

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Umum

Penelitian ini menghasilkan beberapa parameter yang dijadikan sebagai bahan analisis. Diantaranya adalah parameter awal yaitu rugi-rugi propagasi serta SNR yang akan berkaitan dengan jenis modulasi dan kapasitas kanal. SNR pada tingkat tertentu akan menentukan jenis modulasi yang digunakan dimana angka modulasi akan menentukan BER. Sedangkan kapasitas kanal akan dijadikan sebagai acuan penjadwalan atau alokasi sumber radio, Penjadwalan akan menggunakan algoritma *Proportional Fair* sesuai kondisi kanal. Setelah dilakukan penjadwalan, akan diketahui nilai *throughput* dan *fairness* sistem komunikasi. Parameter akhir meliputi BER, *throughput*, dan *fairness* akan menunjukkan performansi algoritma penjadwalan pada simulasi.

Simulasi pada penelitian ini dilakukan pada kanal *Rayleigh Fading* dengan kondisi LOS dan NLOS. Perbedaan kondisi ini dapat terjadi pada suatu kanal tergantung dari penghalang antara *user* dengan eNodeB yang menyebabkan *multipath* dan berpengaruh pada daya terima. Sebelum melakukan perhitungan parameter, terlebih dahulu ditentukan skenario komunikasi yang dirancang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Komunikasi yang dirancang adalah arah *uplink* dimana *user* berperan sebagai *transmitter* sedangkan eNodeB sebagai *receiver*. Skema *uplink* LTE menggunakan teknik akses jamak *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) dimana *subcarrier* yang melayani sebuah *user* akan dialokasikan secara mengelompok untuk setiap slot waktu.

Tabel 4.1  
Skenario Jumlah *User* dalam *Single Cell*

Skenario	Jumlah <i>user</i>	<i>User</i> ke-i	Jarak terhadap eNodeB (m)
A	4	1	1000
		2 dan 3	2400
		4	4000
B	8	1 dan 2	1000
		3, 4, dan 5	2000
		6 dan 7	2800
		8	4000
C	12	1, 2, dan 3	1000
		4, 5, dan 6	1800
		7, 8, dan 9	2800
		10, 11, dan 12	4000
D	16	1, 2, 3, dan 4	1000
		5 dan 6	1600

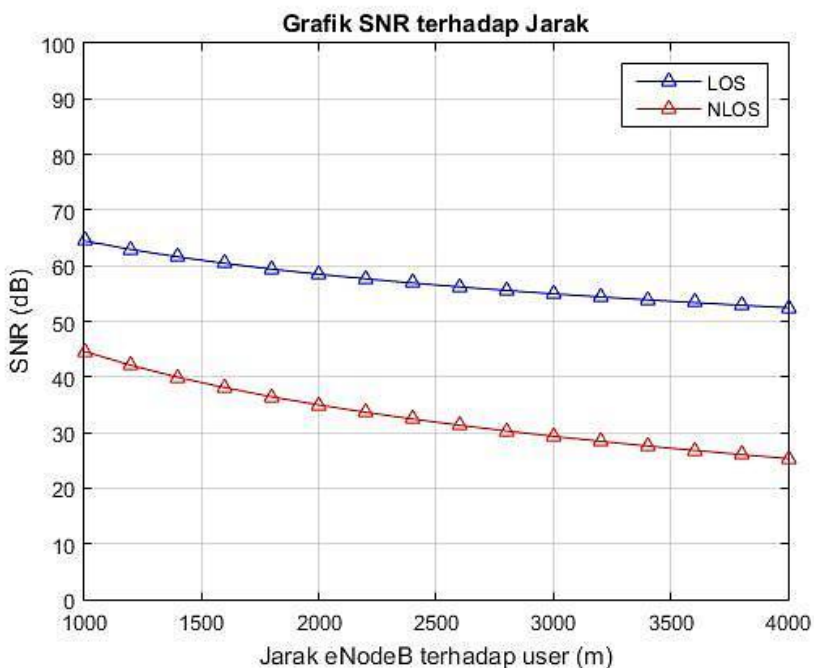
Skenario	Jumlah <i>user</i>	<i>User ke-i</i>	Jarak terhadap eNodeB (m)
		7, 8, 9, dan 10	2800
		11 dan 12	3200
		13, 14, 15, dan 16	4000

Sumber: Perancangan

#### 4.2 Signal to Noise Ratio (SNR)

Parameter awal yang dihitung adalah SNR dimana ditentukan oleh perbandingan daya terima dan daya *noise* sesuai Persamaan (2-1) pada Bab II. Daya terima dipengaruhi oleh rugi-rugi propagasi dan spesifikasi LTE. Nilai SNR yang dijadikan acuan dianggap tetap sejak tahap dilakukan perhitungan, tahap penjadwalan sampai dilakukan tahap akhir perhitungan parameter performansi algoritma penjadwalan.

Nilai SNR *user* pada jarak tertentu dengan eNodeB ditunjukkan pada Gambar 4.1. Berdasarkan grafik yang dihasilkan, kondisi LOS memiliki SNR lebih tinggi daripada kondisi NLOS. Dapat diartikan bahwa untuk *user* dengan letak yang sama, sinyal pada kondisi LOS memiliki daya terima lebih tinggi daripada kondisi NLOS. Sehingga dapat diprediksi bahwa komunikasi yang akan dilakukan pada kondisi LOS memiliki performa lebih baik daripada kondisi NLOS untuk *user* yang sama.



Gambar 4.1 Grafik SNR terhadap variasi jarak

Sumber: Perhitungan

Dari perhitungan nilai SNR pada beberapa variasi jarak, maka dapat ditentukan SNR masing-masing *user* sesuai skenario yang ditunjukkan pada Tabel 4.2. Masing-masing *user* memiliki nilai SNR yang berbeda untuk kondisi LOS dan NLOS.

Tabel 4.2  
Hasil Perhitungan SNR

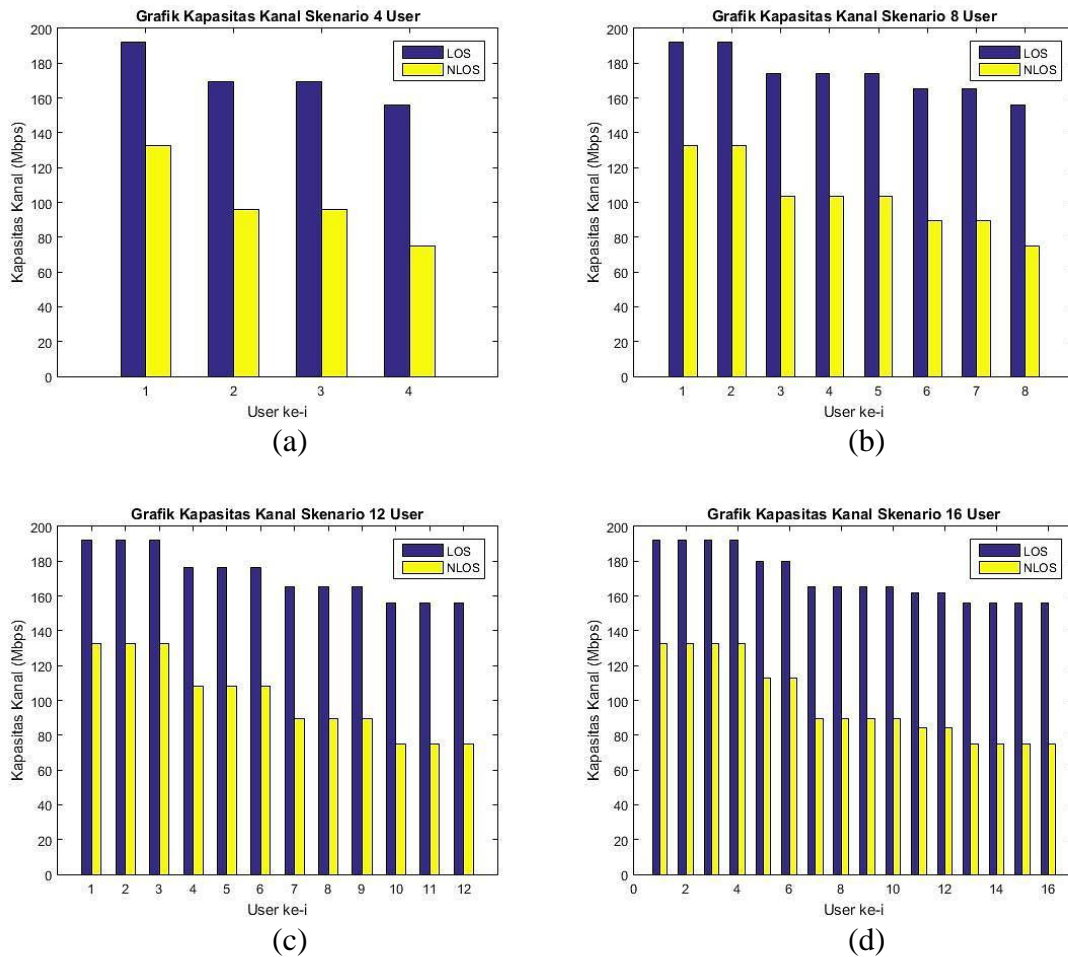
Skenario	Jumlah <i>user</i>	<i>User ke-i</i>	Jarak terhadap eNodeB (m)	SNR (dB)	
				LOS	NLOS
A	4	1	1000	64,4874	44,5932
		2 dan 3	2400	56,8832	32,4265
		4	4000	52,4462	25,3273
B	8	1 dan 2	1000	64,4874	44,5932
		3, 4, dan 5	2000	58,4668	34,9603
		6 dan 7	2800	55,5442	30,2842
		8	4000	52,4462	25,3273
C	12	1, 2, dan 3	1000	64,4874	44,5932
		4, 5, dan 6	1800	59,3819	36,4245
		7, 8, dan 9	2800	55,5442	30,2842
		10, 11, dan 12	4000	52,4462	25,3273
D	16	1, 2, 3, dan 4	1000	64,4874	44,5932
		5 dan 6	1600	60,4050	38,0614
		7, 8, 9, dan 10	2800	55,5442	30,2842
		11 dan 12	3200	54,3844	28,4284
		13, 14, 15, dan 16	4000	52,4462	25,3273

Sumber: Perhitungan

### 4.3 Kapasitas Kanal

Kapasitas kanal atau *data rate* dihitung dengan Persamaan (2-2) pada Bab II yang merupakan salah satu acuan untuk dilakukan penjadwalan. *User* yang memiliki kapasitas kanal lebih tinggi akan memiliki kondisi kanal yang lebih baik karena sebanding dengan nilai SNR yang dihitung sebelumnya. Gambar 4.2 menampilkan tingkat kapasitas kanal *user* sesuai dengan kondisi LOS dan NLOS pada setiap skenario yang dirancang.

Berdasarkan nilai yang didapat, *user* dengan kondisi NLOS memiliki kapasitas kanal lebih rendah daripada kondisi LOS yang berkisar antara 30%-50%. Prosentase selisih kapasitas kanal pada kondisi LOS dan NLOS akan meningkat seiring peningkatan jarak. Serta untuk pengaruh jarak, semakin jauh jarak *user* terhadap eNodeB maka semakin rendah kapasitas kanal *user* tersebut. Selanjutnya nilai ini akan menentukan penjadwalan yang disimulasikan dengan algoritma *Proportional Fair*.



Gambar 4.2. Grafik kapasitas kanal: (a) 4 user, (b) 8 user, (c) 12 user, dan (d) 16 user  
Sumber: Perhitungan

#### 4.4 Alokasi *Resource Block*

Penjadwalan dengan algoritma *Proportional Fair* akan menghasilkan alokasi sumber daya radio yang dinyatakan oleh *resource block*. *Proportional Fair* memprioritaskan pelayanan untuk *user* dengan kondisi kanal lebih baik daripada *user* lain sebagaimana ditunjukkan oleh Persamaan (2-4) pada Bab II. Dalam pengujian ini akan dilihat berapa jumlah rata-rata *resource block* yang dialokasikan untuk *user* dengan kondisi tertentu untuk setiap slot waktu. Kondisi kanal *user* tetap sama dengan kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya saat dilakukan perhitungan parameter awal yaitu SNR dan kapasitas kanal. Dimana pada jenis kanal dengan *bandwidth* 10 MHz terdapat maksimal 50 buah *resource block* yang dapat dialokasikan pada sejumlah *user* aktif dalam 1 TTI.

Tabel 4.3, Tabel 4.4, Tabel 4.5, dan Tabel 4.6 menunjukkan hasil penjadwalan masing-masing menggunakan skenario A, B, C, dan D. Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa jumlah rata-rata *resource block* yang dialokasikan setiap TTI sebanding dengan

nilai kapasitas kanal. *Proportional Fair* memprioritaskan *user* yang memiliki nilai *data rate* dibanding *data rate* rata-rata paling tinggi untuk dijadwalkan. *User* dengan kondisi kanal lebih baik dari rata-rata akan mendapat alokasi lebih banyak daripada *user* lain.

Tabel 4.3

Alokasi *Resource Block* pada *User* tiap TTI Skenario A

<i>User ke-i</i>	Jarak <i>user</i> dengan eNodeB (m)	Kapasitas Kanal (Mbps)		Jumlah <i>Resource Block</i>	
		LOS	NLOS	LOS	NLOS
1	1000	191,9264	132,4485	14	17
2	2400	169,1918	96,0806	12	12
3	2400	169,1918	96,0806	12	12
4	4000	155,9264	74,8887	11	9

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.4

Alokasi *Resource Block* pada *User* tiap TTI Skenario B

<i>User ke-i</i>	Jarak <i>user</i> dengan eNodeB (m)	Kapasitas Kanal (Mbps)		Jumlah <i>Resource Block</i>	
		LOS	NLOS	LOS	NLOS
1	1000	191,9263	132,4485	7	8
2	1000	191,9263	132,4485	7	8
3	2000	173,9263	103,6524	6	6
4	2000	173,9263	103,6524	6	6
5	2000	173,9263	103,6524	6	6
6	2800	165,1887	89,6807	6	5
7	2800	165,1887	89,6807	6	5
8	4000	155,9264	74,8886	6	5

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.5

Alokasi *Resource Block* pada *User* tiap TTI Skenario C

<i>User ke-i</i>	Jarak <i>user</i> dengan eNodeB (m)	Kapasitas Kanal (Mbps)		Jumlah <i>Resource Block</i>	
		LOS	NLOS	LOS	NLOS
1	1000	191,9263	132,4485	5	5
2	1000	191,9263	132,4485	5	5
3	1000	191,9263	132,4485	5	5
4	1800	176,6624	108,0288	4	4
5	1800	176,6624	108,0288	4	4
6	1800	176,6624	108,0288	4	4
7	2800	165,1887	89,6807	4	4
8	2800	165,1887	89,6807	4	4
9	2800	165,1887	89,6807	4	4
10	4000	155,9264	74,8886	4	3
11	4000	155,9264	74,8886	4	3
12	4000	155,9264	74,8886	3	2

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.6

Alokasi *Resource Block* pada *User* tiap TTI Skenario D

<i>User ke-i</i>	Jarak <i>user</i> dengan eNodeB (m)	Kapasitas Kanal (Mbps)		Jumlah <i>Resource Block</i>	
		LOS	NLOS	LOS	NLOS
1	1000	191,9263	132,4485	4	4
2	1000	191,9263	132,4485	4	4
3	1000	191,9263	132,4485	4	4
4	1000	191,9263	132,4485	4	4

User ke-i	Jarak user dengan eNodeB (m)	Kapabilitas Kanal (Mbps)		Jumlah Resource Block	
		LOS	NLOS	LOS	NLOS
5	1600	179,7210	112,9217	3	4
6	1600	179,7210	112,9217	3	4
7	2800	165,1887	89,6807	3	3
8	2800	165,1887	89,6807	3	3
9	2800	165,1887	89,6807	3	3
10	2800	165,1887	89,6807	3	3
11	3200	161,7211	84,1394	3	3
12	3200	161,7211	84,1394	3	3
13	4000	155,9264	74,8886	3	2
14	4000	155,9264	74,8886	3	2
15	4000	155,9264	74,8886	3	2
16	4000	155,9264	74,8886	1	2

Sumber: Perhitungan

#### 4.5 Bit Error Rate (BER)

BER sebagai parameter hasil simulasi adalah BER sistem yang dihitung dari hasil alokasi sumber daya radio. BER akan dihitung berdasarkan jenis modulasi yang digunakan menurut Persamaan (2-3) pada Bab II. Dalam penelitian ini digunakan jenis modulasi QPSK dan 16QAM dimana berdasarkan karakteristik yang telah ditentukan, nilai BER yang ingin dicapai adalah kurang dari  $10^{-3}$ . Sedangkan nilai BER sistem akan dicapai dengan menghitung BER rata-rata dari seluruh *resource block*.

Tabel 4.7 menunjukkan nilai BER pada jenis modulasi yang berbeda baik dalam kondisi LOS maupun NLOS. Dengan tingkat modulasi yang lebih tinggi yaitu 16QAM, nilai BER akan semakin tinggi karena angka bit modulasi lebih besar. Sehingga probabilitas bit salah semakin besar jika semakin banyak data yang dapat dimodulasi. Sedangkan pada kondisi LOS memiliki nilai BER lebih rendah dibandingkan dengan kondisi NLOS. Pada kenaikan jumlah *user*, BER sistem akan cenderung tetap.

Tabel 4.7

Hasil Perhitungan BER Sistem

Skenario	Jumlah user	BER			
		QPSK		16QAM	
		LOS ( $*10^{-22}$ )	NLOS ( $*10^{-11}$ )	LOS ( $*10^{-9}$ )	NLOS ( $*10^{-4}$ )
A	4	0,1092	0,6393	0,2981	0,1306
B	8	0,0637	0,3593	0,2193	0,0843
C	12	0,1214	0,6437	0,3213	0,1356
D	16	0,1296	0,5914	0,3660	0,1430

Sumber: Perhitungan

#### 4.6 Throughput

Berdasarkan perkalian jumlah *resource block* dengan angka modulasi, nilai *throughput* maksimum untuk sistem yang disimulasikan adalah sebesar 16,8 Mbps untuk QPSK dan 33,6 Mbps untuk 16QAM. Sedangkan nilai *throughput* yang dihitung dalam simulasi ini adalah *throughput* ternormalisasi yang dirumuskan oleh Persamaan (2-10) pada Bab II. Berdasarkan persamaan, nilai *throughput* ternormalisasi yang dihitung berhubungan langsung dengan nilai kapasitas kanal. Nilai *throughput user* pada kondisi LOS dan NLOS untuk setiap skenario ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8  
Hasil Perhitungan *Throughput* Ternormalisasi

Skenario	User ke-i	Jarak user dengan eNodeB (m)	<i>Throughput</i>	
			LOS	NLOS
A	1	1000	1,1187	1,3261
	2	2400	0,9862	0,9620
	3	2400	0,9862	0,9620
	4	4000	0,9089	0,7498
B	1	1000	1,1031	1,2765
	2	1000	1,1031	1,2765
	3	2000	0,9996	0,9989
	4	2000	0,9996	0,9989
	5	2000	0,9996	0,9989
	6	2800	0,9494	0,8643
	7	2800	0,9494	0,8643
	8	4000	0,8962	0,7217
C	1	1000	1,1131	1,3080
	2	1000	1,1131	1,3080
	3	1000	1,1131	1,3080
	4	1800	1,0246	1,0668
	5	1800	1,0246	1,0668
	6	1800	1,0246	1,0668
	7	2800	0,9580	0,8856
	8	2800	0,9580	0,8856
	9	2800	0,9580	0,8856
	10	4000	0,9043	0,7396
	11	4000	0,9043	0,7396
	12	4000	0,9043	0,7396
D	1	1000	1,1228	1,3394
	2	1000	1,1228	1,3394
	3	1000	1,1228	1,3394
	4	1000	1,1228	1,3394
	5	1600	1,0514	1,1419
	6	1600	1,0514	1,1419
	7	2800	0,9664	0,9069
	8	2800	0,9664	0,9069
	9	2800	0,9664	0,9069

Skenario	User ke-i	Jarak <i>user</i> dengan eNodeB (m)	<i>Throughput</i>	
			LOS	NLOS
	10	2800	0,9664	0,9069
	11	3200	0,9461	0,8509
	12	3200	0,9461	0,8509
	13	4000	0,9122	0,7573
	14	4000	0,9122	0,7573
	15	4000	0,9122	0,7573
	16	4000	0,9122	0,7573

Sumber: Perhitungan

Nilai *throughput* maksimum masing-masing skenario sistem yang menunjukkan nilai maksimum yang memungkinkan dapat dicapai suatu sistem. *Throughput* maksimum diperoleh dari keragaman kondisi kanal yang semula dipengaruhi oleh variasi jarak *user* terhadap eNodeB. Nilai *throughput* maksimum untuk setiap skenario ditunjukkan oleh Tabel 4.9 dan Gambar 4.3. Perhitungan ini menghasilkan *throughput* ternormalisasi maksimum dicapai oleh *user* dengan jarak 1000 m. Kondisi LOS memiliki nilai *throughput* ternormalisasi lebih rendah daripada kondisi NLOS karena pada kondisi LOS memiliki alokasi *resource block* yang relatif lebih sedikit daripada kondisi NLOS pada *user* dengan jarak 1000 m. Nilai *throughput* maksimum juga cenderung meningkat pada kenaikan jumlah *user* untuk masing-masing kondisi LOS dan NLOS.

Tabel 4.9

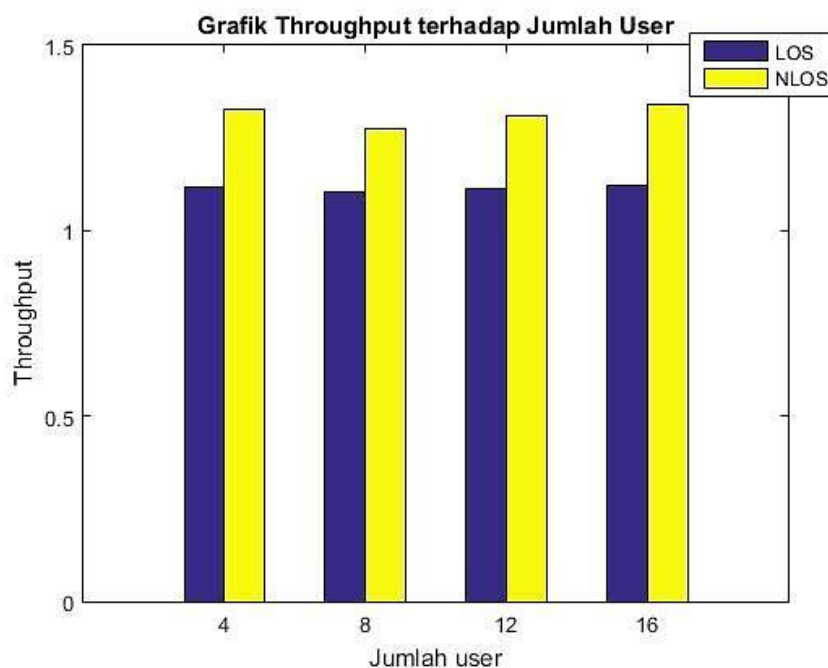
*Throughput* Ternormalisasi Maksimum Tiap Skenario

Skenario	Jumlah <i>user</i>	<i>Throughput</i>	
		LOS	NLOS
A	4	1,1187	1,3261
B	8	1,1031	1,2765
C	12	1,1131	1,3080
D	16	1,1228	1,3394

Sumber: Perhitungan

Performansi *throughput* untuk variasi jumlah *user* pada kondisi LOS dan NLOS dari Tabel 4.9 dapat digambarkan pada Gambar 4.3.





Gambar 4.3 Grafik *throughput* terhadap variasi jumlah *user*  
Sumber: Perhitungan

#### 4.7 Fairness

Dalam penelitian ini, *fairness* adalah parameter yang digunakan untuk melihat seberapa adil sebuah algoritma digunakan sebagai cara penjadwalan atau alokasi sumber daya radio. Nilai *fairness* merupakan keadilan dimana *user* akan mendapat pelayanan minimal pada sebuah sistem sesuai kapasitasnya yang ditentukan oleh kondisi kanal setiap *user*. Nilai *fairness* berharga 0-1 dan ditentukan langsung oleh kapasitas kanal dan jumlah *user* dirumuskan dengan Persamaan (2-11) pada Bab II.

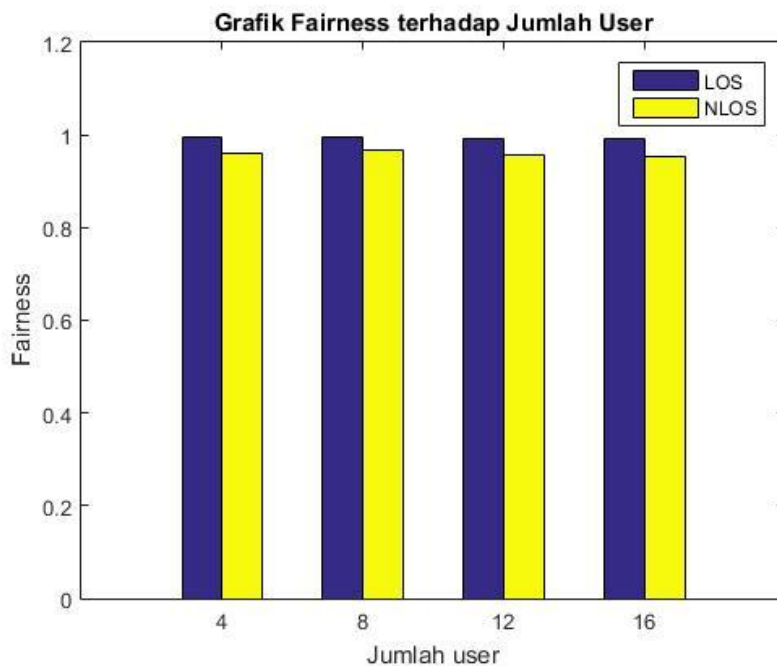
Berdasarkan nilai perhitungan, maka tingkat *fairness* pada masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.4. Hasil simulasi menunjukkan nilai *fairness* pada kondisi kanal LOS dan NLOS untuk masing-masing skenario dimana kondisi LOS memiliki nilai *fairness* lebih tinggi daripada kondisi NLOS. Sedangkan pada variasi jumlah *user*, tingkat *fairness* cenderung tetap.

Tabel 4.10  
Hasil Perhitungan *Fairness*

Skenario	Jumlah <i>user</i>	<i>Fairness</i>	
		LOS	NLOS
A	4	0,9949	0,9618
B	8	0,9952	0,9664
C	12	0,9930	0,9580
D	16	0,9926	0,9525

Sumber: Perhitungan

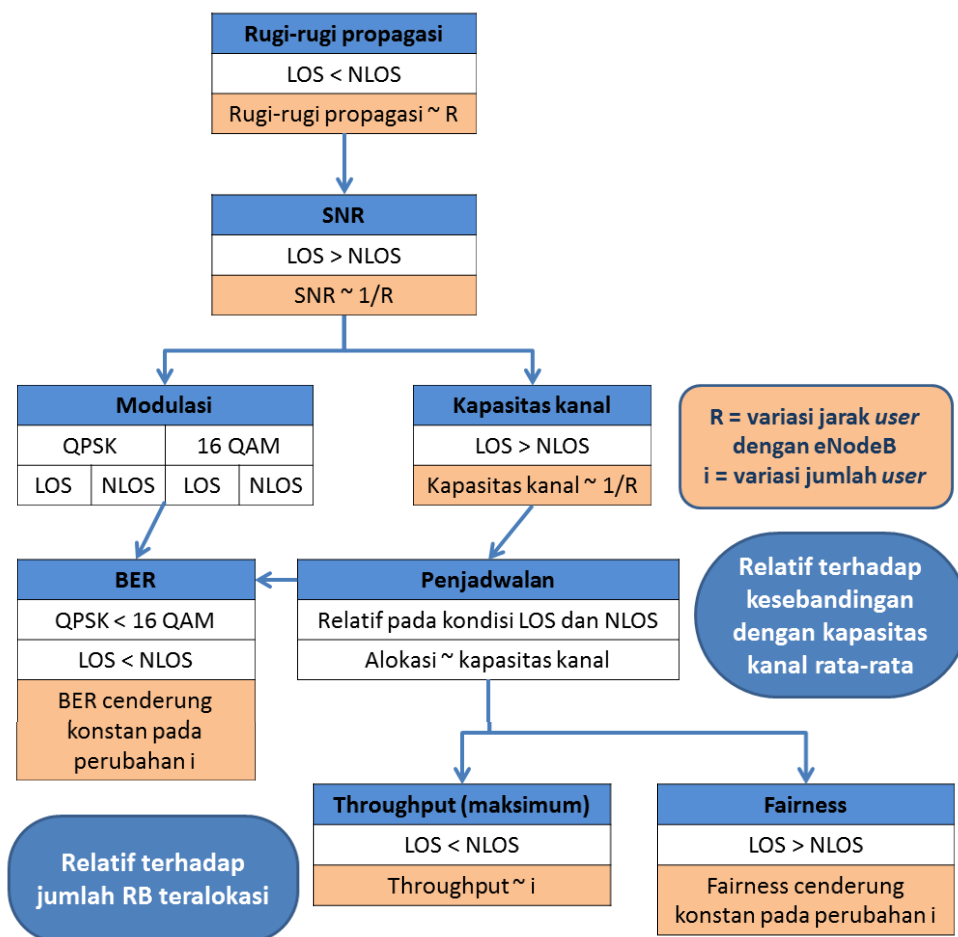
Performansi *fairness* untuk variasi jumlah *user* pada kondisi LOS dan NLOS dari Tabel 4.10 dapat digambarkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik *fairness* terhadap variasi jumlah *user*  
Sumber: Perhitungan

#### 4.8 Analisis dan Pembahasan Data

Pada penelitian dilakukan simulasi penjadwalan untuk komunikasi arah *uplink* suatu jaringan LTE *single cell* yang memiliki variasi jarak dan jumlah *user*. Pada komunikasi arah *uplink*, *user* berperan sebagai *transmitter* sedangkan eNodeB sebagai *receiver*. Jenis kanal *Rayleigh Fading* yang digunakan memiliki dua kondisi yaitu LOS dan NLOS, tergantung dari adanya penghalang antara *user* dengan eNodeB. Pada simulasi ini terdapat variasi jarak *user* dengan eNode B antara 1000 m sampai 4000 m. Serta menerapkan algoritma *Proportional Fair* untuk mengalokasikan 50 buah *resource block* pada masing-masing sebanyak 4, 8, 12, dan 16 *user* aktif pada suatu waktu. Hasil dari simulasi serta perhitungan parameter yang terkait ditampilkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Bagan analisis simulasi dan perhitungan parameter  
 Sumber: Perhitungan

#### 4.8.1 Analisis Pengaruh Variasi Jarak User terhadap eNodeB

Masalah pertama yang diidentifikasi adalah variasi jarak *user* terhadap eNodeB yang memberi pengaruh pada penjadwalan sejak perhitungan parameter awal yaitu rugi-rugi propagasi atau *path loss*. Rugi-rugi propagasi atau *path loss* sebagai parameter awal yang dihitung ditentukan oleh variasi jarak serta perbedaan kondisi LOS dan NLOS. Semakin jauh jarak *transmitter* dan *receiver* maka tinggi *path loss*, sehingga kondisi kanal semakin buruk. Pada perbedaan kondisi LOS dan NLOS, *path loss* pada kondisi LOS bernilai lebih rendah.

*Path loss* akan menentukan nilai SNR untuk *user* secara berbanding terbalik, yang berarti semakin tinggi *path loss* maka SNR semakin rendah. SNR yang lebih baik adalah yang memiliki nilai lebih tinggi. SNR kondisi LOS lebih tinggi daripada kondisi NLOS pada jarak yang sama serta akan menurun seiring bertambahnya jarak antara *user* dengan eNodeB. Hal ini dikarenakan, pada NLOS mengalami lebih banyak penurunan level sinyal akibat *multipath*.

Nilai SNR yang didapat menentukan dua parameter lain yaitu kapasitas kanal atau *data rate* dan jenis modulasi. Kapasitas kanal mempengaruhi penjadwalan atau alokasi sumber daya radio secara langsung bagi *user*. Algoritma *Proportional Fair* memprioritaskan kanal dengan kapasitas kanal tertinggi terhadap kapasitas kanal rata-rata *user* pada sebuah sistem untuk dilayani. Prioritas tersebut berarti kanal *user* dengan kondisi paling baik akan mendapat alokasi lebih tinggi daripada *user* lain tanpa memperhatikan antrian atau retransmisi. Algoritma ini menunjang *fairness* dimana seluruh *user* akan dijadwalkan dengan nilai yang sesuai dengan kapasitas masing-masing *user*. Berdasarkan simulasi, jumlah alokasi *resource block* pada kondisi NLOS berbeda dengan LOS untuk *user* yang sama karena tergantung dari rata-rata *data rate* masing-masing kondisi. Hasil penjadwalan ini menunjukkan jumlah relatif *resource block* untuk *user* yang sama pada kondisi kanal berbeda karena memiliki nilai *data rate* rata-rata berbeda.

#### 4.8.2 Analisis Pengaruh Variasi Jumlah User

SNR juga memberi pengaruh pada jenis modulasi yang diaplikasikan pada komunikasi *uplink* LTE yaitu QPSK dan 16QAM. Selanjutnya jenis modulasi ini akan menentukan BER. Kanal dengan nilai BER yang lebih kecil akan memiliki kualitas yang lebih baik. Perhitungan BER dipengaruhi oleh angka modulasi dari jenis modulasi yang berbeda tersebut. BER pada tingkat modulasi tinggi yaitu 16QAM akan lebih tinggi daripada QPSK karena semakin banyak simbol yang dimodulasi, maka semakin besar probabilitas bit salah dan kualitas semakin buruk. Untuk variasi jarak, kualitas BER akan sebanding dengan kualitas SNR sesuai dengan Persamaan (2-3) pada Bab II dimana juga dihitung nilai *erfc* (fungsi kesalahan). Hal ini juga disebabkan karena dengan kapasitas yang bertambah maka akan lebih banyak data yang dimuat, sehingga probabilitas bit *error* meningkat. Sedangkan pada kenaikan jumlah *user*, nilai BER sistem pada setiap kondisi akan cenderung tetap karena nilai sistem akan tergantung dari nilai rata-rata.

*Throughput* ternormalisasi dan *fairness* dipengaruhi secara langsung oleh *data rate*. Dimana *throughput* merupakan *bandwidth* aktual yang digunakan *user* sesuai *data rate* yang dimiliki serta *fairness* adalah keadilan penjadwalan pada suatu sistem. Dalam penelitian ini, dihitung nilai *throughput* ternormalisasi yaitu porsi atau kapasitas medium transmisi yang membawa paket benar yang tidak perlu ditransmisikan ulang. Nilai ideal yang diharapkan yaitu 1, namun dalam penelitian terdapat nilai lebih dari 1 karena nilai maksimum yang diperoleh lebih besar dari nilai rata-rata.

Untuk menganalisis *throughput* dari jumlah *user* bervariasi, digunakan nilai *throughput* ternormalisasi maksimum dari setiap skenario. Pada kondisi NLOS memiliki *throughput* maksimum lebih tinggi daripada LOS karena adanya relatifitas alokasi *resource block* untuk *user*. Nilai *throughput* ternormalisasi maksimum cenderung meningkat pada kenaikan jumlah *user* untuk masing-masing kondisi LOS dan NLOS. Hal ini disebabkan karena saat jumlah *user* meningkat nilai rata-rata *throughput* pada setiap skenario menurun sedangkan nilai *throughput* maksimum akan tetap karena *user* adalah sama. Maka *throughput* ternormalisasi akan cenderung meningkat. Sehingga dapat diartikan bahwa algoritma *Proportional Fair* memiliki performansi *throughput* yang mendukung keragaman multiuser.

Hasil simulasi menunjukkan nilai *fairness* ada kondisi kanal LOS dan NLOS untuk masing-masing skenario dimana kondisi LOS memiliki nilai *fairness* lebih tinggi daripada kondisi NLOS. Berdasarkan simulasi, nilai *fairness* akan cenderung tetap pada keadaan jumlah *user* bervariasi. Hal ini terjadi karena karakteristik algoritma *Proportional Fair* yang memperhatikan kondisi kanal rata-rata serta menjadwalkan *user* mendapat alokasi *resource block* minimal sesuai kondisi kanal sehingga semua *user* dalam suatu sistem dapat terlayani.

