

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada dasarnya penelitian Y. Maulana ini membahas tentang perbandingan kinerja scheduling *Throughput To Average* (TTA) dengan *Proportional Fair* (PF) untuk mendapatkan nilai pada parameter yang telah ditentukan seperti *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss ratio*. Perbandingan yang dilakukan pada simulasi ini ada 2 skenario seperti skenario berdasarkan jarak UE dengan ENB di jarak yang sama dan skenario kedua ketika UE di jarak yang berbeda-beda. Perhitungan dilakukan pada saat melakukan simulasi, lama kedatangan paket, waktu kedatangan, dan rasio jumlah paket yang hilang. Dari penelitian ini hasil yang di dapatkan *scheduling throughput to average* memiliki keunggulan pada parameter *throughput* dan *packet loss ratio*. Semakin jauh jarak UE maka nilai *throughput* yang didapatkan semakin menurun dan nilai *delay*, *jitter* dan *packet loss ratio* semakin besar. Alokasi *radio resources* pada *scheduling* PF memperhatikan kondisi kualitas kanal [4].

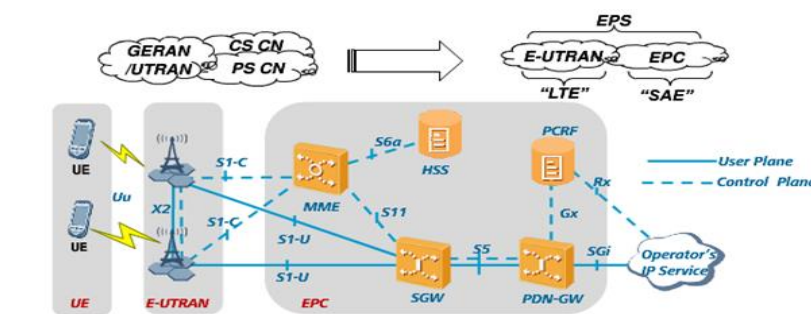
Pada dasarnya penelitian V. Sigit ini membahas skema *resource scheduling* berbasis *Proportional Fair* (PF) yang akan dikelompokkan *user* terlebih dahulu berdasarkan jumlah *carrier* yang bisa dialokasikan pada *user*. Karena perbedaan frekuensi *carrier*, karakter fading dan cakupan tiap *carrier* juga berbeda sehingga *user* tidak dapat dijadwalkan di semua *carrier*. Beberapa penelitian menganalisa metode ini dengan *propagation model distance-dependent path loss* di frekuensi 800 MHz, 2300 MHz dan 3400 MHz. Penelitian tersebut hanya membandingkan sedikit proses alokasi, mengubah *propagation model* dan menggunakan frekuensi 700 MHz, 800 MHz, dan 1800 MHz. Dari hasil penelitian ini maka didapatkan hasil Algoritma *Proportional Fair* (PF) memiliki nilai *average user throughput* paling tinggi dibandingkan dengan algoritma W-PF (perbedaannya mencapai 306-1720 kbps) dan algoritma UG-PF (perbedaannya mencapai 715-4260 kbps). Dengan bertambahnya jumlah *user*, nilai *average user throughput* pada setiap algoritma menurun dengan penurunan paling banyak terjadi pada algoritma *Proportional Fair* (PF), turun sebanyak 1117 kbps, algoritma W-PF turun sebanyak 976 kbps, dan UG-PF yang turun sebanyak 763 kbps [1].

2.2 LTE (Long Term Evolution)

LTE adalah teknologi seluler berkecepatan tinggi yang berbasis IP dengan standar yang diterapkan oleh 3GPP. LTE diharapkan mampu untuk mengakses data kecepatan tinggi menggunakan telephone seluler maupun perangkat mobile lainnya. *Long Term Evolution* (LTE) adalah Teknologi seluler berkecepatan tinggi yang dapat memberikan kecepatan *downlink* sebesar 100 Mbps dan *uplink* 50 Mbps, dan *bandwidth* yang lebih besar yaitu 1.4 MHz- 20 MHz [2]. Dengan spesifikasi yang tinggi , teknologi *Long Term Evolution* (LTE) diharapkan dapat memberikan kemudahan pelanggan dalam mengakses layanan VoIP dan FTP (File Transfer Protocol). LTE diharapkan mampu memberikan layanan dengan *throughput* yang tinggi dan *delay* yang rendah.

2.3 Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur dikenal dengan istilah SAE (*System Architecture Evolution*) sebagai inti jaringan generasi keempat menurut standar 3GPP. Arsitektur jaringan LTE terdiri dari tiga bagian penting yaitu UE, E-UTRAN, dan EPC [3].



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan LTE [3]

1. UE

User Equipment (UE) adalah perangkat dalam LTE yang paling ujung atau berdekatan pelanggan (*user*). Pada bagian *User Equipment* (UE) ada bagian *Mobile Equipment* (ME) atau peralatan mobile. Peralatan Mobile terdiri dari 3 modul penting, diantaranya *Mobile Termination* (MT), yang menangani semua fungsi komunikasi; *Terminal Equipment* (TE), yang mengakhiri aliran data; dan *Universal Integrated Circuit Card* (UICC), atau dikenal juga sebagai kartu SIM

untuk peralatan LTE. Susunan UE pada LTE ini tidak jauh berbeda dengan UE pada UMTS pada teknologi sebelumnya [3].

2. E-UTRAN

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) adalah sistem yang menangani komunikasi radio antar ponsel (*user*) dan *evolved packet core* dan memiliki satu komponen BTS *evolved* yang disebut eNodeB (eNB). BTS yang berkomunikasi dengan ponsel (*user*) disebut sebagai eNB dan yang mengontrol satu atau beberapa *User Equipment* (UE) dalam satu atau lebih sel. Disini eNB juga memiliki tugas sebagai radio *transmitter* dan *receiver* dan sebagai pengendali tingkat rendah dari semua ponsel (*user*) dengan cara mengirimkan suatu sinyal pesan seperti perintah *handover* [3].

3. EPC

Evolved Packet Core (EPC) adalah sistem yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler dimana pada bagian *core network* menggunakan all-IP. EPC menyediakan fungsionalitas core mobile yang sudah ada pada generasi sebelumnya yang memiliki 2 bagian yang terpisah yaitu *Circuit switch* untuk voice dan *Packet Switch* untuk data. EPC sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end to end* pada LTE dan memungkinkan pengenalan model bisnis baru, seperti konten dan penyediaan aplikasi [3].

2.4 PARAMETER JARINGAN LTE

Pada jaringan LTE terdapat beberapa parameter parameter yang digunakan untuk mengukur KPI (*Key Performance Indicator*) sebagai acuan baik atau buruknya kualitas suatu jaringan.

2.4.1 RSRP (*Reference Signal Received Power*)

RSRP merupakan kuat sinyal yang diterima *User Equipment* (UE) pada teknologi LTE. Nilai RSRP yang merupakan power sinyal *reference* yang digunakan untuk menunjukkan bagus tidaknya *coverage* jaringan pada suatu daerah. Berikut merupakan rentang nilai RSRP yang digunakan oleh suatu operator [3].

Tabel 2.1 Rentang Nilai RSRP [3].

Nilai	Keterangan
-70 dBm to – 90 dBm	Good
-91 dBm to – 110 dBm	Normal

-110 dBm to - 130 dBm	Bad
-----------------------	-----

2.4.2 SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*)

SINR merupakan perbandingan kuat sinyal dengan *noise background*. *Derau* dan *interference* dapat mempengaruhi kualitas sinyal terima, yang juga dipengaruhi oleh rugi – rugi lintasan. Persamaan untuk menghitung SINR seperti pada persamaan 2.8 [4].

$$SINR = \frac{S}{(I + N)}$$

Keterangan:

S = daya sinyal yang diinginkan

I = daya sinyal yang terinterference dari sel – sel lain

N = Noise background

Berikut contoh range SINR yang digunakan oleh suatu operator.

Tabel 2.2 Rentang Nilai SINR

Nilai	Keterangan
16 dB – 30 dB	<i>Good</i>
1 dB – 15 dB	<i>Normal</i>
-10 dB – 0 dB	<i>Bad</i>

2.4.3 Throughput

Throughput, merupakan besaran kecepatan akses data yang dapat diakses oleh *user*. *Troughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

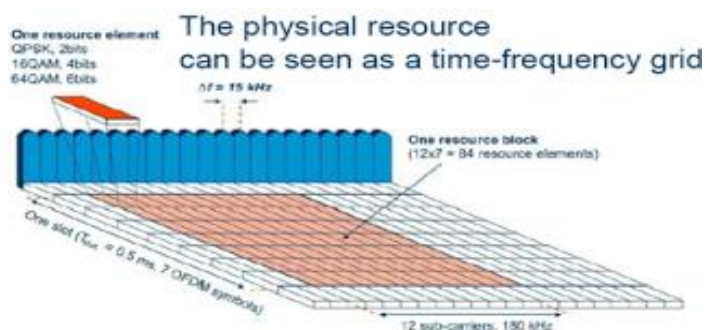
2.5 OFDM

OFDM (*Orthogonal Frequency Divicion Multiplexing*) merupakan teknik pentramisian data menggunakan beberapa frekuensi (*multicarrier*) yang saling tegak lurus (*orthogonal*). OFDM disebut juga sebagai metode modulasi *multicarrier* dan *multiplexing*. Jarak antar

subcarrier diatur sedemikian rupa agar antar subcarrier mempunyai sifat yang *orthogonal*. OFDM dilihat pada *Frequency Division Multiplexing* (FDM) merupakan teknologi dengan frekuensi jamak sehingga mengirimkan sinyal secara paralel [4] [3]. OFDM kemudian dikembangkan menjadi OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), Tetapi OFDMA memiliki perbedaan dengan OFDM. Perbedaan dasar dari OFDM dan OFDMA adalah OFDMA dalam satu *subcarrier* dapat diduduki oleh beberapa *user* yang dimiliki OFDMA yang berbeda sedangkan OFDM dalam satu *subcarrier* hanya diduduki oleh *user* yang dimiliki OFDM yang sama. Simbol dikelompokkan didalam *resource block* [3].

2.6 RESOURCE BLOCK

Ukuran dari *Resource block* adalah 12 *subcarrier* dalam 1 slot waktu. 1 *Resource block* pada LTE didefinisikan sebagai 12 *subcarrier* atau 180 KHz (15 KHz x 12 *subcarrier* = 180 KHz) dan satu slot *frame*. *Resource Block* pada LTE hanya dapat digunakan oleh 1 *user* maka tidak dapat dibagikan ke *user* lain jika masih digunakan [3] [5].



Gambar 2.2 *Resource Block*[5]

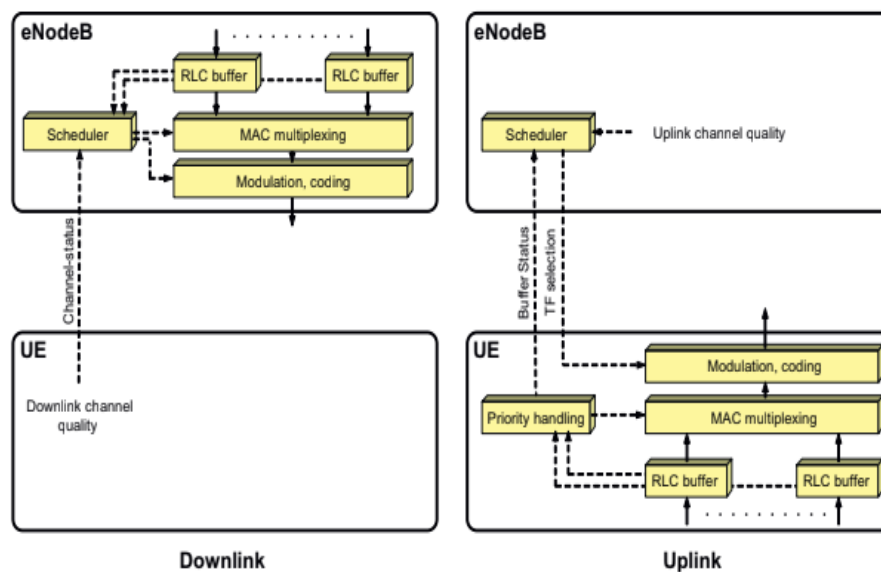
2.7 MODULASI

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal informasi terhadap sinyal pembawa. Modulasi terbagi atas beberapa modulasi tapi disini modulasi yang dijelaskan adalah QPSK, 16QAM, dan 64QAM. Pada modulasi 16 QAM 1 simbol berisikan 4 bit informasi . Setiap bit mewakili 2 bit symbol I dan Q. pada modulasi 64 QAM terdiri dari 64 simbol dimana setiap simbol terdiri dari 6 bit. Pada downlink metode modulasi untuk data pengguna adalah sama seperti di arah uplink yaitu QPSK, 16QAM, dan 64QAM. E Node B sudah men-support semua metode modulasi tersebut. Seperti pada jaringan 3G sebelumnya, di LTE dikenal dengan fitur *Adaptive Modulation and Coding*, yang memastikan error rate tetap dibawah

limit yang dapat diterima, dengan pengaturan modulasi dan coding rate secara dinamis. Level modulasi yang lebih rendah meningkatkan *link budget* dan *fade margin*. Perubahan lingkungan propagasi menyebabkan perubahan skema modulasi dan coding. Oleh karena itu dalam perencanaan kapasitas variasi kanal propagasi jangka panjang harus diperhitungkan.

2.8 SCHEDULING

Long Term Evolution (LTE) adalah Teknologi seluler berkecepatan tinggi, Dengan spesifikasi yang tinggi diharapkan dapat memberikan kemudahan pelanggan dalam mengakses layana VoIP dan FTP. LTE diharapkan mampu memberikan layanan dengan *throughput* yang tinggi dan *delay* yang rendah. Kecepatan tersebut bisa didapat apabila pembagian jumlah *bandwidth* nya terbatas. Terbatasnya dan kekurangan *bandwidth* yang bisa digunakan sehingga diperlukan *packet sceduling* [2].



Gambar 2.3 : Scheduling

Packet sceduling adalah pembagian *resource block* dalam transmisi ke *user* bertujuan untuk meningkatkan tingkat keadilan (*fairness*) dan meningkatkan *efisiensi* penggunaan *bandwitdh*, memberikan layanan data kepada UE dengan cara transmisi data berdasarkan hasil perhitungan *algoritma* yang disebut sebagai *metric* [3].

2.8 Software Planning ATOLL

Atoll merupakan *software* yang digunakan untuk membuat sebuah perencanaan jaringan seluler. Atoll dapat membuat perencanaan radio secara detail dengan fitur-fitur pendukungnya. Atoll memiliki fitur-fitur pendukung dalam merencanakan sebuah jaringan seluler agar mendekati hasil secara realistis seperti simulasi *montecarlo* untuk menentukan status *user* dan penentuan lokasi *user* secara acak.

1. *Toolbar* Menu

Toolbar menu terdiri dari beberapa *tool* yang digunakan dalam perencanaan seperti *map*, *template transmitter*, dan beberapa *tool* umum yang digunakan untuk mengolah dokumen perencanaan.

2. *Explorer* Menu

Explore menu terdiri dari 3 bagian utama sebagai berikut.

a. *Data Tab*

Menu ini berfungsi untuk mengolah data yang digunakan untuk perencanaan seperti parameter *EnodeBs*, *transmitters*, *subscribers profile*, menu simulasi hasil perencanaan dan menu lain untuk mendukung perencanaan.

b. *Geo Tab*

Menu ini berfungsi mengolah data geografis yang digunakan dalam perencanaan yang meliputi peta dan karakteristik wilayah perencanaan.

c. *Modules Tab*

Berfungsi untuk mengolah data model propagasi yang digunakan dalam perencanaan.

3. *Map* Menu

Berfungsi sebagai area kerja untuk menampilkan *map* wilayah perencanaan dan posisi *base station* hasil perencanaan.

2.9 Proportional Demmand (PD)

Proportional Demmand (PD) adalah untuk menetapkan penggunaan throughput menurut kebutuhan permintaan pengguna untuk memuaskan permintaan throughput maksimum yang digunakan pada penlokasian resource block ke semua *user* yang bertujuan untuk memaksimalkan *throughput cell* dan meningkatkan keadilan *fairness*.

Untuk mengetahui nilai permintaan maksimum *throughput* dapat dilihat dari persamaan berikut ini [1]:

$$R_{Max-DL}^{M_i^{Sel}} = R_{Eff-Rem-DL}^{TXi} \times \frac{RD_{Rem-DL}^{M_i^{Sel}}}{\sum M_i^{Sel} RD_{Rem-DL}^{M_i^{Sel}}}$$

$$R_{Max-UL}^{M_i^{Sel}} = R_{Eff-Rem-UL}^{TXi} \times \frac{RD_{Rem-UL}^{M_i^{Sel}}}{\sum M_i^{Sel} RD_{Rem-UL}^{M_i^{Sel}}}$$

Keterangan :

$R_{Max-DL}^{M_i^{Sel}}$ = sumber daya *throughput* terbaik yang dialokasikan ke user untuk memenuhi kebutuhan maksimum.

$R_{Eff-Rem-DL}^{TXi}$ = efektif sumber daya *downlink* yang tersisa di sel

$RD_{Rem-DL}^{M_i^{Sel}}$ = sumber daya yang tersisa

$\sum M_i^{Sel} RD_{Rem-DL}^{M_i^{Sel}}$ = sumber daya yang tersisa pada *sel downlink*

Dimana R = *throughput*

Max-DL = nilai maksimal dari *downlink*

Max-UL = nilai maksimal dari *uplink*,

R eff-rem-UL = *throughput* efektifitas dari *uplink*,

R eff-Rem-DL = *throughput* efektifitas dari *downlink*,

Rem = remaining,

M_i^{Sel} = layanan,

TXi = pengguna yang dihasilkan dalam simulasi ,

RD = *throughput* distribusi.

2.10 Proportional Fair (PF)

Proportional Fair (PF) adalah algoritma penjadwalan yang digunakan pada pengalokasian *resource block* ke semua *user* yang bertujuan untuk memaksimalkan *throughput cell* dan meningkatkan keadilan *fairness*. *Proportional Fair* (PF) menghitung nilai *metric* berdasarkan perhitungan nilai data rate dan nilai *throughput* rata-rata yang diperoleh dari perhitungan *metric* terakhir pada *flow* yang sama [1] [2] [3]

$$\mu_i(t) = \frac{r_i(t)}{R_i(t)}$$

$$R_i(t+1) = \left(1 - \frac{1}{t_c}\right) R_i(t) + I_i(t+1) * \frac{1}{t_c} * r_i(t+1)$$

$\mu_i(t)$ merupakan rumus PF,

$r_i(t)$ menunjukkan data peningkatan pengguna i dihitung dalam setiap *bandwidth* pada *interval* t ,

$R_i(t)$ merupakan rata-rata *throughput* pengguna I dalam interval t ,

$I_i(t+1)$ dimana fungsi *indeks* yang menunjukkan apakah paket yang dipilih untuk transmisi dalam *interval* waktu $(t+1)$ atau tidak, dan

t_c adalah waktu konstan.