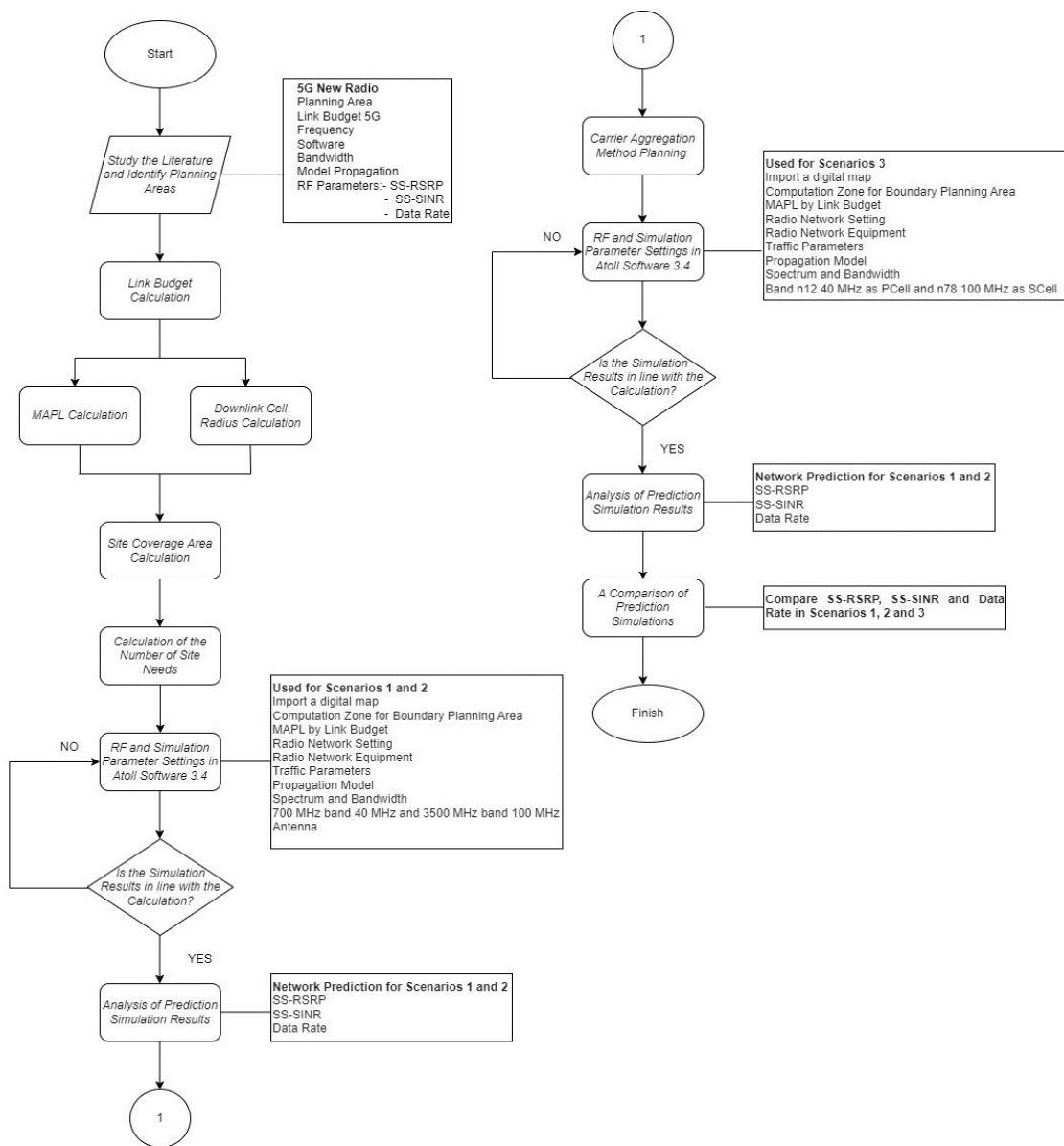


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

Adapun alur penelitian pada penelitian ini diawali dari tahap pengumpulan data, perancangan sistem, perhitungan *link budget* dan jumlah kebutuhan *site*. Pada Gambar 3. 1 menunjukkan diagram alur pengerjaan dalam penelitian ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Proses pengerjaan dimulai dengan meninjau literatur yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Ini juga memungkinkan untuk menentukan area perencanaan yang tepat untuk digunakan. Perencanaan jaringan 5G NR pada sisi cakupan area pada *site* adalah langkah pertama dalam penelitian ini. Pada tahap ini wilayah yang akan direncanakan untuk jaringan 5G NR telah ditentukan, yaitu Kawasan Industri Bekasi. Perencanaan jaringan 5G NR dilakukan di Kawasan Industri Bekasi dikarenakan kawasan industri saat ini membutuhkan jaringan yang cepat dan efisien. Jaringan 5G untuk mendukung penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Adapun topik yang diangkat pada penelitian ini adalah berfokus pada perancangan jaringan 5G berdasarkan *coverage planning* sehingga membutuhkan perhitungan *link budget*. Kemudian, untuk mengetahui kehilangan sinyal selama transmisi dari *gNodeB* ke *User Terminal (UT)*, maka perhitungan *link budget* digunakan. Hal ini memungkinkan jarak antar *gNodeB* yang paling maksimum sehingga tidak terjadi *blankspot*. Penelitian ini akan menghitung jumlah *site* yang diperlukan di suatu *polygon* area yang sudah ditentukan. Karena penelitian ini berfokus pada perencanaan *coverage* tanpa mempertimbangkan kapasitas *site* data kepadatan penduduk tidak diperlukan. Parameter *Key Performance Indicator (KPI)* 5G yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *SS-RSRP*, *SS-SINR*, dan *Data Rate*. Penulis juga menentukan model propagasi dan spektrum frekuensi dan *bandwidth* yang digunakan dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini diaplikasikan kepada tiga skema frekuensi yaitu 700 MHz Non-CA, 3500 MHz Non-CA dan yang terakhir menggunakan metode *Carrier Aggregation (CA)*. Perencanaan jaringan ini menggunakan model propagasi *Urban Macro* dan *skenario Line of Sight Outdoor-to-Outdoor*. Tahap kedua dari penelitian ini adalah perencanaan *link budget*. Perencanaan ini berfokus pada sisi *downlink* untuk frekuensi 700 MHz dan 3500 MHz. *MAPL* atau *Maximum Allowable Pathloss* diperoleh melalui perhitungan *link budget* dan *cell radius* dari wilayah perencanaan sehingga dapat diperoleh jumlah *site* yang dibutuhkan di wilayah perencanaan. Kemudian melakukan pengaturan konfigurasi dan melakukan simulasi pada masing-masing frekuensi yaitu pada frekuensi 700 MHz dan 3500 MHz pada *software Atoll 3.4*. Kemudian setelah diperoleh jumlah *site* dari hasil simulasi, maka akan disesuaikan dengan hasil perhitungan manual. Apabila hasil

simulasi mendekati atau sama dengan hasil perhitungan maka dapat dilanjutkan ketahap selanjutnya yaitu, melakukan simulasi prediksi untuk parameter *Key Performance Indicator* (KPI) yaitu parameter SS-RSRP, SS-SINR dan *data rate*. Kemudian dilanjutkan ketahap skenario ketiga pada penelitian ini yaitu, melakukan penerapan *metode inter-band carrier aggregation*. Proses dilanjutkan dengan melakukan *setting* konfigurasi dan simulasi pada *software Atoll* dengan menyesuaikan parameter yang dibutuhkan. Setelah melakukan konfigurasi *inter-band carrier aggregation* pada *software Atoll*, proses dilanjutkan dengan melakukan simulasi prediksi parameter *Key Performance Indicator* (KPI) yaitu parameter RF seperti SS-RSRP, SS-SINR dan *Data Rate*. Adapun tahap akhir, dilakukan perbandingan dari parameter RF Skenario 1 yaitu, perancangan jaringan 5G NR dengan frekuensi 700 MHz (tanpa menggunakan *inter-band CA*) dibandingkan dengan hasil simulasi dengan Skenario 3 (menggunakan *inter-band CA*) dan perbandingan Skenario 2 yaitu, perancangan jaringan 5G NR pada frekuensi 3500 MHz (tanpa menggunakan *inter-band CA*) dengan membandingkan hasil simulasi Skenario 3 yang menggunakan *inter-band Carrier Aggregation*.

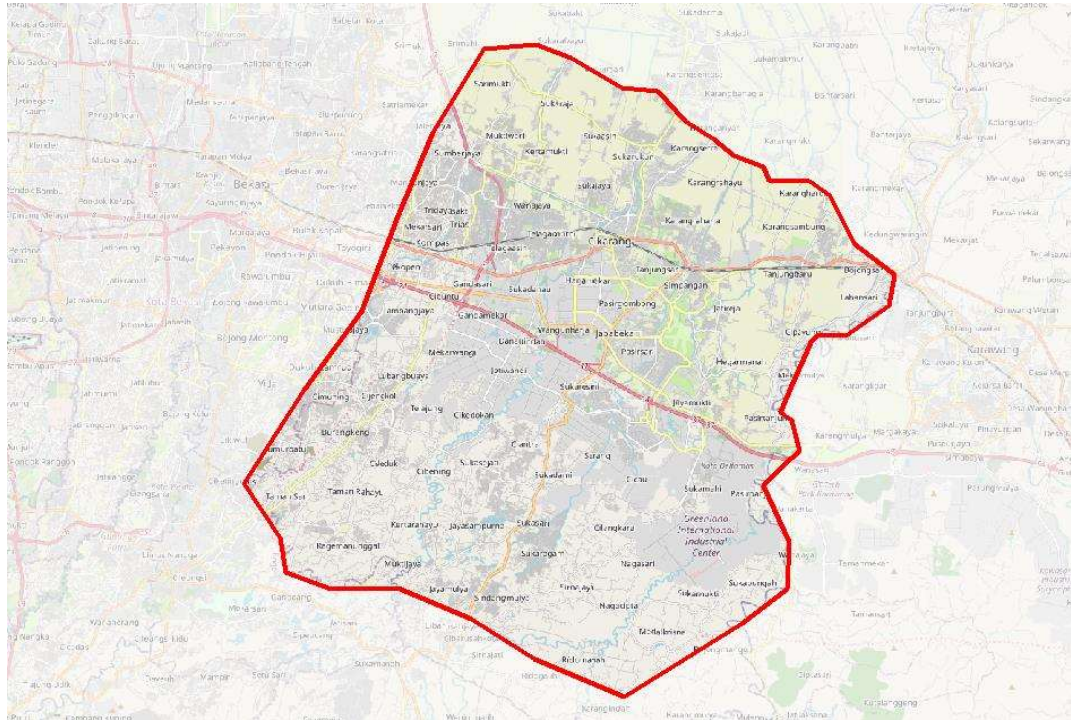
3.2 SOFTWARE YANG DIGUNAKAN

Penulis melakukan perancangan jaringan 5G NR dengan menggunakan *software Atoll 3.4.0* pada frekuensi 700 MHz dan 3500 MHz. *Atoll Radio Planning* adalah *software* desain jaringan dan optimasi yang mendukung nirkabel di seluruh level jaringan, mulai dari perencanaan awal untuk densifikasi dan optimasi nirkabel.

3.3 DESKRIPSI WILAYAH PERENCANAAN

Kabupaten Bekasi terletak di $6^{\circ} 10'53''$ - $6^{\circ} 30' 6''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ} 48' 28''$ - $107^{\circ} 27' 29''$ Bujur Timur. dan terdiri dari dua bagian yaitu, dataran rendah yang terdiri bagian utara dan dataran bergelombang ada di bagian selatan. Ini memiliki kemiringan antara 0 dan 250 meter dan ketinggian antara 6 dan 115 meter. Tahun 2021, Kabupaten Bekasi terdiri dari 23 kecamatan. Luas wilayah Kabupaten Bekasi adalah $1.273,889 \text{ km}^2$ [13]. Salah satu kawasan industri terbesar di Indonesia adalah Kawasan Industri Kabupaten Bekasi, yang tersebar di berbagai wilayah. Bekasi adalah kota industri terbesar di Asia Tenggara. Kabupaten Bekasi memiliki

banyak kawasan industri, termasuk MM2100 (Megapolis Manunggal 2100), DELTA SILICON I dan DELTA SILICON II, DELTA MAS, dan GIIC (*Greenland International Industrial Center*) [17]. Kawasan industri Bekasi, yang memiliki luas 97.5 km², adalah lokasi yang dapat direncanakan.



Gambar 3. 2 Sampel Wilayah Perencanaan

3.4 PERENCANAAN JARINGAN BERDASARKAN CAKUPAN AREA

Perencanaan cakupan adalah teknik perencanaan jaringan seluler yang menggunakan luas cakupan dalam satu sel gNodeB. Ini digunakan untuk menghitung jumlah sel yang diperlukan pada suatu *polygon* area, yang merupakan luas area yang direncanakan. Dalam penelitian ini, luas area yang digunakan berada di wilayah kawasan industri Bekasi dengan luas wilayah 97.5 km². Perencanaan jaringan 5G melibatkan perhitungan MAPL dan perhitungan model propagasi dan *link budget* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui nilai redaman lintasan maksimum *loss* yang diperbolehkan antara UE dengan *Base Station*, dimana nilai ini berpengaruh terhadap perhitungan jumlah kebutuhan *site* dengan menyesuaikan model propagasi yaitu *Urban Macro* dan pendekatan *coverage planning*. Tabel 3. 1 menunjukkan parameter yang digunakan dalam perhitungan *link budget* berikut ini:

Tabel 3. 1 *Link Budget* 5G NR [5]

Parameter 700 MHz 3500 MHz	Skenario 1 700 MHz	Skenario 2 3500 MHz	Skenario 3 CA
<i>gNodeB Transmitter Power (dBm)</i>	49	49	49
<i>Resource block</i>	106	273	106
<i>Subcarrier quantity</i>	1272	3276	1272
<i>gNodeB antenna gain (dBi)</i>	14.8	15.6	14.8
<i>gNodeB cable loss (dBi)</i>	0	0	0
<i>Penetration loss (dB)</i>	14.5	24.36	14.5
<i>Foliage loss (dB)</i>	18.5	8.5	18.5
<i>Body block loss (dB)</i>	3	3	3
<i>interference margin (dB)</i>	6	6	6
<i>Rain/ice margin (dB)</i>	0	0	0
<i>Slow fading margin (dB)</i>	5	7	5
<i>UT antenna gain (dB)</i>	0	0	0
<i>Boltzmann Constant (mWs/K)</i>	1.38×10^{-20}	1.38×10^{-20}	1.38×10^{-20}
<i>Temperature (Kelvin)</i>	293°	293°	293°
<i>Thermal noise power (dBm)</i>	-157.91	-153.93	-157.91
<i>UT noise figure (dB)</i>	7	9	7
<i>Demodulation threshold SINR (dB)</i>	22.3	22.9	22.3
<i>Bandwidth (MHz)</i>	40	100	140
<i>Planning area (km²)</i>	97.5	97.5	97.5

Tabel 3.1 menunjukkan parameter dan hasil perhitungan *link budget*, dimana untuk nilai *resource block* menyesuaikan dengan jumlah *bandwidth*, nilai *numerology* dan *subcarrier spacing* yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan *numerology* 1 dengan SS sebesar 30 KHz. Jumlah RB pada *bandwidth* 40 MHz adalah sebesar 106 dan pada *bandwidth* 100 MHz adalah sebesar 273. Kemudian untuk mendapatkan nilai *subcarrier quantity* diperoleh dari $12 \cdot RB$. Adapun nilai *slow fading margin* dengan skenario *downlink* O2O LOS pada perencanaan ini pada frekuensi 700 MHz sebesar 5 dB dan pada frekuensi 3500 MHz sebesar 7 dB.

3.5 SKENARIO PERENCANAAN JARINGAN 5G

Dalam penelitian ini, skenario perencanaan *Downlink Outdoor-to-Outdoor Line of Sight* digunakan, dan model propagasi jaringan 5G yang didasarkan pada 3GPP 38.901 digunakan. Model propagasi *Urban Macro* digunakan. dimana model propagasi ini sesuai dengan wilayah perencanaan jaringan dipilih yang termasuk

dalam wilayah *potential market*. Tabel 3. 3 menunjukkan parameter model propagasi UMA berikut ini :

Tabel 3. 2 Parameter model propagasi UMA [15]

Parameter	Variabel	700 MHz	3500 MHz
<i>Carrier Frequency (GHz)</i>	f_c	0.7	3.5
<i>Propagation Velocity in Free Space (m/s)</i>	c	3×10^8	3×10^8
<i>Antena Heights User Terminal (m)</i>	h_{UT}	1.5	1.5
<i>Antenna Heights Base Station (m)</i>	h_{BS}	25	25
<i>The Effective Environment Height (m)</i>	h_E	1	1
<i>The Effective Antenna Heights User Termina (m)</i>	h'_{UT}	0.5	0.5
<i>The Effective Antenna Heights Base Station (m)</i>	h'_{BS}	24	24
<i>Breakpoint Distance (m)</i>	d'_{BP}	112	560

Adapun tiga skenario pada perencanaan jaringan 5G NR yang diaplikasikan kepada tiga skema frekuensi, yakni 700 MHz Non-CA, 3500 MHz Non-CA, dan yang terakhir perencanaan jaringan 5G NR dalam *mode Carrier Aggregation (CA)*. Adapun tiga skenario perencanaan jaringan 5G NR adalah sebagai berikut ini:

1. Skenario 1 Perencanaan Jaringan 5G NR

Pada skenario pertama, dilakukan perancangan jaringan 5G NR dengan frekuensi 700 MHz. Setelah melakukan perhitungan *link budget* diperoleh jumlah *site* yang dibutuhkan di wilayah perencanaan. Kemudian, melakukan perancangan dengan menggunakan *software* Atoll 3.4.0. Dalam Skenario 1, perencanaan jaringan 5G NR disimulasikan pada frekuensi 700 MHz dengan *bandwidth* 40 MHz dengan skenario O2O-*downlink*-LOS. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh hasil jumlah kebutuhan *site* dengan luas wilayah perencanaan 97.5 km² sebanyak 18 *site*. Tabel 3. 3 menunjukkan spesifikasi dan konfigurasi pada Skenario 1 berikut:

Tabel 3. 3 Spesifikasi dan Konfigurasi Perencanaan Skenario 1

Parameter	Nilai
Luas Wilayah Perencanaan (Km ²)	97.5 Km ²
Daya (dBm)	49
Frekuensi Kerja (MHz)	700
<i>Bandwidth</i> (MHz)	40
Model Propagasi	<i>Urban Macro (Uma)</i>
Tinggi Antena UT (m)	1.5
Tinggi Antena BS (m)	25
MAPL <i>Downlink</i>	114.367
<i>Cell Radius</i> (m)	1455.22
Jumlah <i>Site</i>	18

2. Skenario 2 Perencanaan Jaringan 5G NR

Pada skenario kedua dilakukan perancangan jaringan 5G NR dengan frekuensi 3500 MHz. Setelah melakukan perhitungan *link budget* diperoleh jumlah *site* yang dibutuhkan di wilayah perencanaan. Kemudian melakukan perancangan dan simulasi perencanaan jaringan 5G NR menggunakan *software Atoll 3.4*. Pada Skenario 2 ini dilakukan perencanaan jaringan 5G NR pada frekuensi 3500 MHz dengan *bandwidth* 100 MHz dengan skenario *O2O-downlink-LOS*. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh hasil jumlah kebutuhan *site* dengan luas wilayah perencanaan 97.5 km² sebanyak 82 *site*. Tabel 3. 4 menunjukkan spesifikasi dan konfigurasi pada Skenario 2 berikut ini:

Tabel 3. 4 Spesifikasi dan Konfigurasi Perencanaan Skenario 2

Parameter	Nilai
Luas Wilayah Perencanaan (Km ²)	97.5 Km ²
Daya (dBm)	49
Frekuensi Kerja (MHz)	3500
<i>Bandwidth</i> (MHz)	100
Model Propagasi	<i>Urban Macro (Uma)</i>
Tinggi Antena UT (m)	1.5
Tinggi Antena BS (m)	25
MAPL <i>Downlink</i>	102.617
<i>Cell Radius</i> (m)	676.04
Jumlah <i>Site</i>	82

3. Skenario 3 Penerapan Metode *Inter-Band Carrier Aggregation*

Pada skenario ketiga ini dilakukan penambahan konfigurasi dengan menerapkan metode *inter-band carrier aggregation* yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas jaringan. Pada skenario ketiga ini menggunakan *band* frekuensi pada skenario 1 yaitu 700 MHz dengan *bandwidth* 40 MHz yang digabungkan dengan *band* 3500 MHz dengan *bandwidth* 100 MHz dengan kebutuhan *site* nya sebanyak 18 *site*. Tabel 3. 5 menunjukkan spesifikasi dan konfigurasi pada Skenario 3 berikut ini:

Tabel 3. 5 Spesifikasi dan Konfigurasi Perencanaan Skenario 3

<i>Penerapan Carrier Aggregation</i>	
<i>Carrier Aggregation</i>	<i>Inter- Band</i>
Frekuensi Kerja	700 MHz (<i>bandwidth</i> 40 MHz) 3500 MHz (<i>bandwidth</i> 100 MHz)
Jumlah Site	18
Daya	49 dBm
Konfigurasi CA	<i>Aggregation Class C</i>
Tipe Antena	Katherin_ 80010965 (700 MHz) Katherin_ 800250911 (3500 MHz)
<i>Duplex</i>	FDD_TDD