

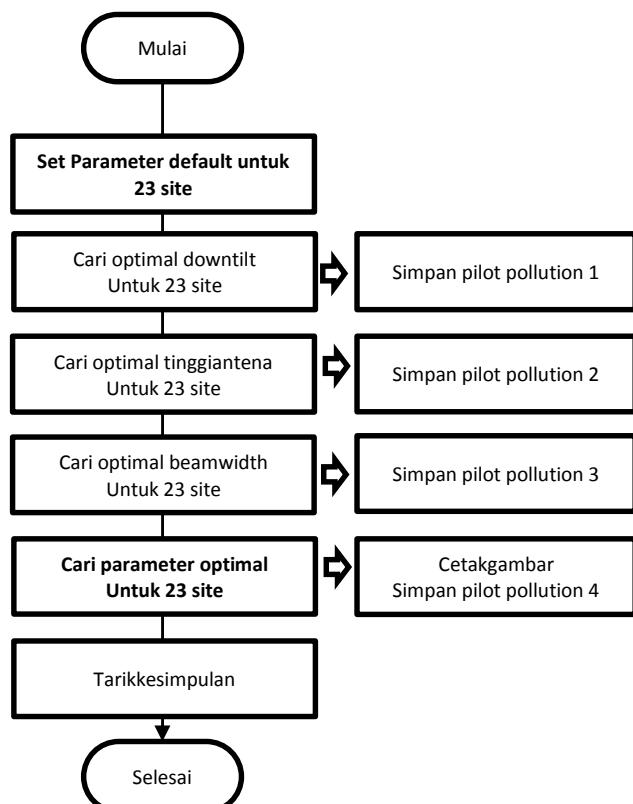
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Karakteristik

Penelitian ini dilakukan dengan cara simulasi yang terkendali menggunakan *software* sebagai alat bantu perhitungan. Jenis data atau informasi bersifat numerik (kuantitatif) untuk variabel *dependent* dan *independent*. Yang dimaksud dengan variabel *dependent* di sini adalah input pemilihan *setting* antena pada setiap sel. Input *setting* antena dapat dipecah menjadi tiga skenario yaitu, tinggi antena, *Vertical Half Power Beam Width* (V-HPBW), *Horizontal Half Power Beam Width* (H-HPBW) dan *down-tilting*. Sedangkan yang dimaksud dengan *independent* variabel adalah persentase *pilot pollution* yang terjadi pada area simulasi. Sifat penelitian adalah mendapatkan korelasi masing-masing *dependent* variabel terhadap *independent* variabelnya.

3.2 Proses Penelitian

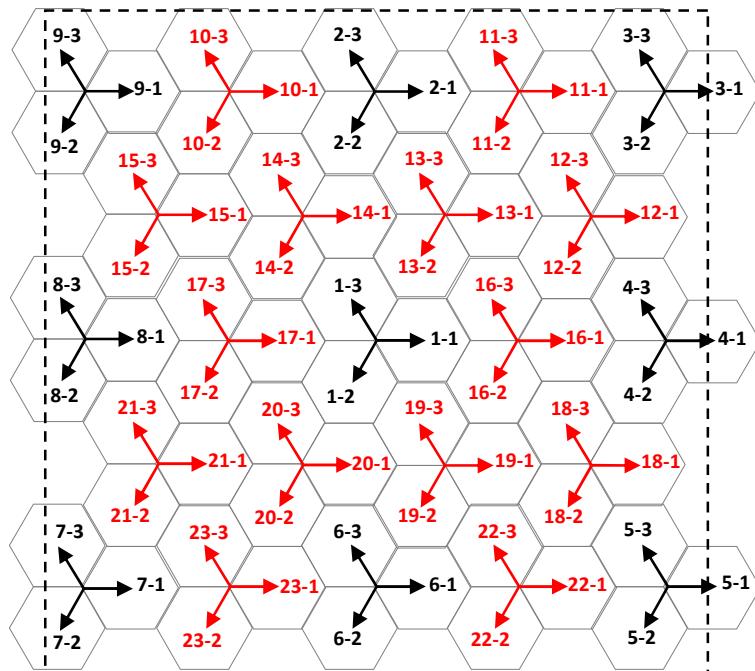


Gambar 3.1. Algoritma Proses Penelitian

3.3 Skenario Penelitian

3.3.1 Model Layout

Layout area simulasi disusun oleh 9 *existing-site* (*macrocell*) dan 14 *new-site* (*microcell*)



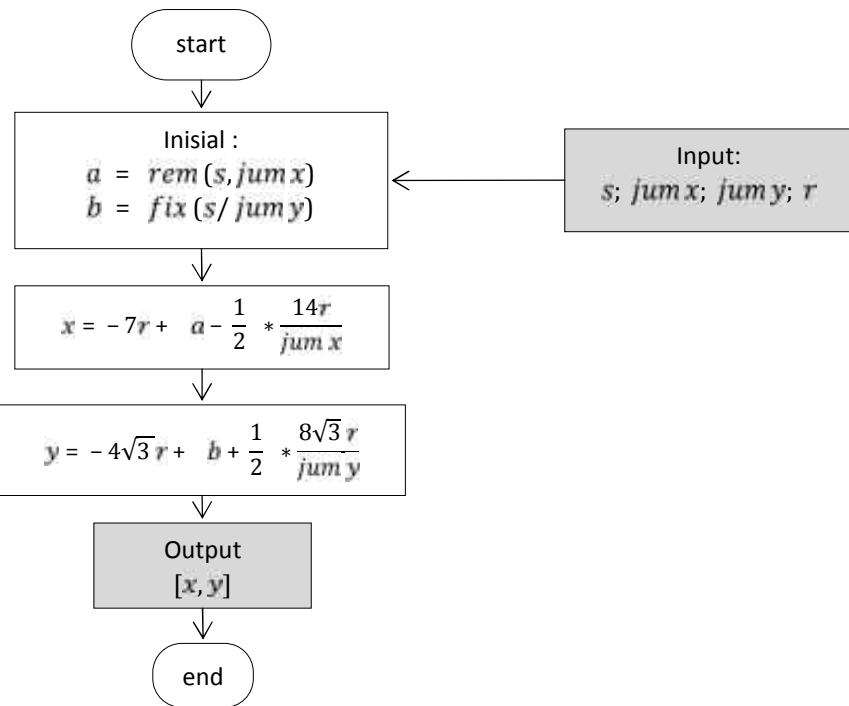
Gambar 3.2. Model *Layout* Simulasi 9 *Existing-Site* + 14 *New-Site*

Gambar 3.2 diatas menunjukkan *layout* area simulasi 3 sektor dengan 9 *existing-site* yang meliputi posisi *nodeB* 1 sampai posisi 9, dan juga meliputi 14 *new-site* yang meliputi posisi 10 sampai posisi 23. Untuk menentukan posisi x dan y dari masing-masing posisi *nodeB* tersebut, dilakukan pemodelan dengan menggunakan bentuk sel hexagonal seperti ditunjukkan gambar 2.5 sebelumnya. Perhitungan berpedoman kepada *site* 1 sebagai koordinat titik pangkal (0,0), sehingga didapatkan posisi x dan y dari setiap *site* seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Tabel Rasio Posisi *NodeBDalam Satuan R (Radius Hexagonal)*

Posisi <i>nodeB</i>	x	y	Status
1	0	0	<i>existing</i>
2	0	$3\sqrt{3}$	<i>existing</i>

3	6	$3\sqrt{3}$	<i>existing</i>
4	6	0	<i>existing</i>
5	6	$-3\sqrt{3}$	<i>existing</i>
6	0	$-3\sqrt{3}$	<i>existing</i>
7	-6	$-3\sqrt{3}$	<i>existing</i>
8	-6	0	<i>existing</i>
9	-6	$3\sqrt{3}$	<i>existing</i>
10	-3	$3\sqrt{3}$	<i>new</i>
11	3	$3\sqrt{3}$	<i>new</i>
12	4,5	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
13	1,5	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
14	-1,5	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
15	-4,5	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
16	3	0	<i>new</i>
17	-3	0	<i>new</i>
18	4,5	$-\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
19	1,5	$-\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
20	-1,5	$-\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
21	-4,5	$-\frac{3}{2}\sqrt{3}$	<i>new</i>
22	3	$-3\sqrt{3}$	<i>new</i>
23	-3	$-3\sqrt{3}$	<i>new</i>



Note :

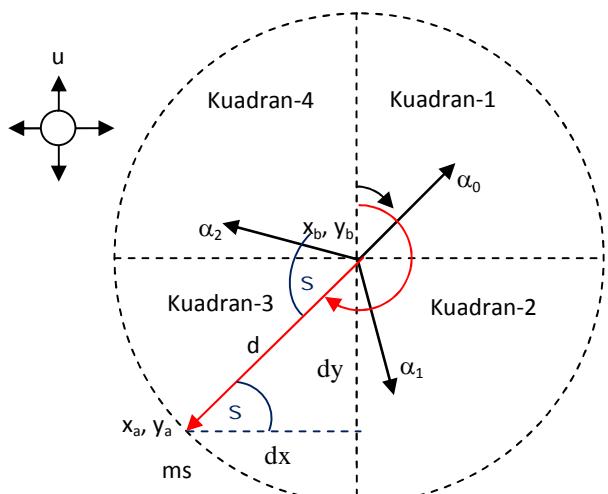
$\text{jum } x = \text{jumlah sampel sepanjang } x$
 $\text{jum } y = \text{jumlah sampel sepanjang } y$
 $r = \text{radius hexagonal}$
 $s = \text{nomor sampel } [1, 2, 3, \dots, n]$

Gambar 3.3. Algoritma Generator Sampel

Untuk menentukan titik koordinat x dan y digunakanlah algoritma generator sampel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 diatas, dengan input $\text{jum } x$ sebagai jumlah sampel sepanjang x , dan $\text{jum } y$ sebagai jumlah sampel sepanjang y . Juga digunakan input r sebagai radius *hexagonal*, dan s sebagai nomor sampel yang ke berapa. Diperoleh hasil x dan y dalam bentuk rumusan diatas untuk digunakan pada algoritma perhitungan selanjutnya.

3.3.2. Model Radiasi dan Algoritma Gain

Untuk merancang perhitungan gain relatif, maka akan kita tentukan atas empat kasus untuk setiap kuadrannya. Misalkan α_a sebagai azimut posisi titik sampel relatif terhadap arah utara dari posisi *nodeB*. Sedangkan α_b sebagai azimut antena sektoral. Kemudian kita asumsikan juga (x_a, y_a) sebagai koordinat titik sampel, dan (x_b, y_b) sebagai koordinat *NodeB*. Dan β merupakan sudut yang bernilai absolut dari $\tan^{-1} \frac{dy}{dx}$.



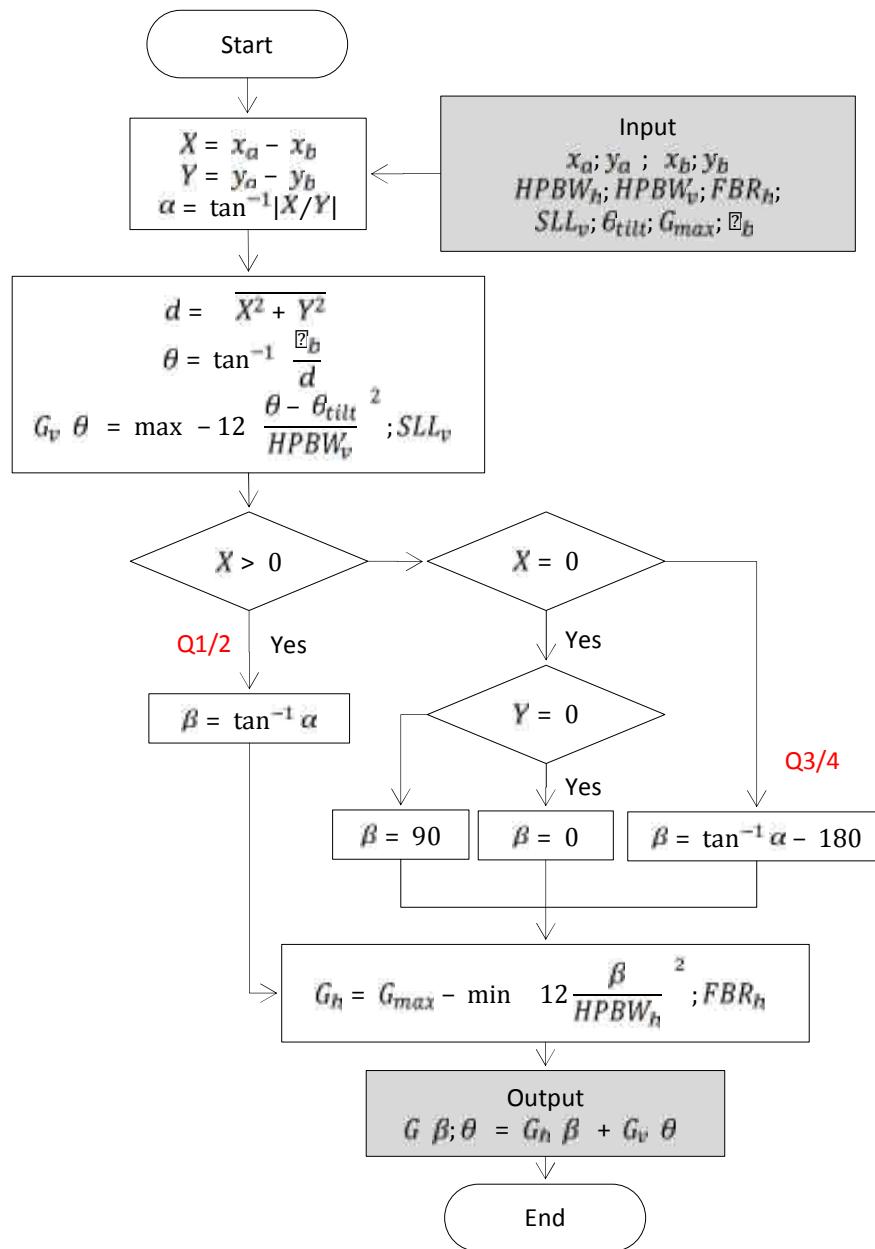
Gambar 3.4. Sudut Penglihatan Antena Secara Horizontal

Pada kasus 1; ms berada pada kuadran 1, sehingga $\beta = 90 - \alpha$.

Pada kasus 2; ms berada pada kuadran 2, sehingga $\beta = 90 + \alpha$.

Pada kasus 3; ms berada pada kuadran 3, sehingga $\beta = 270 - \alpha$.

Pada kasus 4; ms berada pada kuadran 4, sehingga $\beta = 270 + \alpha$.



Gambar 3.5. Algoritma Perhitungan Gain XXX

Untuk melakukan perhitungan *gain* horizontal dan *gain* vertikal dilakukanlah perhitungan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5 diatas. Untuk peng-input-an *setting* antena berpedoman kepada katalog Kathrein 742215 seperti yang tertera dalam lampiran, dengan menggunakan HPBW_h , HPBW_v , FBR_h , SLL_v , dan G_{\max} yang sudah ada. Lalu diperoleh sudut θ_h dan sudut θ_v , serta sudut ϕ_h dan sudut ϕ_v , dari komputasi rumus yang ada. Dan pada akhirnya diperoleh *gain* total dari penjumlahan *gain* vertikal dan *gain* horizontalnya.

Tabel 3.2. Tabel Skenario RF

	Parameter EIRP	Skenario 1	Skenario 2
A	Daya Pancar Maksimum	46,0	46,0
1	Daya Pilot	36,0	36,0
2	Daya Signalling	33,0	33,0
3	Daya Trafik	44,8	44,8
B	Karakteristik Antena Transmitter	742215	80010122
1	Gain Total (dBi)	18	17
2	HPBW horizontal (degree)	64	90
3	HPBW vertikal (degree)	6,4	5,0
4	Front Back Ratio /FBR (dB)	30	23
5	Side Lobe Level (SLL) vertikal (dB)	18	18
6	Tinggi antena Node B	var	var
7	Downtilting	var	var
C	System Loss		
1	Cable loss (dB)	2	2
2	Connector loss (dB)		

3.4. Perhitungan *Pathloss* Empiris COST-231 Walfish-Ikegami

Untuk LOS, *pathloss* total adalah :

$$P_L \text{ dB} = 42,6 + 26 \log(d) + 20 \log(f_c) \quad (3.1)$$

dimana $d = 0,02 \text{ km}$

$$f_c = 2000 \text{ MHz (kathrein)}$$

sehingga persamaan 3.1 menjadi

$$\begin{aligned} P_L \text{ dB} &= 42,6 + 26 \log 0,02 + 20 \log 2000 \\ &= 42,6 - 44,17 + 66,02 \\ &= 64,45 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Untuk NLOS, perhitungan *pathloss*-nya adalah :

$$P_L \text{ dB} = \begin{cases} P_{L0} + L_{rts} + L_{msd}, & \text{untuk } L_{rts} + L_{msd} > 0 \\ P_{L0}, & \text{untuk } L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

Persamaan diatas membutuhkan persamaan *free space loss pathloss* yang dirumuskan dengan :

$$P_{L0} = 32,4 + 20 \log d + 20 \log f_c \quad (3.3)$$

Dimana $d = \text{jarak dalam satuan kilometer(km)}$

$f_c = \text{frekuensi dalam satuan MHz}$

jika d akan ditetapkan dalam satuan meter, untuk frekuensi kerja 2 GHz, maka P_{L0} dapat disederhanakan menjadi :

$$\begin{aligned} P_{L0} &= 32,4 + 20 \log\left(\frac{d}{1000}\right) + 20 \log 2 \cdot 10^3 \\ &= 32,4 + 20 \log d - 20 \log \frac{1}{1000} + 20 \log 2000 \\ &= 32,4 + 20 \log d - 60 + 66,02 \end{aligned}$$

$$P_{L0} = 38,42 + 20 \log d \text{ dB} \quad (3.4)$$

Untuk menghitung parameter *diffraction loss* L_{rts} dapat menggunakan persamaan berikut :

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w + 10 \log f_c + 20 \log \Delta \theta_m + L_{ori} \quad (3.5)$$

Dimana w adalah lebar jalan antar gedung, diasumsikan $w = 20$ meter dan h_m adalah selisih tinggi bangunan terhadap tinggi antena ms. Jika tinggi bangunan h_{roof} diasumsikan 3×3 meter = 9 meter, dan $h_m = 1,5$ meter, maka h_m dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned} \Delta \theta_m &= \theta_{roof} - \theta_m \\ &= 9 - 1,5 = 7,5 \text{ meter} \end{aligned}$$

Apabila kita substitusi ke persamaan (3.5), maka didapatkan :

$$\begin{aligned} L_{rts} &= -16,9 - 10 \log 20 + 10 \log 2000 + 20 \log 7,5 + L_{ori} \\ &= -16,9 - 13,01 + 33,01 + 17,51 + L_{ori} \\ L_{rts} &= 20,6 + L_{ori} \text{dB} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Orientasi jalan raya digunakan untuk menghitung faktor koreksi L_{ori} dengan persamaan

$$L_{ori} = \begin{cases} -10 + 0,354\varphi, & \text{untuk } 0^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ \\ 2,5 + 0,075\varphi - 35, & \text{untuk } 35^\circ \leq \varphi \leq 55^\circ \\ 4 - 0,114\varphi - 55, & \text{untuk } 55^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (3.7)$$

Jika diasumsikan nol, *uniform* berada pada sudut 0° 35° , maka L_{ori} adalah:

$$\begin{aligned} L_{ori} &= -10 + 0,354 \frac{\varphi}{deg} \\ &= -10 + 0,354 \cdot 0 = -10 \text{dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diatas, maka nilai L_{rts} pada persamaan (3.6) menjadi :

$$\begin{aligned} L_{rts} &= 20,6 + L_{ori} \\ &= 20,6 + (-10) \\ L_{rts} &= 10,6 \text{ dB} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Untuk menghitung *multi screen loss* L_{msd} , dapat digunakan persamaan :

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a \log d + k_f \log f_c - 9 \log b \quad (3.9)$$

Namun sebelumnya dibutuhkan perumusan untuk :

$$L_{bsh} = -18 \log(1 + \theta_b)$$

$$\begin{aligned}
&= -18 \log(1 + (\bar{h}_b - \bar{h}_{roof})) \\
&= -18 \log(1 + (\bar{h}_b - 9)) \\
L_{bsh} &= -18 \log(\bar{h}_b - 8) \tag{3.10}
\end{aligned}$$

Dimana h_b adalah tinggi *base station* dalam meter.

Sedangkan parameter k_f untuk area *sub urban* adalah :

$$\begin{aligned}
k_f &= -4 + 0,7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) \\
&= -4 + 0,7 \left(\frac{2000}{925} - 1 \right) \\
k_f &= -3,19
\end{aligned}$$

Disini parameter untuk k_a dapat dihitung apabila :

$$\begin{aligned}
&54, \text{ untuk } \bar{h}_b > \bar{h}_{roof} \\
k_a &= 54 - 0,8 \bar{h}_b, \text{ untuk } d > 0,5 \text{ km dan } \bar{h}_b > \bar{h}_{roof} \\
&54 - 0,8 \bar{h}_b \text{ jika } d \leq 0,5 \text{ km dan } \bar{h}_b = \bar{h}_{roof} \tag{3.11}
\end{aligned}$$

Dan parameter untuk k_d dapat dihitung apabila :

$$k_d = \begin{cases} 18, \text{ untuk } \bar{h}_b > \bar{h}_{roof} \\ 18 - 15 \frac{\bar{h}_b}{\bar{h}_{roof}}, \text{ untuk } \bar{h}_b \leq \bar{h}_{roof} \end{cases} \tag{3.12}$$

Untuk b adalah jarak antara dua bangunan yang kita asumsikan 40 meter, maka persamaan (3.9) dapat dirumuskan dengan :

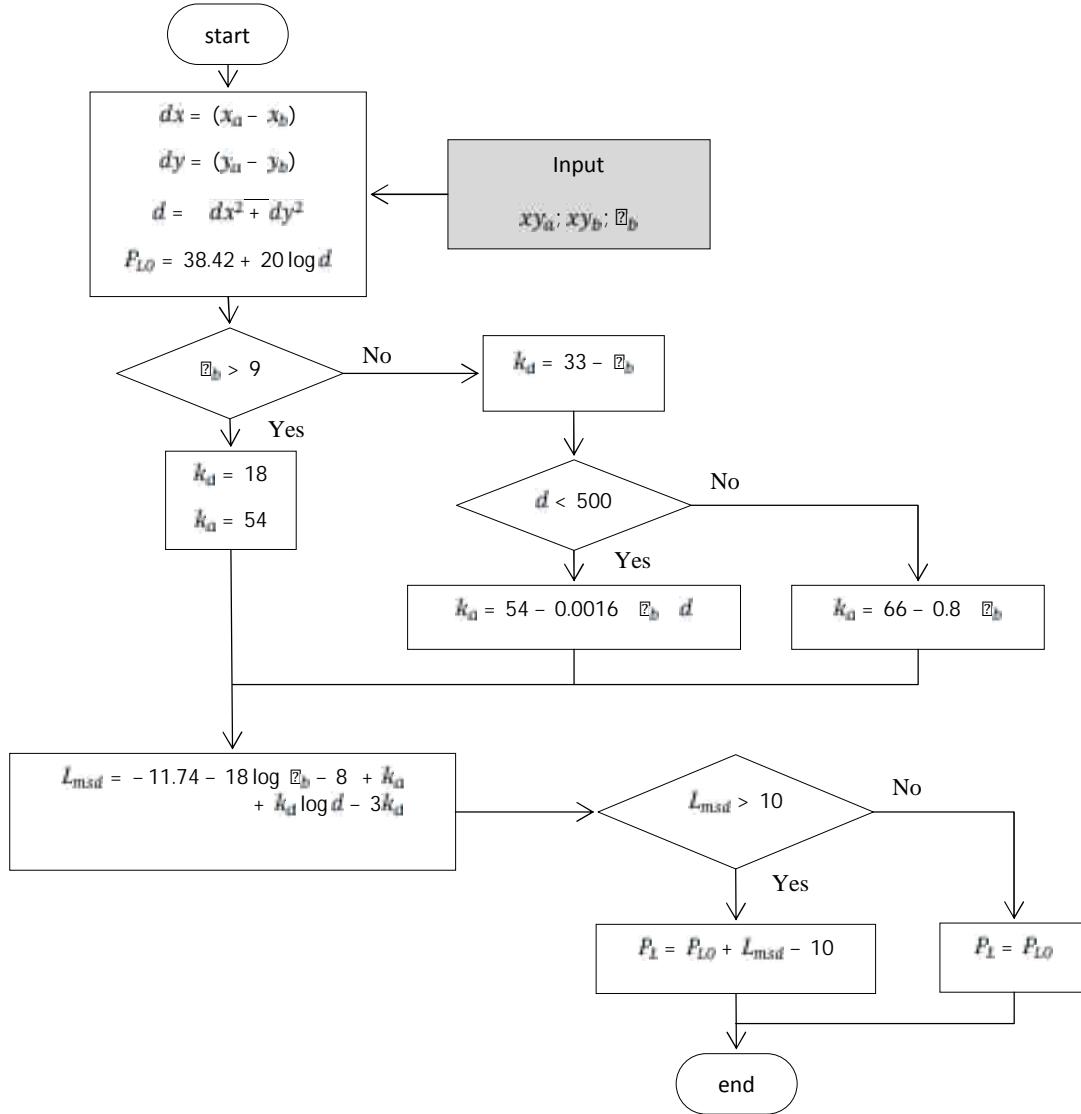
$$\begin{aligned}
L_{msd} &= L_{bsh} + k_a + k_d \log d + k_f \log f_c - 9 \log b \\
&= -18 \log \bar{h}_b - 8 + k_a + k_d \log \left(\frac{d}{1000} \right) - 3,19 \log 2000 - 9 \log 40 \\
&= -18 \log(\bar{h}_b - 8) + k_a + k_d \log d + k_d \log \left(\frac{1}{1000} \right) - 10,53 - 14,41 \\
&= -18 \log(\bar{h}_b - 8) + k_a + k_d \log d - 3k_d - 24,94 \\
L_{msd} &= -24,94 - 18 \log(\bar{h}_b - 8) + k_a + k_d \log d - 3k_d \text{ dB} \tag{3.13}
\end{aligned}$$

Dari persamaan (3.13) diatas, dapat dihitung *pathloss*-nya dengan berpedoman kepada persamaan (3.2), yaitu apabila

$$L_{msd} + L_{rts} > 0, \text{ maka } P_L = P_{Lo} + L_{msd} + L_{rts} \quad (3.14)$$

Dan jika apabila

$$L_{msd} + L_{rts} \leq 0, \text{ maka } P_L = P_{Lo} \quad (3.15)$$

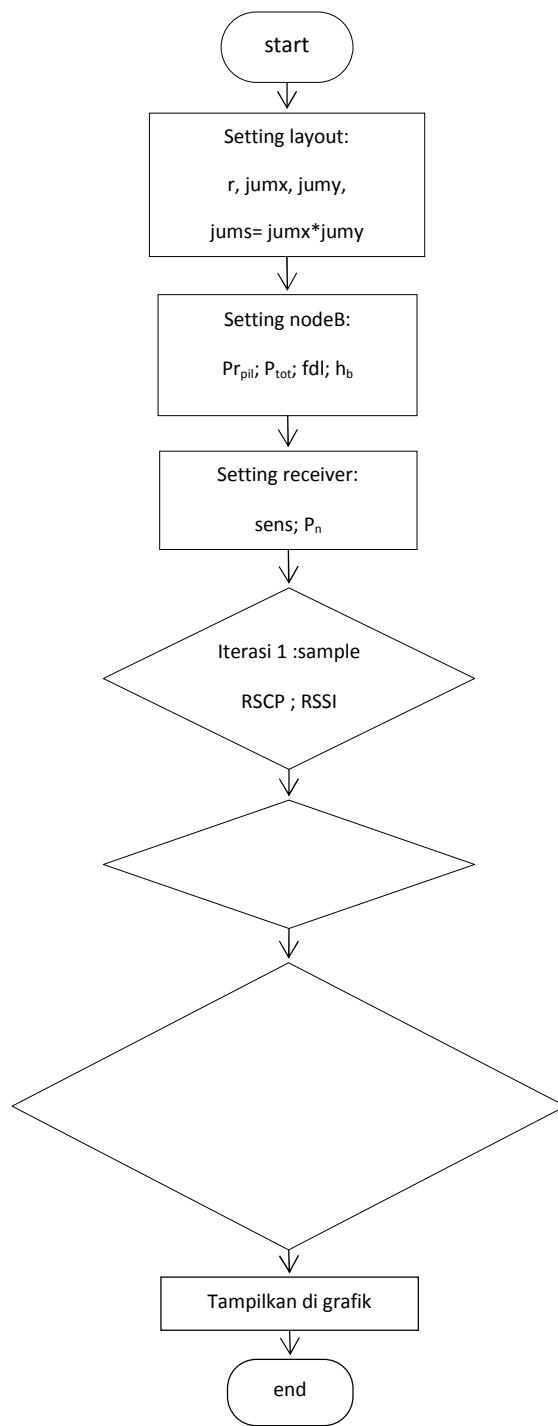


Gambar 3.6. Algoritma *Pathloss* COST-231 Walfish-Ikegami

Dari uraian perhitungan sub-bab 3.4 diatas, dapat dibuat suatu algoritma *pathloss* COST-231 Walfish-Ikegami seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6. Rumus yang digunakan berpedoman pada frekuensi kerja yang sesuai dengan katalog Kathrein, yaitu 2 GHz dan diasumsikan tinggi bangunan 9 meter. Untuk perhitungan *multi screen loss* (L_{msd})

akan dipengaruhi parameter pendukung seperti k_a , k_d , dan k_f . Apabila L_{msd} telah diperoleh, maka pathloss (P_L) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.2) diatas.

3.5. Algoritma Simulasi *Macro-Microcell HSDPA*



Gambar 3.7. Algoritma Evaluasi

Untuk perhitungan simulasi akhir, digunakanlah algoritma evaluasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7 diatas. *Input* awal yang digunakan adalah setting layout r sebagai radius *hexagonal*, jum x sebagai jumlah sampel sepanjang x, dan jum y sebagai

jumlah sampel sepanjang y . Setelah itu dilakukan peng-*input*-an *setting nodeB* yaitu $P_{r,pil}$ sebagai daya terima *pilot*, P_{tot} sebagai daya terima total, fdl sebagai *feeder connector loss*, dan h_b sebagai tinggi instalasi antena. Lalu dilakukan *input setting receiver* berupa P_n sebagai daya *noise*, dan $sens$ sebagai daya terima minimum pada *receiver*. Pada perhitungannya akan dilakukan tiga kali iterasi meliputi iterasi sampel, iterasi *site*, dan iterasi sektor. Hasil akhir akan ditunjukkan pada grafik, dengan memperhatikan grafik RSCP, RSSI dan grafik *polluter*-nya. Disini akan kita lihat mana yang *polluter*-nya dapat diminimalisir dengan baik.