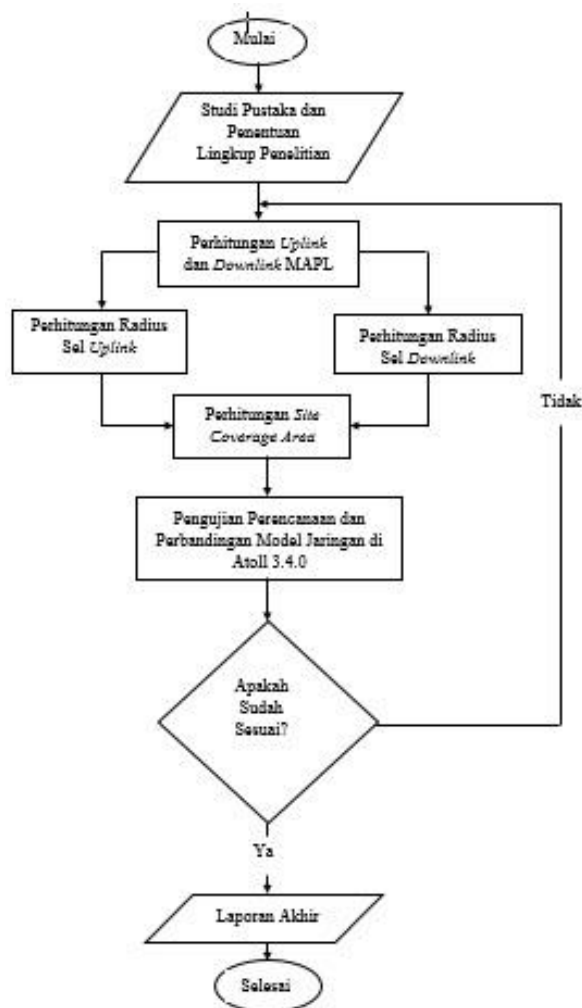
#### 3.1.2 *Software Atoll*

*Software atoll* adalah perangkat lunak multi teknologi yang banyak digunakan pada dunia telekomunikasi. *Software* ini dapat digunakan untuk mendukung seluruh jaringan *wireless* operator untuk tahap perencanaan dan optimasi suatu jaringan. Pada penelitian ini dilakukan simulasi perancangan jaringan 5G dengan memperhatikan parameter. Pada penelitian kali ini menggunakan *software atoll 3.4.0*. Pada gambar 3.2 merupakan logo dari *software atoll*.

Gambar 3.2 Atoll[9].

### 3.2 ALUR PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan dalam perencanaan jaringan 5G. Proses tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Flowchart* Alur Penelitian.

Pada gambar 3.3 merupakan *flowchart* yang menunjukkan ringkasan dari gambaran dalam pengerjaan tugas akhir dari awal perencanaan sampai dengan akhir. Pada topik pengerjaan tugas akhir ini berfokus pada perencanaan *coverage planning*, yaitu perencanaan secara cakupan area dilayani dalam satu

*site. Coverage planning* meliputi perhitungan *path loss* dan *link budget* yang bertujuan untuk mengetahui pelemahan sinyal yang terjadi antara UE (*User Equipment*) dengan gNodeB, sehingga dari perhitungan tersebut dapat ditentukan jarak maksimal antar gNodeB. Hasil akhir dalam penelitian tugas akhir ini berupa jumlah *site* yang dibutuhkan dalam suatu daerah yang telah ditentukan serta mengetahui perbandingan frekuensi 2,6 dan 28 Ghz menggunakan metode UMa dilihat dari parameter SS-RSRP. Tahapan awal dalam tugas akhir ini adalah penentuan wilayah yang akan dilakukan perencanaan jaringan 5G *New Radio* (NR), yaitu daerah Pulo Gadung yang terletak di Jakarta Timur. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain, luas wilayah Jakarta Timur, posisi geografis dan data penduduk. Untuk menentukan klasifikasi layanan maka diperlukan juga data kepadatan penduduk wilayah tersebut.

### 3.3 HASIL PERHITUNGAN *LINK BUDGET* 5G NR FREKUENSI 2,6 GHZ

Tabel 3.1 *Link Budget* 5G NR untuk Frekuensi 2,6 GHz[3].

| <b>Maximum Allowable Path Loss (MAPL)</b> |                        |                        |
|---|------------------------|------------------------|
| <b>Comment parameter</b>                  | <b>Downlink</b>        | <b>Uplink</b>          |
| gNodeB Transmitter Power(dBm)             | 49                     | 49                     |
| Resource block                            | 273                    | 273                    |
| Subcarrier quantity                       | 3276                   | 3276                   |
| gNodeB antenna gain(dBi)                  | 2                      | 2                      |
| gNodeB cable loss(dBi)                    | 0                      | 0                      |
| Penetration loss(dB)                      | 26,85                  | 26,85                  |
| Folliage loss(dB)                         | 19,59                  | 19,59                  |
| Body block loss(dB)                       | 3                      | 3                      |
| Interference margin(dB)                   | 6                      | 2                      |
| Rain/Ice margin(dB)                       | 0                      | 0                      |
| Slow fading margin(dB)                    | 7                      | 7                      |
| UE antenna gain(dB)                       | 0                      | 0                      |
| Bandwidth(MHz)                            | 100                    | 100                    |
| Kontanta boltzman (K) (mWs/K)             | $1,38 \times 10^{-20}$ | $1,38 \times 10^{-20}$ |
| Temperature(Kelvin)                       | 293                    | 293                    |
| Thermal noise power(dBm)                  | -153,93                | -153,93                |
| UT noise figure(dB)                       | 9                      | 9                      |

|   |      |      |
|---|------|------|
| <i>Demodulation threshold</i><br>SINR(dB) | -1,1 | -1,1 |
|---|------|------|

Mendapatkan jumlah *site* di daerah perencanaan kawasan Industri Pulogadung dilakukan dengan menentukan model propagasi. Model propagasi yang digunakan didasarkan pada *link budget* untuk jaringan 5G sesuai dengan 3GPP 38.901. Model propagasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Urban Macro* (UMa). UMa dengan *Outdoor-to-Outdoor* (O2O) dan ini mirip dengan skenario 3D-UMa dimana *Base station* dipasang di atas tingkat *rooftop* bangunan sekitarnya dengan tinggi Tx biasanya sekitar 25m, tinggi Rx sekitar 1.5-2.5 m dan ISD sebesar 500 m.

Pertama, tentukan nilai *Thermal Noise* dan *Subcarrier Quantity* :

*Thermal Noise*

$$N_{thermal} = 10 \log(1,38 \cdot 1020 \times 293^{\circ} \times 100)$$

$$N_{thermal} = 153,93 \text{ dBm} \quad (3.1)$$

*Subcarrier Quantity*

$$Scq = 273 \times 12$$

$$Scq = 3276 \quad (3.2)$$

Sehingga, nilai yang didapat untuk perhitungan *pathloss* adalah :

**Skenario 1 Downlink Outdoor-to-Outdoor**

$$Pathloss = 49 - 35,15 + 2 - 0 - 26,85 - 19,59 - 3 - 6 - 0 - 7 + 0 - (-153,93) - 9 - (-1,1)$$

$$Pathloss = 99,43 \text{ dB} \quad (3.3)$$

**Skenario 2 Uplink Outdoor-to-Outdoor**

$$Pathloss = 49 - 35,15 + 2 - 0 - 26,85 - 19,59 - 3 - 2 - 0 - 7 + 0 - (-153,93) - 9 - (-1,1)$$

$$Pathloss = 103,43 \text{ dB} \quad (3.4)$$

Berdasarkan perhitungan, nilai *pathloss* dari beberapa skenario mendapatkan nilai yang berbeda-beda. Faktor yang sangat berpengaruh pada berbedanya nilai dari *pathloss* terletak pada parameter *interference margin* yang berpengaruh pada skenario *Uplink* menggunakan 2 dB dan *Downlink* menggunakan 8 dB serta parameter *slow fading margin* yang berpengaruh terhadap skenario *Outdoor-to-Outdoor* menggunakan 7 dB. Perbedaan ini diakibatkan perbedaan keadaan yang akan digunakan dari berbagai skenario.

Dari hasil perhitungan  $h'_{BS}$ ;  $h'_{UT}$ ; dan  $d'_{BP}$  didapat :

$$\begin{aligned} h'_{BS} &= h_{BS} - h_E \\ &= 25 - 1 \\ &= 24 \text{ m} \end{aligned} \tag{3.5}$$

$$\begin{aligned} h'_{UT} &= h_{UT} - h_E \\ &= 1,5 - 1 \\ &= 0,5 \text{ m} \end{aligned} \tag{3.6}$$

$$\begin{aligned} d'_{BP} &= 4 \times h'_{BS} \times h'_{UT} \times f_c / c \\ &= 4 \times 24 \times 0,5 \times 2,6 \times 10^9 / 3 \times 10^8 \\ &= 416 \text{ m} \end{aligned} \tag{3.7}$$

Dan perhitungan dari rumus LOS-PL ini menghasilkan nilai  $d_{3D}$  pada skenario 1 (O2O-Downlink-LOS) dengan nilai :

$$\begin{aligned} PL &= 40 \log_{10} (d_{3D}) + 28.0 + 20 \log_{10} (f_c) - 9 \log_{10} ((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \\ 99,43 &= 40 \log (d_{3D}) + 28.0 + 20 \log (2.6) - 9 \log((416)^2 + (25-1)^2) \\ 40 \log (d_{3D}) &= 99,43 + 47,15666791 - 28 - 8,299466959 \\ \log (d_{3D}) &= 110,287/40 \\ d_{3D} &= 571,99 \text{ m} \end{aligned} \tag{3.8}$$

Pada skenario 1 (O2O-Downlink-LOS), nilai  $d_{2D}$  yang didapat adalah :

$$\begin{aligned} 'd_{2D}' &= \sqrt{((d_{3D})^2 - (h_{BS} - h_{UT})^2)} \\ &= \sqrt{((571,99)^2 - (25 - 1,5)^2)} \\ &= 571,514 \text{ m} \end{aligned} \tag{3.9}$$

Jadi, dengan adanya perhitungan sebelumnya dapat diketahui area yang dicakup oleh satu gNodeB pada skenario 1 (O2O-Downlink-LOS) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_A &= 2,6 \times (d_{2D})^2 \\ &= 2,6 \times (571,514)^2 \\ &= 849233,455 \text{ m}^2 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Terakhir, jumlah *site* yang dibutuhkan dalam area cakupan yang ingin dilakukan perencanaan dapat diketahui dengan mengetahui luas permukaan daerah penelitian yaitu 7 km<sup>2</sup> dibandingkan dengan luas area cakupan gNodeB dengan perhitungan sebagai berikut :

$$N_{gNodeB} = \ell Area / C_A$$

$$\begin{aligned}
&= 7000000 / 849233,455 \\
&= 8,478 \\
&\approx 8 \text{ site}
\end{aligned}
\tag{3.11}$$

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan.

| <i>Comment Parameter</i>   | <b>Skenario 1 :<br/>Downlink<br/>(O2O) - LOS<br/>Value</b> | <b>Skenario 2 :<br/>Uplink (O2O) -<br/>LOS Value</b> |
|----------------------------|--|--|
| <i>Thermal Noise</i>       | -153.93  | -153.93  |
| <i>Subcarrier Quantity</i> | 3276   | 3276   |
| <i>Pathloss</i>            | 99,43 dB   | 103,43 dB  |
| <i>h'<sub>BS</sub></i>     | 25 m   | 25 m   |
| <i>h'<sub>UT</sub></i>     | 0.5 m  | 0.5 m  |
| <i>d'<sub>BP</sub></i>     | 416 m  | 416 m  |
| <i>d<sub>3D</sub></i>      | 214.54 m   | 203.09 m   |
| <i>Cell Radius</i>         | 571,514 m  | 719,718 m  |
| <i>Coverage Area</i>       | 849233,455 m <sup>2</sup>                                  | 1346786.002 m <sup>2</sup>                           |
| <i>Number of gNodeB</i>    | 8 sites  | 6 sites  |

### 3.4 HASIL PERHITUNGAN LINK BUDGET 5G NR FREKUENSI 28 GHZ

Tabel 3.3 *Link Budget* 5G NR untuk Frekuensi 28 GHz[1].

| <b>Maximum Allowable Path Loss (MAPL)</b> |                        |               |
|---|------------------------|---------------|
| <i>Comment parameter</i>                  | <i>Downlink</i>        | <i>Uplink</i> |
| <i>gNodeB Transmitter Power(dBm)</i>      | 35                     |               |
| <i>Resource block</i>                     | 132                    |               |
| <i>Subcarrier quantity</i>                | 1584                   |               |
| <i>gNodeB antenna gain(dBi)</i>           | 2                      |               |
| <i>gNodeB cable loss(dBi)</i>             | 0                      |               |
| <i>Penetration loss(Db)</i>               | 12.23                  |               |
| <i>Folliage loss(Db)</i>                  | 5                      |               |
| <i>Body block loss(Db)</i>                | 15                     |               |
| <i>Interference margin(Db)</i>            | 0,5                    | 1             |
| <i>Rain/Ice margin(Db)</i>                | 3                      |               |
| <i>Slow fading margin(Db)</i>             | 7                      |               |
| <i>UE antenna gain(Db)</i>                | 0                      |               |
| <i>Bandwidth(MHz)</i>                     | 100                    |               |
| <i>Kontanta boltzman (K) (mWs/K)</i>      | 1,38×10 <sup>-20</sup> |               |
| <i>Temperature(Kelvin)</i>                | 293                    |               |
| <i>Thermal noise power(dBm)</i>           | -153,93                |               |

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| UT noise figure(Db)             | 7    |
| Demodulation threshold SINR(Db) | -1,1 |

Jumlah lokasi di kawasan industri Pulogadung ditentukan dengan menentukan model propagasi. Model propagasi yang digunakan didasarkan pada *link budget* untuk jaringan 5G berdasarkan 3GPP 38.901. Model propagasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Urban Macro* (UMa). UMa dengan *Base Station O2O (Outdoor to Outdoor)* dari skenario ngarai jalan Umi dipasang di bawah level *rooftop* gedung sekitarnya. Area terbuka digunakan untuk merekam skenario kehidupan nyata seperti kota atau terminal. Lebar daerah cakupan terbuka umumnya sekitar 50-100 m, dengan tinggi Tx 10 m, tinggi Rx sekitar 1,5-2,5 m dan ISD sekitar 200 m.

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan.

| <i>Comment Parameter</i>   | <b>Skenario 1 :<br/>Uplink (O2O) –<br/>LOS Value</b> | <b>Skenario 2 :<br/>Downlink (O2O)<br/>– LOS Value</b> |
|----------------------------|--|--|
| <i>Thermal Noise</i>       | -153.93  | -153.93  |
| <i>Subcarrier Quantity</i> | 1584   | 1584   |
| <i>Pathloss</i>            | 110,30 Db  | 109,80 Db  |
| <i>h'BS</i>                | 9 m  | 9 m  |
| <i>h'UT</i>                | 0.5 m  | 0.5 m  |
| <i>d'BP</i>                | 1056 m   | 1056 m   |
| <i>d3D</i>                 | 214.54 m   | 203.09 m   |
| <i>Cell Radius</i>         | 214,37 m   | 202,92 m   |
| <i>Coverage Area</i>       | 119487,19 m <sup>2</sup>                             | 107059,00 m <sup>2</sup>                               |
| <i>Number of gNodeB</i>    | 42 sites   | 47 sites   |

### 3.5 COVERAGE AREA

*Coverage planning* adalah perencanaan jaringan yang perhitungannya berdasarkan area yang akan dicakup oleh jaringan. Perhitungan *link budget* digunakan untuk menentukan nilai *pathloss* maksimum yang dapat diterima antara gNB dan antena UE. Dalam perencanaan penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah *site* yang ideal atau baik untuk Kawasan Industri Pulogadung dengan menghitung luas cakupan untuk setiap *site*.

### 3.6 PARAMETER SECONDARY SYNCHRONIZATION - REFERENCE SIGNAL RECEIVED POWER (SS-RSRP)

SS-RSRP didefinisikan sebagai daya linier rata-rata pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* dalam rentang frekuensi

*bandwidth* yang digunakan. *Reference signal* dibawa oleh simbol tertentu pada satu *subcarrier* dalam *resource block*, sehingga pengukuran hanya dilakukan pada *resource element* yang membawa informasi *cell-specific reference signal*. SS RSRP merupakan informasi level kuat sinyal pada suatu sel[6].