

TEKNOLOGI 4G PADA JARINGAN GSM UNTUK KEBUTUHAN *MOBILE INTERNET* DI KOTA YOGYAKARTA

Bambang Wahyu Santoso¹, Catur Iswahyudi², Joko Triyono³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
bambangwahyu@xnetter.com¹, catur@akprind.ac.id², zainjack@gmail.com³

Abstract

The rise of 4G LTE networks with all the benefits can promise super-fast mobile data communications. Currently in Yogyakarta has been present 4G LTE technology that can be enjoyed by a few people, it is certainly affected by 4G device such a sim card 4G different sim cards 3G, data packets are used, a mobile device that supports 4G technology, as well as the area of coverage signal 4G uneven, to the area of signal coverage 4G in Yogyakarta city can be seen on the website of the network operator Indosat, and XL with coverage in the form of network points, but what about the location of base stations 4G on each network operator gsm, as well as the results of field testing on 4G signal quality in Yogyakarta. Surely this is a question of its own for some parties, who want speed internet at a faster devices using 4G signal. To answer these questions do research on signal quality 4G in Yogyakarta. With this research is expected that people who want to enjoy the services of 4G technology can determine the location of the nearest 4G base stations, the maximum distance 4G signal, optimal distance to be able to enjoy 4G services. and people can also knew the distribution pattern 4G signal in Yogyakarta city.

Keywords: 4G, GSM, 4G base stations, Mobile Internet, Yogyakarta.

Intisari

Lahirnya jaringan 4G LTE dengan segala kelebihanannya dapat menjanjikan komunikasi data bergerak super cepat. Saat ini di kota Yogyakarta telah hadir teknologi 4G LTE yang dapat dinikmati oleh beberapa kalangan, hal ini tentunya dipengaruhi oleh perangkat 4G seperti kartu sim 4G yang berbeda dengan kartu sim 3G, paket data yang digunakan, perangkat ponsel yang mendukung teknologi 4G, serta wilayah cakupan sinyal 4G yang belum merata, untuk wilayah cakupan sinyal 4G di kota Yogyakarta dapat dilihat pada website operator jaringan Indosat, dan XL dengan cakupan berupa titik jaringan, namun bagaimana dengan lokasi BTS 4G pada masing-masing operator jaringan gsm tersebut, serta hasil pengujian lapangan mengenai kualitas sinyal 4G di kota Yogyakarta. Tentunya hal ini menjadi pertanyaan tersendiri bagi sebagian pihak, yang menginginkan kecepatan internet pada perangkatnya lebih cepat menggunakan sinyal 4G. Untuk menjawab pertanyaan tersebut dilakukanlah penelitian mengenai kualitas sinyal 4G di kota Yogyakarta. Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat yang ingin menikmati layanan teknologi 4G dapat mengetahui lokasi BTS 4G terdekat, jarak maksimal sinyal 4G, jarak optimal untuk dapat menikmati layanan 4G, dan masyarakat juga dapat mengetahui pola sebaran sinyal 4G di wilayah kota Yogyakarta.

Kata kunci: 4G, GSM, BTS 4G, Mobile Internet, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Lahirnya jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) dengan segala kelebihanannya dapat menjanjikan komunikasi data bergerak super cepat. Untuk dapat menikmati layanan 4G di beberapa titik 4G, masyarakat dapat menukarkan kartu sim 3G milik mereka dengan kartu sim khusus 4G bernama USim, bentuk kartu sim 3G dengan USim 4G sama, bedanya hanya pada teknologi yang tertanam di dalamnya saja. Di banyak Negara, *scenario* paling ideal dalam menggelar jaringan generasi keempat adalah pada frekuensi 1800MHz dengan menggusur secara perlahan jaringan GSM (2G). sementara jaringan 3G menempati frekuensi 2100MHz dan secara perlahan pula diterapkan pola *dual band* di frekuensi 900MHz. Kendala lain yang terkait dengan teknologi 4G tersebut adalah belum meratanya wilayah yang tercover jaringan 4G, di wilayah kota Yogyakarta sendiri sudah terdapat jaringan 4G di beberapa titik, belum meratanya jaringan 4G tersebut menjadikan pengguna yang ingin merasakan jaringan 4G harus mendatangi titik-titik yang sudah ter-cover jaringan 4G, titik jaringan 4G tersebut telah tersedia pada masing-masing *website* operator jaringan seluler, kendala lainnya adalah masih sedikitnya

device yang mendukung jaringan 4G dan perbedaan jenis kartu sim antara 3G dan 4G. Belum adanya penelitian yang membahas mengenai teknologi 4G di daerah Yogyakarta juga menyebabkan timbulnya pertanyaan di masyarakat mengenai hasil pengukuran kuat sinyal dan kualitas sinyal serta kesiapan menyambut hadirnya teknologi 4G di kota Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana cakupan sebaran sinyal 4G, serta kualitas sinyal pada masing-masing lokasi tersebut. Untuk pembahasan selanjutnya sebutan untuk *Long Term Evolution* dapat disingkat menjadi LTE saja.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang dibahas adalah mengenai teknologi 4G pada jaringan GSM untuk kebutuhan *mobile internet* di kota Yogyakarta, dengan metode *drive test* menggunakan *server* dan komputer lokal melalui pengujian beban sehingga didapatkan hasil berupa, kuat sinyal, *speed upload, download, peak send rate* dan *throughput*.

Untuk menghindari pembahasan yang meluas, maka batasan masalah dalam menyelesaikan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam pembahasan skripsi ini menggunakan teknologi *Virtual Server*, yakni dengan menyewa *server* yang berlokasi di luar negeri, *server* tersebut digunakan sebagai media monitoring lalu lintas data dalam pengujian jaringan 4G.
2. Pada pengujian hanya menggunakan operator jaringan GSM pada jaringan 3G dan 4G saja.
3. Dalam tahap pengujian digunakan dua operator jaringan, dikarenakan keterbatasan perangkat 4G yang digunakan hanya mendukung dua operator saja.
4. Dikarenakan keterbatasan alat penelitian, maka frekuensi sinyal 4G yang diteliti hanya pada frekuensi 900Mhz saja.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sejauh mana cakupan sebaran sinyal 4G, serta kualitas sinyal pada masing-masing lokasi tersebut.
2. Melakukan pengujian cakupan sinyal di beberapa titik yang sudah ter-cover jaringan 4G di wilayah kota Yogyakarta

Melakukan analisa sejauh mana sebaran sinyal 4G serta untuk mengetahui kualitas sinyal pada masing-masing lokasi pengujian.

Manfaat penulisan tugas akhir skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang keberadaan sinyal 4G di wilayah kota Yogyakarta beserta kualitas sinyal pada lokasi yang diteliti.
2. Sebagai sumber informasi baru mengenai perkembangan teknologi.

Sebagai sumber dan bahan referensi bagi seluruh mahasiswa Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang berminat dan tertarik untuk mempelajari dan mengkaji mengenai teknologi 4G.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melaksanakan penelitian ini digunakan beberapa referensi yang berhubungan dengan objek penelitian terutama dari penelitian-penelitian sebelumnya. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan Suyuti (2011), penelitian tersebut membahas mengenai teknologi LTE (*Long Term Evolution*) dan sejarahnya, namun penelitian tersebut masih kurang mengena dikarenakan belum adanya dasar hukum Negara Indonesia yang terkait dengan pengadaan frekuensi dan jaringan 4G.

Penelitian lain yang masih berkaitan dengan bahasan pertama diatas adalah penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2012), penelitian tersebut membahas mengenai arsitektur dan algoritma teknologi 4G dan rancangan jaringan 4G, di dalam penelitian tersebut belum banyak teori mengenai teknologi jaringan 4G, oleh karenanya diperlukan pustaka lain untuk melengkapi penelitian mengenai jaringan 4G yang dilakukan di kota Yogyakarta.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Fauzi (2012), dalam penelitiannya dibahas mengenai kelebihan dan kelemahan jaringan 4G LTE di Indonesia, pada penelitian tersebut telah disebutkan beberapa dasar hukum, yang berupa undang undang pemerintah yang mengacu pada jaringan 4G LTE di Indonesia.

Penelitian berikutnya yang digunakan sebagai bahan pustaka adalah penelitian mengenai Perkembangan Jaringan Nirkabel yang dilakukan oleh Hamzah (2012), di dalam penelitiannya dibahas mengenai jaringan sejarah wireless teknologi 1G, 2G, 3G, dan 4G.

Pustaka lain yang digunakan sebagai bahan referensi adalah penelitian yang dilakukan oleh Wardhana (2014), pada penelitiannya yang tertulis di buku *4G Handbook* Edisi Bahasa Indonesia, dalam bukunya tersebut banyak dibahas mengenai jaringan 2G, 3G, dan 4G LTE serta sekilas membahas tentang teknologi generasi selanjutnya yakni teknologi 5G, namun tentunya teknologi tersebut masih dalam tahap pengembangan dan penelitian lebih lanjut, pada buku tersebut juga terdapat pembahasan dan hasil *drive test* jaringan menggunakan perangkat lunak, namun perangkat lunak yang digunakan sebagai bahan uji pada buku tersebut mengacu pada perangkat lunak Windows dan tidak kompatibel dengan sistem operasi bebas atau *open source*.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka penelitian mengenai Teknologi 4G Pada Jaringan GSM Untuk Kebutuhan *Mobile Internet* Di Kota Yogyakarta, memungkinkan untuk dijadikan penelitian dengan adanya media *drive test* menggunakan *server* di Negara yang berbeda sebagai media monitoring, serta menggunakan perangkat lunak yang kompatibel dengan sistem operasi bebas atau *open source*. Selain menggunakan metode tersebut, penelitian yang dilakukan juga menggunakan perangkat lunak bebas yang terpasang pada laptop yang digunakan sebagai media *drive test* jaringan 4G LTE. Media *drive test* yang digunakan diharapkan dapat memberikan data jaringan 4G LTE pada kota Yogyakarta secara lebih spesifik.

Internet adalah sekumpulan jaringan yang tersebar di seluruh dunia yang saling terhubung membentuk suatu jaringan komputer besar (Tanenbaum & Wetherall, 2011). Secara gambaran Jaringan komputer tersebut saling terhubung menggunakan standar sistem global *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite* (TCP/IP) sebagai protokol pertukaran paket (*packet switching communication protocol*) untuk melayani miliaran pengguna di seluruh dunia. Internet juga merupakan kumpulan jaringan komputer yang berbeda-beda dan saling berhubungan di seluruh dunia. Semua komputer itu dihubungkan Internet agar dapat berkomunikasi satu sama lain dengan menggunakan TCP/IP.

Teknologi 4G adalah Istilah dari bahasa *Inggris: fourth-generation technology*. Istilah ini digunakan untuk menjelaskan pengembangan teknologi telepon seluler. Sistem 4G akan dapat menyediakan solusi *IP* yang komprehensif dimana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan dimana saja, pada rata-rata data lebih tinggi dari generasi sebelumnya. Belum ada definisi *formal* untuk 4G. Bagaimanapun, terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G, yakni: 4G merupakan sistem berbasis *IP* terintegrasi penuh. Perkembangan Jaringan Nirkabel (Hamzah, 2012).

Sampai saat ini teknologi telekomunikasi seluler sudah sampai pada generasi keempat (4G). Tabel 1 menjelaskan bagaimana perkembangan operator telekomunikasi seluler di Indonesia. Di Indonesia sampai saat ini telah beroperasi 10 operator seluler. Beberapa operator menggunakan teknologi jaringan GSM dan beberapa operator lain menggunakan jaringan CDMA. Pada tabel 1 menunjukkan operator-operator seluler di Indonesia dan teknologi seluler yang digunakan. Penelitian tersebut telah tercantum dalam buku *4G Handbook* Edisi Bahasa Indonesia (Wardhana, 2014).

Hingga tahun 2013 operator dengan teknologi GSM lebih menguasai pasar dibandingkan operator dengan teknologi CDMA. Pangsa pasar terbesar dikuasai oleh tiga operator dengan teknologi GSM, yaitu Telkomsel, Indosat, dan XL Axiata.

Tabel 1 Operator telekomunikasi di Indonesia tahun 2013

Operator	Produk	Jaringan
Bakrie Telecom	Esia	CDMA 800Mhz
Hutchison	3	GSM
Indosat	IM3, Indosat Matrix, Indosat Mentari	GSM
	StarOne	CDMA 800Mhz
Mobile-8	Fren, Mobi, dan Hepi	CDMA 800Mhz
Natrindo	Axis	GSM
Sampoerna	Ceria	CDMA 450Mhz
Smart Telecom	Smart	CDMA 1.900Mhz
Telkom	Flexi	CDMA 800Mhz
Telkomsel	Kartu AS, Kartu HALO, dan Simpati	GSM
XL Axiata	XL	GSM

LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Jaringan antarmuka-nya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. LTE 4G juga diyakini mampu meningkatkan utilisasi teknologi yang telah ada sehingga dapat menekan biaya yang dibutuhkan untuk penerapannya.

Perubahan signifikan dibandingkan standar sebelumnya meliputi 3 hal utama, yaitu *air interface*, jaringan radio serta jaringan *core*. Di masa mendatang, pengguna dijanjikan akan dapat melakukan *download* dan *upload* video *high definition* dan konten-konten media lainnya, mengakses e-mail dengan *attachment* besar serta bergabung dalam video *conference* dimanapun dan kapanpun.

LTE juga secara dramatis menambah kemampuan jaringan untuk mengoperasikan fitur *Multimedia Broadcast Multicast Service* (MBMS), bagian dari 3GPP Release 6, dimana kemampuan yang ditawarkan dapat sebanding dengan DVB-H dan WiMAX. LTE dapat beroperasi pada salah satu pita *spektrum* seluler yang telah dialokasikan, yang termasuk dalam standar IMT-2000 (450, 850, 900, 1800, 1900, 2100 MHz) maupun pada pita *spektrum* yang baru seperti 700 MHz dan 2,5 GHz.

Beberapa kelebihan lainnya dari LTE 4G ialah ;

1. Tingkat *download* sampai dengan 299.6 Mb/s dan tingkat *upload* hingga 75.5 Mb/s tergantung pada katrgori perangkat yang digunakan.
2. Peningkatan dukungan untuk mobilitas, sebagai contoh dukungan untuk terminal bergerak hingga 350km/jam atau 500 km/jam tergantung pita frekuensi
3. Dukungan untuk semua gelombang frekuensi yang saat ini digunakan oleh sistem IMT dan ITU-R
4. Di daerah kota dan perkotaan, frekuensi *band* yang lebih tinggi (seperti 2.6 GHz di Uni Eropa) digunakan untuk mendukung kecepatan tinggi *mobile broadband*.
5. Dukungan untuk MBSFN (*Multicast Broadcast Single Frequency Network*). Fitur ini dapat memberikan layanan seperti *Mobile TV* menggunakan infrastruktur LTE, dan merupakan pesaing untuk layanan DVB-H berbasis siaran TV.

Menurut penelitian yang berjudul Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia (Fauzi, 2012) bahwa generasi teknologi Telekomunikasi terakhir yang dapat digunakan warga di Indonesia baru hanya sebatas pada generasi 3.5G dan belum dapat menggunakan secara maksimal dari layanan generasi 4G khususnya untuk teknologi *Long Term Evolution* (LTE). Berdasarkan tinjauan pustaka menyebutkan ada beberapa penyebab layanan dari generasi 4G tersebut belum dapat kita gunakan, penyebab-penyebab yang paling sering dibahas oleh media maupun oleh para ahli di bidang ini ialah dalam aspek Regulasi, dan *Hardware* serta *Software* pendukung.

Regulasi memegang peranan yang paling dalam bisnis telekomunikasi. Ada banyak aspek regulasi yang mempengaruhi pertumbuhan bisnis telekomunikasi bergerak pita lebar seperti ketersediaan *spektrum* frekuensi, tarif, interkoneksi, konten, dan penomoran. (Wibisono dan Hutomo, 2010)

Regulasi yang berkaitan dengan masalah pengadaan jaringan LTE ini ialah berkaitan dengan regulasi frekuensi. Frekuensi merupakan sumber daya yang terbatas, oleh karena itu pemanfaatannya harus untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Berikut ini daftar regulasi telekomunikasi di Indonesia. Referensi diambil dari website Ditjen Postel (sekarang Ditjen Pos dan Penyelenggaraan Informatika) Kementerian Kominfo. Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah atau regulasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Undang -UndangNo.36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi
- b. PP No.52 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi Jaringan Telekomunikasi.
- c. Kepmenhub No. 20 Tahun 2001 Penyelenggaraan Jaringan Telekomunikasi.

Pemerintah sudah memberikan jatah frekuensi kepada MNC Skyvision (Indovision), perusahaan televisi berbayar sebesar 2.6Ghz yang baru diberikan 150MHz dan belum digunakan sepenuhnya. Sedangkan untuk frekuensi rendah yang bisa digunakan oleh LTE adalah 900Mhz.

Di Indonesia *hardware* berupa teknologi dari LTE sendiri yang telah di uji coba oleh beberapa operator di Indonesia bukanlah merupakan teknologi standard dari LTE 4G yang sebenarnya. Teknologi yang telah diuji coba di Indonesia merupakan LTE release – 8 yang mana teknologi tersebut hanya masih memenuhi spesifikasi 3GPP (*Third Generation Partneurship Project*) dan belum memenuhi spesifikasi standar IMT-*advanced*. Selain itu, menurut *Division Head Public Relation* Indosat Bapak Djarot Handoko pada salah satu media cetak mengatakan perluasan teknologi 4G di Indonesia masih terkendala terbatasnya modem pendukungnya. "Modem untuk 4G masih sangat terbatas dan infrastruktur yang mendukung 4G belum merata di seluruh Indonesia. "Seperti 3G, saat awal belum banyak perangkat yang mendukung, seiring bertambahnya permintaan maka perangkat itu akan muncul dengan sendirinya," Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia (Fauzi, 2012)

Data *transfer* merupakan proses pengiriman dan penerimaan data dari dua atau lebih *device* (komputer / laptop, dan alat komunikasi lain) yang dalam penyampaiannya membutuhkan *medium* sebagai pembawa sinyal (*carrier*). Data *transfer* adalah jumlah data yang dikeluarkan oleh *device* untuk *device* lainnya yang diukur dalam *byte*, *kilobyte*, *megabyte*, *gigabyte*. Tabel 2 menunjukkan satuan kecepatan transfer data. Desain *Virtual Privat Network* (VPN) *Server* (Santoso, 2011)

Tabel 2. Kecepatan Transfer Data

Kecepatan	Simbol	Keterangan	Aplikasi
1.000 <i>bit/s</i>	1 <i>kbit/s</i> atau 1 <i>kbps</i>	1 <i>kilobit</i> atau seribu <i>bit</i> per detik	Rata-rata kecepatan internet <i>dial-up</i> di Indonesia sat ini adalah 56 <i>kbps</i> .
1000.000 <i>bit/s</i>	1 <i>Mbit/s</i> atau 1 <i>Mbps</i>	1 <i>megabit</i> atau sejuta <i>bit</i> per detik	Kecepatan transfer data komunikasi <i>wireless</i> pada 2.4Ghz adalah 2 <i>Mbps</i> , sedangkan kecepatan sebuah <i>switch</i> standar 100Mbps.
1000.000.000 <i>bit/s</i>	1 <i>Gbit/s</i> atau 1 <i>Gbps</i>	1 <i>gigabit</i> atau satu milyar <i>bit</i> per detik	Kecepatan sebuah <i>switch</i> dengan teknologi <i>Gigabit</i> adalah 1 <i>Gbps</i>
1000.000.000.000 <i>bit/s</i>	1 <i>Tbit/s</i> atau 1 <i>Tbps</i>	1 <i>terabit</i> atau satu triliun <i>bit</i> per detik	Belum ada

Throughput adalah kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam *bps*. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Analisis QOS (*Quality Of Service*) Pada Jaringan Internet (Yanto, 2013).

Tabel 3 Kategori Throughput menurut TIPHON

Kategori	Throughput	Index
Sangat Bagus	100%	4
Bagus	75%	3
Sedang	50%	2
Jelek	<25%	1

Persamaan perhitungan throughput :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}} \quad (i)$$

Bandwidth adalah luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam *medium* transmisi. Dalam kerangka ini, bandwidth dapat diartikan sebagai perbedaan antara komponen sinyal frekuensi tinggi dan sinyal frekuensi rendah. Frekuensi sinyal diukur dalam satuan *Hertz*. Di dalam jaringan komputer, *bandwidth* sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan transfer data (*transfer rate*) yaitu jumlah Jenis *bandwidth* ini biasanya diukur

dalam *bps (bits per second)*. Ada kalanya juga dinyatakan dalam *Bps (bytes per second)*. Analisis QOS (*Quality Of Service*) Pada Jaringan Internet (Putri, 2012).

Peak data rate atau bisa disebut dengan *peak send rate* adalah kecepatan transfer data tercepat untuk perangkat, biasanya tersedia dalam ledakan singkat selama kegiatan transfer, dan tidak berkelanjutan untuk jangka waktu yang lama. (<http://www.sweetwater.com/>).

Kualitas sinyal menentukan handal tidak nya suatu *WiFi*. Semakin kuat sinyal maka semakin baik dan handal konektivitas nya. Sinyal pada *WiFi* ditunjukkan dengan besaran dBm yaitu satuan level daya dengan referensi daya 1 mW = 10-3 Watt.

Rentang kuat sinyal pada *WiFi* yaitu antara -10 dBm sampai kurang lebih -99 dBm dimana semakin nilai nya mendekati positif maka semakin besar kuat sinyal nya. Kuat sinyal dapat dikategorikan berdasarkan kualitas nya, Evaluasi Daya Terima Sinyal 3G (Munardi, 2013). performansi standarisasi nilai RSCP WCDMA PT Telkomsel sebagai berikut :

- a. *Excellent (green)*: -57 to -10 dBm (75 - 100%)
- b. *Good (green)*: -75 to -58 dBm (40 - 74%)
- c. *Fair (yellow)*: -85 to -76 dBm (20 - 39%)
- Poor (red)*: -95 to -86 dBm (0 - 19%)

PEMBAHASAN

Untuk mengetahui suatu sistem berfungsi atau tidak perlu dilakukan pengambilan sampel, untuk memudahkan pengambilan data pada titik yang valid, langkah pertama adalah melakukan wawancara dengan pihak operator jaringan gsm masing masing, dari hasil wawancara tersebut didapatkan informasi mengenai lokasi titik-titik 4G, dengan jumlah titik 4G indosat sebanyak 4 titik dan xl 20 titik, lokasi titik 4G XL yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 4. titik 4G XL berjumlah lebih banyak dari indosat, lokasi titik 4G Indosat yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 5 dari hasil wawancara tersebut juga didapatkan informasi bahwa syarat untuk dapat menikmati jaringan 4G adalah dengan berada di lokasi yang ter-cover jaringan 4G, memiliki perangkat yang support 4G, memiliki kartu sim khusus 4G dan mengaktifkan paket internet 4G.

Tabel 4 Lokasi titik 4G XL

No	Lokasi titik 4G XL	No	Lokasi titik 4G XL
1	Babarsari Timur	11	Klitren
2	Pugeran	12	Malioboro
3	Timoho	13	Wirobrajan
4	Condong Catur	14	Sorosutan
5	Kricak	15	Banguntapan
6	Sinduaji	16	Gondomanan
7	Berbah	17	Seturan UPN
8	Jetis	18	Sonosewu
9	Terban	19	Mandala Krida
10	Demangan	20	Soepomo Muja Muju

Tabel 5 Lokasi titik 4G Indosat

No	Lokasi titik 4G Indosat
1	Ambarukmo Plaza
2	UGM
3	Gallery Indosat
4	Seputaran Malioboro

Dikarenakan titik 4G indosat lebih sedikit, maka penelitian dilakukan di 4 lokasi tersebut, perlu diketahui bahwa 4G indosat seluruhnya memiliki frekuensi di 900Mhz, sedangkan 4G XL sebanyak 13 lokasi BTS dan memiliki dua frekuensi, yakni 900Mhz dan 1800Mhz, peralatan jaringan yang digunakan berupa modem huawei E8278 sudah support 4G LTE di frekuensi 900Mhz, dan 1800Mhz, namun antena yagi yang dipakai sebagai media penelitian hanya dapat menangkap frekuensi di 900Mhz, mayoritas titik 4G XL ada pada

frekuensi 900Mhz, hanya satu lokasi saja yang mempunyai frekuensi 1800Mhz, dan lokasi tersebut ada pada titik Seturan UPN, dikarenakan terdapat kendala tersebut jadi penelitian hanya dapat dilakukan pada frekuensi 900Mhz saja. Dari hasil pengamatan lapangan tersebut, maka tahap selanjutnya adalah menentukan lokasi BTS 4G dari masing-masing operator jaringan gsm di kota Yogyakarta, dalam hal ini diperlukanlah peran antena yagi sebagai media dalam melakukan *pointing*, metode ini dilakukan dengan cara menebak posisi BTS 4G dengan menggunakan peralatan berupa modem 4G dan antena yagi yang terpasang pada modem tersebut, pengujian dilakukan pada titik jaringan 4G yang didapatkan melalui tanya jawab dengan pihak operator jaringan, dan mengunjungi situs website masing-masing operator jaringan, pengujian dilakukan dengan cara memutar antena yagi yang terpasang pada modem dan terkoneksi dengan aplikasi bawaan modem dan aplikasi mdma, apabila pada aplikasi modem tersebut menunjukkan jumlah bar sinyal yang kuat, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan aplikasi mdma guna melihat informasi dbm dari sinyal operator yang digunakan, setelah didapatkan arah BTS yang sinyalnya kuat, maka tahap selanjutnya adalah menjalankan aplikasi opensignal untuk melihat posisi BTS yang cocok berdasarkan arah antena modem, informasi lokasi BTS yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut kemudian ditandai guna pengambilan data sinyal 4G berikutnya. Dikarenakan rentang jarak satu BTS 4G tanpa antena maksimal adalah 1 kilometer, maka penelitian dilakukan pada jarak 500 meter dan 1 kilometer, sedangkan jika menggunakan antena adalah 5 kilometer, dengan masalah jarak tersebut, maka pengambilan dengan antena dan tanpa antena dilakukan dengan jarak 500 meter dan 1 kilometer, perlu diketahui bahwa sinyal 4G dari masing-masing BTS adalah membentuk seperti payung, jadi satu BTS 4G dapat menghasilkan beberapa titik 4G yang jangkauannya 1 kilometer, apabila pengukuran dilakukan terlalu dekat dengan BTS kecepatan internet yang dihasilkan tidak maksimal, dikarenakan area tersebut bisa dikatakan sebagai area *blankspot*, mengenai penggunaan antena saat proses pengambilan data dikarenakan jarak tembak antena dengan BTS adalah lurus dan terpusat pada satu arah saja, sedangkan jika menggunakan modem arah tembak modem adalah menyebar dengan titik pusat pada modem tersebut. Lokasi 16 BTS 4G XL dan 4 BTS 4G Indosat yang dimaksudkan diatas ditunjukkan pada tabel 6

Tabel 6 Lokasi BTS 4G XL dan Indosat yang di uji

No	Lokasi	Operator
1	Ambarukmo Plaza	Indosat
2	UGM	Indosat
3	Gallery Indosat	Indosat
4	Malioboro	Indosat
5	Ringroad	XL
6	Jalan Magelang	XL
7	Terban	XL
8	Malioboro	XL
9	Sayidan	XL
10	Alun-Alun Utara	XL
11	Sorosutan	XL
12	Wirobrajan	XL
13	Kridosono	XL
14	Timoho	XL
15	Gedong Kuning	XL
16	Gallery XL	XL

Hasil Pengujian

Hasil pengujian sistem monitoring dari segi *server* adalah berbentuk grafik dan *ip address* yang didapatkan dari aplikasi BandwidthD, pengujian ini dilakukan dengan menguji paket yang terpasang pada *server* dan pada *client*, pengujian *traffic* dan *throughput* dilakukan dengan melakukan *download file* sebesar 100Mb dalam format zip pada *server2*, dengan menggunakan antena dan tanpa antena, hasil dari masing-masing pengujian akan terekam pada aplikasi bandwidthd pada *server*, berdasarkan penelitian di lapangan dengan aplikasi bandwidthd, paket sebesar 100Mb yang di unduh dapat dibagi menjadi beberapa *ip* penyokong dari satu operator, ditemukan pula pada beberapa lokasi paket 100Mb hanya disokong dengan satu *ip* saja. Dengan pengujian unduh dari *server 2* didapatkan hasil berupa *speed upload, download, data*

sent dan *peak send rate* dari file yang diunduh dengan jarak 1 kilometer tanpa antena pada BTS Indosat 4G UGM dengan longitude dan latitude BTS -7.7733249555,110.379892741, pengujian dilakukan pada jam kantor, yakni jam 08.00 – 16.00 wib,

Analisis Data

Analisis data merupakan hasil dari penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel pada bagian lampiran, dengan metode penelitian sama seperti yang telah disebutkan diatas, didapatkan hasil untuk menjawab hipotesa mengenai kuat lemah sinyal 4G, dan hubungannya dengan peralatan, jarak serta waktu konsumsi. Beberapa hipotesa mengenai sinyal 4G tersebut adalah sebagai berikut

1. Adakah hubungan antara penggunaan media uji berupa antena dengan kualitas sinyal, yang dalam hal ini adalah *dbm*, *speed upload*, *download*, dan *peak send rate*. Jawaban untuk hipotesa tersebut ditunjukkan pada tabel 7 dan tabel 8
- 2.

Tabel 7 Hubungan penggunaan antena dan tanpa antena jarak 500 meter

No	Lokasi	Operato r	Dengan Antena					Tanpa Antena				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	Ambarukmo	Indosat	63	170	410	62	43.5	73	100	230	28.	28.4
2	UGM	Indosat	57	150	230	33.8	31.3	67	100	160	24.	22.1
3	Galeri Indosat	Indosat	59	160	380	52.4	40	71	100	260	27.	24.3
4	Malioboro	Indosat	67	140	320	51.2	40	69	100	180	24.	23.5
5	Ringroad	XL	60	150	250	58.1	32.3	63	100	195	23.	23.4
6	Jalan Magelang	XL	67	120	200	49.7	39.2	72	110	150	28.	23.8
7	Terban	XL	74	100	150	20.2	33.3	83	100	140	15.	24.2
8	Malioboro	XL	42	180	480	60	75.8	56	130	270	21	38.9
9	Sayidan	XL	69	100	230	41.2	41.5	73	915	160	24.	24.7
10	Alun-Alun Utara	XL	56	150	470	62.2	66.2	59	120	360	40.	28.4
11	Sorosutan	XL	68	120	220	41.1	41.7	73	100	180	34.	25
12	Wirobrajan	XL	69	200	500	60.1	83.3	74	180	420	26.	65.4
13	Kridosono	XL	57	100	230	41.2	41.5	73	100	210	42.	31.7
14	Timoho	XL	60	150	250	58.1	32.3	71	120	200	21.	32.3
15	Gedongkuning	XL	60	100	160	18.2	25	67	100	150	18.	31.7
16	Galeri XL	XL	59	140	320	51.2	39.7	68	120	270	21.	30.7

Tabel 8 Hubungan penggunaan antena dan tanpa antena jarak 1 kilometer

No	Lokasi	Operato r	Dengan Antena					Tanpa Antena				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	Ambarukmo	Indosat	75	120	200	42	29.4	83	920	170	18.	24.
2	UGM	Indosat	68	120	180	21.4	23.2	72	987	130	20.	17.
3	Galeri Indosat	Indosat	78	100	270	21.4	28.6	85	100	140	17.	18.
4	Malioboro	Indosat	70	110	160	20.5	28.6	73	100	130	20.	21.
5	Ringroad	XL	68	120	180	23.1	25	73	958	140	17.	17.
6	Jalan Magelang	XL	72	110	140	20.7	23.8	78	958	130	17.	18.
7	Terban	XL	83	100	110	14.2	23.3	85	100	120	15.	24.
8	Malioboro	XL	73	120	370	31	41.3	80	110	230	13.	32.
9	Sayidan	XL	72	100	160	22.2	29.4	75	911	120	18.	19.
10	Alun-Alun Utara	XL	75	135	320	31.2	28.5	79	110	310	40.	28.
11	Sorosutan	XL	73	100	180	21.4	32.3	73	100	150	12.	22.

12	Wirobrajan	XL	76	170	380	34.1	40.8	78	140	362	15,	28.
13	Kridosono	XL	70	917	180	20.2	32.3	73	100	210	42.	31.
14	Timoho	XL	60	120	210	24.1	29.4	64	914	180	18.	28.
15	Gedongkuning	XL	65	100	100	13.2	23.8	69	100	130	13.	22.
16	Galeri XL	XL	58	110	270	30.1	33.3	71	110	230	14.	28.

Keterangan Tabel :

- A : DBM
- B : *Speed Upload (Kbps)*
- C : *Speed Download (Kbps)*
- D : *Peak Send Rate (Kbps)*
- E : *Throughput (Kbps)*

Tabel 7 dan 8 dapat diartikan bahwa penggunaan antena dalam jarak 500 meter dan 1 kilometer mempengaruhi kuat sinyal dalam satuan dbm, dan mempengaruhi besarnya *peak send rate*, perbedaan penggunaan antena juga terlihat pada tabel IV.5 dengan jarak pengukuran sejauh 1 kilometer, pada tabel tersebut terlihat bahwa penggunaan antena sangat mempengaruhi kuat sinyal dan *peak send rate*, pengujian tanpa antena juga mempengaruhi *speed upload* dan *download* secara signifikan, namun pada jarak 1 kilometer tersebut masih mendapatkan sinyal 4G.

3. Adakah hubungan antara jarak pengujian dengan lokasi BTS terhadap kualitas sinyal, hipotesa tersebut telah dibuktikan pada tabel IV.4 dan IV.5 pada kolom pengujian 500 meter dan 1 kilometer tanpa antena, jarak pengujian mempengaruhi kualitas sinyal berupa dbm, *speed upload*, *download*, dan *peak send rate*. Mengenai jarak ideal untuk dapat menikmati jaringan 4G tanpa antena dapat dihitung dengan rumus $Jarak\ Ideal = \frac{Total\ Throughput\ di\ kedua\ Jarak}{Jarak\ Pengukuran\ Terjauh} \times 100Mb$ dari rumus tersebut jika diterapkan untuk masing-masing BTS yang belum diketahui tingginya, *bandwidth* paket yang digunakan adalah sebesar 100Mb, dengan jarak maksimal daya pancar BTS 4G sejauh 1 kilometer, maka didapatkan jarak ideal untuk paket sebesar 100Mb tanpa antena adalah $Jarak\ Ideal = \frac{478.40169 + 384.3766}{1000\ Meter} \times 100Mb = 86.277829\ Meter$ dari BTS, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi BTS 4G dan besarnya paket yang diuji mempengaruhi jarak optimal antara BTS dengan penerima sinyal 4G, dikarenakan apabila BTS 4G semakin tinggi, maka, sinyal yang dipancarkan lebih lancar, karena tidak terhalang oleh bangunan dan pepohonan yang dapat mempengaruhi kekuatan sinyal 4G.

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan pengujian beban berupa file video, gambar, dan text dengan pengujian *download* per file dengan kriteria ukuran file sebagai berikut :

- a. Video berukuran 60Mb
- b. JPEG berukuran 10Mb
- c. Text berukuran 8Mb

Pengukuran tersebut diambil sampel lokasi BTS 4G secara acak pada kedua operator, dengan jumlah BTS masing-masing operator sejumlah tiga lokasi. Hasil dari pengujian beban tersebut ditunjukkan pada tabel 9 dan 10, pada tabel tersebut menunjukkan waktu maksimum, minimum dan rata-rata waktu dalam satuan menit dari keenam BTS dengan menggunakan antena, tanpa antena, dan dengan jarak 500 meter dengan 1 kilometer dari BTS.

Tabel 9 Pengujian beban pada jarak 500 meter dengan antena

No	Type File	XL			INDOSAT			WAKTU		
		1	2	3	1	2	3	Min	Max	Rata
1	Video	1.02	0.54	1.00	1.05	0.56	1.00	0.54	1.02	1.02
2	JPEG	0.6	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	0.8	0.5
3	Text	0.5	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.2	0.5	0.4

Tabel 10 Pengujian beban pada jarak 500 meter tanpa antena

No	Type File	XL			INDOSAT			WAKTU		
		1	2	3	1	2	3	Min	Max	Rata

1	Video	1.14	0.59	1.10	1.16	1.00	1.05	0.59	1.16	1.06
2	JPEG	0.10	0.8	0.8	0.12	0.8	0.6	0.6	0.12	0.9
3	Text	0.7	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.7	0.5

Pada pengujian tersebut terlihat bahwa penggunaan antena berpengaruh terhadap waktu *download*, pengujian tersebut juga sama seperti pengujian beban dengan file zip, dengan waktu uji pada jam kerja, yakni pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00. pengujian selanjutnya masih sama seperti pada tabel 9. dan 10, namun pada pengujian ini dilakukan pada jarak 1 kilometer dari BTS 4G dengan menggunakan antena dan tanpa antena, hasil pengujian beban berupa video, gambar dan text ditampilkan pada tabel 11 dan 12.

Tabel 11 Pengujian beban pada jarak 1 kilometer dengan antena

No	Type File	XL			INDOSAT			WAKTU		
		1	2	3	1	2	3	Min	Max	Rata
1	Video	1.28	1.10	1.15	1.30	1.14	1.10	1.10	1.30	1.18
2	JPEG	0.15	0.14	0.13	0.15	0.14	0.13	0.13	0.15	0.14
3	Text	0.10	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.10	0.7

Tabel 12 Pengujian beban pada jarak 1 kilometer tanpa antena

No	Type File	XL			INDOSAT			WAKTU		
		1	2	3	1	2	3	Min	Max	Rata
1	Video	1.45	1.23	1.31	1.45	1.30	1.26	0.23	1.45	1.33
2	JPEG	0.26	0.24	0.27	0.25	0.26	0.24	0.24	0.27	0.25
3	Text	0.23	0.21	0.24	0.23	0.22	0.24	0.21	0.24	0.23

Pada hasil penelitian yang telah terlampir pada halaman lampiran, dapat dilihat bahwa penggunaan antena dapat meningkatkan kualitas sinyal, jika dihitung penggunaan antena dan tidak pada bagian kolom jumlah dbm terkecil pada jarak 500 meter, maka 56dbm tanpa antena dikurangi dengan 42 dbm dengan antena, maka didapatkanlah hasil 14/100, atau 14 persen.

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan pengujian *wardriving*, menggunakan media *video streaming* dengan durasi 10 menit dan berjalan kaki sejauh 500 meter pada sekitaran lokasi BTS 4G di kota Yogyakarta, untuk mengetahui sebaran sinyal berdasarkan jumlah *request time out* menggunakan *command promp* (CMD), melalui uji ping ke DNS google pada sistem operasi windows. Hasil penelitian tersebut akan ditampilkan pada tabel 13.

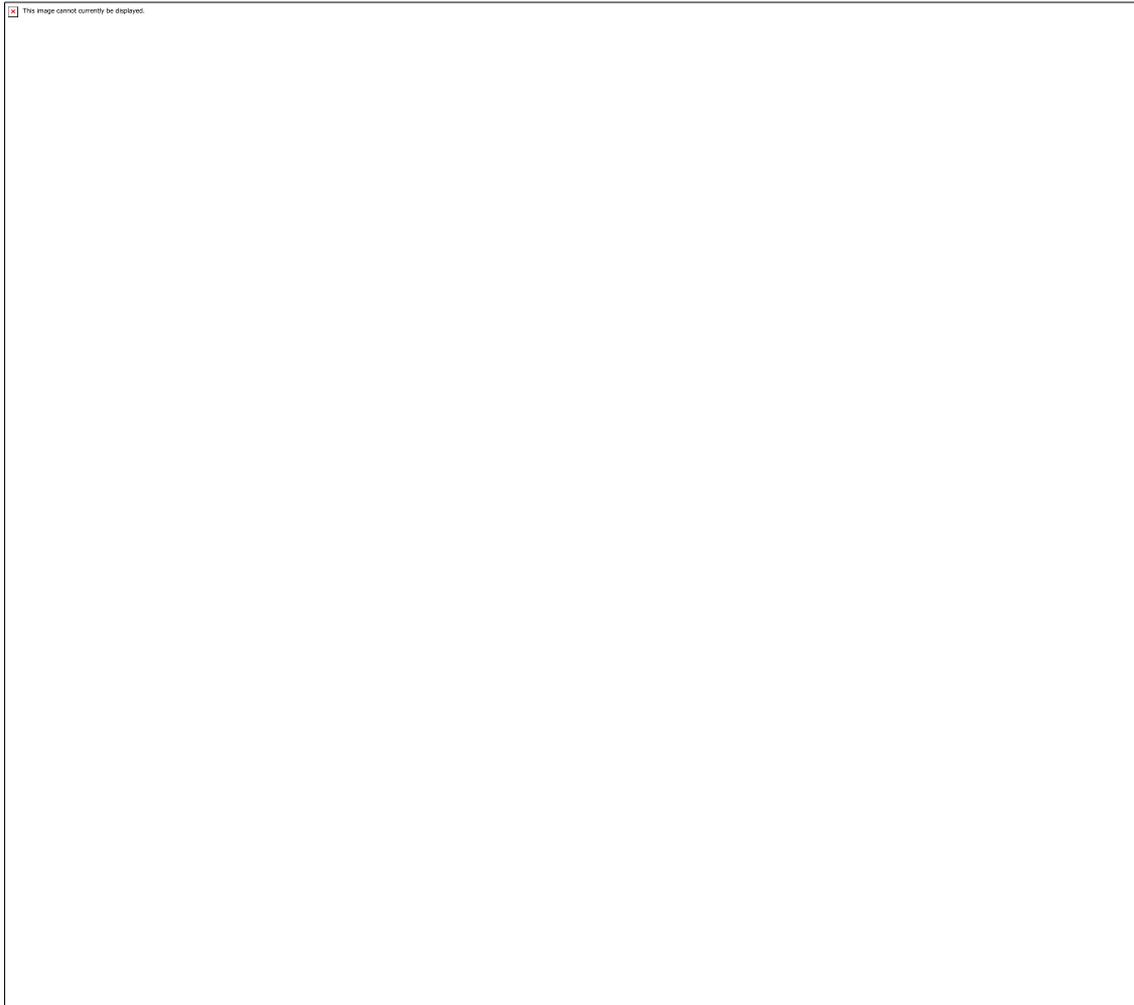
Tabel 13 Pengujian *Video streaming* dengan *ping test*

No	Lokasi Uji	Koordinat Uji (Lintang, Bujur)	Skala Kualitas
1	Jalan Denta	7*46'14.60"S 110*22'29.38"E	3
2	Jln. Karangmalang Blok A	7*46'18.08"S 110*23'12.58"E	2
3	Jalan Cendani V	7*46'33.34"S 110*23'40.75"E	2
4	Jalan Balirejo	7*47'47.69"S 110*23'47.67"E	3
5	Jalan Bimosari	7*48'19.51"S 110*23'00.92"E	3
6	Jln. Panembahan Senopati	7*48'04.25"S 110*21'55.77"E	1
7	Jalan Bumijo	7*47'10.27"S 110*21'46.34"E	2
8	Jalan Blunyah Rejo	7*46'29.38"S 110*21'55.36"E	2

Keterangan skala kualitas sinyal berdasarkan jumlah *request time out* (RTO) pada *command promp* :

- 1 : 1-5 RTO (Kuat)
- 2 : 6-10 RTO (Sedang)
- 3 : 10-15 RTO (Lemah)
- 4 : 16-20 RTO (Sangat Lemah)

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sebaran sinyal 4G di wilayah pusat kota Yogyakarta lebih merata dibandingkan dengan di wilayah yang bukan pusat kota, sehingga wilayah sebaran sinyal 4G tersebut dapat digambarkan seperti suatu pola sebaran sinyal 4G, wilayah sebaran sinyal 4G tersebut dapat digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta sebaran BTS 4G XL dan Indosat di kota Yogyakarta

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Bab IV, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan dan implementasi sistem monitoring jaringan 4G telah sukses dilakukan, dengan menggunakan media *server* yang didukung oleh aplikasi monitoring didalamnya tanpa ada hambatan.
2. Kombinasi perangkat modem dan antena telah menghasilkan peningkatan daya tangkap sinyal 4G sebesar 14 persen.
3. Jarak optimal untuk dapat menikmati layanan 4G adalah sejauh 86 meter dari BTS 4G, dan jarak terjauh cakupan sinyal satu BTS 4G adalah 1 kilometer.
4. Secara teori setiap BTS memiliki daya tampung maksimal konsumen masing-masing, dari data yang telah terkumpul menyatakan bahwa provider internet XL lebih siap untuk menyambut hadirnya teknologi 4G, dikarenakan banyaknya BTS 4G XL di kota Yogyakarta, sehingga dapat lebih banyak menampung konsumen yang memiliki perangkat 4G.
5. Masih terkait dengan daya tampung BTS, dari data yang telah terkumpul menyatakan provider Indosat kurang siap untuk menyambut hadirnya teknologi 4G di kota Yogyakarta, dikarenakan kurangnya jumlah BTS 4G yang menyebabkan kurangnya daya jangkauan sinyal 4G kepada konsumen, kurangnya jumlah BTS juga berpengaruh terhadap sedikitnya daya tampung konsumen yang memiliki perangkat 4G dan ingin menikmati layanan 4G.
6. Jika dilihat dari hasil analisa terhadap cakupan sebaran sinyal 4G di kota Yogyakarta, bahwasannya daerah kota Yogyakarta belum siap untuk menyambut teknologi 4G, jika

dilihat dari jumlah BTS 4G dan belum meratanya sebaran sinyal 4G, serta kualitas jaringan 4G yang belum maksimal.

7. Jika dilihat sebaran sinyal 4G di wilayah pusat kota Yogyakarta lebih merata jika dibandingkan dengan di wilayah yang bukan pusat kota.
8. Dilihat dari segi perangkat dan harganya, baik harga perangkat 4G serta paket internet yang masih tergolong mahal, maka, masyarakat yang dapat menikmati layanan 4G juga belum banyak, seperti pengguna layanan 3G.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, F., 2012, Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia. Bandung : Institut Manajemen Telkom.
- Hamzah, M., 2012, Perkembangan Jaringan Nirkabel, Makalah Basic Computer, <http://www.scribd.com/doc/212210265/Makalah-Basic-Computer#scribd>
- Knowledge, R., 2010, Trik Memonitor Jaringan, PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Kuspriatni, L., 2013, Telekomunikasi dan Jaringan, Jakarta : Universitas Gunadarma
- Munardi, R., 2013, Evaluasi Daya Terima Sinyal 3G Pada Daerah Sub Urban Banda Aceh. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Patih, D.F.J., 2012, Analisa Perancangan Server VOIP (Voice Internet Protocol) Dengan Opensource Asterik Dan VPN (Virtual Private Network) Sebagai Pengaman Jaringan Antar Client. Lampung : Universitas Lampung.
- Pratama, F., 2012, Evaluasi Kinerja Sistem Komunikasi LTE Advanced dengan Relay Berbasis Orthogonal Resource Allocation Algorithm. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putri, N.T., 2012, Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet. Palembang : Universitas Bina Darma
- Santoso, R. (2010). Desain Virtual Private Network (VPN) Sever Sebagai Media Transfer DataStudi Kasus di PT. Grita Arta Kreamindo. Palembang: STMIK PalComTech Palembang.
- Setyawan, D., 2003, Teknologi Seluler CDMA dan GSM, PT. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Suyuti, S., 2011, Studi Perkembangan Teknologi 4G LTE dan WiMAX di Indonesia. Makasar : Universitas Muslim Indonesia.
- Tanenbaum, A., 2011, Computer Networks, Prentice Hall., United States of America
- Wardhana, L., 2014, 4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia, www.nulisbuku.com., Jakarta Selatan
- Wibisono., 2010., Mobile Broadband., Bandung : Informatika.
- Yanto., 2013, Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet. Tanjungpura : Universitas Tanjungpura.
- Anonim., Peak Data Rate / Peak Send Rate, <http://www.sweetwater.com/insync/peak-data-rate/> Diakses: 15 September 2015.