

## IMPLEMENTASI PARAMETER KPI UNTUK PERFORMANSI JARINGAN 3G PT. XXX DI AREA BALIK PAPAN

Deden Ardiasnyah

Email: [ardiansyahdeden@yahoo.com](mailto:ardiansyahdeden@yahoo.com)

Program D3 Teknik Komputer FMIPA Universitas Pakuan

### ABSTRAK

Teknologi WCDMA menggunakan 1 kanal frekuensi yang digunakan secara bersama-sama yang masing-masing pengguna diberikan kode untuk membedakan satu pengguna dengan lainnya. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengamati performansi jaringan WCDMA, mulai dari masukan dan keluhan pelanggan, mengamati alarm sistem yang ada, melakukan *drive test*, hingga analisa terhadap trafik jaringan. Parameter KPI hasil pengolahan yang digunakan untuk Implementasi antara lain *RRC Attempt*, *RRC Failure*, *Call Setup Attempt*, *Call Setup Failure*, *HSDPA Setup Attempt*, *HSDPA Setup Failure*, *Call PS R.99 Drop*, *HSDPA Drop*, *Handover*, dan *Throughput*. Parameter diatas menjadi dasar untuk penghitungan KPI Accessibility, Retainability, Integrity dan Mobility. Accessibility, Jaringan 3G Data Cluster Balikpapan 1, Balikpapan 2 dan Balikpapan 3 masih dibawah standar KPI sedangkan Retainability dan Integrity Jaringan 3G Data Cluster Balikpapan 1, Balikpapan 2 dan Balikpapan 3 diatas standar KPI.

Kata kunci : WCDMA, KPI, *RRC Attempt*, *RRC Failure*, *Call Setup Attempt*, *Call Setup Failure*, *HSDPA Setup Attempt*, *HSDPA Setup Failure*, *Call PS R.99 Drop*, *HSDPA Drop*, *Handover*, *Throughput*.

### PENDAHULUAN

Sistem Telekomunikasi bergerak berbasis seluler menawarkan kelebihan dibandingkan dengan Sistem jaringan kabel, yaitu mobilitas sehingga pengguna dapat bergerak kemanapun selama masih dalam cakupan layanan Operator. Teknologi yang banyak di adopsi oleh operator di Indonesia adalah teknologi GSM ( *Global System for Mobile* ) atau yang biasa disebut dengan 2G ( *Second Generation* ) dan teknologi WCDMA ( *Wideband Code Division Multiple Access* )

atau biasa disebut dengan 3G ( *Third Generation* ). Menurut teori teknologi 3G mempunyai kinerja akses data yang lebih cepat dibandingkan dengan teknologi 2G. Untuk mengetahui kinerja jaringan 3G maka dilakukan analisa trafik dan performansi data menggunakan data statistik dan melalui metode *drive test*.

Kinerja jaringan 3G dapat ditentukan menggunakan parameter KPI ( *Key Performance Indicator* ) yang di peroleh dari data statistik perangkat dan dari pengukuran drivetest. Parameter yang diukur antara lain *Accessibility* atau

seberapa bagus jaringan dapat diakses, *Retainability* atau seberapa bagus jaringan dapat dipertahankan sampai layanan diputus, atau *Integrity* yaitu seberapa bagus kualitas dari jaringan data yang sedang kita gunakan.

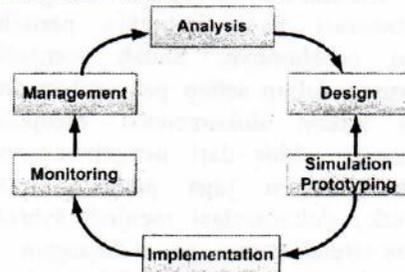
Parameter yang digunakan untuk mengukur performansi jaringan data antara lain RRC SR ( *Radio Resource Control Success Rate* ), CSSR ( *Call Setup Success Rate* ), CCSR ( *Call Completion Success Rate*), HSDPA ( *High Speed Downlink Packet Access* ) *Accessibility*, HSDPA ( *High Speed Downlink Packet Access* ) *Retainability*, Handover , Throughput, DCQI ( *Data Connection Quality Index*). DCQI merupakan representasi parameter *Attach Success Rate*, *Attach Time*, *PDP Success Rate*, *PDP Completion Rate* Dan *Throughput*

Batasan-batasan dari permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Data statistik yang diambil adalah data statistik dari jaringan dan data *drive test* kota Balikpapan
2. Data statistik yang diambil adalah data periode bulan Oktober dan bulan November 2012
3. Parameter KPI yang dianalisa adalah RRC SR ( *Radio Resource Control Success Rate*), CSSR PS ( *Call Setup success Rate Packet Switch* ), CCSR PS ( *Call Completion Success Rate Packet switch* ), HSDPA ( *High speed downlink packet access* ) *Accessibility* , HSDPA ( *High speed downlink packet access* ) *Retainability* dan DCQI ( *Data Connection Quality Index* )

## METODE PENELITIAN

Network Development Life Cycle (NDLC) merupakan sebuah metode yang bergantung pada proses pembangunan sebelumnya seperti perencanaan strategi bisnis, daur hidup pengembangan aplikasi, dan analisis pendistribusiandata. Adapun tahapan dari NDLC dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Network Development Life Cycle

### 1. Tahap Analysis

Pada tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan user, dan analisa topologi/jaringan yang sudah ada saat ini. Metode yang biasa digunakan pada tahap ini diantaranya ;

- a. Wawancara, dilakukan dengan pihak terkait melibatkan dari struktur manajemen atas sampai ke level bawah/operator agar mendapatkan data yang konkrit dan lengkap. Pada kasus di Computer Engineering biasanya melakukan brainstorming juga dari pihak vendor untuk solusi yang ditawarkan dari vendor tersebut karena setiap vendor mempunyai karakteristik yang berbeda.
- b. Survei langsung kelapangan, pada tahap analisis juga biasanya dilakukan survei langsung kelapangan untuk

mendapatkan hasil sesungguhnya dan gambaran seutuhnya sebelum masuk ke tahap desain, survei biasa dilengkapi dengan alat ukur seperti GPS dan alat lain sesuai kebutuhan untuk mengetahui detail yang dilakukan.

- c. Membaca manual atau blueprint dokumentasi, pada analisis awal ini juga dilakukan dengan mencari informasi dari manual-manual atau blueprint dokumentasi yang mungkin pernah dibuat sebelumnya. Sudah menjadi keharusan dalam setiap pengembangan suatu sistem dokumentasi menjadi pendukung akhir dari pengembangan tersebut, begitu juga pada project network, dokumentasi menjadi syarat mutlak setelah sistem selesai dibangun.
- d. Menelaah setiap data yang didapat dari data-data sebelumnya, maka perlu dilakukan analisa data tersebut untuk masuk ke tahap berikutnya. Adapun yang bisa menjadi pedoman dalam mencari data pada tahap analisis ini adalah ;
  - 1) User/people: jumlah user, kegiatan yang sering dilakukan, peta politik yang ada, level teknis user.
  - 2) Media H/W & S/W : peralatan yang ada, status jaringan, ketersediaan data yang dapat diakses dari peralatan, aplikasi S/W yang digunakan.
  - 3) Data : jumlah pelanggan, jumlah inventaris sistem, sistem keamanan yang sudah ada dalam mengamankan data.
  - 4) Network: konfigurasi jaringan, volume trafik jaringan, protocol, monitoring network yang ada saat ini, harapan dan rencana pengembangan kedepan.
  - 5) Perencanaan fisik : masalah listrik, tata letak, ruang khusus, sistem

keamanan yang ada, dan kemungkinan akan pengembangan kedepan.

## 2. Tahap Design

Dari data-data yang didapatkan sebelumnya, tahap desain ini akan membuat gambar desain topologi jaringan interkoneksi yang akan dibangun, diharapkan dengan gambar ini akan memberikan gambaran seutuhnya dari kebutuhan yang ada. Desain bisa berupa desain struktur topologi, desain akses data, desain tata layout perkabelan, dan sebagainya yang akan memberikan gambaran jelas tentang proyek yang akan dibangun. Biasanya hasil dari desain berupa ;

- a. Gambar-gambar topologi (server farm, firewall, data center, storages, lastmiles, perkabelan, titik akses dan sebagainya).
- b. Gambar-gambar detail estimasi kebutuhan yang ada.

## 3. Tahap Simulation Prototype

Beberapa networker's akan membuat dalam bentuk simulasi dengan bantuan Tools khusus di bidang network seperti Boson, Packet Tracert, Netsim, dan sebagainya. Hal ini dimaksudkan untuk melihat kinerja awal dari network yang akan dibangun dan sebagai bahan presentasi dan sharing dengan team work lainnya.

## 4. Tahap Implementation

Pada tahap ini akan memakan waktu lebih lama dari tahapan sebelumnya. Dalam implementasi, networker's akan menerapkan semua yang telah direncanakan dan di desain sebelumnya. Implementasi merupakan tahapan yang

sangat menentukan dari berhasil/gagalnya proyek yang akan dibangun. Ditahap inilah Team Work akan diuji dilapangan untuk menyelesaikan masalah teknis dan non teknis. Ada beberapa masalah-masalah yang sering muncul pada tahapan ini, diantaranya ;

- a. Jadwal yang tidak tepat karena faktor-faktor penghambat.
- b. Masalah dana / anggaran dan perubahan kebijakan.
- c. Team work yang tidak solid.
- d. Peralatan pendukung dari vendor. Oleh sebab itu pada saat tahap implementasi dibutuhkan manajemen proyek dan manajemen resiko untuk meminimalkan sekecil mungkin ancaman yang ada.

#### 5. Tahap Monitoring

Tahapan monitoring merupakan tahapan yang menjamin agar jaringan komputer dan komunikasi dapat berjalan sesuai dengan keinginan dan tujuan awal dari user pada tahap awal analisis. Monitoring dapat berupa kegiatan pengamatan pada ;

- a. Infrastruktur hardware: dengan mengamati kondisi reliability (kehandalan) sistem yang telah dibangun (reliability = performance + availability + security ).
- b. Memperhatikan jalannya paket data di jaringan (pewaktuan, latency, peektime dan troughput).
- c. Metode yang digunakan untuk mengamati "kesehatan" jaringan dan komunikasi secara umum secara terpusat atau tersebar. Pendekatan yang paling sering dilakukan adalah pendekatan Network Management. Dengan pendekatan ini, banyak

perangkat baik yang lokal dan tersebar dapat di monitor secara utuh.

#### 6. Tahap Management

Pada tahap manajemen, salah satu yang menjadi perhatian khusus adalah masalah Policy (kebijakan). Policy perlu dibuat untuk membuat / mengatur agar sistem yang telah dibangun dan berjalan dengan baik dapat berlangsung lama dan unsur reliability terjaga. Policy akan sangat tergantung dengan kebijakan level management dan strategi bisnis perusahaan tersebut. IT sebisa mungkin harus dapat mendukung atau alignment dengan strategi bisnis perusahaan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Konsep Jaringan WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*)

*Wideband Code Division Multiple Access* disingkat WCDMA merupakan salah satu standar teknologi seluler yang berkembang berdasarkan prakarsa dari *International Telecommunication Union* (ITU) yang memperkenalkan standar komunikasi seluler yang disebut *International Mobile Telecommunication – 2000* ( IMT-2000 ). Teknologi WCDMA dikembangkan dengan berbagai keunggulan sebagai berikut :

1. Fleksibilitas layanan
2. Efisiensi Spektrum frekuensi
3. Efisiensi Jaringan
4. Kapasitas yang lebih banyak
5. Akses layanan yang lebih cepat

#### Teknologi Akses WCDMA

Teknologi yang digunakan pada system komunikasi bergerak 3G menggunakan teknologi *Wireless Code*

*Division Multiple Access* ( WCDMA ). Aspek-aspek yang digunakan antara lain :

### Spektrum Frekuensi WCDMA

Spektrum Frekuensi WCDMA yang digunakan dalam transmisi sinyal antara UE dengan Node B sesuai dengan peraturan pemerintah dibawah komando departemen Komunikasi dan Informasi yaitu pada rentang frekuensi 1920-1980 MHz dan 2110-2170 MHz dengan WCDMA/FDD untuk sistem terlisensi (2x60 MHz spektrum UMTS. Minimum Kanal frekuensi yang digunakan untuk sebagai *Carrier* sebesar 5 MHz.

### Metode Duplex

Terdapat dua mode yang digunakan dalam WCDMA dimana yang pertama menggunakan FDD (*Frequency Division Duplex*) dan kedua dengan TDD (*Time Division Duplex*). FDD dikembangkan di Eropa dan Amerika sedangkan TDD dikembangkan di Asia. FDD digunakan dalam sistem WCDMA dengan satu kanal *uplink* dan satu kanal *downlink* dengan sepasang frekuensi pembawa 5 MHz pada *uplink* dan *downlink* dengan alokasi frekuensi untuk *uplink* yaitu 1945 MHz – 1950 MHz untuk *Downlink* yaitu 2135 MHz – 2140 MHz. Pada WCDMA TDD merupakan pengkombinasian sistem CDMA/TDMA menggunakan *code division* didalam slot waktu, penggunaan kanal yang sama untuk *uplink* maupun *downlink* dengan pemisah berdasarkan pembagian slot waktu.

### Pilot Polution

Pilot Polution merupakan kondisi dimana jumlah dari active set yang menangani suatu UE lebih dari 3 dan keseluruhan active set tersebut berada pada

range 5dB atau sekitar 3dB dari active set yang terbesar. Active set yang melebihi batasan *Max Active Set* (3 active set) dapat mengganggu menurunkan performansi dari suatu sistem

### Pilot Set

Kanal pilot menjadi acuan dalam penentuan handover. Pilot diidentifikasi oleh MS dan dikategorikan menjadi:

- a. *Active Set*, adalah pilot yang dikirimkan oleh BS dimana MS tersebut aktif. Banyaknya pilot yang termasuk pada kategori ini tergantung pada banyaknya komponen *rake receiver*.
- b. *Candidate Set*, terdiri dari pilot yang tidak termasuk dalam active set. Pilot ini harus diterima dengan baik untuk mengidentifikasi bahwa kanal *traffik forward link* dapat didemodulasi dengan baik.
- c. *Neighbor Set*, terdiri dari pilot yang tidak termasuk pada dua kelompok sebelumnya, dan dipergunakan untuk proses handover.
- d. *Remaining Set*, terdiri dari keseluruhan pilot dalam sistem kecuali yang terdapat pada *active set*, *candidate set*, dan *neighbor set*.

### Radio Access Bearer ( RAB )

Suatu konsep baru yang diperkenalkan oleh UMTS adalah RAB, yang mana merupakan gambaran dari kanal pengiriman antara jaringan dan user. RAB dibagi menjadi radio bearer pada air interface dan Iu bearer di *radio network*. UTRAN dapat menyediakan *RAB connection* dengan karakteristik yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan untuk layanan UMTS bearer yang berbeda. Pengklasifikasian Radio Access Bearer adalah sebagai berikut :

- Conversational
- Interaktif
- Streaming
- Background

**Pengukuran Drive test**

Drive test menggunakan handset yang dikombinasikan dengan laptop sebagai contoh Software **TEMS Investigation** ataupun handset yang didalamnya sudah terinstall software drive test sebagai contoh **NEMO HANDY**. Drive test dilakukan oleh suatu operator karena kondisi berikut :

- Adanya pembangunan Node B pada suatu wilayah sehingga perlu mengetahui kualitas node B yang telah dibangun tersebut
- Drive test Rutin untuk melihat dan menjaga kualitas jaringan pada wilayah tertentu. Penulis mengambil data wilayah Balikpapan.
- Drive test dilakukan karena adanya keluhan pelanggan untuk mengetahui penyebab terjadinya penurunan kualitas jaringan.

Drive test bisa dilakukan dengan cara static mode atau dilakukan dengan cara mobile atau mengelilingi jalur tertentu pada suatu wilayah. Metode yang digunakan dengan 2 cara yaitu :

- a. *Idle Mode* yaitu drive test yang dilakukan hanya untuk melihat daya pancar sinya WCDMA ( RSCP ) dan kualitas Ec/No.
- b. *Dedicated Mode* yaitu drive test yang dilakukan dengan melakukan suatu panggilan sehingga informasi yang bisa didapat selain RSCP, Ec/NO adalah CSSR, CCSR, PDP Success Rate, PDP Completion Rate, handover, Throughput.

Hasil pengukuran drive test dapat ditampilkan dalam bentuk data statistik yang bisa merepresentasikan distribusi RSCP, Ec/NO, Throughput, CSSR, CCSR, PDP Success Rate, PDP Completion Rate atau dalam bentuk peta yang bisa menggambarkan secara visual distribusi RSCP dan Ec/No pada jalur drive test yang kita lalui.

**Kriteria Parameter KPI Jaringan WCDMA**

Parameter KPI bisa didapatkan melalui statistik yang diambil dari Perangkat atau menggunakan metode drive test. Beberapa parameter Key Performance Indicator ( KPI ) yang digunakan untuk melihat performansi jaringan WCDMA dibedakan menjadi parameter Accessibility, Retainability, Integrity, Mobility, Availability.

**Accessibility**

Accessibility adalah seberapa mudah jaringan bisa di akses oleh UE untuk bisa mendapatkan jaringan WCDMA. Parameter KPI yang berhubungan dengan accessibility antara :

- a. *Radio Resource Control Success Rate (RRC SR)*

RRC SR adalah tingkat keberhasilan signaling yang digunakan untuk melakukan konfigurasi dan membangun hubungan antara UE dengan Node B.

$$RRC\text{SuccessRate} = 100 * \frac{RRC\text{Attempt} - RRC\text{Failure}}{RRC\text{Attempt}}$$

- b. *Call Setup Success Rate ( CSSR )*

CSSR merupakan persentase keberhasilan membangun suatu hubungan.

$$CSSR = RRCSSR * RABSetupSuccessRate * 100\%$$

$$CSSR = 100 * \frac{CallAttempt - CallSetupFailure}{CallAttempt}$$

.....(2)

c. *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) Accessibility*

HSDPA Accessibility adalah prosentase keberhasilan membangun suatu hubungan menggunakan teknologi HSDPA.

$$HSDPAAccessibility = 100 * \frac{HSDPAAttempt - HSDPAFailure}{HSDPAAttempt}$$

.....(3)

**Retainability**

*Retainability* adalah kemampuan suatu jaringan untuk mempertahankan layanannya pada durasi waktu tertentu sampai UE mengakhiri layanannya. Parameter yang berhubungan antara lain :

a. *Radio Access Bearer Drop (RAB Drop)*

*RAB Drop* adalah jumlah terjadinya *Iu Release* yang dilakukan oleh Core Network yang bisa di sebabkan oleh *hardware*, transmisi, interferensi

$$RABDropRate = 100\% * \frac{RABDrop}{RABDrop + RABActiveComplete}$$

b. *Call Completion Success Rate (CCSR)*

Call Completion Success Rate adalah kemampuan jaringan dalam mempertahankan Radio Access Bearer sampai layanan tersebut berakhir,

$$CCSR = 100 * \frac{CallAttempt - CallSetupFailure - CallDrop}{CallAttempt - CallSetupFailure}$$

c. *HSDPA Retainability*

HSDPA Retainability adalah kemampuan jaringan dalam mempertahankan kanal HSDSCH sampai layanan berakhir.

$$HSDPARetainability = 100 * \frac{HSDPAAttempt - HSDPAFailure - HSDPADrop}{HSDPAAttempt - HSDPAFailure}$$

**Integrity dan Mobility**

Merupakan seberapa bagus kualitas dari layanan yang dapat diberikan kepada UE dari sisi kecepatan akses (*Throughput*) dan Quality of Service (*QoS*) dan seberapa bagus jaringan bisa dipertahankan pada saat terjadi perpindahan dari satu cell ke cell yang lain baik dalam sistem WCDMA atau dari WCDMA ke GSM. Dibedakan menjadi Softhandover, hard handover dan Inter Rat Handover.

$$SHOSuccessRate = 100 * \frac{SHOAttempt - SHOFailure}{SHOAttempt}$$

$$ISHOSuccessRate = 100 * \frac{ISHOAttempt - ISHOFailure}{ISHOAttempt}$$

**Data Connection Quality Index (DCQI)**

DCQI merupakan parameter KPI yang ditentukan dari hasil pengukuran *drive test* yang merepresentasikan parameter KPI diatas dengan bobot yang ditentukan oleh masing-masing operator.

Seperti halnya pengukuran statistik melalui perangkat, parameter DCQI terdiri dari gabungan parameter berikut :

- *Accessibility*

Merupakan seberapa bagus layanan dapat diakses, meliputi CSSR dan CST.

$$\text{Accessibility} = (30\% * \text{Attach SR}) + (10\% * \text{Attach Time} \leq 2\text{sec}) + (50\% * \text{PDP Context SR}) + (10\% * \text{PDP Context Time} \leq 2\text{sec})$$

.....(9)

- *Retainability*

Merupakan seberapa bagus layanan dapat dipertahankan atau ditingkatkan sampai dalam keadaan idle, meliputi CCSR.

$$\text{retainability} = (80\% * \text{PDP CompletionSR}) + (20\% * \text{FTP DL SR})$$

.....(10)

- *Integrity*

Merupakan seberapa bagus kualitas dari kecepatan akses data jaringan.

$$\text{Integrity} = (100\% * \text{FTP Thrpgt} \geq 128\text{Kbps})$$

.....(11)

Sehingga diperoleh rumusan VCQI seperti ini.

$$\text{DCQI} = (50\% * \text{Accessibility}) + (30\% * \text{Retainability}) + (20\% * \text{Integrity})$$

.....(12)

Hasil *Accessibility*, *Retainability* dan *Integrity* setelah menggunakan persamaan-persamaan diatas memiliki bobot DCQI dengan persentase yang berbeda, seperti terlihat pada Tabell

Tabel 1. Bobot DCQI

Accessibility	50%	Attach SR	30%
		Attach Time ≤ 2 sec	10%
		PDP Context SR	50%
		PDP Context Time ≤ 2 sec	10%
Retainability	30%	PDP Completion Rate	80%
		FTP Download SR	20%
Integrity	20%	FTP Throughput ≥ 128 Kbps	100%

Selain pembobotan diatas, berikut adalah parameter standar untuk melihat kualitas jaringan WCDMA berdasarkan hasil Drivetest.

Tabel 2. Parameter baseline *drive test* WCDMA

Packet Switch Data	Baseline
3G Coverage Penetration (Dual Mode)	≥ 90%
RSCP ≥ -92dBm (%)	≥ 80%
RSCP ≥ -85dBm (%)	≥ 70%
Ec/No ≥ -14dB (%)	≥ 90%
FTP Application Throughput ≥ 256 Kbps (%)	≥ 80%
FTP Application Throughput ≥ 128 Kbps (%)	≥ 80%
FTP Application Throughput ≥ 64 Kbps (%)	≥ 80%
WBB Static	Baseline
FTP Application Throughput ≥ 384 Kbps (%)	≥ 80%

Parameter KPI dari tools database statistik yang dijadikan dasar adalah menggunakan acuan tabel 2. Standar parameter KPI ini merupakan parameter acuan yang digunakan operator untuk melihat sejauh mana kualitas jaringan di

wilayah tertentu melalui aplikasi yang ada dalam Network Monitoring Center (NMC)

Tabel 3. Standar KPI 3G WCDMA

KPI Parameter		KPI Value
3G Accessibility	CSSR PS (%)	98
	HSDPA Accessibility Success Rate (%)	98
	RRC Success Rate (%)	98
	RAB Establish Fail Rate PS(%)	2
3G Retainability	CSSR PS (%)	99
	HSDPA Retainability Success Rate (%)	99
	RAB Drop Rate PS [%]	1.5
3G Integrity	ISHO Success Rate (%)	95
	SHO Succ Rate (%)	95
	HSDPA cell average throughput (Kbps)	512
	PS cell average throughput (Kbps)	128

### Pengambilan Data Dan Pengukuran Data

Proses pengambilan dan pengukuran data baik melalui sistem maupun menggunakan hasil *drive test* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas dari jaringan WCDMA yang selanjutnya di tindaklanjuti untuk proses optimasi dan perbaikan layanan yang diberikan kepada pelanggan.

- Pengambilan data melalui sistem berupa statistik accessibility, retainability, integrity menggunakan tools Netact dan Servo Analytica.
- Pengambilan data melalui metode *drive test* baik berupa data statistik maupun map.
- Pembuatan report statistik yang diambil dari netact / servo analytica dan data pengukuran Drivetest
- Pengambilan keputusan dan optimasi dan dilaporkan ke bagian department Quality Service dan Operation untuk memperbaiki dan meningkatkan

kualitas jaringan WCDMA dan atau ke bagian perencanaan jaringan untuk di usulkan penambahan kapasitas jaringan.

### Dasar Pemantauan dan Pengukuran

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengamati performansi jaringan WCDMA, mulai dari masukan dan keluhan pelanggan, mengamati alarm sistem yang ada, melakukan *drive test*, hingga analisa terhadap trafik jaringan.

*Drive test* dilakukan secara rutin untuk mengetahui kualitas layanan suatu daerah, terutama daerah dengan jumlah pelanggan yang besar, dapat juga setelah suatu rencana frekuensi yang baru diimplementasikan, ataupun dilakukan secara khusus ditempat-tempat tertentu untuk mengetahui kualitas layanan serta beberapa parameter yang ada. Selain melalui *drive test*, kualitas layanan suatu jaringan juga dapat dilihat dari statistik yang dihasilkan oleh jaringan. Statistik yang diperoleh dari OMC digunakan untuk menghasilkan beberapa nilai yang akan diukur untuk dibandingkan dengan nilai yang diinginkan oleh operator. Cara tersebut merupakan cara yang paling efektif untuk mengamati performansi jaringan karena hasil pengukurannya diperoleh dari semua pengguna jaringan. Statistik yang diperoleh dari hasil test drive, juga menjadi indikator yang berguna untuk menunjukkan kualitas jaringan, tidak sepenuhnya mengemulasi pengguna umum jaringan karena hanya berupa sampel kecil dari keseluruhan panggilan yang terjadi di jaringan. Dengan demikian, statistik yang diperoleh dari seluruh jaringan melalui OMC merupakan pengukuran yang lebih akurat untuk menunjukkan kualitas jaringan

**Metode Pengukuran dan Analisa Trafik**

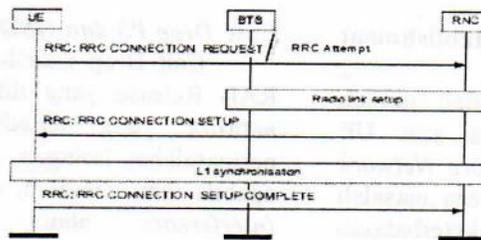
Untuk melakukan analisa trafik sistem WCDMA, ada beberapa parameter yang dapat diukur dan dianalisa. Pengukuran ini dilakukan oleh Network Monitoring Center (NMC) yang merupakan network element yang berfungsi untuk mengambil measurement dari nodeB, RNC, Core Network yang akan menghasilkan database statistik trafik yang masih mentah untuk kemudian dilakukan beberapa pengukuran dan analisa dasar untuk menghasilkan database yang telah diolah.

Parameter KPI hasil pengolahan yang digunakan untuk analisa antara lain

*RRC Attempt, RRC Failure, Call Setup Attempt, Call Setup Failure, HSDPA Setup Attempt, HSDPA Setup Failure, Call PS R.99 Drop, HSDPA Drop, Handover, dan Throughput.* Parameter diatas menjadi dasar untuk penghitungan KPI Accessibility, Retainability, Integrity dan Mobility.

**RRC Attempt**

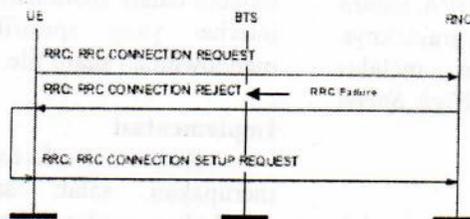
RRC Attempt merupakan jumlah banyaknya permintaan signaling control plane dari UE ke RNC



Gambar 3. RRC Attempt

**RRC Failure**

RRC Failure merupakan jumlah kegagalan permintaan signaling control plane dari UE ke RNC



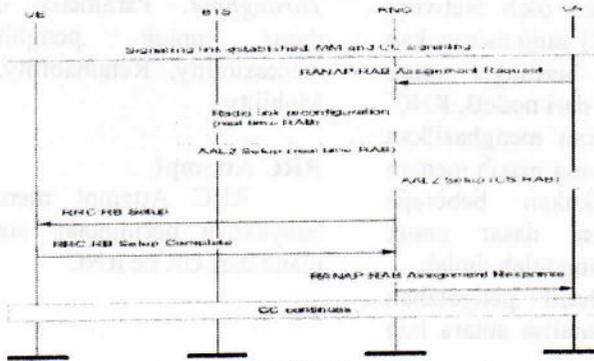
Gambar 4. RRC Failure

RRC Failure dapat disebabkan karena masalah Transmisi, utilisasi channel Element, Hardware, Software

**Call Setup Attempt / RAB Establishment**

Call Setup Attempt merupakan jumlah permintaan radio bearer setelah proses RRC Attempt berhasil dibangun.

RACore Network ( CN ) yang disesuaikan dengan *Quality of Service* ( QoS )



Gambar 5. RAB Establishment

**Call Setup Failure / RAB Establishment Failure**

Call Setup Failure adalah jumlah kegagalan yang terjadi pada saat UE meminta *radio bearer* ke Core Network (CN). Hal ini bisa terjadi karena masalah keterbatasan transmisi, keterbatasan kapasitas jaringan antara lain CE, keterbatasan code, keterbatasan Power.

**HSDPA Setup Attempt**

*HSDPA Setup Attempt* adalah jumlah panggilan layanan koneksi HSDPA antara UE dengan Core Network. Pada prakteknya perhitungan HSDPA attempt melalui permintaan kanal HSDSCH ( *High Speed Downlink shared Channel* )

**HSDPA Setup Failure**

*HSDPA Setup Failure* adalah jumlah kegagalan panggilan layanan koneksi HSDPA antara UE dengan Core Network. Hal ini dapat disebabkan karena masalah transmisi, keterbatasan jumlah maksimum user yang dibagi dalam kanal HS-DSCH,

**Call Drop PS dan HSDPA**

Call Drop adalah jumlah terjadinya RAB Release yang dilakukan oleh *core network* yang terjadi karena karena permasalahan jaringan. Hal ini bisa terjadi apabila ada masalah dengan *Handover*, *Interference* atau kerusakan pada perangkat.

**HSDPA dan PS Throughput**

Throughput adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute internet yang spesifik ketika sedang mendownload suatu file.

**Implementasi**

Key Performance Indicator merupakan salah satu cara untuk melakukan evaluasi performansi jaringan WCDMA, baik melalui hasil pengolahan data statistic dari Network Monitoring Center ( NMC ) atau data pengukuran melalui drive test. KPI parameter yang dimonitor oleh NMC atau model Quality of Service ( QoS ) sesuai dengan standar yang

telah di ditetapkan oleh ITU-T pada jaringan telekomunikasi terbagi menjadi *Accessibility*, *retainability*, *integrity* dan *mobility*. Pada prakteknya *integrity* dan *mobility* menjadi satu bagian.

Beberapa parameter yang dijadikan referensi Beberapa parameter yang dijadikan referensi umum untuk dapat melihat performansi dari jaringan 3G/UMTS adalah seperti : RSCP, EcNo, Cell Quality Index , Call Setup Success Ratio, Call Completion ratio / Call Drop , throughput, handover success rate.

### Accessibility

*Accessibility* adalah kemampuan suatu jaringan dapat melayani semua panggilan baik panggilan suara maupun data. *Accessibility* merupakan prosentase tingkat keberhasilan jumlah panggilan yang

masuk dan dapat dilayani oleh jaringan atau di definisikan dengan *Call Setup Success Rate* (CSSR). Dalam hal performansi jaringan WCDMA terkhusus untuk data, maka *Accessibility* secara detail dibagi menjadi *Radio Resource Control Success Rate* (RRC SR), *Call Setup Success Rate* (CSSR), *HSDPA Accessibility*

### RRC Success Rate

$$RRC\text{SR}_{\text{Balikpapan1}} = 100 * \frac{923276185 - 22005707}{923276185}$$

$$RRC\text{SR} = 97.62\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan persamaan diatas, maka untuk Cluster lain diperoleh perhitungan seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. RRC Success Rate

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
RRC_EST_SR_Attempt	923276185	258819961	112853794
RRC_EST_SR_Success	901270478	250991432	109507575
RRC_EST_SR_Failure	22005707	7828529	3346219
<b>RRC_EST_SR</b>	<b>97.62%</b>	<b>96.98%</b>	<b>97.03%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 1 mempunyai nilai RRC Success Rate yang paling tinggi sebesar 97.62%, diikuti oleh cluster Balikpapan 3 dan RRC success rate yang paling rendah cluster Balikpapan 2 sebesar 96.98%. Berdasarkan standar KPI yang ada semua cluster mempunyai nilai RRC Success Rate dibawah standar.

### Call Setup Success Rate ( CSSR )

Call Setup Success Rate ( CSSR ) dihitung menggunakan persamaan 2 berikut :

$$CSSR\text{Balikpapan1} = 100 * \frac{1075765502578 - 23970727102}{1075765502578}$$

$$CSSR\text{Balikpapan1} = 97.77\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan persamaan diatas, maka untuk Cluster lain diperoleh perhitungan seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Call Setup Success Rate

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
CSSR_PS_Attempt	10757655052578	2565882660981	2096727334825
CSSR_PS_Success	10517947780886	2547409521064	2074463939338
CSSR_PS_Failure	239707271692	18473139917	22263395487
<b>CSSR_PS</b>	<b>97.77%</b>	<b>99.28%</b>	<b>98.94%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 2 mempunyai nilai CSSR Rate yang paling tinggi sebesar 99.28% diikuti oleh cluster Balikpapan 3 sebesar 98.94% dan CSSR yang paling rendah cluster Balikpapan 1 sebesar 97.77%. Berdasarkan standar KPI yang ada cluster Balikpapan 1 mempunyai nilai CSSR dibawah standar.

$$HSDPA_{AccBalikpapan1} = 100 * \frac{2228212080 - 198696497}{2228212080}$$

$$HSDPA_{AccBalikpapan1} = 91.08\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan HSDPA Accessibility Balikpapan 1, maka didapat hasil perhitungan HSDPA Accessibility Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 6.

**HSDPA Accessibility**

Tabel 6. HSDPA Accessibility

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
HSDPA_ACCESS_Attempt	2228212080	615967688	221169901
HSDPA_ACCESS_Success	2029515583	527173722	203856802
HSDPA_ACCESS_Failure	198696497	88793966	17313099
<b>HSDPA_ACCESS</b>	<b>91.08%</b>	<b>85.58%</b>	<b>92.17%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 3 mempunyai nilai HSDPA Accessibility yang paling tinggi sebesar 92.17% diikuti oleh cluster Balikpapan 1 sebesar 91.08% dan HSDPA Accessibility yang paling rendah cluster Balikpapan 1 sebesar 85.57% Berdasarkan standar KPI yang semua cluster Balikpapan mempunyai nilai HSDPA Accessibility dibawah standar.

**Retainability**

**Radio Access Bearer Drop (RAB Drop)**

RAB Drop dihitung menggunakan persamaan 4.

$$RABDropRate = 100 * \frac{247581}{585490462 - 247581}$$

$$RABDropRate = 0.04\%$$

maka didapat hasil perhitungan *RAB Drop* Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 7.

Dengan cara yang sama seperti perhitungan *RAB Drop* Balikpapan 1,

Tabel 7. RAB Drop

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
RAB_PS_Success	585490462	151248833	64165913
RAB_PS_Complete	585242881	151196409	64146058
RAB_PS_Drop	247581	52424	19855
<b>RAB_DROP_PS</b>	<b>0.04%</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.03%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 2 dan Balikpapan 3 mempunyai nilai RAB Drop yang rendah sebesar 0.03% dan cluster Balikpapan 1 sebesar 0.04. Berdasarkan standar KPI yang ada semua cluster mempunyai nilai RAB Drop diatas standar.

#### Call Completion Success Rate (CCSR)

Call Completion Success Rate (CCSR) untuk cluster Balikpapan 1 dihitung menggunakan persamaan 5.

$$CCSR = 100 - 0.04$$

$$CCSR = 99.95$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan CCSR Balikpapan 1, maka didapat hasil perhitungan CCSR Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 8.

Tabel 8. Call Completion Success Rate

KPI Parameter	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
CCSR PS Complete	241451013	63597371	26012099
CCSR PS Drop	111436	23194	9082
CCSR Failure	241339577	63574177	26003017
CCSR PS	99.95	99.96	99.97

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 3 mempunyai nilai CCSR yang paling tinggi sebesar 99.97% diikuti oleh

cluster Balikpapan 2 sebesar 99.96% dan CCSR yang paling rendah cluster Balikpapan 1 sebesar 99.95%. Berdasarkan

standar KPI yang ada semua cluster Balikpapan mempunyai nilai CCSR diatas standar.

**HSDPA Retainability**

HSDPA Retainability adalah kemampuan jaringan dalam mempertahankan kanal HSDSCH sampai layanan berakhir.

Berikut hasil perhitungan HSDPA retainability untuk cluster Balikpapan 1 menggunakan persamaan 6.

$$HSDPARetainability = 100 * \frac{913504236 - 119589300 - 1532243}{913504236 - 119589300}$$

$$HSDPARetainability = 99.81\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan HSDPA Retainability Balikpapan 1, maka didapat hasil perhitungan HSDPA Accessibility Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 9.

Tabel 9. HSDPA Retainability

KPI Parameter	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
HSDPA Accessibility Attempt	913504236	253059186	88000746
HSDPA Retainability Complete	793914016	218459980	82126419
HSDPA Retainability Success	792381773	218158085	82027117
HSDPA Accessibility Failure	119589300	34599002	5874311
HSDPA Drop	1532243	301895	99302
HSDPA Failure	99.81	99.86	99.88

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 3 mempunyai nilai HSDPA Accessibility yang paling tinggi sebesar 99.88% diikuti oleh cluster Balikpapan 2 sebesar 99.86% dan HSDPA Accessibility yang paling rendah cluster Balikpapan 1 sebesar 99.81%. Berdasarkan standar KPI yang ada semua cluster Balikpapan mempunyai nilai CCSR diatas standar.

**Integrity**

Dibedakan menjadi Soft handover, hard handover dan Inter Rat Handover dan Throuhgput.

**Soft Handover Success Rate (SHO)**

Soft handover (SHO) Balikpapan 1 dihitung dengan persamaan 7.

$$SHOSuccessRate = 100 * \frac{541035448 - 4357345}{541035448}$$

$$SHOSuccessRate = 99.19\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan *SHO Success Rate* Balikpapan 1, maka didapat hasil perhitungan *SHO*

*Success Rate* Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10. Soft Handover Success Rate

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
SHO SR Attempt	541035448	171617565	59578601
SHO SR Success	536678103	169837830	59077769
SHO SR Failure	4357345	1779735	500832
<b>SHO SR</b>	<b>99.19%</b>	<b>98.96%</b>	<b>99.16%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 1 mempunyai nilai SHO SR yang paling tinggi sebesar 99.19% diikuti oleh cluster Balikpapan 3 sebesar 99.16% dan SHO SR yang paling rendah cluster Balikpapan 2 sebesar 98.96%. Berdasarkan standar KPI yang ada semua cluster Balikpapan mempunyai nilai SHO SR diatas standar.

#### **Intersystem Handover (ISHO)**

Inter-system Handover ( ISHO ) Success Balikpapan 1 dihitung menggunakan persamaan 8 berikut.

$$ISHOSuccessRate = 100 * \frac{9814272 - 715326}{9814272}$$

$$ISHOSuccessRate = 92.71\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan *ISHO Success Rate* Balikpapan 1, maka didapat hasil perhitungan *ISHO Success Rate* Cluster Balikpapan 2 dan Cluster Balikpapan 3 yang ditampilkan pada tabel 11.

Tabel 11. ISHO Success Rate

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
ISHO SR Attempt	9814272	2048592	1417122
ISHO SR Success	9098946	1871862	1332268
ISHO SR Failure	715326	176730	84854
<b>ISHO SR</b>	<b>92.71%</b>	<b>91.37%</b>	<b>94.01%</b>

Dari hasil perhitungan cluster Balikpapan 3 mempunyai nilai ISHO yang paling tinggi sebesar 94.01% diikuti oleh cluster Balikpapan 1 sebesar 92.71% dan ISHO SR yang paling rendah cluster Balikpapan 2 sebesar 91.37%. Berdasarkan standar KPI yang ada semua cluster Balikpapan mempunyai nilai ISHO SR

dibawah standar. Rendahnya ISHO SR dipengaruhi oleh kondisi blocking dan utilisasi di network 2G baik GSM maupun DCS.

#### **Throughput**

Throughput adalah bandwidth aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute

internet yang spesifik ketika sedang mendownload suatu file. Tabel 12

Menunjukkan nilai KPI dari Throghput per cluster.

Tabel 12. HSDPA Throughput dan PS R.99 Throughput

KPI	BALIKPAPAN 1	BALIKPAPAN 2	BALIKPAPAN 3
HSDPA Throughput (kbps)	1418.09	1096.67	1122.39
PS Troughput ( kbps )	271.74	526.66	618.88

### SIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa data statistik yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa Accessibility, Jaringan 3G Data Cluster Balikpapan 1, Balikpapan 2 dan Balikpapan 3 masih dibawah standar KPI sedangkan Retainability dan Integrity Jaringan 3G Data Cluster Balikpapan 1, Balikpapan 2 dan Balikpapan 3 diatas standar KPI.

Ari Lehtinen, WCDMA Network Performance Optimisation Based on Analysis of Network Statistics”, Omnitelle, 2007

### DAFTAR PUSTAKA

- Borko Furht, PhD. “HSDPA/HSUPA Handbook”, CRC Press, Ltd. 2011.
- Stefan Blomeier, “HSDPA Signalling & Troubleshooting”, Inacon GmbH, 2010.
- Micacchi Nicola, “Radio Network Optimization”, Nokia Siemens Network, 2007
- Friedhelm Hillebrand, “GSM and UMTS: The Creation of Global Mobile Communication”, John Wiley & Sons, Ltd. 2002.
- Gunnar Heine, “UMTS Network Optimization & Troubleshooting Inacon GmbH, 2010.
- 3G RANOP RU 20 – KPI Overview, Nokia Siemens Network,

## **PEDOMAN BAGI PENULISAN JURNAL KOMPUTASI**

### **Ruang Lingkup**

Penyusun pedoman ini dimaksud untuk membantu penulis menyiapkan naskah untuk diterbitkan pada Jurnal Komputasi. Diharapkan dengan disusunnya pedoman ini perubahan redaksional dapat dikurangi dan penyiapan naskah dapat berjalan lancar. Jurnal Komputasi memuat artikel primer yang bersumber langsung dari hasil penelitian bidang Ilmu Komputer dan Matematika.

### **Bahasa dan Bentuk Naskah**

Naskah ditulis dengan bahasa ilmiah dalam bahasa Indonesia atau Inggris dengan abstrak berbahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Naskah diketik satu spasi (1 Lines) memakai tipe dan ukuran huruf baku (times new roman). Jumlah halaman maksimal 15 halaman ketik. Semua halaman diberi nomor secara berurutan.

### **Judul dan Naskah Penulis**

Judul harus singkat (sebaiknya tidak lebih dari 15 kata), jelas dan secara konsisten menggambarkan isi naskah serta mengandung kata kunci yang mencerminkan isi naskah. Nama-nama penulis disertai dengan nama dan alamat instansi bekerja serta email. Penempatan sub-sub judul disusun berurutan, sebagai berikut : Abstrak, Kata Kunci, Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Daftar Pustaka dan Lampiran (jika ada). Penulis wajib mencantumkan Literatur terkait materi yang dibahas pada tiap sub judul (kecuali sub judul kesimpulan dan saran). Dan harus dirujuk pada Daftar Pustaka.

### **Abstrak dan Kata Kunci**

Abstrak memuat latar belakang secara ringkas, tujuan, metode, hasil serta kesimpulan suatu penelitian. Abstrak ditulis dalam satu paragraph berbahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Diakronim, nama/merek dagang atau tanda lain tanpa suatu keterangan. Abstrak berbahasa Inggris merupakan terjemahan dari abstrak berbahasa Indonesia dan disertai terjemahan judul naskah. Dibawah abstrak di cantum Kata Kunci.

### **Pendahuluan**

Isi pendahuluan mencakup latar belakang, temuan terdahulu yang akan dikembangkan atau disanggah, hipotesis, pendekatan umum, dan tujuan penelitian.

## **Metode Penelitian**

Berisi penjelasan ringkas tetapi rinci tentang waktu dan tempat penelitian, bahan-bahan dan metode yang digunakan, rancangan percobaan, dan tujuan penelitian.

## **Hasil dan Pembahasan**

Hasil merupakan data atau fakta yang diperoleh dari penelitian. Data atau fakta penting yang tidak dapat dinarasikan dengan jelas dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau gambar atau ilustrasi lain. Bila hasil disajikan dalam bentuk label atau gambar, maka tidak perlu diuraikan secara panjang lebar. Pembahasan merupakan ulasan tentang hasil, menjelaskan makna hasil penelitian, kesesuaian dengan hasil atau penelitian terdahulu, peran hasil terhadap pemecahan masalah yang disebutkan dalam pendahuluan, serta kemungkinan pengembangannya.

## **Kesimpulan dan Saran**

Ditulis dengan ringkas hasil-hasil dan saran penelitian yang kongkrit.

## **Ucapan Terima Kasih**

Berisi ucapan penghargaan secara singkat kepada pihak-pihak yang telah berjasa.

## **Daftar Pustaka**

Penulisan pustaka, di dalam teks menggunakan nama-nama penulis, bukan nomor, dan harus tercantum di dalam pustaka. Daftar Pustaka disusun menurut abjad dan tahun penerbitan terlebih dahulu. Kepustakaan ditulis sebagai berikut : nama penulis, tahun penerbitan, judul artikel, nama terbitan yang dapat disingkat dengan benar, volume dan nomor serta nomor halaman. Kepustakaan dari naskah yang tidak dipublikasikan dan informasi yang diperoleh melalui komunikasi pribadi tidak dicantumkan dalam Daftar Pustaka melainkan ditulis langsung pada teks, misalnya (S. Baarsyah, tidak dipublikasikan) dan F. Kasaryno, komunikasi pribadi.

## **Simbol Matematis**

Simbol atau persamaan matematis harus dikemukakan secara hati-hati dan jelas. Jika symbol matematis yang dimaksud tidak dapat pada mesin tik, maka dapat ditulis dengan pensil atau pena. Jika perlu, berilah keterangan dengan tulisan tangan untuk symbol yang bersangkutan. Angka decimal ditandai dengan koma (apabila dalam bahasa Indonesia) atau titik (apabila dalam bahasa Inggris). Besaran ditulis dengan baku internasional dan harus mengikuti kaidah ejaan bahasa Indonesia yang disempurnakan (EYD), misalnya g, l, kg, t, dan bukan tulisan gram, liter, kilogram, ton.

### **Tabel**

Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Setiap tabel diberi judul yang singkat dan jelas, sehingga setiap tabel dipandang berdiri sendiri. Antar kolom atau antar baris perlu dipisah secara jelas. Jumlah digit sedapat mungkin sederhana. Singkatan kata perlu diberi catatan kaki atau keterangan. Keterangan tabel diletakkan dibawah tabel ditandai dengan angka kecil superior (superscript), Huruf a,b,c digunakan untuk tanda-tanda statistik, sedangkan angka 1, 2, 3 digunakan untuk keterangan atau catatan kaki tabel.

### **Ilustrasi**

Ilustrasi mencakup gambar, grafik, dan foto atau lukisan. Judul ilustrasi diletakkan dibawah ilustrasi. Gambar dan grafik dibuat dengan garis cukup tebal dan kontras. Judul dan keterangan grafik dan gambar ditulis pada bagian terpisah. Simbol dan singkatan kata dijelaskan pada keterangan grafik dan gambar dan grafik. Simbol-simbol yang dimuat tidak terlalu banyak. Setiap gambar dan grafik harus diterangkan didalam teks dan diberi nomor urut. Untuk keperluan reproduksi, ilustrasi harus kontras, tajam dengan ukuran cukup besar. Foto, hitam putih atau berwarna, hendaknya dipilih yang mempunyai warna kontras, tajam, jelas, diatas kertas mengkilap.

### **Pengolahan Naskah**

Redaksi melakukan koreksi dan perbaikan tanpa mengubah nama naskah. Redaksi pelaksana akan mengembalikan naskah untuk diperbaiki sesuai dengan sarana redaksi, atau naskah yang tidak dapat diterbitkan, kepada penulis. Naskah rangkap dua dan disket hendaknya dikirim ke alamat redaksi disertai dengan surat pengantar.

### **Biaya Penerbitan**

Naskah Penulis dari luar FMIPA UNPAK yang disetujui untuk diterbitkan, dikenakan biaya administrasi sebesar Rp. 50.000,-. Penulis akan mendapatkan 1 eksemplar jurnal komputasi.

### **Alamat Redaksi**

Pusat Komputasi  
Jl. Raya Pakuan PO.BOX 452 Bogor  
Telp. 0251-8363415  
Email : pusatkomputasi@yahoo.co.id

The first thing I noticed when I stepped out of the plane was the fresh air. It felt like a warm blanket after a long flight. The sun was shining brightly, and the birds were chirping happily. I took a deep breath and smiled. This was my first time in a new country, and I was excited to see what it had to offer. The people were friendly and welcoming, and the food was delicious. I was in luck, as I had just arrived in the capital city. The streets were clean and well-maintained, and the buildings were beautiful. I was in good luck, as I had just arrived in the capital city. The streets were clean and well-maintained, and the buildings were beautiful. I was in good luck, as I had just arrived in the capital city. The streets were clean and well-maintained, and the buildings were beautiful.

Introduction

The purpose of this report is to provide a comprehensive overview of the current state of the industry. It will cover the key trends, challenges, and opportunities that are shaping the market. The report is intended for a wide range of stakeholders, including investors, analysts, and industry professionals. It will provide a clear and concise summary of the information, and will be updated regularly to reflect the latest developments. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information.

Methodology

The data for this report was collected through a combination of primary and secondary research. Primary research was conducted through interviews with industry experts and surveys of key stakeholders. Secondary research was conducted through a review of industry reports, academic journals, and other relevant sources. The data was analyzed using a variety of statistical techniques, and the results were presented in a clear and concise manner. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information.

Conclusion

In conclusion, the industry is expected to continue to grow and evolve over the next few years. There are a number of key trends and challenges that will shape the market, and it is important for stakeholders to stay up-to-date on the latest developments. This report provides a comprehensive overview of the current state of the industry, and it will be updated regularly to reflect the latest information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information. The report is a valuable resource for anyone who is interested in the industry, and it will provide a clear and concise summary of the information.

Prepared by: [Name]  
Date: [Date]  
Page 10 of 10

**PUSAT KOMPUTASI**  
Jurusan Ilmu Komputer  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Pakuan  
Bogor

ISSN 1693-7554



9 771693 755430