

**STANDAR KUALITAS LAYANAN DATA PADA JARINGAN
BERGERAK SELULER
(*MOBILE DATA*)**

Tim Joint Research



Kementerian Komunikasi Dan Informatika
Badan Penelitian Dan Pengembangan SDM
Puslitbang Sumber Daya Dan Perangkat Pos Dan Informatika
Tahun 2016

STANDAR KUALITAS LAYANAN DATA PADA JARINGAN BERGERAK
SELULER (*MOBILE DATA*)

Pengarah: Dr. Ir. Basuki Yusuf Iskandar, MA

PenanggungJawab: Drs. Sunarno, MM

Koordinator : Sri Wahyuningsih

Tim Penyusun : Kasmad Ariansyah; Diah Kusumawati, Takdir; Bagus Winarko;
Hilarion Hamjen; Diah Yuniarti; Sri Ariyanti; Amry Daulat G;
Kautsarina.

Jakarta :BadanLitbang SDM, ©2016

49 Halaman, 18 x 25 cm

ISBN : 978-602-60843-0-9

Penyunting/Editor:

Harjani Retno Sekar H; Eyla Alivia Maranny; Trice Rachmadhani; Ronaldi Wijaya,
Reza Bastanta S, Agung Rahmat Dwiardi

Kontributor/Narasumber:

Dr. Sigit Haryadi; Dr.Ajib Setyo Arifin; Ir. Mochamad Hadiyana, M. Eng

Penerbit :

Puslitbang Sumber Daya, Perangkat dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika

Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia

Kementerian Komunikasi dan Informatika

Jl. Medan Merdeka Barat No. 9 Jakarta 10110, Telp./Fax. 34833640

Website: <http://www.balitbangsdm.kominfo.go.id>

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan sekaligus mempublikasikan buku “**Standar Kualitas Layanan Data Pada Jaringan Bergerak Seluler**”, dapat diselesaikan. Penelitian ini berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Litbang SDM Kementerian Komunikasi dan Informatika No.30 Tahun 2016 tentang Tim Pelaksana Joint Research Bidang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika. Pelaksanaan penelitian dilakukan joint riset dengan peneliti dari Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS) Jakarta

Buku ini merupakan naskah publikasi dari kegiatan “Penelitian **Standar Kualitas Layanan Data Pada Jaringan Bergerak Seluler**” yang telah dilaksanakan oleh Peneliti. Secara garis besar penelitian ini untuk mengidentifikasi parameter indikator standar kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler.

Dalam penyajiannya, buku ini disajikan dalam 5 (lima) bab, yang terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Teknik Analisis, dan Penutup.

Besar harapan penulis agar buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan sebagai salah satu acuan menyusun kebijakan yang berkaitan dengan standar kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler.

Tak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada Menteri Komunikasi dan Informatika, Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika, Pejabat struktural dan rekan-rekan peneliti dan non peneliti di lingkungan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika dan semua pihak yang terlibat selama pelaksanaan penelitian serta dalam menyusun dan menerbitkan buku ini.

Jakarta, Desember 2016

Tim Joint Research

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Regulasi.....	3
2.2 Teknologi layanan data pada Jaringan Bergerak Seluler.....	4
2.3 Studi terkait kualitas layanan dan kualitas pengalaman	10
2.4 Benchmarking.....	13
2.5 Pengukuran QoSE.....	13
BAB 3 TEKNIK ANALISIS.....	21
3.1 Pendekatan Penelitian	21
3.2 Lokasi Penelitian.....	21
3.3 Sumber Data	21
3.4 Teknik Pengumpulan Data	22
3.5 Teknik Analisis Data.....	22
BAB 4 PARAMETER STANDAR KUALITAS LAYANAN DATA PADA JARINGAN BERGERAK SELULER.....	23
4.1 Uji korelasi	23
4.2 Kinerja Jaringan dan Pelayanan Konsumen (Tingkat kepentingan dan kepuasan terhadap parameter kualitas layanan data)	25
BAB 5 PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Rekomendasi	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Atribut sistem LTE (Khan, 2009).....	6
Tabel 2.2 Parameter QoS oleh LIRNEAsia (2011)	14
Tabel 2.3 Kemungkinan pendekatan dalam pengukuran QoSE (LIRNEAsia, 011) .	15
Tabel 2.4 Pendekatan pengukuran QoSE oleh beberapa operator di Asia Selatan (LIRNEAsia, 2011).....	16
Tabel 2.5 Relevance of metrics to various Internet services (Gonsalves, T. A. & Bharadwaj, A., 2009).....	17
Tabel 2.6 Kinerja jaringan pada lokasi survey	18
Tabel 2.7 Rata-rata kinerja jaringan di Indonesia	18
Tabel 4.1 Hasil uji korelasi kinerja perangkat dan parameter QoS.....	23
Tabel 4.2 Korelasi penggunaan layanan dengan kecepatan koneksi	24
Tabel 4.3 Tingkat kepuasan berdasarkan merk perangkat	24
Tabel 4.4 Tingkat kepentingan dan kepuasan terhadap parameter kualitas layanan data.....	27
Tabel 4.5 Hasil pembobotan parameter berdasarkan tingkat kepentingan	28
Tabel 4.6 Target value kecepatan koneksi di beberapa negara.....	31
Tabel 4.7 Kecepatan aktivasi layanan mobile data	32
Tabel 4.8 Pemberitahuan Sisa kuota	33
Tabel 4.9 Referensi target value kehandalan jaringan yang digunakan di negara lain	34
Tabel 4.10 Waktu untuk perbaikan jaringan	35
Tabel 4.11 Waktu yang diperlukan untuk dapat terhubung dengan	37

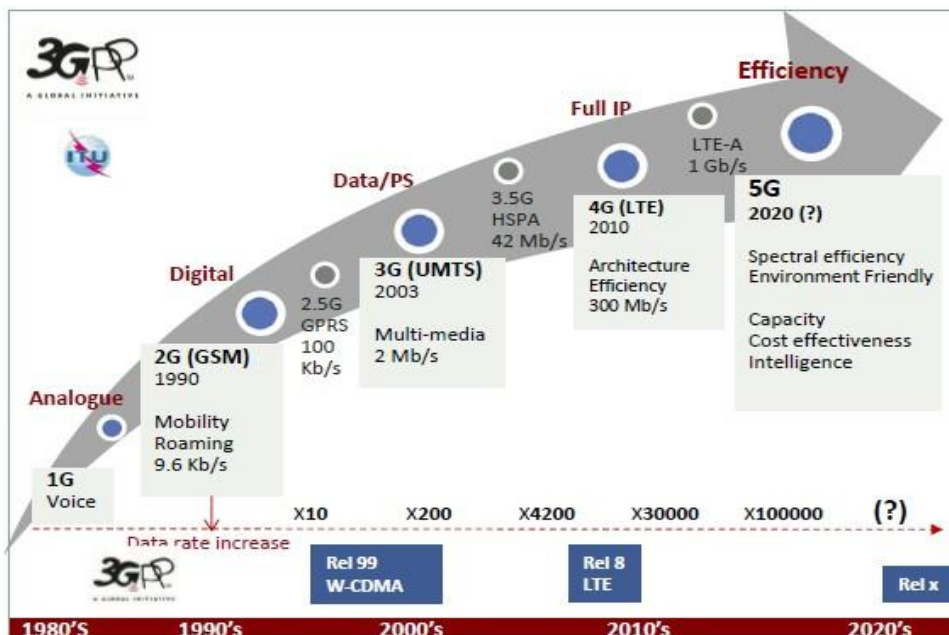
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Generations of Mobile Communications Systems.....	1
Gambar 2.1 Kualitas layanan (ITU-T Rec E.800)	7
Gambar 2.2 Empat sudut pandang kualitas layanan (ITU-T Rec G.1000)	8
Gambar 2.3 Hubungan antara QoS, harapan pelanggan dan kepuasan pelanggan(ETSI, 2011a)	10
Gambar 2.4 Rata-rata throughput berdasarkan pulau	19
Gambar 4.1 Diagram tingkat kepentingan dan kepuasan.....	28

Bab 1

Pendahuluan

Perkembangan teknologi telekomunikasi khususnya telepon seluler yang dikenal dengan teknologi *mobile generation*. Sejarah perkembangan teknologi generasi pertama 1G hanya menyediakan layanan percakapan suara, Kemudian teknologi seluler generasi kedua 2G yang menggunakan teknologi GSM, yang mendukung komunikasi percakapan suara dan sms. Selanjutnya teknologi seluler generasi ketiga 3G dan saat ini sudah digelar generasi keempat 4G.,keduanya sudah mencakup layanan data dan suara dan sedang mengarah ke 5G, yang tergambar pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Generations of Mobile Communications Systems

Kebutuhan komunikasi data melalui telepon seluler terus meningkat, sebagai contoh jumlah pelanggan layanan data telkomsel tahun 2014 sebanyak 21.782.672 pelanggan, dan tahun 2015 sebanyak 28.639.367 pelanggan, ada kenaikan 31%(Telkomsel, 2015). Pelanggan 3G XL TAHUN 2013 sebanyak 15.068 pelanggan dan tahun 2014 sebanyak 16.006 pelanggan.(PT.XL AXIATA tbk, 2014). Namun berdasarkan penelitian, secara umum masih banyak kualitas layanan yang diterima lebih rendah dari yang diharapkan.(Sanjaya, 2012a)

Pengguna layanan seluler yang berkaitan dengan data sangat berkepentingan terhadap kualitas layanan data, namun saat ini ketentuan standar kualitas layanan yang tercantum dalam Permen Kemkominfo No. 16 tahun 2013 tentang Standar Kualitas Pelayanan Jasa Teleponi Dasar pada Jaringan Bergerak Seluler, baru untuk jasa teleponi dasar.

Saat ini di Indonesia standar kualitas pelayanan telekomunikasi bergerak seluler belum memasukkan parameter mobile data sehingga penilaian terhadap layanan data tidak berdasarkan standar QoS maupun standar QoE. sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi parameter yang diperlukan untuk menentukan standar kualitas layanan mobile data.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi parameter indikator kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler (QoS) berdasarkan persepsi pengguna disertai mengukur tingkat kepuasan pengguna saat ini.

Manfaat penelitian, dapat menentukan ranking parameter indikator kualitas layanan data berdasarkan hasil survey masyarakat, sebagai bahan rekomendasi kepada Ditjen SDPPI.

Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Regulasi

Penelitian mengacu Undang-undang no.36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi terkait dengan kualitas layanan diatur pada pasal 17 sebagai berikut: Pasal 17 menyatakan, Penyelenggara jaringan telekomunikasi dan atau penyelenggara jasa telekomunikasi wajib menyediakan pelayanan telekomunikasi berdasarkan prinsip:

- a. Perlakuan yang sama dan pelayanan yang sebaik-baiknya bagi semua pengguna
- b. Peningkatan efisiensi dalam penyelenggaraan telekomunikasi, dan
- c. Pemenuhan standar pelayanan serta standar penyediaan sarana dan prasarana.

Ketentuan yang berkaitan dengan standar layanan data bergerak seluler, pada PP 52 tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi, terkait pada Pasal 9 dan Pasal 14 sebagai berikut :

Pasal 9

- (1).Penyelenggaraan jaringan telekomunikasi terdiri dari:
- (2).Penyelenggaraan jaringan tetap dibedakan dalam
 - a. penyelenggaraan jaringan tetap
 - b. penyelenggaraan jaringan bergerak seluler.
- (3).Penyelenggaraan jaringan bergerak dibedakan dalam
 - a. penyelenggaraan jaringan bergerak terestrial
 - b. penyelenggaraan jaringan bergerak seluler
 - c. penyelenggaraan jaringan bergerak satelit.

Pasal 14 ayat (1) menyatakan penyelenggaraan jasa telekomunikasi diantaranya pada huruf c, penyelenggaraan jasa multimedia.

Dalam penjelasannya yang dimaksud dengan penyelenggaraan jasa multimedia adalah penyelenggaraan jasa telekomunikasi yang menawarkan layanan berbasis teknologi informasi termasuk didalamnya antara lain penyelenggaraan penyelenggaraan jasa *voice over internet protocol (VoIP)* internet dan intranet, komunikasi data, konperensi video dan jasa video hiburan

2.2 Teknologi layanan data pada Jaringan Bergerak Seluler

Teknologi seluler generasi ketiga 3G (*third-generation technology*) merupakan jaringan bergerak seluler, dengan standar yang ditetapkan *International Telecommunication Union (ITU)* yang dikenal sebagai IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications*). Melalui telepon nirkabel versi ketiga (3G) ini, pengguna telepon seluler dapat kecepatan akses ke internet dengan *bandwidth* sampai 384 kilobit per detik dalam keadaan bergerak dan paling sedikit sebesar 2 Mbps untuk kondisi statis. 3G mempunyai kelebihan dalam pengiriman paket data atau pemindahan data. Generasi ketiga ini mempunyai kecepatan tinggi (*high-speed*), untuk pita lebar (*broadband*). Kecepatan tertinggi dapat dicapai, apabila: (Puslitbang SDPPI Kemkominfo, 2015b)

- a. Kemampuan *throughput* maksimum dari perangkat *mobile*
- b. Kecanggihan perangkat penerima dan antena dari perangkat *mobile*.
- c. Kemampuan jaringan
- d. Kondisi radio di lokasi, termasuk level sinyal yang diterima dari *base station* dan gangguan yang diakibatkan oleh transmisi sinyal dari selter dekat yang menggunakan frekuensi yang sama.
- e. Lebar pita dari *link backhaul* antara *base station* dengan seluruh jaringan.
- f. Jumlah pengguna lain dalam sel yang aktif pada saat yang sama.

Teknologi 3G sering disebut dengan *Mobile Broadband* karena keunggulannya sebagai modem untuk internet yang dapat dibawa kemana saja. Teknologi 3G terbagi jadi GSM dan CDMA

3G di Indonesia diimplementasikan pada pita 2100 MHz dengan total spektrum frekuensi yang dipergunakan adalah selebar 2x60 MHz, yang terdiri dari 60 MHz (1920-1980 MHz) yang berfungsi sebagai *uplink* dan 60 MHz lainnya

berfungsi sebagai *downlink* yang berada pada rentang 2.110 – 2.170 MHz. Di beberapa lokasi, operator yang menduduki frekuensi di pita 900 MHz juga menggelar layanan 3G pada pita tersebut. Sampai tahun 2013, seluruh rentang pita 3G di 2100 MHz sudah sepenuhnya dialokasikan kepada para operator seluler. Namun demikian, dengan disetujuinya merger akuisisi XL Axiata dan Axis pada tanggal 8 November 2013. Persetujuan tersebut dituangkan dalam surat Menteri Kominfo No. 1147/M.KOMINFO/UM.01.01/11/2013. Persetujuan tersebut diberikan dengan syarat XL Axiata-Axis mau menyerahkan 2 blok frekuensi (yaitu blok 8 dengan frekuensi kerja 1955-1960 MHz yang berpasangan dengan 2145-2150 MHz dan blok 12 yang memiliki frekuensi kerja 1975-1980 MHz yang berpasangan dengan 2165-2170 MHz dan), dari 5 (lima) blok yang diduduki sebagai hasil merger akuisisi (Pitoyo, 2013). Kondisi penggunaan frekuensi pada pita 2100 MHz sebelum dan sesudah merger akuisisi XL Axiata dan Axis (Puslitbang SDPPI Kemkominfo, 2015a)

2.2.1 Teknologi seluler generasi keempat 4G

Long Term Evolution (LTE) adalah jaringan akses radio evolusi jangka panjang keluaran dari 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP). LTE merupakan kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G) WCDMA-UMTS (Lingga Wardhana, 2014). Teknologi LTE memberikan layanan dengan data rate tinggi, delay rendah serta optimasi paket teknologi akses radio yang mendukung fleksibilitas bandwidth. Arsitektur jaringan baru yang di desain mendukung trafik packet-switch dengan seamless mobility, layanan berkualitas dan delay yang rendah (Khan, 2009).

Organisasi 3GPP merumuskan kriteria teknologi LTE sebagai berikut (Lingga Wardhana, 2014):

- 1) *Peak rate downlink* mencapai 100 Mbps saat pengguna bergerak cepat dan 1 Gbps saat bergerak pelan atau diam, sedangkan *peak rate* untuk *uplink* sebesar 50 Mbps
- 2) *Delay* sistem berkurang hingga 140 ms

- 3) Efisiensi spektrum meningkat dua hingga empat kali lipat dari teknologi 3.5G *High Speed Packet Access (HSPA) Release-6*
- 4) Migrasi sistem hemat biaya dari *HSPA Release-6* ke LTE
- 5) Meningkatkan layanan *broadcast*
- 6) Menggunakan penyambungan *Packet Switch (PS)* sehingga memungkinkan sistem mengadopsi IP secara menyeluruh
- 7) *Bandwidth* yang fleksibel mulai dari 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz hingga 20 MHz
- 8) Dapat bekerja di berbagai spektrum frekuensi baik berpasangan (*paired*) maupun tidak berpasangan (*unpaired*)
- 9) Dapat bekerja sama (*inter-working*) dengan sistem 3GPP maupun sistem non-3GPP yang sudah ada

Adapun Atribut sistem LTE terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Atribut sistem LTE (Khan, 2009)

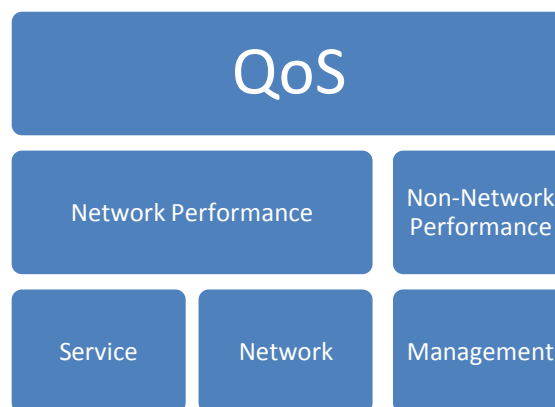
Atribut	<i>Downlink/ uplink</i>	Nilai atribut
Lebar kanal		1,25 - 20 MHz
<i>Duplexing</i>		D, TDD, half-duplex FDD
Mobilitas		350 km/h
Akses jamak	<i>Downlink</i>	OFDMA
	<i>Uplink</i>	SC-FDMA
MIMO	<i>Downlink</i>	2 x 2, 4 x 2, 4 x 4,
	<i>Uplink</i>	1 x 2, 1 x 4
Kecepatan data puncak dengan lebar kanal 20 MHz	<i>Downlink</i>	173 and 326 Mb/s for 2 x 2 and 4 x 4 MIMO, respectively
	<i>Uplink</i>	86 Mb/s with 1 x 2 antenna configuration
Modulasi		QPSK, 16-QAM and 64-QAM
Koding kanal		Turbo code

Teknologi 4G LTE adalah sebuah standar komunikasi nirkabel berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSDPA untuk akses data kecepatan tinggi menggunakan telepon seluler. *Long Term Evolution (LTE)* merupakan kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G) WCDMA-UMTS. (Puslitbang SDPPI Kemkominfo, 2015b).

2.2.2 Konsep Kualitas Layanan Data

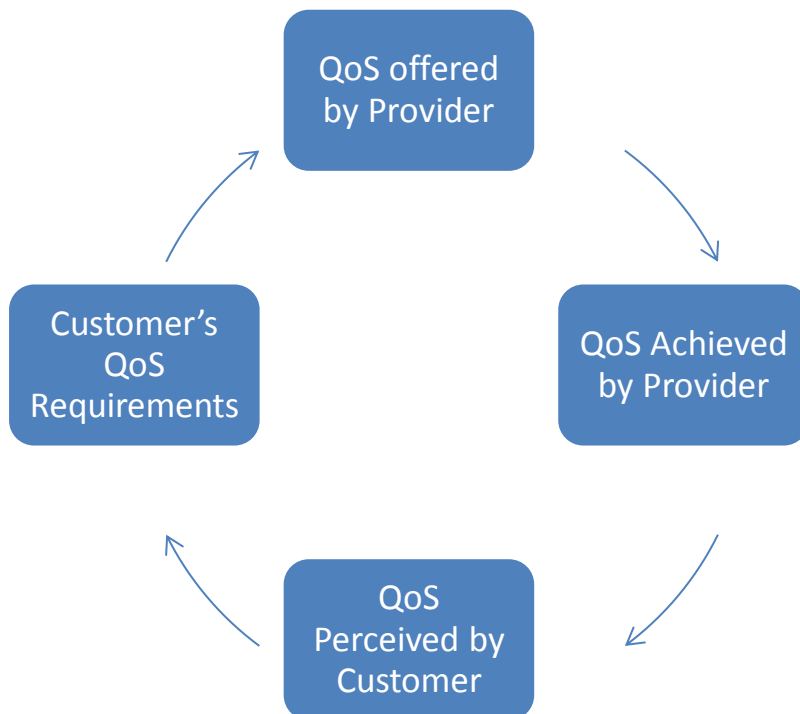
International Telecommunication Union (ITU)

Menurut *International Telecommunication Union (ITU)* Rec E.800 kualitas layanan didefinisikan sebagai kemampuan dari sebuah penyedia layanan telekomunikasi untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Baik kebutuhan yang tersurat maupun yang tersirat. Pada dasarnya, kualitas layanan dari sebuah operator telekomunikasi tidak hanya ditentukan oleh kinerja jaringan, tetapi juga kinerja dari manajemen sebagai unsur kualitas layanan dari aspek non jaringan. Aspek jaringan sendiri terdiri dari kinerja jaringannya itu sendiri dan kinerja layanan yang berjalan pada jaringan tersebut. Sedangkan aspek non jaringan lebih kearah bagaimana pelayanan terhadap konsumen dilakukan oleh para pegawai, termasuk di dalamnya pelayanan saat aktivasi layanan, penanganan keluhan pelanggan dan tingkat akurasi tagihan (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Kualitas layanan (ITU-T Rec E.800)

Di dalam ITU-T Rec G.1000 disebutkan bahwa terdapat empat sudut pandang dalam konsep kualitas layanan. Keempat sudut pandang tersebut diperlihatkan pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa penyedia layanan menjanjikan sebuah level tertentu dari parameter-parameter kualitas dari layanan yang diberikannya. Namun demikian, pada kenyataannya seringkali terjadi bahwa implementasi di lapangan tidak selalu sama dengan apa yang dijanjikan. Kedua sudut pandang kualitas layanan tersebut merupakan sudut pandang dari sisi penyedia layanan. Dua sudut pandang lainnya adalah dari sisi pengguna layanan. Saat pengguna menggunakan layanan yang ditawarkan oleh penyedia layanan, maka akan timbul sebuah persepsi mengenai kualitas layanan yang dirasakan oleh pengguna tersebut. Persepsi ini akan dibandingkan dengan kebutuhan dari pengguna terhadap layanan. Hasilnya merupakan umpan balik bagi penyedia layanan untuk terus meningkatkan kepuasan konsumennya dengan tetap memperhatikan efisiensi sumber daya.



Gambar 2.2 Empat sudut pandan kualitas layanan (ITU-T Rec G.1000)

Di dalam menyediakan QoS, penyedia layanan pada jaringan kabel dihadapkan pada beberapa tantangan. Tantangan pertama adalah kepadatan jaringan. Hal ini bisa terjadi selain karena jumlah pengguna yang meningkat, juga dikarenakan kebutuhan pengguna dan variasi layanan yang meningkat pula. Kepadatan jaringan ini akan membawa dampak terhadap meningkatnya *delay* sebagai akibat dari peningkatan antrian paket data di dalam jaringan. Jika antrian paket data terlalu penuh maka akan banyak data yang tidak sampai ke penerima. Tantangan kedua adalah *multipath routing* yang terjadi karena pada *packet-switched*, beberapa paket data yang dikirim ke penerima tidak selamanya menggunakan rute yang sama. Sehingga, bila ada satu atau beberapa paket melewati rute yang lebih jauh atau jalur dengan kepadatan trafik yang tinggi, maka paket-paket tersebut akan sampai secara tidak bersamaan. Hal ini menyebabkan meningkatnya *delay* dan *jitter*.

Pemenuhan QoS pada jaringan nirkabel lebih sulit dibanding pada jaringan kabel. Selain menghadapi tantangan yang dialami pada jaringan kabel, jaringan nirkabel akan menghadapi tantangan-tantangan lain berupa loss yang lebih besar, *propagation delay* dan bila node-node berupa perangkat *mobile* maka setiap node berpindah akan diperlukan waktu dan usaha untuk membangun rute baru proses pengiriman dan penerimaan data.

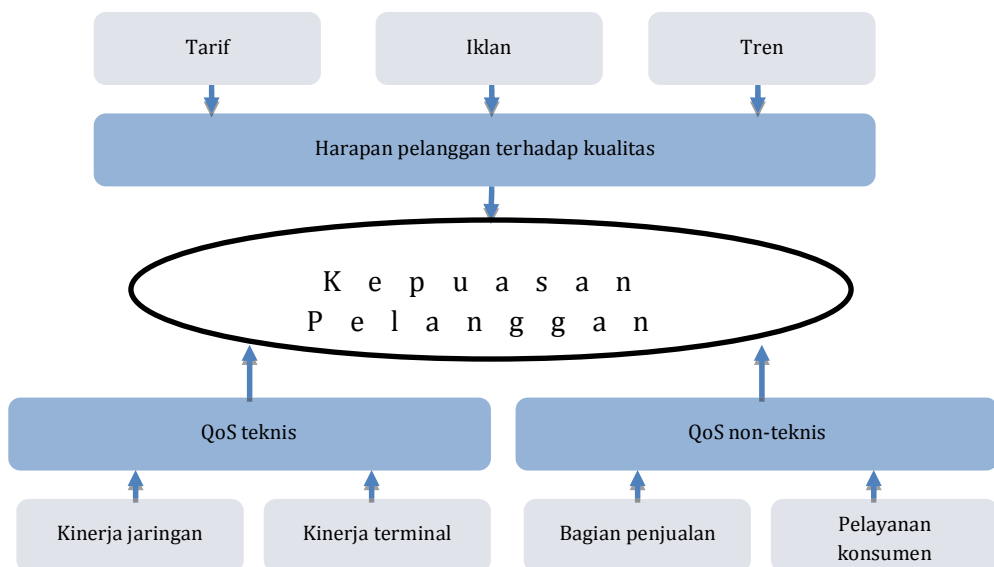
Standar Layanan terdiri dari dua hal yang menjadi satu kesatuan

- a. QoS = QoS offered & achieved by operator / service provider diukur menggunakan perangkat teknis
- b. QoE = customer perception of QoS , diukur melalui survey kepada pengguna / masyarakat

ETSI

Di dalam dokumen ETSI TS 102 250 -1 V2.2.1 disebutkan bahwa tariff layanan, iklan dan tren akan mempengaruhi tingkat harapan pelanggan terhadap kualitas layanan yang dilanggannya. Kualitas layanan sendiri dibedakan ke dalam dua kategori, yaitu kualitas layanan (QoS) yang bersifat teknis dan kualitas layanan yang sifatnya non-teknis. QoS yang bersifat teknis ditentukan oleh kinerja jaringan dan

kinerja perangkat/terminal yang digunakan oleh pengguna. Sedangkan QoS non-teknis lebih dipengaruhi oleh kualitas pelayanan oleh para pegawai dari operator telekomunikasi, yaitu pegawai di bagian pemasaran/penjualan dan pegawai di bagian pelayanan konsumen (*customer care*). Apabila kualitas layanan (QoS), baik yang bersifat teknis maupun non-teknis sama atau lebih besar dibandingkan dengan harapan pelanggan, maka pelanggan akan merasa puas. Sebaliknya, apabila kualitas layanan dibawah harapan, maka pelanggan akan kecewa atau tidak terpuaskan. Dalam bentuk diagram, hubungan antara harapan pelanggan, QoS dan kepuasan pelanggan disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan antara QoS, harapan pelanggan dan kepuasan pelanggan(ETSI, 2011a)

2.3 Studi terkait kualitas layanan dan kualitas pengalaman

Beberapa studi dan tinjauan terkait *Quality of Service* (QoS) atau kualitas layanan dan *Quality of Experience* (QoE) dan kualitas pengalaman telah dilakukan. Namun demikian, sangat jarang dijumpai studi atau tinjauan terkait penentuan parameter-parameter apa saja yang menjadi *Key Performance Indicator* (KPI).

From QoS to QoE: A Tutorial on Video Quality Assessment(Chen, Wu, & Zhang, 2015)

Makalah ini memberikan gambaran mengenai evolusi metode penilaian terhadap kualitas video, analisis karakteristik, keuntungan dan kekurangannya. Penilaian kualitas video melalui beberapa tahapan, yaitu *QoS monitoring* dengan mengukur parameter QoS secara obyektif. *Subjective test* atau disebut juga dengan *subjective QoE* dengan metode *mean of opinion score* (MOS) dan *differential opinion score* (DMOS). Tahapan selanjutnya adalah model kualitas objektif, yaitu *video quality metric* (VQM) objektif yang berkorelasi dengan MOS. Tahapan terakhir adalah *data-driven analysis*, yaitu dengan melihat matriks QoE yang terukur seperti lamanya menonton, probabilitas menonton kembali tayangan yang sama dan lain-lain. Makalah ini membahas *state of the art* 3 dari 4 tahapan tersebut.

Analisis Perbandingan Kualitas Pengalaman dengan Standar Kualitas Layanan bagi Pelanggan Seluler (Sanjaya, 2012b)

Studi ini bertujuan untuk melihat kualitas layanan dari operator dengan kualitas pengalaman yang dirasakan pelanggan terhadap layanan yang ditawarkan oleh perusahaan telekomunikasi seluler dalam hal ini layanan panggilan suara. Walaupun demikian, harus diakui bahwa kualitas layanan dan kualitas pengalaman memiliki parameter yang berbeda. Dengan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif, penulis menyimpulkan bahwa ditemukan data empiris dimana masyarakat menginginkan peningkatan kualitas layanan dibandingkan dengan kualitas yang dirasakan saat ini.

Quality of Experience from user and network perspectives(Shaikh, Fiedler, & Collange, 2009)

Pada studi ini, penulis berusaha mengaitkan antara karakteristik trafik terukur pada jaringan operasional dengan pengalaman pengguna. Adapun tujuan dari studi tersebut adalah untuk memperoleh gambaran mengenai bagaimana dan sejauh mana banyaknya sesi pengguna menggambarkan kepuasan pengguna tersebut dan difokuskan kepada aplikasi web. Dalam kesimpulannya, penulis menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara banyaknya sesi dengan QoE, yang berarti bahwa

pengguna yang puas akan berselancar lebih banyak. Namun demikian, durasi dari sesi dalam mengakses web terlihat tidak terlalu bergantung terhadap besarnya *throughput*, demikian juga terhadap persepsi kualitas pengalaman.

Survey and Challenges of QoE Management Issues in Wireless Networks(Sabina Barakovi & Skorin-kapov, 2013)

Artikel ini membahas keterkinian penelitian terkait dengan manajemen QoE dibidang jaringan nirkabel dan melihat dari 3 aspek manajemen *QoE modeling, monitoring and measurement, adaptation* dan *optimization*. Berdasarkan gambaran tersebut, penulis telah mengidentifikasi dan membahas aspek-aspek kunci dan tantangan yang perlu dipertimbangkan ketika melakukan penelitian di bidang manajemen QoE, khususnya terkait dengan jaringan nirkabel.

Tantangan yang terkait dengan pemodelan QoE adalah pertimbangan berbagai faktor yang berpengaruh (*influence factors*) dari QoE dan identifikasi faktor utama, serta pemetaan faktor yang berpengaruh kedalam dimensi QoE. Tantangan utama yang berkaitan dengan pemantauan dan pengukuran QoE (*QoE monitoring and measurement*) dapat diringkas dalam pertanyaan: apa yang dikumpulkan ?, dan di mana, kapan, dan bagaimana cara mengumpulkan data? Demikian pula pertanyaan-pertanyaan berikut, apa yang ditingkatkan ?, dan di mana, kapan, dan bagaimana meningkatkan QoE?

Dalam konteks jaringan nirkabel, manajemen QoE sebagian besar telah dipertimbangkan dalam hal penjadwalan sumber daya (*resource scheduling*), dimana keputusan pengalokasian sumber daya didorong pada pengoptimalan QoE *end user.QoE-driven* berdasarkan pengelolaan sumber daya telah menjadi isu penting bagi operator jaringan selular sebagai akibat dari terus meningkatnya permintaan akan aplikasi multimedia yang lebih kompleks dan lebih cepat yang dapat disesuaikan untuk berbagai perangkat dan keperluan peningkatan sumber daya jaringan (misalnya, lebih banyak *bandwidth, less delay, higher link quality*), serta untuk pemenuhan harapan pengguna terhadap komunikasi yang kontinu, mobilitas, dan sebagainya. Oleh karena itu, *QoE-driven* berdasarkan solusi manajemen mobilitas juga telah disajikan, begitu juga dengan *QoE-driven* berdasarkan solusi adaptasi layanan. Jadi, dengan berbagai pendekatan aspek QoE dari berbagai

perspektif interdisipliner yang luas, artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik dari QoE dan proses manajemennya dalam aspek jaringan nirkabel terkonvergensi.

2.4 Benchmarking

Malaysia

KPI pitalebar Pemenuhan aktivasi layanan, perbaikan layanan, kinerja tagihan, jumlah keluhan pelanggan, latensi jaringan, Network latency, thoroughput, packet loss dan availability

Singapura

Kinerja pitalebar diukur setiap bulan dan dipublikasikan setiap triwulan. Adapun KPI yang diukur adalah Network Availability, Local Network Latency, International Network Latency dan Jumlah keluhan yang masuk dari para pengguna terkait layanan mobile data.

India

Standar QoS Mobile Data (2012). KPI: Waktu aktivasi layanan, persentase keberhasilan download dan upload, kecepatan minimum download, rata-rata kecepatan transfer data(throughput), maksimum latensi yang dibolehkan, drop rate, persentase node-B yang memiliki throughput kurang dari 80% dari rata-rata throughput. Tabel 2.2.

2.5 Pengukuran QoSE

Teknik Pengukuran

Pengukuran QoS dapat didekati dengan berbagai macam cara. Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran QoS, khususnya pada layanan *mobile broadband*. Pendekatan pengukuran dapat berupa *passive testing*, maupun *active testing*. Pada *passive testing*, paket data yang melalui jalur komunikasi dimonitor (*sniffing*) dan dianalisis, sedangkan pada *active testing* sejumlah paket data dikirimkan ke jalur komunikasi untuk mengukur QoS beberapa layanan internet, seperti web browsing, file transfer, dan VoIP.

Sejak tahun 2011, berbagai pendekatan untuk mengukur QoS paket data sudah dilakukan dan dilaporkan oleh ITU oleh LIRNEAsia merupakan organisasi salah satu organisasi regional yang diinisiasi oleh World Bank untuk menginventarisir berbagai data dan informasi yang terkait dengan ICT di Asia Pacific. Pada tahun 2011, LIRNEAsia yang diwakili oleh Shazna Zuhyle memaparkan mengenai *Approaches to Measuring Broadband Quality of Service Experience (QoSE)* pada 9th World Telecommunication/ICT Indicators Meeting (WTIM-11) yang digelar oleh ITU. Berbagai kemungkinan yang dapat dilakukan untuk mengukur QoSE broadband meskipun masih belum mencakup mobile broadband secara spesifik, namun variabel yang digunakan bisa diadopsi. Terdapat 6 parameter yang dapat dijadikan variabel untuk mengukur QoS: *Download, Upload, RTT, Jitter, Packet Loss & Availability*. Pengukuran QoS juga perlu memperhatikan waktu pengukuran dilakukan, seperti *weekday, weekend, dan peak hours*.

Tabel 2.2 Parameter QoS oleh LIRNEAsia (2011)

Parameters	Definitions	Method	Threshold / Benchmarks
Download	The rate at which data is received from a server	Min. file size 1MB; Max. time 3 mins.	-
Upload	The rate at which data is sent to a server	2 MB file	-
Latency (RTT; Round Trip Time)	The time taken for a packet to reach its destination and back	The average of 10 pings (each ping provides 3 sets of results)	< 300 ms (e.g. India, Singapore)
Jitter	The variation of latency (RTT)		< 50 ms
Packet loss	The fraction of packets that fail to reach its destination		< 3% (e.g. India, Singapore)
Availability	The number of times the broadband link can be accessed within a given time frame = $(1-F/T) \times 100\%$ [where T = total number of attempts; F = number of failed attempts]		> 98% (e.g. India)

Selain itu hasil pengukuran juga dapat dikategorikan lagi berdasarkan segmen jaringan, yakni ISP domain, international domain, dan national domain. Sehingga, penting untuk mengkategorikan antara national bandwidth dan international bandwidth. Pada kenyataannya ISP memang mengeluarkan biaya lebih untuk international bandwidth. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa

bandwidth international menghasilkan download speed yang lebih rendah daripada domain ISP/local. Penelitian mengukur download speed yang delivered dan yang dipromosikan oleh operator beberapa negara. Rata-rata pencapaian hanya sekitar 10-40%. Berbagai pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengukur QoSE disajikan dalam matriks berikut.

Tabel 2.3 Kemungkinan pendekatan dalam pengukuran QoSE (LIRNEAsia, 011)

	Self regulation by operators	Direct monitoring by regulators	User satisfaction surveys	Demand-side (user) testing
Intrusiveness on network	+	+++/+	-	+
Regulator participation	++/+/-	+++	Depends on survey	-
Operator participation	+++	+++	Depends on survey	-
User participation	-	-	+++	+++
Subjectivity of results	++/+/-	+	+++	+

+++ High ++ Medium + low - none

Terdapat 4 (empat) pendekatan yang dapat dilakukan untuk pengukuran QoSE, yaitu:

- 1) Pengukuran yang dilaksanakan sendiri oleh operator
- 2) Melibatkan regulator (pengawas) untuk mengawasi secara langsung
- 3) Survey kepuasan pengguna
- 4) Pengukuran/testing yang dilakukan dari sisi pengguna.

Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangan. Beberapa rekomendasi untuk memilih teknik pengukuran yang sesuai adalah sebagai berikut:

- 1) Idealnya dikoordinasikan oleh regulator
- 2) Mengikuti sebuah metodologi yang seragam sehingga hasilnya dapat diperbandingkan
- 3) Data yang digunakan tidak berasal dari data rahasia perusahaan
- 4) Hasilnya tersedia untuk public

5) Kebijakan dapat berdasarkan/sesuai dengan hasil diagnose

LIRNEAsia juga merangkum upaya-upaya yang telah ditempuh regulator di wilayah Asia Selatan terkait dengan QoSE yang disajikan pada matriks berikut:

Tabel 2.4 Pendekatan pengukuran QoSE oleh beberapa operator di Asia Selatan (LIRNEAsia, 2011)

Regulator	Consultancy?	Method Published?	Reports Published?	Test frequency	Parameters				
					Availability	Throughput	Latency (RTT)	Jitter	Packet Loss
ATRA (AF)	The indicators page is inaccessible – www.atra.gov.af								
BTRC (BD)	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
BICMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAI (IN)	✓	-	✓	Quarterly	✓	✓	-	-	✓
CAM (MV)	Website cannot be found								
NTA	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	-
PTA	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
TRC (LK)	-	-	✓	Monthly	-	✓	✓	-	11 -

Perbedaan penggunaan layanan internet juga mempengaruhi perbedaan parameter QoS yang berpengaruh terhadap QoE. Matriks berikut dapat dijadikan referensi konversi nilai kepuasan pengguna ke parameter QoS yang bersesuaian.

Tabel 2.5 Relevance of metrics to various Internet services (Gonsalves, T. A. & Bharadwaj, A., 2009)

Service	Speed		Delay		Packet Loss (%)
	Download (Kbps)	Upload (Kbps)	RTT (ms)	Jitter (ms)	
Browse (Text)	++	-	++	-	-
Browse (Media)	+++	-	++	+	+
Download file	+++	-	-	-	-
Transactions	-	-	++	+	-
Streaming Media	+++	-	++	++	++
VOIP	+	+	+++	+++	+++
Games	+	+	+++	++	++

Note: +++ Highly relevant; ++ Very relevant; + Relevant; - Irrelevant

Berdasarkan hasil survey aktivitas yang sering dilakukan (Tabel 4.10), dimana browsing merupakan hal yang paling sering dilakukan, maka parameter download speed dan RTT akan sangat berpengaruh terhadap QoE pengguna.

Pengukuran QoSE di Beberapa Negara

Pengukuran QoSE di India pengukuran dilakukan pada 20 wilayah perkotaan dan pedesaan. Pengukuran dilakukan tiga bulan sekali menggunakan laptop dan 3 buah modem USB sejumlah provider yang akan diukur. Pengukuran dilakukan beberapa kali dalam selang waktu tertentu. Pengukuran ini dilakukan dengan koordinasi antara *Indian Institute of Technology* (IIT), beberapa LSM, dan kantor pemerintahan. Sedangkan di **US**, pengukuran dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai variable QoS dari perangkat/device pengguna yang didevelop oleh pihak ketiga, yakni Sam Knows. Aplikasi yang disediakan oleh pihak ketiga tersebut

tersedia bebas untuk diunduh oleh masyarakat dan diinstal di device masing-masing. Federal Communication Commission (FCC) menjamin keamanan dan privasi pengguna dengan tidak merekam identitas dan data pribadi pengguna. Aplikasi tersedia untuk platform Android dan iPhone. (Referensi :<https://www.fcc.gov/general/measuring-mobile-broadband-performance>)

Data opensignal.

Data opensignal dari 12 (dua belas) kota tujuan survey, yang diperlukan sebagai pembandingan/referensi hasil survey dan pendapat pengguna layanan data. Kinerja jaringan pada tiap-tiap lokasi survey berdasarkan data di opensignal.com.

Tabel 2.6 Kinerja jaringan pada lokasi survey

No	Lokasi survey	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Latency (ms)	Jumlah operator (open signal)
1	Denpasar	7.66	2.92	139.8	5
2	Pekanbaru	4.94	2.12	195.6	5
3	Palembang	5.48	2.56	136.6	5
4	Bogor	5.02	2.6	164	5
5	Banjarmasin	4.40	2.64	161.00	5
6	Jayapura	4.00	2.00	226.00	1
7	Makassar	4.96	2.1	173.8	5
8	Surbaya	6.26	3.1	164.4	5
9	Belitung	8.65	2.7	211.5	2
10	Yogyakarta	5.28	2.56	171.6	5
11	Jakarta	6.83	2.63	147.50	6
12	Pontianak	4.43	1.95	196.50	4
Rata-rata		5.66	2.49	174.03	

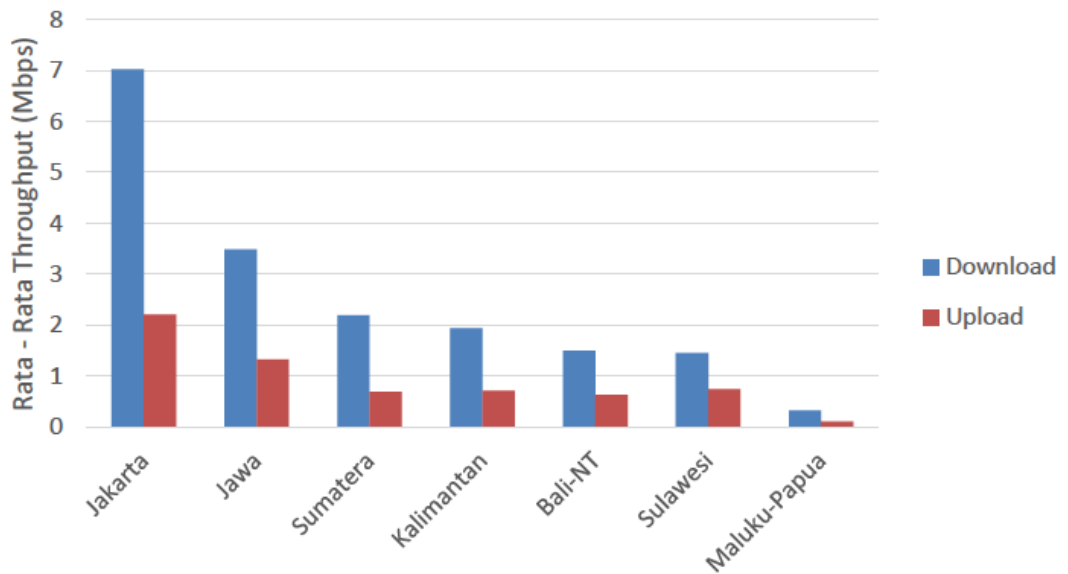
Melalui Data opensignal.com untuk Indonesia, didapatkan kinerja jaringan untuk 2G, 3G dan 4G sebagai berikut: Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Rata-rata kinerja jaringan di Indonesia

Parameter	Rata-rata (2G-4G)	3G	4G
Download (Mbps)	5,87	2,95	16,8
Upload(Mbps)	2,13	1,09	5,49

Parameter	Rata-rata (2G-4G)	3G	4G
Ping (ms)	155	170	51,4
Reliability	92%	92%	97,8 %

Kinerja jaringan per pulau dibandingkan dengan Jakarta, dijelaskan dengan gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Rata-rata throughput berdasarkan pulau

Bab 3

Teknik Analisis

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif dengan melakukan wawancara dan focus group discation (FGD) untuk menjaring data dan masukan dari para narasumber, parameter yang diperlukan untuk menentukan standar kualitas layanan pada jaringan bergerak seluler.

Parameter masukan dari para narasumber disusun dalam bentuk kuesioner Standar Kualitas Layanan Data pada Jaringan Bergerak Seluler, sebagai alat mencari data kuantitative melalui survey (penyebaran kuesioner). Kuesioner berusaha menggali pendapat responden mengenai parameter apa saja yang penting dan bagaimana tingkat kepuasan mereka untuk masing-maisng parameter tersebut.

3.2 Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penyebaran kuesioner dilakukan berdasarkan keberadaan jaringan 4G setidaknya oleh 2 operator di Indonesia dan mewakili lokasi dengan kepadatan 0-300 orang/km², 300-3000 orang/km², 3000-6500 orang/km² dan lebih dari 6500 orang/km². Berdasarkan kriteria tersebut, lokasi peneyebaran kuesioner ditetapkan terdiri dari Jakarta, Bogor, Palembang, Pekanbaru, Belitung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Pontianak, Makassar, Denpasar, dan Jayapura.

3.3 Sumber Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan du acara, pertama melakukan FGD dengan mengundang perwakilan dari operator-operator layanan data di Indonesia untuk mendapatkan pendapat mereka terkait parameter-parameter dan target value dari masing-masing parameter tersebut. Kemudian wawancara dengan

narasumber dari SDPPI untuk mendapatkan masukan parameter yang dapat dijadikan acuan menentukan standar kualitas layanan pada jaringan bergerak seluler.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data selanjutnya dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada para pengguna layanan data pada jaringan bergerak seluler. Pemilihan responden dilakukan secara acak kepada pengguna seluler jaringan 3G dan 4G

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis digunakan analisis statisticdeskriptif yaitu analisa data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data hasil survei (QoE) yang terkumpul sebagaimana adanya, dan kesimpulan tidak untuk generalisasi. Analisis selanjutnya dilakukan triangulasidengan data data sekunder dan masukan atau wawancara dengan narasumber.

Bab 4

Parameter Standar Kualitas Layanan Data pada Jaringan Bergerak Seluler

4.1 Uji korelasi

4.1.1 Korelasi antara perangkat dengan persepsi responden terhadap kinerja jaringan

DI dalam dokumen ETSI TS 102 250-1 (2011) disebutkan bahwa kepuasan pengguna layanan komunikasi nirkabel dipengaruhi oleh kualitas layanan (QoS) yang sifatnya teknis dan non teknis. QoS teknis terbagi kedalam 2 hal, yaitu kinerja jaringan dan kinerja perangkat. Uji korelasi ini dimaksudkan untuk melihat ada tidaknya keterkaitan antara kinerja perangkat dengan kepuasan pengguna terhadap parameter teknis jaringan. Diasumsikan bahwa kinerja perangkat akan dipengaruhi oleh usia perangkat dan kondisi perangkat. Artinya semakin lama usia perangkat dan kondisi perangkat maka kinerjanya akan menurun.

Tabel 4.1 Hasil uji korelasi kinerja perangkat dan parameter QoS

Kinerja Jaringan	Usia Perangkat	Kondisi perangkat saat pembelian
Akurasi kuota (<i>packet loss</i>)	0.04	0.01
Kecepatan Koneksi	0.01	0.03
Kehandalan Jaringan	0.03	0.00

Berdasarkan hasil uji terlihat bahwa korelasi yang dihasilkan sangat kecil artinya kinerja perangkat hampir tidak mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna terhadap parameter teknis QoS.

4.1.2 Korelasi antara lama penggunaan layanan data per hari, lokasi akses dan waktu akses dengan persepsi responden terhadap kecepatan koneksi

Hasil uji korelasi terlihat bahwa lamanya akses perhari, lokasi dan waktu akses tidak memiliki keterkaitan dengan persepsi pelanggan terhadap kecepatan koneksi layanan data. Hal ini terlihat dari besarnya nilai korelasi diantara parameter-parameter tersebut.

Tabel 4.2 Korelasi penggunaan layanan dengan kecepatan koneksi

Pengguna Layanan	Kecepatan Koneksi
Lama akses per hari	0.08
Waktu paling banyak menggunakan paket data	0,04
Lokasi paling sering menggunakan layanan data	0,04

Kepuasan Pengguna berdasarkan merk perangkat

Tingkat kepuasan terhadap kinerja kualitas layanan disajikan pada Tabel 4.18 Hal ini dilakukan untuk melihat ada tidaknya keterkaitan antara merk tertentu dengan tingkat kepuasan pengguna. Berdasarkan hasil perhitungan terlihat bahwa selisih tingkat kepuasan antara merk satu dengan yang lainnya tidak lah signifikan. Bahkan untuk beberapa parameter kualitas layanan (QoS), terlihat bahwa pengguna yang menggunakan perangkat dari merk-merk unggulan, tingkat kepuasannya berada di bawah merk-merk baru, yang cenderung kurang diperhitungkan dari sisi kualitasnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa merk kurang memberikan pengaruh terhadap persepsi pengguna terhadap kinerja layanan yang bersifat teknis.

Tabel 4.3 Tingkat kepuasan berdasarkan merk perangkat

No	Merk Perangkat	Akurasi kuota	Kecepatan koneksi	Kehandalan jaringan
1	Samsung	3.02	2.98	2.92
2	Iphone	2.99	3.08	2.91

3	Asus	2.91	3.01	2.92
4	Lenovo	3.10	2.72	2.58
5	Xiaomi	2.95	2.94	2.70
6	Oppo	3.11	2.94	2.57
7	Smartfren	2.90	2.87	2.79
8	Sony	3.00	3.14	3.05
9	Blackberry	2.98	3.29	2.76
10	Advan	3.10	3.17	3.05

4.2 Kinerja Jaringan dan Pelayanan Konsumen (Tingkat kepentingan dan kepuasan terhadap parameter kualitas layanan data)

Urutan atau peringkat parameter-parameter didapatkan dengan melakukan pembobotan berdasarkan tingkat kepentingan dan kepuasan sesuai dengan persepsi responden. Masing-masing skala likert yang digunakan di dalam kuesioner ditetapkan bobotnya dan dikalikan dengan persentase pilihan responden untuk masing-masing skala likert tersebut. Berikut adalah bobot dari masing-masing skala likert:

- a. TP(tidak penting) dan TM (tidak memuaskan) memiliki bobot 0,5
- b. KP(kurang penting) dan KM (kurang memuaskan) memiliki bobot 1,5
- c. CP(cukup penting) dan CM(cukup memuaskan) memiliki bobot 2,5
- d. P(penting) dan M(memuaskan) memiliki bobot 3,5
- e. SP (sangat penting) dan SM (sangat memuaskan) memiliki bobot 4,5

Tabel 4.4 Tingkat kepentingan dan kepuasan terhadap parameter kualitas layanan data.

No	Parameter	Tingkat Kepentingan					Tingkat Kepuasan				
		SP	P	CP	KP	TP	SM	M	CM	KM	TM
1	Kecepatan Aktivasi	32.9%	49.6%	12.8%	2.9%	1.7%	11.0%	46.7%	32.8%	8.4%	1.1%
2	Akurasi kuota	35.5%	41.1%	18.5%	2.7%	2.2%	10.8%	40.7%	37.8%	8.4%	2.3%
3	Kecepatan koneksi	43.1%	38.0%	13.6%	2.8%	2.5%	8.8%	39.7%	42.9%	7.6%	1.0%
4	Kehandalan jaringan	40.8%	35.2%	17.3%	3.6%	3.1%	6.7%	34.5%	48.2%	8.8%	1.8%
5	Kecepatan Perbaikan	37.9%	37.6%	18.0%	3.6%	2.8%	4.4%	29.7%	53.1%	10.8%	2.0%
6	Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen	30.1%	47.9%	16.1%	4.3%	1.6%	10.0%	41.2%	39.2%	8.8%	0.8%
7	Kecepatan menjawab ketika dihubungi	27.6%	46.9%	18.8%	4.8%	1.9%	8.3%	43.4%	38.5%	9.1%	0.8%
8	Kemampuan petugas menyelesaikan masalah	34.5%	39.4%	18.0%	5.3%	2.8%	6.8%	33.2%	45.3%	13.2%	1.5%
9	Kecepatan petugas menyelesaikan masalah	34.7%	42.9%	16.0%	3.9%	2.5%	6.3%	36.2%	41.8%	14.2%	1.5%
10	Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen	25.9%	43.9%	18.4%	7.5%	4.2%	6.8%	24.6%	43.2%	18.6%	6.8%
11	Pemberitahuan sisa kuota	38.5%	39.9%	15.6%	3.0%	3.0%	13.4%	41.5%	35.3%	7.6%	2.1%

Keterangan : Tabel 4.4

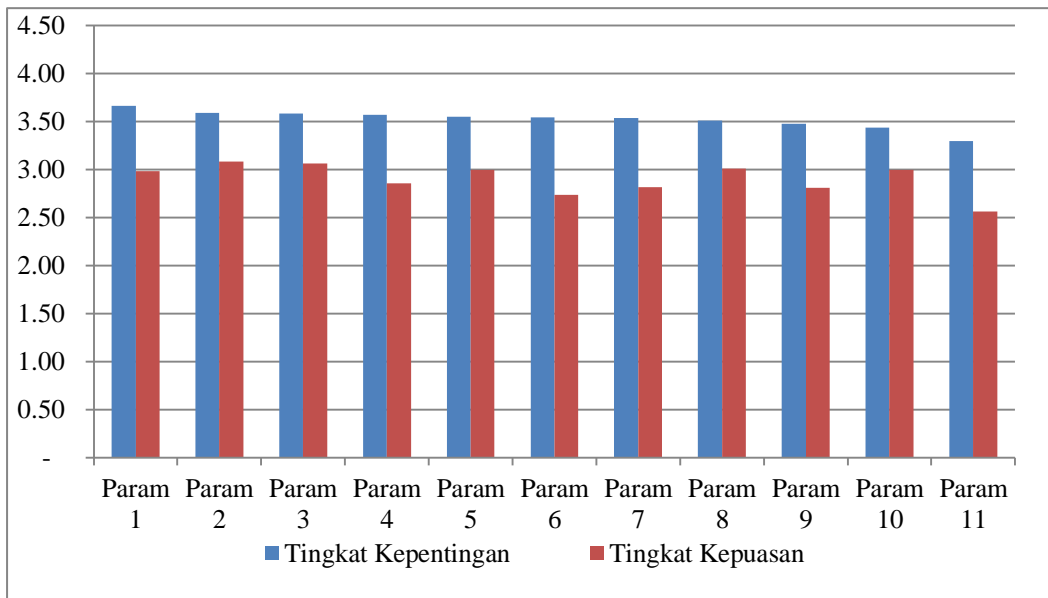
1. Nilai presentase merepresentasikan persentase responden yang menjawab pada pilihan tersebut
2. Pada tingkat kepentingan, SP= Sangat Penting, P=Penting, CP=Cukup Penting, KP=Kurang Penting, TP=Tidak Penting
3. Pada tingkat kepuasan, SM= Sangat Memuaskan, M=Memuaskan, CM=Cukup Memuaskan, KM=Kurang Memuaskan, TM=Tidak Memuaskan

Urutan tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan secara menyeluruh berdasarkan persentase dan nilai bobot diperoleh nilai dan urutan parameter seperti disajikan pada table 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pembobotan parameter berdasarkan tingkat kepentingan

No	Parameter	Tingkat Kepentingan	Tingkat Kepuasan
1	Kecepatan koneksi	3.67	2.98
2	Kecepatan Aktivasi	3.59	3.08
3	Pemberitahuan sisa kuota	3.58	3.07
4	Kehandalan jaringan	3.57	2.86
5	Akurasi kuota	3.55	2.99
6	Kecepatan Perbaikan	3.54	2.74
7	Kecepatan petugas menyelesaikan masalah	3.53	2.82
8	Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen	3.51	3.01
9	Kemampuan petugas menyelesaikan masalah	3.48	2.81
10	Kecepatan menjawab ketika dihubungi	3.43	2.99
11	Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen	3.30	2.56

Dalam bentuk diagram, tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan untuk setiap parameter disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.1 Diagram tingkat kepentingan dan kepuasan

Keterangan Gambar 4.1

Parameter 1 = Kecepatan koneksi

Parameter 2 = Kecepatan Aktivasi

Parameter 3 = Pemberitahuan sisa kuota

Parameter 4 = Keandalan jaringan

Parameter 5 = Akurasi kuota

Parameter 6 = Kecepatan Perbaikan

Parameter 7 = Kecepatan petugas menyelesaikan masalah

Parameter 8 = Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen

Parameter 9 = Kemampuan petugas menyelesaikan masalah

Parameter 10 = Kecepatan menjawab ketika dihubungi

Parameter 11 = Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen

Penilaian pengguna layanan data , terhadap sebelas (11) parameter dapat dipertimbangkan sebagai parameter untuk menentukan standar kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler, dengan penjelasan sebagai berikut:

Kecepatan koneksi

Pengertian Kecepatan koneksi dalam penelitian ini adalah besarnya *throughput*, yang terdiri dari kecepatan *download* (unduh) dan *upload* (unggah) dari sebuah jaringan layanan data. Satuan yang digunakan adalah *bit per second*(bps) yaitu jumlah bit yang dapat di transfer dalam waktu satu detik.

Parameter kecepatan koneksi sangat erat hubungannya dengan *latency*(waktu tunda), yaitu total waktu yang diperlukan oleh sebuah paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuannya. Tinggi rendahnya *latency* dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu a) jarak antara sumber dan tujuan dari paket data. Semakin jauh jarak kedua titik tersebut, maka *latency* akan semakin tinggi; b) kualitas dan jenis dari saluran transmisi juga sangat mempengaruhi nilai *latency*. Saluran transmisi yang menggunakan fiber optik secara teoritis menawarkan *latency* yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan saluran transmisi yang menggunakan kabel atau *microwave*; c) banyaknya paket yang melewati saluran yang sama dalam waktu yang sama. Semakin banyak paket yang melewati saluran, maka kemungkinan terjadinya

overload menjadi semakin tinggi, yang lebih jauh akan mengakibatkan terjadinya antrian paket data. Hal ini bisa dianalogikan dengan antrian kendaraan yang melewati sebuah lajur jalan. Semakin banyak kendaraan yang lewat lajur yang sama, maka pada titik tertentu dimana jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan akan terjadi peningkatan kepadatan dan antrian kendaraan. Hal ini akan mempengaruhi lamanya waktu yang diperlukan oleh kendaraan tersebut untuk tiba ditujuan.

Berdasarkan pembobotan hasil survey, sebagaimana di sajikan pada Tabel 4.20, diperoleh data bahwa parameter kecepatan koneksi merupakan parameter yang memiliki tingkat kepentingan paling tinggi dibandingkan dengan parameter lainnya, yaitu sebesar 3,67. Dengan demikian, parameter ini merupakan parameter utama yang harus diperhatikan oleh operator untuk menjamin kepuasan dari para pelanggannya. Jika dilihat dari sisi kepuasan yang dirasakan oleh para pelanggan, diperoleh nilai tingkat kepuasan sebesar 2,98. Nilai kepuasan yang besarnya ≥ 3 menggambarkan bahwa pada umumnya pelanggan sudah cukup puas dengan kecepatan koneksi saat ini. Dengan melihat nilai hasil pembobotan yang mendekati nilai ambang batas kepuasan, dapat disimpulkan bahwa pelanggan masih sedikit kurang puas dengan kinerja jaringan dalam hal kecepatan koneksi saat ini. Hal ini diperkuat dengan adanya kesenjangan antara tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan sebesar 0,69. Sehingga masih diperlukan upaya lebih dari operator untuk dapat meningkatkan kecepatan koneksinya.

Penelitian ini tidak melakukan pengukuran secara langsung dilapangan terhadap kinerja jaringan. Berdasarkan data dari *opensignal.com*, diperoleh rata-rata kinerja jaringan (2G-4G) untuk parameter kecepatan koneksi untuk *download* sebesar 5,87 Mbps, *upload* sebesar 2,13 Mbps, dan ping sebagai parameter *latency* sebesar 155 ms. Namun demikian, sebagaimana diulas sebelumnya nilai ping merupakan nilai parameter yang dipengaruhi oleh jauh dekatnya server dan kualitas jaringan transmisi disamping juga titik-titik transit dari paket-paket data. Nilai ping akan berbeda apabila lokasi servernya berubah. Sehingga untuk mengukur parameter ini sebaiknya digunakan server lokal yang ada di Indonesia yang pengaturan dan regulasinya berada di dalam kewenangan pemerintah Indonesia.

Sebagai referensi, Tabel 4.6. menyajikan *target value* yang digunakan di beberapa Negara.

Tabel 4.6 Target value kecepatan koneksi di beberapa negara

No	Nama Negara	Downlink	Uplink (Mbps)	Latency	Keterangan
1	UK	4G:15,1 3G:6,1	4G:12,4 Mbps; 3G:1,6 Mbps	4G:55ms; 3G: 66,8 ms	HTTP
2	India	Min.: 2 Mbps; Gambar 1.1 (\geq 80% of the usage time)	Min.: 1 Mbps (50% of Downlink)	<120 ms (Lokal) < 350 ms (Internasional)	Both Wire and Wireless
3	Filipina	Min. 256 Kbps			Both Wire and Wireless
4	Brazil	Min. 1 Mbps for US\$15.50; Pencapaian Min. 60% dari speed yang diiklankan pada tahun pertama, 70% tahun kedua, dan 80% untuk seterusnya		< 80ms	
5	Pakistan	Min. 128 Kbps Pencapaian Min. 60% dari speed yang diiklankan.			
6	Singapura	2 Mbps		< 85 ms (Lokal) < 300 ms (Internasional)	

Kecepatan Aktivasi

Pengertian Kecepatan aktivasi dalam penelitian ini, merupakan waktu yang diperlukan sejak calon pelanggan mendaftar atau berlangganan paket data tertentu sampai dengan data tersebut dapat digunakan.

Kecepatan aktivasi merupakan parameter yang menurut hasil survey menduduki peringkat kedua dalam hal tingkat kepentingan dan memiliki nilai hasil pembobotan sebesar 3,59. Jika dilihat dari tingkat kepuasan pengguna terhadap kinerja parameter ini, diperoleh nilai pembobotan hasil survey sebesar 3,08. Memperhatikan nilai kepuasan yang besarnya ≥ 3 , menunjukkan bahwa secara umum

pelanggan merasa puas dengan kinerja kecepatan aktivasi saat ini dan jika dibandingkan dengan parameter-parameter lainnya, parameter ini memiliki nilai kepuasan yang tertinggi dibandingkan yang lainnya. Walaupun demikian, kita dapat melihat bahwa masih terdapat kesenjangan antara tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan sebesar 0,51. Hal ini mengandung arti untuk memenuhi harapan pelanggan secara penuh, diperlukan lagi usaha untuk meningkatkan kecepatan aktivasi paket data oleh operator.

Tabel 4.7 Kecepatan aktivasi layanan mobile data

No	Waktu aktivasi	Persentase
1	<= 5 menit	68.82%
2	> 5-10 menit	25.20%
3	> 10-15 menit	3.62%
4	>15 menit	2.36%

Berdasarkan hasil survey diperoleh data sebagaimana disajikan pada Tabel 4.7 yang memperlihatkan mayoritas responden, yaitu 68.82% responden menjawab bahwa waktu yang diperlukan sejak mendaftar paket data sampai dengan paket tersebut dapat digunakan adalah kurang dari atau sama dengan 5 (lima) menit saja. Sebanyak 25,2% responden menjawab diperlukan waktu lebih dari 5 menit, tetapi kurang dari 10 menit untuk mengaktivasi paket data.

Pemberitahuan sisa kuota

Pengertian Pemberitahuan sisa kuota dalam penelitian ini adalah notifikasi atau pemberitahuan yang dikirimkan oleh operator, biasanya dalam bentuk sms, terkait sisa kuota dari total paket data yang dimiliki oleh pelanggan tertentu.

Berdasarkan tingkat kepentingannya, parameter ini menduduki urutan ketiga setelah kecepatan koneksi dan kecepatan aktivasi. Adapun hasil pembobotan dari hasil survey diperoleh nilai kepentingan sebesar 3,58. Sedangkan jika dilihat dari tingkat kepuasan pelanggan, parameter ini memiliki nilai hasil pembobotan sebesar 3,07. Artinya pelanggan sudah cukup puas dengan kinerja saat ini. Akan tetapi, karena nilai kepuasan masih lebih kecil dibandingkan tingkat kepentingannya, masih diperlukan usaha lebih baik untuk dapat sepenuhnya mencapai harapan pelanggan.

Tabel 5.3 menyajikan data hasil survey terkait harapan pelanggan untuk memperoleh pemberitahuan terkait sisa kuota dari paket data yang dilanggannya. Berdasarkan table tersebut terlihat bahwa mayoritas responden, yaitu 40,73%, mengharapkan akan mendapatkan pemberitahuan ketika paket data yang dilanggannya tersisa 25% dari total; 34,23% mengharapkan mendapatkan pemberitahuan ketika paket datanya tersisa 10% dan responden lainnya mengharapkan untuk mendapatkan pemberitahuan sisa kuota ketika paket datanya tersisa 50%, 5% dan 0%. Berdasarkan data ini, disarankan kepada operator agar pemberitahuan sisa kuota dikirimkan kepada pelanggan setidaknya saat sisa kuota tersisa 25% dan 10%.

Tabel 4.8 Pemberitahuan Sisa kuota

No	Sisa kuota	Persentase
1	Tersisa 50%	15.06%
2	Tersisa 25%	40.73%
3	Tersisa 10%	34.23%
4	Tersisa 5%	8.56%
5	Tersisa 0%	1.43%

Kehandalan jaringan

Pengertian kehandalan jaringan dalam penelitian ini adalah kehandalan dalam hal tidak terputusnya koneksi jaringan saat sedang digunakan (*retainability*). Berdasarkan dokumen ETSI 102 250-1(ETSI, 2011), *retainability* masuk dalam layer 3, dibawah layer *network availaibility* (layer 1) dan *network accessibility* (layer 2). *Network availability* adalah keberadaan dari infrastruktur jaringan. *Availability* merupakan syarat mutlak agar layanan yang ditawarkan oleh operator lewat jaringan dapat dinikmati oleh pengguna. Setelah infrastruktur jaringan tersedia (*available*), jaringan tersebut juga harus dapat diakses (*network accessibility*). Dengan demikian, ketersediaan jaringan dan dapat diaksesnya jaringan merupakan merupakan prasyarat bahwa *retainability* dapat diukur. Artinya, ketika pengguna berpendapat bahwa parameter kehandalan jaringan (*retainability*) merupakan hal

yang penting bagi mereka, maka secara otomatis parameter *network availability* (ketersediaan jaringan) dan *network accessibility* (dapat diaksesnya jaringan) juga merupakan hal yang dianggap penting oleh pengguna.

Tabel 4.9 Referensi target value kehandalan jaringan yang digunakan di negara lain

No	Nama Negara	Availability	Accessibility	Retainability
1	India	> 98%		
2	Singapura	> 99%		
3	Pakistan	>= 96% (Grade A) < 50% (Grade E)		60 min (Grade A) < 5 dan >= 15 (Grade E)

Penilaian responden untuk tingkat kepentingan sebesar 3.57 dan tingkat kepuasan sebesar 2.86. Sebagai referensi, Tabel 4.9. menyajikan *target value* untuk *availability*, *accessibility* dan *retainability*.

Akurasi kuota

Pengertian Akurasi kuota dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur kesesuaian antara kuota paket data yang dibeli dengan kuota yang dirasakan oleh pelanggan.

Disamping dikarenakan penilaian subyektif pelanggan, perbedaan antara kuota paket data yang dibeli/dilanggan dengan kuota yang dirasakan pelanggan juga bisa disebabkan oleh hilangnya sebagian paket data yang dikirim antara sumber dan tujuan pengiriman data. Hal inilah yang dinamakan *packet loss*. Satuan dari *packet loss* adalah persen (%). *Packet loss* salah satunya dikarenakan jumlah paket data yang melewati jaringan pada waktu yang bersamaan melebihi kapasitas jaringannya, sehingga mengakibatkan terjadinya antrian paket data (*congestion*). Semakin besar perbedaan antara jumlah paket data dengan kapasitas jaringan maka antrian akan semakin panjang. Jika antrian melebihi batas yang telah ditentukan maka sebagian paket data di dalam antrian akan dibuang. Penyebab lain dari *packet loss* adalah kapasitas *buffer* dari node yang dilewati paket data melebihi kapasitas paket yang mampu diteruskannya. Kerusakan pada media fisik dari jalur yang dilalui trafik

juga dapat mengakibatkan terjadinya *packet loss*. Di Pakistan, besarnya *packet loss* ditetapkan sebesar kurang dari 2%.(PTA, 2014).

Kecepatan Perbaikan

Kecepatan perbaikan di dalam studi ini dimaksudkan seberapa cepat tim pemeliharaan operator dalam menindaklanjuti dan memperbaiki jaringan disaat jaringan mengalami gangguan.

Selain subyektifitas responden, parameter ini sangat dipengaruhi oleh kualitas SDM dibagian pemeliharaan dan perbaikan jaringan. Respon yang cepat terhadap permasalahan jaringan merupakan salah satu bentuk komitmen operator di dalam menyediakan layanan yang selalu tersedia (*available*) dan dalam rangka memberikan kepuasan bagi para pelanggannya. Berdasarkan hasil survey terhadap responden diperoleh data empiris, parameter ini berada pada nilai 3,54 yang berarti bahwa pelanggan merasa bahwa parameter ini merupakan hal yang sangat penting bagi mereka. Sedangkan bila dilihat dari sisi kepuasan pelanggan, parameter ini mendapat nilai 2,74. Nilai ini dibawah 3 (tiga) yang artinya pelanggan pada dasarnya belum merasa puas, terlebih bila dilihat dari gap (selisih) antara tingkat kepentingan dan kepuasan yang cukup besar.

Tabel 4.10 Waktu untuk perbaikan jaringan

No	Rata-rata waktu untuk perbaikan	Persentase
1	<= 1 jam	41.59%
2	>1 s.d 2 jam	35.78%
3	>2 s.d 4 jam	11.42%
4	>4 s.d 6 jam	3.23%
5	>6 jam	7.97%

Berdasarkan hasil survey juga diperoleh data sebagaimana disajikan pada Tabel 4.10 terlihat bahwa mayoritas responden menjawab waktu yang diperlukan untuk perbaikan atau lamanya waktu jaringan tidak bisa diakses kurang dari 1 jam, yaitu sebanyak 41,59% responden. Dan 35,78% responden menjawab bahwa rata-rata waktu perbaikan saat terjadi permasalahan jaringan adalah sebesar 1(satu) sampai dengan 2 (dua) jam. Berdasarkan statistik ini kita bisa melihat bahwa

ekspektasi pelanggan sangat tinggi terhadap parameter ini, sehingga mati/rusaknya jaringan selama satu jam dianggap terlalu lama. Hal ini tentu saja harus mendapat perhatian serius dari para operator. Dari sisi aturan, data hasil survey ini menunjukkan bahwa perbaikan jaringan seharusnya dalam hitungan menit saja.

Kecepatan petugas menyelesaikan masalah

Parameter ini dimaksudkan untuk melihat opini masyarakat terkait seberapa cepat petugas menyelesaikan permasalahan yang sifatnya non-teknis atau bukan terkait permasalahan jaringan, seperti permasalahan aktivasi dan berhenti layanan data tertentu dan lain-lain.

Parameter ini juga dinilai sangat penting oleh pelanggan, terlihat dari tingginya nilai kepentingan sebagai gambaran ekspektasi pelanggan terhadap kecepatan penyelesaian masalah yang sifatnya non teknis dari operator. Berdasarkan penilaian masyarakat, nilai kepentingan sebesar 3,53 dan nilai kepuasan sebesar 2,82. Terlihat bahwa para pelanggan beranggapan bahwa para petugas masih kurang responsif terhadap keluhan dari pelanggan.

Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen

Pengertian pusat layanan konsumen disini adalah pusat layanan konsumen yang dapat dihubungi melalui telepon, dan yang dimaksud kemudahan adalah seberapa jelas dan seberapa mudah dipahami prosedur yang harus dijalankan oleh konsumen ketika mau menghubungi pusat layanan konsumen. Kesulitan menghubungi pusat layanan bias disebabkan oleh kurangnya sosialisasi atau penyebaran informasi terkait prosedur dan nomor pusat layanan kepada konsumen atau bias juga adanya prosedur yang berbelit-belit atau terlalu panjang. Berdasarkan hasil survey diperoleh data empiris bahwa harapan konsumen untuk parameter ini sangat tinggi, dengan skor 3,51. Sedangkan tingkat kepuasannya adalah sebesar 3,01. Meskipun konsumen sudah puas dengan tingkat kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen, akan tetapi terlihat masih ada kesenjangan yang cukup besar diantara kedua nilai tersebut.

Kemampuan petugas menyelesaikan masalah

Pengertian kemampuan petugas disini adalah para petugas yang dihubungi melalui pusat layanan konsumen.

Pelanggan/konsumen memberikan skor untuk parameter ini sebesar 3,48 yang artinya sangat penting para petugas memiliki kemampuan yang baik agar dapat memberikan solusi terbaik bagi permasalahan-permasalahan yang dihadapi konsumen terkait layanan data yang ditawarkan oleh operator. Bila dilihat dari sisi kepuasan konsumen, terlihat bahwa skornya belum mencapai taraf puas, yaitu hanya sebesar 2,81. Dengan demikian, pihak operator diharapkan untuk terus meningkatkan atau membekali para petugas/pekerjanya dengan kompetensi tertentu sesuai dengan tugas dan fungsinya.

Kecepatan menjawab ketika dihubungi

Pengertian kecepatan menjawab ketika dihubungi dalam penelitian untuk mengukur seberapa lama waktu yang diperlukan oleh konsumen sampai dapat terhubung dengan petugas layanan konsumen.

Lamanya waktu menghubungi pusat layanan bisa disebabkan oleh kurang bagusnya sistem pelayanan konsumen (termasuk sistem komunikasinya), kurang sigapnya petugas, atau kurangnya petugas layanan konsumen. Berdasarkan hasil survey diperoleh skor tingkat kepentingan sebesar 3,43 yang artinya konsumen sangat berharap untuk tidak menunggu terlalu lama apabila ingin menghubungi pusat layanan. Sedangkan bila disisi tingkat kepuasan, skornya mendekati ambang batas tingkat kepuasan, yaitu sebesar 2,99.

Tabel 4.11 Waktu yang diperlukan untuk dapat terhubung dengan

No	Lamanya waktu untuk dapat terhubung	Persentase
1	<=1 menit	17.57%
2	> 1 s.d 3 menit	17.91%
3	> 3 s.d 6 menit	31.25%
4	> 6 s.d 9 menit	0.34%
5	> 9 menit	32.94%

Tabel 4.11 menyajikan jawaban responden terkait lamanya waktu yang diperlukan agar dapat terhubung dengan layanan konsumen. Berdasarkan hasil survey ini terlihat bahwa mayoritas responden menjawab perlu lebih dari 3 menit agar dapat terhubung dengan pusat layanan konsumen melalui telepon.

Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen

Kompensasi kerugian akibat permasalahan yang dirasakan konsumen menduduki posisi terakhir dibandingkan dengan yang lainnya. Namun demikian, bukan berarti tidak penting, karena kalau dilihat dari skor tingkat kepentingannya masih di atas ambang batas (3), yaitu sebesar 3,30. Hal ini berarti bahwa konsumen mengharapkan adanya kompensasi bagi konsumen ataupun *punishment* bagi operator ketika terjadi permasalahan layanan. Dengan adanya kompensasi dana tau *punishment*, diharapkan operator akan terus dapat memperbaiki kinerjanya secara lebih maksimal. Jika dilihat dari tingkat kepuasannya parameter ini juga memiliki skor yang terendah dibandingkan parameter lainnya, yaitu 2,56.

Bab 5

Penutup

5.1 Kesimpulan.

Hasil penelitian standar kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler (mobile data) menyimpulkan beberapa hal penting, antara lain:

Berdasarkan survey masyarakat pengguna, parameter-paramater kualitas layanan mobile data diurut mulai yang dianggap terpenting adalah: 1.Kecepatan Koneksi, 2.Kecepatan aktivasi, 3. Pemberitahuan Sisa Kuota, 4.Kehandalan Jaringan, 5.Akurasi Kuota, 6.Kecepatan Perbaikan, 7. Kecepatan petugas menyelesaikan masalah, 8. Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen, 9.Kemampuan petugas menyelesaikan masalah, 10.Kecepatan menjawab ketika dihubungi dan 11.Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen

Berdasarkan survey masyarakat pengguna, tingkat kepuasan terhadap kualitas layanan mobile data diurut mulai yang dianggap paling memuaskan adalah sebagai berikut (nilai dengan skala 0,5 sampai dengan 4,5):

- 1) Kelompok I, Tingkat kepuasan **baik**: 1.Kecepatan aktivasi (3,08), 2.Pemberitahuan Sisa Kuota (3,07), 3. Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen (3,01).
- 2) Kelompok II, Tingkat kepuasan **hampir baik**: 4.Akurasi Kuota (2,99), 5.Kecepatan menjawab ketika dihubungi (2,99), 6.Kecepatan Koneksi (2,98), 7.Kehandalan Jaringan (2,86), 8.Kecepatan petugas menyelesaikan masalah (2,82), 9.Kecepatan Perbaikan (2,81).
- 3) Kelompok III, Tingkat kepuasan **cukup**: 9.Kemampuan petugas menyelesaikan masalah (2,74), dan 11.Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen (2,51).

Hasil survey menunjukkan merk kurang memberikan pengaruh terhadap persepsi pengguna terhadap kinerja layanan yang bersifat teknis.

Aktivitas *mobile data* yang paling sering dilakukan adalah: 1. *Browsing* (42%); 2. berkirim pesan (35%); 3. media sosial (17%), 4. Video online (4%); 5. Telepon (video) (2%); 6. *gameonline* (2%); 7. telepon (suara) (1%); 8. jual beli *online*(1%); 9. radio/musik *streaming*(1%); 10. mengunduh film/video (0,16%); 11. mengunduh musik (0.01%)

5.2 Rekomendasi

Hasil penelitian standar kualitas layanan data pada jaringan bergerak seluler (*mobile data*) memberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. Banyaknya parameter kualitas diserahkan kepada kesepakatan antara regulator dan operator, penelitian ini merekomendasikan urutan prioritas parameter kualitas layanan *mobile data* untuk dipilih menjadi standar di Indonesia adalah sebagai berikut: 1.Kecepatan Koneksi, 2.Kecepatan aktivasi, 3. Pemberitahuan Sisa Kuota, 4.Kehandalan Jaringan, 5.Akurasi Kuota, 6.Kecepatan Perbaikan, 7. Kecepatan petugas menyelesaikan masalah, 8. Kemudahan menghubungi pusat layanan konsumen, 9.Kemampuan petugas menyelesaikan masalah, 10.Kecepatan menjawab ketika dihubungi dan 11.Perlunya kompensasi kerugian dari permasalahan konsumen.
2. Standar dari Nilai Sasaran (*target value*) direkomendasikan disesuaikan dengan hasil pengukuran terhadap kualitas layanan dari operator ***dengan mengacu pada hasil pengukuran tingkat kepuasan masyarakat yang dituliskan pada kesimpulan ini.*** 1. Jika tingkat kepuasan sudah baik, maka *target value* ditetapkan sesuai hasil pengukuran kualitas layanan operator, 2. Jika tingkat kepuasan hampir baik, maka *target value* ditetapkan sedikit lebih tinggi sekitar 5 % dibanding hasil pengukuran kualitas layanan operator, dan 3. Jika tingkat kepuasan cukup, maka *target value* ditetapkan lebih tinggi 10 % dibanding hasil pengukuran kualitas layanan operator

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Y., Wu, K., & Zhang, Q. (2015). From QoS to QoE: A Tutorial on Video Quality Assessment. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 17(2), 1126–1165. <https://doi.org/10.1109/COMST.2014.2363139>
- ETSI. (2011). ETSI TS 102 250-2 V2.2.1 : Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation. Diambil 1 November 2016, dari http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102200_102299/10225001/02.02.01_60/ts_10225001v020201p.pdf
- Lingga Wardhana, D. (2014). *4G Handbook Bahasa Indonesia*.
- Pitoyo, A. (2013). Merger dengan XL, Kominfo resmi ambil 10 MHz frekuensi Axis.
- PTA. (2014). Broadband Quality of Service Standard. Diambil 11 November 2016, dari http://www.pta.gov.pk/bb_qos_regs_2014.pdf
- PT.XL AXIATA tbk. Laporan Keberlanjutan (2014).
- Puslitbang SDPPI Kemkominfo. (2015a). BUKU SAKU TEKNOLOGI SELULER_rev 28 Nov 2015.
- Puslitbang SDPPI Kemkominfo. (2015b). *Perkembangan Teknologi Seluler*.
- Sabina Barakovi, & Skorin-kapov, L. (2013). Survey and Challenges of QoE Management Issues in Wireless Networks, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/165146>
- Sanjaya, I. (2012a). Analisis Perbandingan Kualitas Pengalaman dengan Standar Kualitas Layanan bagi Pelanggan Seluler, *10*(10), 23–34.
- Sanjaya, I. (2012b). Analisis Perbandingan Kualitas Pengalaman dengan Standar Kualitas Layanan bagi Pelanggan Seluler. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, *10*(1), 23–34. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2012.100103>
- Shaikh, J., Fiedler, M., & Collange, D. (2009). Quality of Experience from user and network perspectives. *Annals of Telecommunications - Annales Des Télécommunications*, 65(1–2), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s12243-009-0142-x>
- Telkomsel. (2015). *Jumlah Pelanggan Layanan Data Telkomsel*.