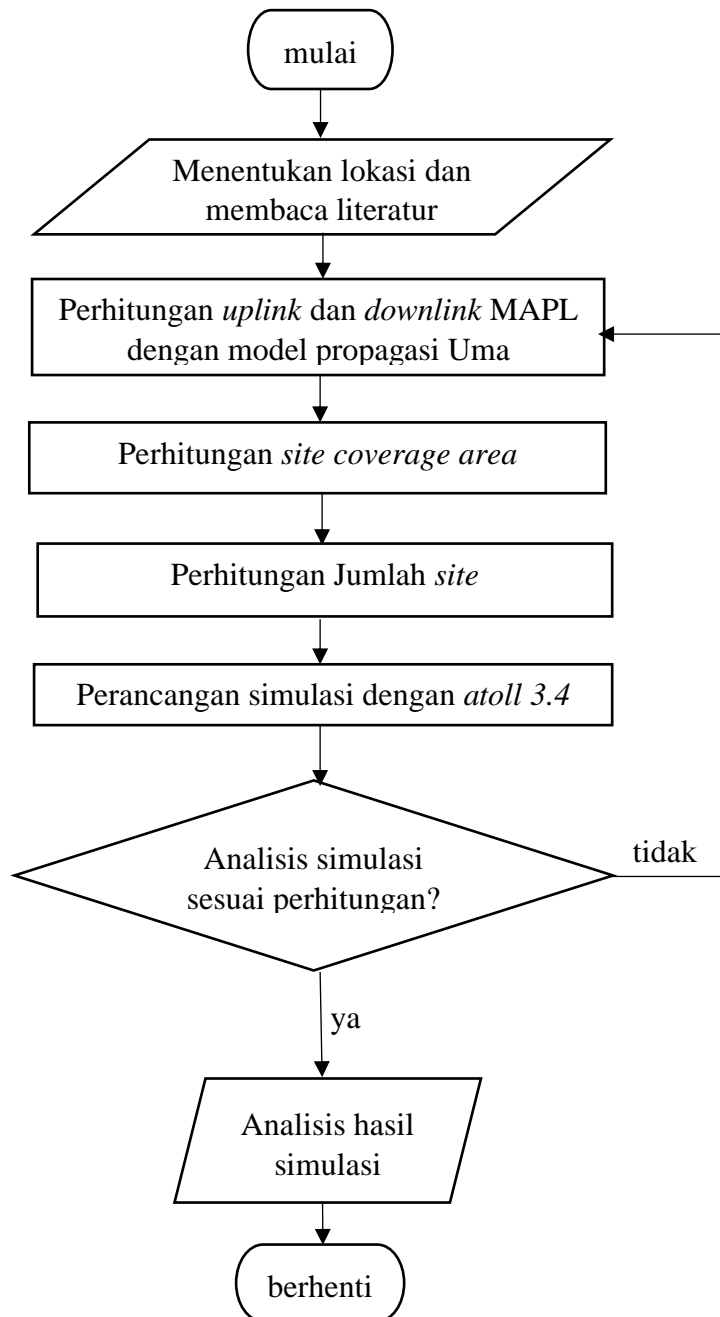


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis membuat alur atau *flowchart* penelitian agar mudah dapat memahami dalam menyelesaikan permasalahan. Adapun *flowchart* penelitian seperti Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

Tahap pertama yaitu menentukan lokasi yang akan dibuat perancangan *coverage area* dilanjutkan dengan membaca literatur jurnal yang berkaitan dengan penelitian. Tahap yang kedua melakukan perhitungan MAPL untuk skenario 1 dan skenario 2 dengan model propagasi yang digunakan adalah *Urban macro Outdoor-to-outdoor* di kondisi NLOS. Tahap ketiga dan keempat yaitu melakukan perhitungan *site coverage area* dan jumlah *site* yang dibutuhkan dalam perancangan. Setelah melakukan perhitungan langkah berikutnya yaitu melakukan perancangan simulasi menggunakan *atoll 3.4* yang kemudian melakukan analisis hasil simulasi dan jika berhasil maka simulasi perancangan dan perhitungan sudah sesuai, jika tidak berhasil maka akan kembali ke langkah sebelumnya untuk dilakukan perhitungan dan simulasi ulang.

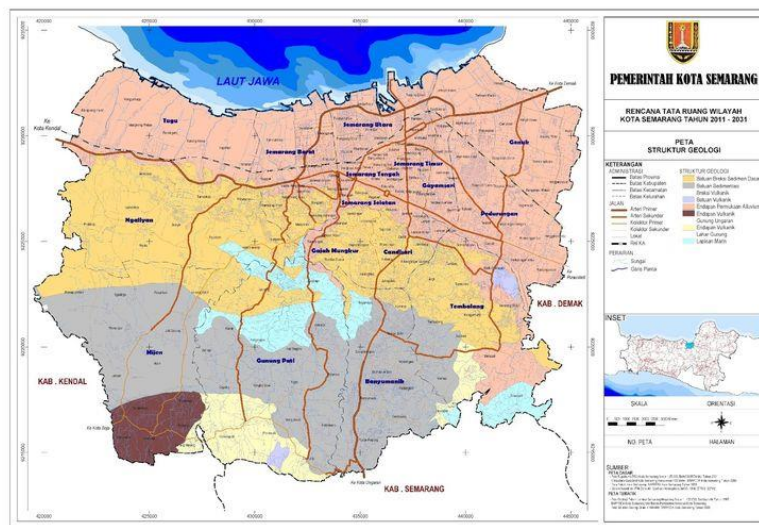
3.2 KOTA SEMARANG

Tabel 3.1 Luas wilayah kota Semarang[12]

Kecamatan/ <i>District</i>	Luas Wilayah/ Area (Km ²) <i>Width of Area</i>
010. Mijen	57,55
020. Gunungpati	54,11
030. Banyumanik	25,69
040. Gajah Mungkur	9,07
050. Smg. Selatan	5,928
060. Candisari	6,54
070. Tembalang	44,2
080. Pedurungan	20,72
090. Genuk	27,39
100. Gayamsari	6,177
110. Smg. Timur	7,7
120. Smg. Utara	10,97
130. Smg. Tengah	6,14
140. Smg. Barat	21,74
150. Tugu	31,78
160. Ngaliyan	37,99

Kota Semarang Semarang City	373,7
--------------------------------	-------

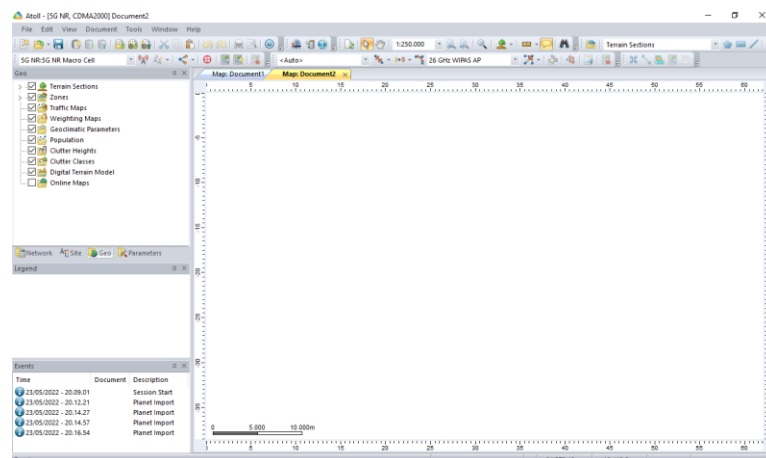
Perancangan *coverage area* dilakukan dikota Semarang yang merupakan kota provinsi di jawa tengah dengan memiliki gedung-gedung cukup tinggi dan padat penduduk. Pada tabel 3.1 merupakan luas wilyah kota Semarang dengan beberapa kecamatan beserta luas daerahnya dengan total keseluruhan sebesar 373,7 km² dan wilyah kota Semarang bisa di lihat pada gambar 3.3[12]:



Gambar 3.2 Wilayah kota Semarang[13]

3.3 APLIKASI ATOLL 3.4

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan aplikasi *atoll* 3.4 untuk melakukan perancangan *coverage planning* 5G New radio (NR) di kota Semarang di frekuensi 2.3 GHz dengan *bandwidth* 80 MHz.



Gambar 3.3 Aplikasi *atoll* 3.4

3.4 LINK BUDGET 5G NR

Pada Tabel 3.2 merupakan *link budget* yang akan digunakan dalam perancangan 5G NR dengan frekuensi 2,3 GHz.

Tabel 3.2 5G Link budge[14][11][15][16]

<i>Maximum allowed path loss (MAPL)</i>		
<i>Comment parameter</i>	<i>Uplink</i>	<i>Downlink</i>
<i>gNodeB Transmitter Power (dBm)</i>	49	49
<i>Resource blok</i>	217	217
<i>Subcarrier quantity</i>	2604	2604
<i>gNodeB antenna gain (dBi)</i>	2	2
<i>gNodeB cable loss (dBi)</i>	0	0
<i>Penetration loss (dB)</i>	12,23	12,23
<i>Foliage loss (dB)</i>	11,14	11,14
<i>Body blok loss (dB)</i>	8	8
<i>Interference margin (dB)</i>	2	6
<i>Rain/ice margin (dB)</i>	0	0
<i>Slow fading margin (dB)</i>	6	6
<i>UE antenna gain (dB)</i>	0	0
<i>Bandwidth (MHz)</i>	80	80
<i>Kontanta boltzman (K)(mWs/K)</i>	1.38×10^{-20} mWs/K	1.38×10^{-20} mWs/K
<i>Temperatur (Kelvin)</i>	293	293
<i>Thermal noise power (dBm)</i>	-154.39	-154.39
<i>UT noise figure (dB)</i>	9	9
<i>Demodulation threshold SINR(dB)</i>	-1.1	-1.1

3.5 MODEL PROPAGASI URBAN MACRO (UMA)

Model propagasi yang akan digunakan dalam perancangan *coverage planning* 5G ini adalah propagasi *Urban macro* (Uma) sesuai standarisasi dari

3GPP 38.901. Pemilihan model propagasi Uma karena cocok di kota-kota besar yang padat penduduk dengan jumlah penduduk kota Semarang 4515 jiwa per km² yang di dapat dari keseluruhan jumlah penduduk di bagi luas wilayahnya. Adapun parameter yang akan digunakan dalam model propagasi Uma bisa di lihat pada Tabel 3.3 [4]:

Tabel 3.3 Parameter model propagasi Uma[4]

Parameter	Code	Value	Unit
Frekuensi	f	2300000000	Hz
<i>Propagation Velocity In Free Space</i>	c	300000000	m/s
<i>Centre Frekuensi</i>	Fc	2.3	GHz
<i>Antena Heights User terminal</i>	hUt	1.5	m
<i>Antena Heights Base Station</i>	hBs	25	m

Penelitian ini dilakukan di skema *outdoor-to-outdoor* (O2O) dengan kondisi *Non Line of sight* (NLOS) dan ada beberapa persamaan dalam perancangannya yaitu:

- Persamaan untuk mencari nilai *pathloss* menggunakan persamaan (2.3) :

$$Pathloss = a - 10\log(b) + c - d - e - f - g - h - i - j + k - l - m - n$$
- Nilai d3D dihitung dengan mencari terlebih dahulu nilai dari d'BP, nilai h'BS dan nilai h'UT, karena dalam skema NLOS parameter b'BP, b'BS, b' UT tidak ada dalam rumus, maka parameter tersebut tidak dimasukan dalam perancangan kali ini.
- Nilai d3D dihitung menggunakan persamaan (2.7) dengan parameter yang sudah diketahui.

$$PL2 = 161.04 - 7.1 \text{ Log}_{10} (W) + 7.5 \text{ log}_{10} (h) - (24.37-3.7 (h/hBS)^2) \text{log}_{10}(hBS) + (43.42 - 3.1 \text{ log}_{10}(hBS)) (\text{log}_{10} (d3D) - 3) + 20 \text{ log}_{10}(fc) - (3.2(\text{log}_{10}(17.625))^2 - 0.6(hUT-1.5) \text{ atau}$$

$$\text{option PL} = 32,4 + 20 \log (fc) + 30 \log (d3D)$$

- Nilai d2D dihitung dengan persamaan (2.8):

$$d2D = \sqrt{((d3D)^2 - (hBS - hUT)^2)}$$

- Nilai *coverage area* satu *site* dihitung dengan persamaan (2.9) :

$$CA = 2,6 \times d^2$$

- f. Jumlah *site* dalam satu wilayah perencanaan dihitung dengan persamaan (2.10) :

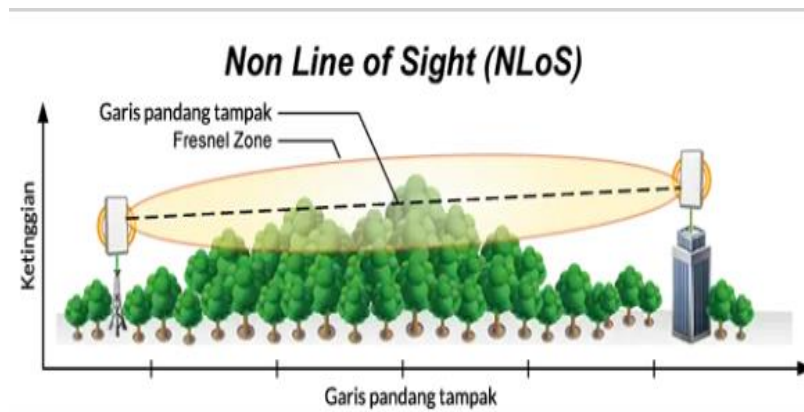
$$NgNodeB = \frac{\ell Area}{CA}$$

3.6 SKENARIO PERENCANAAN

Penelitian ini menggunakan 2 skenario yaitu perencanaan di sisi *Uplink* dan *Downlink* dengan masing-masing menggunakan skema *Outdoor-to-outdoor* (O2O) *Non line of sight* (NLOS). Perancangan *coverage planning* 5G NR menggunakan arsitektur *standalone* . Pada Gambar 3.4 merupakan kondisi *outdoor to outdoor* (O2O) dimana GnodeB dan UT berada di luar ruangan atau *Outdoor*.



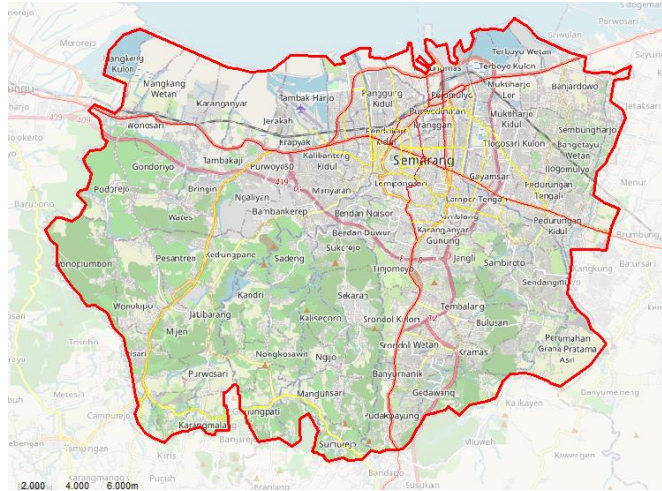
Gambar 3.4 Kondisi *Outdoor-To-Outdoor*[17]



Gambar 3.5 Kondisi *Non line of sight*[18]

Pada Gambar 3.5 merupakan kondisi NLOS yang digunakan dalam perancangan kali ini. Yaitu kondisi dimana garis pandang tampak dari gnodeB ke *user terminal* (UT) terhalang oleh hambatan. Skema NLOS di pilih karena penulis ingin mengamati hasil pancaran daya TX ke RX dengan adanya *obstacle* ini. Untuk perancangan menggunakan aplikasi *atoll* 3.4 terlebih dahulu ada beberapa parameter data yang harus dimasukkan seperti *design area*, *frekuensi band*,

frekuensi carrier, TMA, Feeders, Transmitter Equipment, Antena, Propagation Model dan station Template. Pada gambar 3.6 merupakan pengaturan yang akan dilakukan perancangan 5G NR :



Gambar 3.6 *Design area* di kota Semarang pada *atoll 3.4*

Pada Gambar 3.6 merupakan perancangan *coverage planning* 5G NR di wilayah kota Semarang menggunakan aplikasi *atoll 3.4*. Perancangan *coverage* harus sesuai dengan luas wilayahnya yaitu sebesar 373,7 km². Pada Tabel 3.4 merupakan parameter nilai yang akan dimasukkan ke dalam perancangan kali ini.

Tabel 3.4 *Main system parameter*[5][19]

<i>Key Parameter</i>	<i>System</i>
Jenis teknologi	5G NR
Frekuensi	2300 MHz
Duplex	TDD
<i>Star frekuensi</i>	2300 MHz
<i>End frekuensi</i>	2390 MHz
<i>Bandwidth</i>	80 MHz
<i>Main Antenna Gain</i>	2 dBi

Name	Reference Frequency (MHz)
n1 / E-UTRA 1	2.110
n2 / E-UTRA 2	1.930
n20 / E-UTRA 20	791
n257	26.500
n258	24.250
n260	37.000
n28 / E-UTRA 28	758
n3 / E-UTRA 3	1.805
n41 / E-UTRA 41	2.496
n5 / E-UTRA 5	869
n66 / E-UTRA 66	2.110
n7 / E-UTRA 7	2.620
n78	3.300
n8 / E-UTRA 8	925
n40	2.300
*	

Gambar 3.7 Frequency band di atoll 3.4

Pada Gambar 3.7 merupakan daftar beberapa *antenna* settingan di *default atoll 3.4*, dipercanakan kali ini penulis akan menggunakan frekuensi 2300 MHz untuk *coverage planning 5G NR*.

Name	Frequency Band	Duplexing Method	Centre Frequency (DL) (MHz)	Centre Frequency (UL) (MHz)	Total Width (DL) (MHz)	Total Width (UL) (MHz)	ARFCN
5 MHz - EARFCN 75	n1 / E-UTRA 1	FDD	2.117,5	1.927,5	5	5	75
5 MHz - EARFCN 775	n2 / E-UTRA 2	FDD	1.947,5	1.867,5	5	5	775
5 MHz - EARFCN 9235	n28 / E-UTRA 28	FDD	760,5	705,5	5	5	9.235
5 MHz - EARFCN 9285	n28 / E-UTRA 28	FDD	765,5	710,5	5	5	9.285
5 MHz - EARFCN 9335	n28 / E-UTRA 28	FDD	770,5	715,5	5	5	9.335
5 MHz - EARFCN 9385	n28 / E-UTRA 28	FDD	775,5	720,5	5	5	9.385
50 MHz - NR-ARFCN 2017083	n258	TDD	24.275	24.275	50	50	2.017.083
50 MHz - NR-ARFCN 2017916	n258	TDD	24.325	24.325	50	50	2.017.916
50 MHz - NR-ARFCN 2018749	n258	TDD	24.375	24.375	50	50	2.018.749
50 MHz - NR-ARFCN 2019583	n258	TDD	24.425	24.425	50	50	2.019.583
50 MHz - NR-ARFCN 2020416	n258	TDD	24.475	24.475	50	50	2.020.416
50 MHz - NR-ARFCN 2021249	n258	TDD	24.525	24.525	50	50	2.021.249
50 MHz - NR-ARFCN 2022083	n258	TDD	24.575	24.575	50	50	2.022.083
50 MHz - NR-ARFCN 2022916	n258	TDD	24.625	24.625	50	50	2.022.916
50 MHz - NR-ARFCN 2054583	n257	TDD	26.525	26.525	50	50	2.054.583
50 MHz - NR-ARFCN 2055416	n257	TDD	26.575	26.575	50	50	2.055.416
50 MHz - NR-ARFCN 2056249	n257	TDD	26.625	26.625	50	50	2.056.249
50 MHz - NR-ARFCN 2057083	n257	TDD	26.675	26.675	50	50	2.057.083
50 MHz - NR-ARFCN 2057916	n257	TDD	26.725	26.725	50	50	2.057.916
50 MHz - NR-ARFCN 2058749	n257	TDD	26.775	26.775	50	50	2.058.749
50 MHz - NR-ARFCN 2059583	n257	TDD	26.825	26.825	50	50	2.059.583
50 MHz - NR-ARFCN 2060416	n257	TDD	26.875	26.875	50	50	2.060.416
50 MHz - NR-ARFCN 2229583	n260	TDD	37.025	37.025	50	50	2.229.583
50 MHz - NR-ARFCN 2230416	n260	TDD	37.075	37.075	50	50	2.230.416
50 MHz - NR-ARFCN 2231249	n260	TDD	37.125	37.125	50	50	2.231.249
50 MHz - NR-ARFCN 2232083	n260	TDD	37.175	37.175	50	50	2.232.083
50 MHz - NR-ARFCN 2232916	n260	TDD	37.225	37.225	50	50	2.232.916
50 MHz - NR-ARFCN 2233749	n260	TDD	37.275	37.275	50	50	2.233.749
50 MHz - NR-ARFCN 2234583	n260	TDD	37.325	37.325	50	50	2.234.583
50 MHz - NR-ARFCN 2235416	n260	TDD	37.375	37.375	50	50	2.235.416
50 MHz - NR-ARFCN 621667	n78	TDD	3.325	3.325	50	50	621.667
50 MHz - NR-ARFCN 625000	n78	TDD	3.375	3.375	50	50	625.000
60 MHz - NR-ARFCN 622000	n78	TDD	3.330	3.330	60	60	622.000
80 MHz - NR-ARFCN 622667	n78	TDD	3.340	3.340	80	80	622.667
80 MHz	n40	TDD	2.300	2.300	80	80	2.017.499

Gambar 3.8 Frequency carrier di atoll 3.4

Pada Gambar 3.8 merupakan daftar frekuensi *carries* yang terdapat dalam *atoll 3.4*. Dalam perancangan *coverage planning 5G NR* ini penulis menggunakan *bandwidth* sebesar 80 MHz dengan teknik *duplex* berupa TDD atau *time division duplex*.

Name	Gain (dBi)	Manufacturer	Comments	Pattern
100deg 14dBi 0Tilt Broadcast	14,5	Comba	Smart antenna broadcast pattern	Combar - Combar
100deg 16dBi 0Tilt 2010MHz	16,5	Comba	Smart antenna element pattern	Combar - Combar
110deg 15dBi 0Tilt 1900MHz	15,72	Comba	Smart antenna element pattern	Combar - Combar
30deg 18dBi 0Tilt 1800MHz	18	Kathrein	1800 MHz	Combar - Combar
30deg 18dBi 0Tilt 850/900MHz	18	Kathrein	850/900 MHz	Combar - Combar
33deg 21dBi 2Tilt 1900/2100MHz	21	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar - Combar
3GPP Antenna Radiation Pattern	8			Combar - Combar
60deg 16dBi 0Tilt 2600MHz	16,4	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar
60deg 16dBi 2Tilt 2600MHz	16,6	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar
60deg 16dBi 4Tilt 2600MHz	16,7	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar
60deg 16dBi 6Tilt 2600MHz	16,7	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar
60deg 16dBi 8Tilt 2600MHz	16,5	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 0Tilt 700/800MHz	17,2	Kathrein	700/800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 2Tilt 700/800MHz	16,8	Kathrein	700/800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 4Tilt 700/800MHz	16,8	Kathrein	700/800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 6Tilt 700/800MHz	16,7	Kathrein	700/800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 8Tilt 700/800MHz	16,5	Kathrein	700/800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 0Tilt 1800MHz	17,15	Kathrein	1800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 0Tilt 2600MHz	17,62	Comba	Smart antenna element pattern	Combar - Combar
65deg 17dBi 0Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 2Tilt 1800MHz	17	Kathrein	1800 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 2Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 4Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar - Combar
65deg 17dBi 6Tilt 1800MHz	17,5	Kathrein	1800 MHz	Combar - Combar
65deg 18dBi 0Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar - Combar
65deg 18dBi 2Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar - Combar
65deg 18dBi 4Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar - Combar
70deg 17dBi 3Tilt (SA Broadcast)	17	None	Smart antenna broadcast pattern	Combar - Combar
90deg 14,5dBi 3Tilt (SA Element)	14,5	None	Smart antenna element pattern	Combar - Combar
Antena huawei	2	Comba	Smart antenna element pattern	Combar - Combar
Omni 11dBi 0Tilt 1800MHz	11	Kathrein	1800 MHz	Combar - Combar
Omni 11dBi 0Tilt 1900/2100MHz	11	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar - Combar
Omni 11dBi 0Tilt 850/900MHz	11,15	Kathrein	850/900 MHz	Combar - Combar
Omni 5,7dBi 2100MHz	5,7	Kathrein	2100 MHz	Combar - Combar
Omni 5,8dBi 2600MHz	5,8	Kathrein	2600 MHz	Combar - Combar

Gambar 3.9 Daftar *antenna* di *atoll 3.4*

Pada Gambar 3.9 merupakan daftar *antenna* di aplikasi *atoll 3.4*. perancangan kali ini akan menggunakan *antenna* dari spesifikasi *Huawei* dengan nilai 2 dBi sesuai *link budget* pada tabel 3.2.

Name	Noise Figure (dB)	Reception gain (dB)	Transmission losses (dB)
Default TMA Equipment	1,5	12	0,5
TMA	9	12	0,5

Gambar 3.10 *Tower mounted amplifier* di *atoll 3.4*

Pada Gambar 3.10 merupakan *tower mounted amplifier* TMA yang berfungsi sebagai penguatan sinyal *uplink* dan mengurangi *noise figure* yang ada di *base station*. Pada perencanaan *coverage planning 5G NR* ini, TMA yang akan digunakan yaitu berasal dari *default atoll 3.4* dengan *noise figure* sebesar 9 dB.

Name	Loss per meter (dB/m)	Connector reception losses (dB)	Connector transmission losses (dB)	Linear losses by frequency (dB/m)
Default 1/2" Feeder	0,103	0,5	0,5	
Default 1-5/8" Feeder	0,04	0,5	0,5	
Default 7/8" Feeder	0,06	0,5	0,5	
Feeders	0,028	0,5	0,5	

Gambar 3.11 *Feeders* di *atoll 3.4*

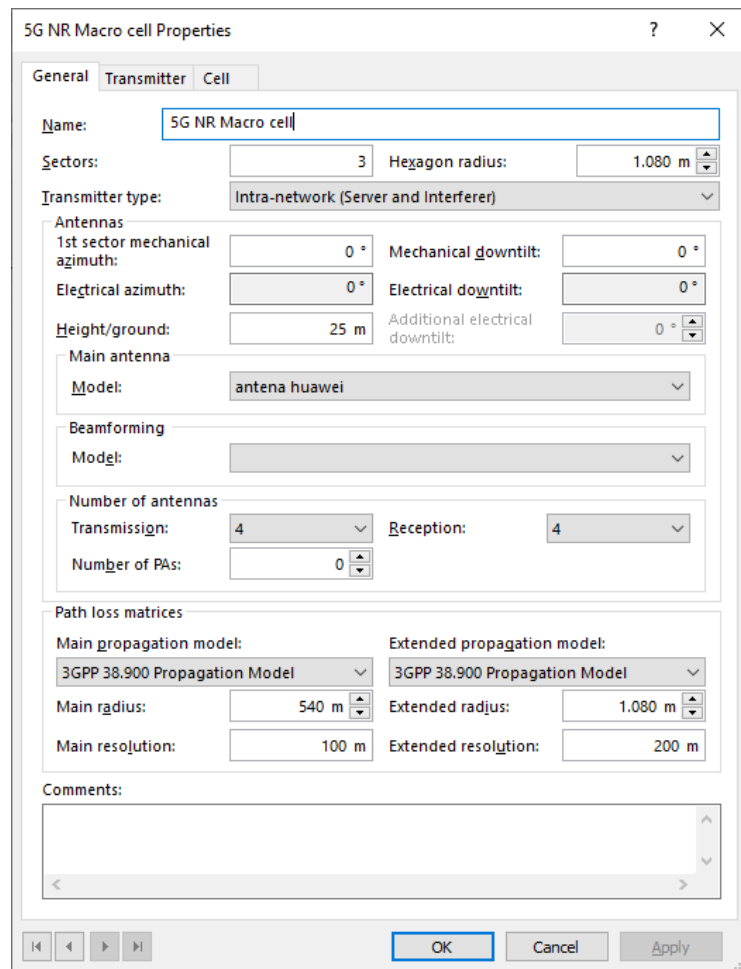
Pada Gambar 3.11 merupakan *feeders cable* yang terdapat dalam *atoll 3.4*. *feeder* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning 5G NR* akan menggunakan *default* dari *atoll 3.4* dengan menyesuaikan nilai *loss per meter*. Nilai *loss per meter* diperoleh dari penjumlahan antara *loss connector reception losses* dengan *connector transmission losses* dibagi panjang *feeders* yaitu 35 meter. Panjang kabel *feeders* di dapatkan dari ketinggian *antenna* 25 meter di tambah

dengan 10 meter, 10 meter ini merupakan panjang dari tower ke arah BTS atau disebut dengan panjang *horizontal tray*. Maka didapat nilai *loss* per meternya sebesar 0,028 db/m.

	Name	Noise Figure (dB)	DL Losses due to the configuration (dB)	UL Losses due to the configuration (dB)
	Default eNode-B Equipment	4	0	0
	TE	9	0	0
*				

Gambar 3.12 *Transmitter Equipment* di *atoll 3.4*

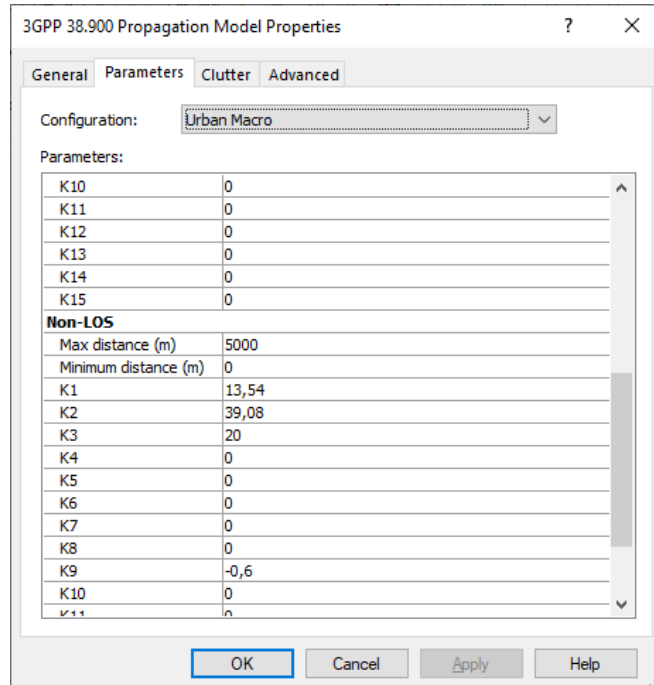
Pada Gambar 3.12 merupakan *transmitter equipment* di dalam aplikasi *atoll 3.4*. Dalam perencanaan *coverage planning 5G NR* ini penulis akan menggunakan *transmitter equipment* dari *default atoll 3.4* dengan *noise figure* sebesar 9 dB.



Gambar 3.13 *5G NR Macro cell properties* di *atoll 3.4*

Pada Gambar 3.13 merupakan *station templates* yang terdapat dalam *atoll 3.4*. *Station templates* yang digunakan dalam perancangan *coverage planning 5G*

NR akan menggunakan 5G NR *Macro cell* dengan memasukkan data parameter yang sudah di setting sebelumnya, seperti model propagasi, nilai perhitungan *cell radius*, TMA, *Feeders*, dan *Transmitter Equipment*.



Gambar 3.14 *Propagation model properties* di *atoll 3.4*

Pada Gambar 3.14 merupakan *propagation model properties* yang terdapat di *atoll 3.4*. Perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan model propagasi *Urban macro* (Uma).

3.7 PARAMETER SS-RSRP

Parameter yang akan dianalisis pada perencanaan *coverage planning* 5G NR ini yaitu SS-RSRP atau kuat sinyal dengan kategori nilai SS-RSRP pada Tabel 2.5 dan tampilan *legend* seperti Tabel 3.5:

Tabel 3.5 Tampilan *legend* nilai SS-RSRP

SS-RSRP Value	Color
-140 s/d -130 dBm	Red
-130 s/d -120 dBm	Orange
-120 s/d -110 dBm	Yellow
-110 s/d -100 dBm	Green
-100 s/d -90 dBm	Light Green
-90 s/d -80 dBm	Blue

-80 s/d -70 dBm	Blue
-70 s/d -60 dBm	Cyan

3.8 PARAMETER SS-SINR

Parameter yang akan dianalisis pada perancangan *coverage planning* 5G NR ini yaitu SS-SINR atau perbandingan kuat sinyal dibanding dengan *noise background* dengan kategori nilai SS-SINR pada tabel 2.6 dan untuk tampilan *legend* bisa di lihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tampilan *legend* nilai SS-SINR

SS-SINR Value	Color
-5 s/d 0 dB	Red
0 s/d 5 dB	Orange
5 s/d 10 dB	Yellow
10 s/d 15 dB	Green
15 s/d 20 dB	Light Green
20 s/d 25 dB	Dark Blue
25 s/d 30 dB	Blue
30 s/d 35 dB	Cyan

3.9 PARAMETER DATA RATE

Parameter *data rate* merupakan parameter yang akan di analisis pada penelitian kali ini, *data rate* merupakan besaran kecepatan akses data *actual* dengan satuan nya *bit per second* (bps) dengan kategori nilai pada Tabel 2.7 dan Tabel 3.7 memperlihatkan tampilan *legend* untuk parameter *data rate*.

Tabel 3.7 Tampilan *legend* nilai *Data rate*

<i>Data rate</i> Value	Color
10 s/d 20 Mbps	Red
20 s/d 30 Mbps	Orange
30 s/d 40 Mbps	Yellow
40 s/d 50 Mbps	Green
50 s/d 60 Mbps	Light Green

60 s/d 70 Mbps	
70 s/d 80 Mbps	
80 s/d 90 Mbps	