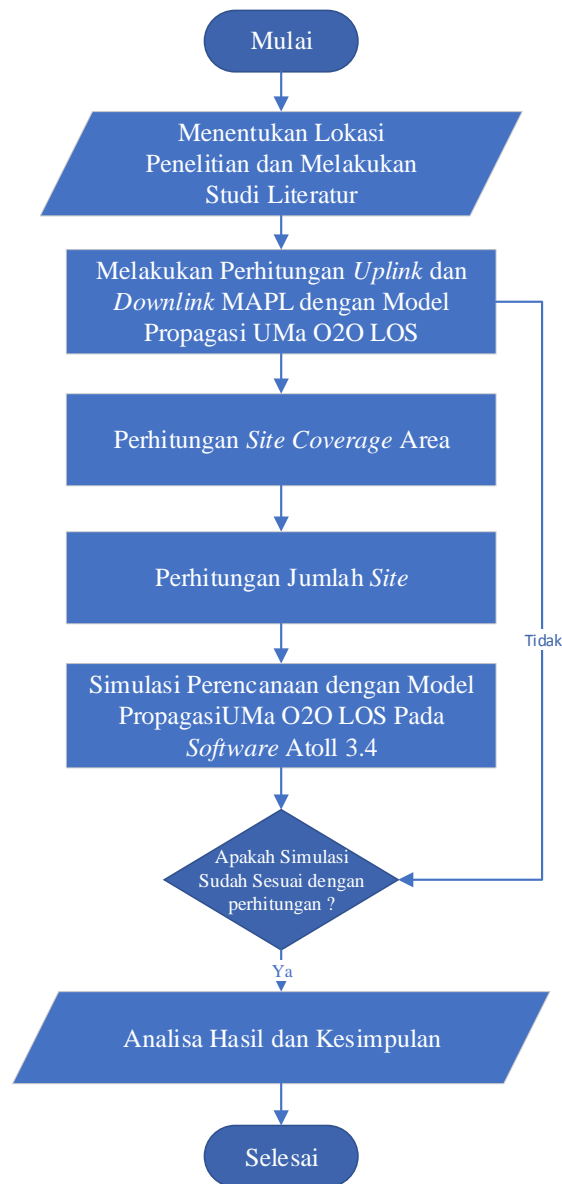


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

Dalam menyelesaikan perancangan pada penelitian akan melewati beberapa langkah atau proses, proses tersebut bisa dilihat dalam diagram alir atau yang biasa disebut dengan *flowchart* pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

Langkah pertama yaitu menentukan lokasi atau daerah yang akan dilakukan perancangan dan melakukan studi literatur yang terkait dengan penelitian. Langkah berikutnya melakukan perhitungan *Uplink* dan *Downlink* dari maximum allowed *Pathloss* (MAPL) dengan menggunakan model propagasi *Urban Macro* (UMa) *Outdoor-to-outdoor* dengan kondisi LOS sesuai dari *link budget* yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Selanjutnya melakukan perhitungan *site coverage* area dan jumlah *site* yang dibutuhkan. Setelah semua perhitungan yang dibutuhkan selesai, langkah berikutnya melakukan perancangan dengan menggunakan *software Atoll 3.4* dan melakukan analisa serta pengujian apakah hasil dari perancangan sesuai dengan perhitungan atau tidak. Apabila hasil yang didapatkan dari perhitungan maupun perancangan di *software Atoll 3.4* sesuai maka bisa dikatakan perancangan yang dilakukan berhasil dan bisa ditarik kesimpulan, jika perhitungan dan perancangan di *software Atoll 3.4* tidak sesuai maka akan kembali ke langkah sebelumnya untuk mengecek kembali perhitungan.

3.2 KOTA SEMARANG

Tabel 3.1 Luas Wilayah Kota Semarang [16].

Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)
010. Mijen	57,55
020. Gunungpati	54,11
030. Banyumanik	25,69
040. Gajah Mungkur	9,07
050. Semarang Selatan	5,928
060. Candisari	6,54
070. Tembalang	44,2
080. Pedurungan	20,72
090. Genuk	27,39
100. Gayamsari	6,177
110. Semarang Timur	7,7
120. Semarang Utara	10,97
130. Semarang Tengah	6,14
140. Semarang Barat	21,74
150. Tugu	31,78
160. Ngaliyan	37,99
Kota Semarang	373,7

Kota Semarang merupakan ibukota provinsi Jawa Tengah yang akan menjadi tempat yang digunakan dalam penelitian ini. Luas seluruh wilayah kota semarang yaitu 373,7 km² sesuai dengan Tabel 3.1 dan Wilayah Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Wilayah Kota Semarang

3.3 5G LINK BUDGET

Link budget yang akan digunakan dalam melakukan perencanaan *coverage planning* jaringan 5G *New radio* (NR) untuk frekuensi 2.3 GHz dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah sebagai berikut..

Tabel 3.2 5G *Link budget*[5][6][7][13]

Maximum Allowable Path Loss (MAPL)		
Comment parameter	Downlink	Uplink
<i>gNodeB Transmitter Power(dBm)</i>	49	49
<i>Resource block</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>	26.85	26.85
<i>Folliage loss(dB)</i>	19.59	19.59
<i>Body block loss(dB)</i>	5	5
<i>Interference margin(dB)</i>	6	2
<i>Rain/Ice margin(dB)</i>	0	0
<i>Slow fading margin(dB)</i>	7	7
<i>UE antenna gain(dB)</i>	0	0
<i>Bandwidth(MHz)</i>	80	80
<i>Kontanta boltzman (K) (mWs/K)</i>	$1,38 \times 10^{-20}$ mWs/K	$1,38 \times 10^{-20}$ mWs/K
<i>Temperature(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

3.4 PROPAGASI URBAN MACRO (UMa)

Model propagasi yang digunakan dalam *coverage planning* 5G NR pada penelitian ini akan menggunakan model propagasi *Urban Macro* (UMa) sesuai dengan 3GPP 38.901. Pemilihan model propagasi *Urban Macro* (UMa) karena tempat yang dipilih dalam melakukan *coverage planning* merupakan tempat yang padat penduduk dengan jumlah penduduk 4511 jiwa per km² yang didapatkan dari pembagian total jumlah penduduk dengan luas wilayahnya. Parameter yang digunakan dalam model propagasi UMa dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut[13].

Tabel 3.3 Parameter Model Propagasi UMa[7][13]

<i>Parameter</i>	<i>Code</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Frequency</i>	f	2300000000	Hz
<i>Propagation Velocity In Free Space</i>	c	300000000	m/s
<i>Centre Frequency</i>	Fc	2,3	GHz
<i>Antenna Heights User terminal</i>	h _{UT}	1,5	m
<i>Antenna Heights Base Station</i>	h _{BS}	25	m
<i>The Effective Environment Height</i>	h _E	1	m
<i>The Effective Antenna Heights User terminal</i>	h' _{UT}	0,5	m
<i>The Effective Antenna Heights Base Station</i>	h' _{BS}	24	m
<i>Breakpoint Distance</i>	d' _{BP}	368	m

Penelitian tugas akhir ini menggunakan skema *Outdoor-to Outdoor* (O2O) dengan kondisi *Line of Sight* (LOS) dan untuk perencanaanya akan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut :

1. Persamaan untuk mencari nilai pathloss menggunakan persamaan (2.3) di bawah:

$$Pathloss = a - 10\log(b) + c - d - e - f - g - h - i - j + k - l - m - n \quad (2.3)$$

2. Nilai d_{3D} dihitung dengan mencari terlebih dahulu nilai dari d'_{BP}, nilai h'_{BS} dan nilai h'_{UT}, untuk menghitungnya dengan persamaan (2.4), (2.5), dan (2.6) sebagai berikut :

$$h'_{BS} = h_{BS} - h_E \quad (2.4)$$

$$h'_{UT} = h_{UT} - h_E \quad (2.5)$$

$$d'_{BP} = 4 \times h'_{BS} \times h'_{UT} \times f_c / c \quad (2.6)$$

3. Nilai d_{3D} dihitung menggunakan persamaan (2.7) setelah mengetahui nilai dari d'_{BP} , nilai h'_{BS} dan nilai h'_{UT} sebagai berikut:

$$PL_2 = 28,0 + 40 \log(d_{3D}) + 20 \log(f_c) - 9 \log((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \quad (2.7)$$

4. Nilai d_{2D} dihitung dengan persamaan (2.8) sebagai berikut:

$$d_{2D} = \sqrt{((d_{3D})^2 - (h_{BS} - h_{UT})^2)} \quad (2.8)$$

5. Nilai *coverage area* satu *site* dihitung dengan persamaan (2.9) sebagai berikut:

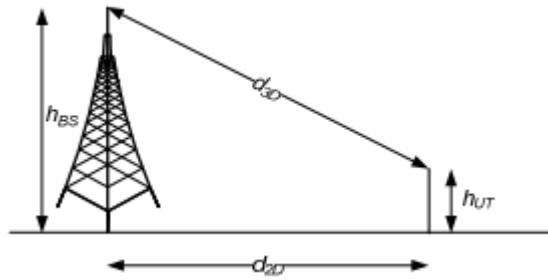
$$C_A = 2,6 \times d^2 \quad (2.9)$$

6. Jumlah *site* dalam satu wilayah perencanaan dihitung dengan persamaan (2.10) sebagai berikut:

$$N_{gNodeB} = \frac{\ell Area}{C_A} \quad (2.10)$$

3.5 SKENARIO PERENCANAAN

Skenario yang digunakan dalam *coverage planning* 5G NR pada penelitian ini akan menggunakan arsitektur *Standalone*, untuk skenario perancangan menggunakan skema *Outdoor-to-outdoor* (O2O) dengan kondisi *Line of sight* (LOS). Dalam penempatan *site* sesuai dengan jumlah *site* yang didapatkan dari hasil perhitungan.



Gambar 3.3 Kondisi *Outdoor-to-outdoor* (O2O) Line of Sight (LOS)[13].

Pada Gambar 3.3 merupakan kondisi atau skema yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR. Skema *Outdoor-to-outdoor* LOS dipilih karena kondisi tersebut merupakan kondisi terbaik saat terjadi transmisi data antara *transmitter* dan *receiver* (*User terminal*) dengan tidak adanya penghalang antara *transmitter* dan *receiver* atau bisa disebut kondisi *Line of sight*.

Pada Atoll 3.4 dalam melakukan perencanaan *coverage planning* 5G NR terdapat beberapa hal yang harus diatur seperti *design area*, *frequency band*,

frequency carriers, TMA, Feeders, Transmitter Equipment, Antennas, Propagation Model, dan Station Templates. Pengaturan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 – Gambar 3.12 sebagai berikut.



Gambar 3.4 *Design Area* Kota Semarang pada Atoll 3.4

Dalam melakukan perencanaan menggunakan Atoll 3.4 yang terdapat pada Gambar 3.4 merupakan *Design Area* dari Kota Semarang yang akan digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR pada penelitian ini.

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
n40	2.300
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
*	

Gambar 3.5 *Frequency Bands* di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.5 merupakan daftar dari *frequency band* yang terdapat di Atoll 3.4. *Frequency band* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR yaitu 2300 MHz.

Name	Frequency Band	Duplexing Method	Centre Frequency (DL) (MHz)	Centre Frequency (UL) (MHz)	Total Width (DL) (MHz)	Total Width (UL) (MHz)	ARFCN
10 MHz - EARFCN 1250	n3 / E-UTRA 3	FDD	1.810	1.715	10	10	1.250
10 MHz - EARFCN 1350	n3 / E-UTRA 3	FDD	1.820	1.725	10	10	1.350
10 MHz - EARFCN 150	n1 / E-UTRA 1	FDD	2.125	1.935	10	10	150
10 MHz - EARFCN 2450	n5 / E-UTRA 5	FDD	874	829	10	10	2.450
10 MHz - EARFCN 2550	n5 / E-UTRA 5	FDD	884	839	10	10	2.550
10 MHz - EARFCN 2800	n7 / E-UTRA 7	FDD	2.625	2.505	10	10	2.800
10 MHz - EARFCN 2900	n7 / E-UTRA 7	FDD	2.635	2.515	10	10	2.900
10 MHz - EARFCN 3500	n8 / E-UTRA 8	FDD	930	885	10	10	3.500
10 MHz - EARFCN 3600	n8 / E-UTRA 8	FDD	940	895	10	10	3.600
10 MHz - EARFCN 39700	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.501	2.501	10	10	39.700
10 MHz - EARFCN 39800	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.511	2.511	10	10	39.800
10 MHz - EARFCN 39900	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.521	2.521	10	10	39.900
10 MHz - EARFCN 40000	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.531	2.531	10	10	40.000
10 MHz - EARFCN 40100	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.541	2.541	10	10	40.100
10 MHz - EARFCN 40200	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.551	2.551	10	10	40.200
10 MHz - EARFCN 40300	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.561	2.561	10	10	40.300
10 MHz - EARFCN 40400	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.571	2.571	10	10	40.400
10 MHz - EARFCN 40500	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.581	2.581	10	10	40.500
10 MHz - EARFCN 40600	n41 / E-UTRA 41	TDD	2.591	2.591	10	10	40.600
10 MHz - EARFCN 50	n1 / E-UTRA 1	FDD	2.115	1.925	10	10	50
10 MHz - EARFCN 6200	n20 / E-UTRA 20	FDD	796	837	10	10	6.200
10 MHz - EARFCN 6300	n20 / E-UTRA 20	FDD	806	847	10	10	6.300
10 MHz - EARFCN 650	n2 / E-UTRA 2	FDD	1.935	1.855	10	10	650
10 MHz - EARFCN 66486	n66 / E-UTRA 66	FDD	2.115	1.715	10	10	66.486
10 MHz - EARFCN 66586	n66 / E-UTRA 66	FDD	2.125	1.725	10	10	66.586
10 MHz - EARFCN 750	n2 / E-UTRA 2	FDD	1.945	1.865	10	10	750
10 MHz - EARFCN 9260	n28 / E-UTRA 28	FDD	763	708	10	10	9.260
10 MHz - EARFCN 9360	n28 / E-UTRA 28	FDD	773	718	10	10	9.360
10 MHz - NR-ARFCN 620333	n78	TDD	3.305	3.305	10	10	620.333
10 MHz - NR-ARFCN 621000	n78	TDD	3.315	3.315	10	10	621.000
10 MHz - NR-ARFCN 621667	n78	TDD	3.325	3.325	10	10	621.667
10 MHz - NR-ARFCN 622333	n78	TDD	3.335	3.335	10	10	622.333
10 MHz - NR-ARFCN 623000	n78	TDD	3.345	3.345	10	10	623.000
10 MHz - NR-ARFCN 623667	n78	TDD	3.355	3.355	10	10	623.667

Gambar 3.6 *Frequency Carriers* di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.6 merupakan daftar dari *frequency carriers* yang terdapat di Atoll 3.4. *Frequency carriers* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan *bandwidth* sebesar 80 MHz.

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

Gambar 3.7 TMA di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.7 merupakan *Tower-Mounted Amplifier* (TMA) yang memiliki fungsi sebagai *amplifier* atau penguat untuk mengurangi *noise figure* dari *base station*. TMA yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan *default* dari Atoll 3.4 dengan *noise figure* sebesar 9 dB sesuai dengan Tabel 3.3.

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	

Gambar 3.8 *Feeders* di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.8 merupakan *feeders cable* yang terdapat di Atoll 3.4 *Feeders* 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* dihitung dengan jumlah *loss connector reception losses* dan *connector transmission losses* dibagi dengan panjang feeder, panjang feeder yang digunakan yaitu 35 meter. Hal ini karena ketinggian antenna 25 meter maka ditambah 10 meter untuk panjang kabel *feeder*, maka yang didapat 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

Gambar 3.9 Transmitter Equipment di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.9 merupakan *Transmitter Equipment* yang terdapat di *Atoll 3.4*. *Transmitter Equipment* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan default dari *Atoll 3.4* dengan *noise figure* sebesar 9 dB sesuai dengan Tabel 3.3.

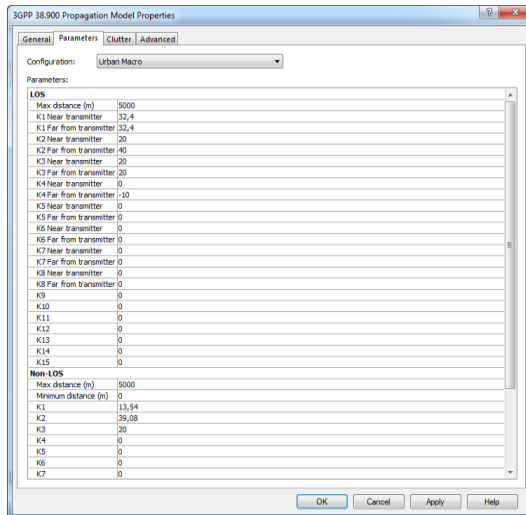
Name	Gain (dBi)	Manufacturer	Comments	Pattern	Pattern Electrical Tilt (°)
100deg 14dBi 0Tilt Broadcast	14,5	Comba	Smart antenna broadcast pattern	Combar	0 Comba D
100deg 16dBi 0Tilt 2010MHz	16,5	Comba	Smart antenna element pattern	Combar	0 Comba D
110deg 15dBi 0Tilt 1900MHz	15,72	Comba	Smart antenna element pattern	Combar	0 Comba D
30deg 16dBi 0Tilt 1800MHz	18	Kathrein	1800 MHz	Combar	0 30deg 16
30deg 18dBi 0Tilt 850/900MHz	18	Kathrein	850/900 MHz	Combar	0 30deg 18
33deg 21dBi 2Tilt 1900/2100MHz	21	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar	2 33deg 21
3GPP Antenna Radiation Pattern	8			Combar	0 3GPP Ant
60deg 16dBi 0Tilt 2600MHz	16,4	Kathrein	2600 MHz	Combar	0 60deg 16
60deg 16dBi 2Tilt 2300MHz	16,6	Kathrein	2300 MHz	Combar	2 60deg 16
60deg 16dBi 2Tilt 2600MHz	16,6	Kathrein	2600 MHz	Combar	2 60deg 16
60deg 16dBi 4Tilt 2600MHz	16,7	Kathrein	2600 MHz	Combar	4 60deg 16
60deg 16dBi 6Tilt 2600MHz	16,7	Kathrein	2600 MHz	Combar	6 60deg 16
60deg 16dBi 8Tilt 2600MHz	16,5	Kathrein	2600 MHz	Combar	8 60deg 16
65deg 17dBi 0Tilt 700/800MHz	17,2	Kathrein	700/800 MHz	Combar	0 65deg 17
65deg 17dBi 2Tilt 700/800MHz	16,8	Kathrein	700/800 MHz	Combar	2 65deg 17
65deg 17dBi 4Tilt 700/800MHz	16,8	Kathrein	700/800 MHz	Combar	4 65deg 17
65deg 17dBi 6Tilt 700/800MHz	16,7	Kathrein	700/800 MHz	Combar	6 65deg 17
65deg 17dBi 8Tilt 700/800MHz	16,5	Kathrein	700/800 MHz	Combar	8 65deg 17
65deg 17dBi 0Tilt 1800MHz	17,15	Kathrein	1800 MHz	Combar	0 65deg 17
65deg 17dBi 0Tilt 2600MHz	17,62	Comba	Smart antenna element pattern	Combar	0 Comba D
65deg 17dBi 0Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar	0 65deg 17
65deg 17dBi 2Tilt 1800MHz	17	Kathrein	1800 MHz	Combar	2 65deg 17
65deg 17dBi 2Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar	2 65deg 17
65deg 17dBi 4Tilt 850/900MHz	17	Kathrein	850/900 MHz	Combar	4 65deg 17
65deg 17dBi 6Tilt 1800MHz	17,5	Kathrein	1800 MHz	Combar	6 65deg 17
65deg 18dBi 0Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar	0 65deg 17
65deg 18dBi 2Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar	2 65deg 17
65deg 18dBi 4Tilt 1900/2100MHz	18	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar	4 65deg 17
70deg 17dBi 3Tilt (SA Broadcast)	17	None	Smart antenna broadcast pattern	Combar	3 Smart An
90deg 14.5dBi 3Tilt (SA Element)	14,5	None	Smart antenna element pattern	Combar	3 Smart An
Omni 11dBi 0Tilt 1800MHz	11	Kathrein	1800 MHz	Combar	0 Omni 11c
Omni 11dBi 0Tilt 1900/2100MHz	11	Kathrein	1900/2100 MHz	Combar	0 Omni 11c
Omni 11dBi 0Tilt 850/900MHz	11,15	Kathrein	850/900 MHz	Combar	0 Omni 11c
Omni 5.7dBi 2100MHz	5,7	Kathrein	2100 MHz	Combar	0 Kathrein

Gambar 3.10 Daftar Antennas di Atoll 3.4

Pada Gambar 3.10 merupakan daftar *antenna* yang terdapat di *Atoll 3.4*. Antenna yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan antenna dengan *frequency* 2300 MHz dengan *antenna gain* sebesar 2 dBi sesuai dengan Tabel 3.2.

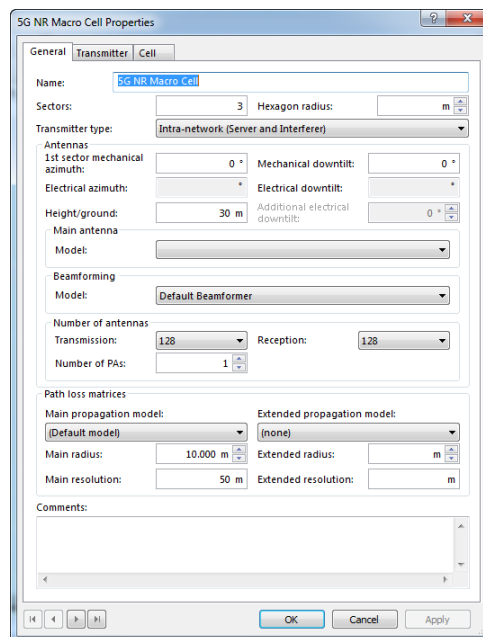
Tabel 3.4 Spesifikasi Antena Huawei[17].

Spesifikasi Antenna dari HUAWEI H122-373 5G CPE Pro 2 V100R001	
Jenis Antenna	5G
Frekuensi	n40 (2300-2390 MHz)
Main Antenna Gain	2 dBi



Gambar 3.11 *Propagation Model Properties* Atoll 3.4

Pada Gambar 3.11 merupakan *Propagation Model Properties* yang terdapat di *Atoll 3.4*. *Propagation Model* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan propagasi *Urban micro* (UMA).



Gambar 3.12 *5G NR Macro Cell Properties* di *Atoll 3.4*

Pada Gambar 3.11 merupakan *station templates* yang terdapat di *Atoll 3.4*. *station templates* yang digunakan dalam perencanaan *coverage planning* 5G NR akan menggunakan *5G NR Macro Cell* dengan menginputkan nilai dari perhitungan dari *cell radius* yang didapat, model propagasi, TMA, *Feeders*, *Transmitter Equipment*, *Frequency Carriers*.

3.6 PARAMETER SS-RSRP

Parameter yang akan dianalisis pada perencanaan *coverage planning* 5G NR pada tugas akhir ini yaitu SS-RSRP dengan kategori nilai SS-RSRP pada Tabel 2.4 dan untuk tampilan legend sesuai dengan Tabel 3.5 sebagai berikut:

Tabel 3.5 Legend dari Nilai SS-RSRP

SS-RSRP Value	Color
<-130 dBm	Dark Blue
-130 s/d -120 dBm	Light Blue
-120 s/d -110 dBm	Cyan
-110 s/d -100 dBm	Green
-100 s/d -90 dBm	Light Green
-90 s/d -80 dBm	Yellow
-80 s/d -70 dBm	Orange
> -70 dBm	Red

3.7 PARAMETER SS-SINR

Parameter yang akan dianalisis pada perencanaan *coverage planning* 5G NR pada tugas akhir ini yaitu SS-SINR dengan kategori nilai SS-SINR pada Tabel 2.5 dan untuk tampilan dari *legend* pada Tabel 3.6 di bawah sebagai berikut:

Tabel 3.6 Legend dari Nilai SS-SINR

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