

EKSPLORASI MOBILE COMPUTING UNTUK KOMUNIKASI DATA

Andik Setyono¹, Erna Zuni Astuti²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Nakula I No. 1-11 Semarang, 50131, Telp. (024) 3517261
E-mail : andik.setyono@dsn.dinus.ac.id¹, ernazunias@yahoo.com²

Abstrak

Perangkat mobile mengalami perkembangan yang sangat pesat dan signifikan. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya smart phone atau telephone pintar yang membanjiri pasar dengan fitur yang sangat canggih. Banyaknya perusahaan yang memproduksi perangkat mobile dan berkembangnya teknologi mobile membuka peluang yang sangat lebar untuk penelitian tentang mobile computing. Dalam paper ini, kami mengeksplorasi tentang konsep mobile computing dan implementasinya untuk mendukung komunikasi data. Pembahasan dilakukan secara detail mulai dari konsep mobile computing sampai dengan implementasi dan pengembangannya di masa yang akan datang. Kami memberikan sebuah contoh implementasi mobile computing dengan mengembangkan aplikasi Multimedia Messaging Service (MMS) gateway untuk melakukan komunikasi multimedia. Kami berharap, paper ini dapat memberikan pengetahuan kepada para pembaca tentang konsep mobile computing yang diimplementasikan untuk mendukung proses komunikasi data beserta pengembangannya untuk membantu aktifitas manusia.

Kata Kunci: Mobile computing, komunikasi data, multimedia, MMS

Abstract

Mobile devices have been growing very fast and significant. This matter is proved by the increasing number of smart phone which flooded the market with highly advanced features. The number of companies that manufacture mobile devices and the development of mobile technology opens a wide opportunity for research on mobile computing. In this paper, we explore about mobile computing concept and their implementation for supporting data communication. The discussion is performed in detail starting from concept of mobile computing until their implementation and development in future. We present an example of the implementation of mobile computing by developing Multimedia Messaging Service (MMS) gateway application to perform mobile multimedia communication. We expected that this paper will contribute to give some knowledge to the reader about mobile computing concept and their implementation for supporting data communication and also their development for helping human activities.

Keywords: Mobile computing, Data communication, Multimedia, MMS

1. PENDAHULUAN

Komputasi bergerak (mobile computing) merupakan sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan aplikasi pada piranti berukuran kecil, portable, dan wireless serta mendukung komunikasi [1]. Mobile computing juga bisa diartikan sebagai sebuah teknologi yang memungkinkan transmisi data

melalui sebuah komputer tanpa harus dikoneksikan pada sebuah *fixed physical link* (wireless atau nirkabel) [2]. Dari istilah mobile computing tersebut dapat disimpulkan bahwa mobile computing merupakan sekumpulan operasi-operasi komputasi yang mengizinkan seorang user untuk mengakses informasi dari peralatan portable seperti notebook, PDA, mobile

phone, pemutar music, peralatan game portabel dan sebagainya, dimana dapat digunakan untuk mendukung komunikasi.

Mobile computing memiliki karakteristik bergerak dan dapat menjangkau area yang luas, sehingga pengguna bisa melakukan komunikasi atau transfer data kapan saja dan darimana saja. Kondisi ini sangat membantu para pengguna perangkat mobile (seperti mobile phone, smart phone dan PDA) untuk melakukan transaksi bisnis dengan dukungan mobile Internet yang menjadi salah satu fitur unggulannya. Perkembangan teknologi mobile computing juga didukung dengan adanya *wearable computer*, dimana istilah ini digunakan untuk menggambarkan suatu komputer yang “ditanamkan / *embedded*” di dalam sebuah peralatan yang dapat digunakan oleh manusia seperti jam tangan, kalung dan sebagainya [3]. Dengan adanya *wearable computer* ini, pengguna bisa melakukan komputasi dengan tidak terbatas jarak dan waktu.

Mobile computing mengalami perkembangan yang sangat pesat dan melalui beberapa tahapan. Pada 1800-an, mulai ditemukan teknologi listrik yang dapat membantu manusia melakukan komputasi dengan perangkat yang menggunakan sumber daya listrik. Kemudian satu abad berikutnya yaitu 1900-an, mulai dikenal adanya komputer pertama. Teknologi komputer ini juga mengalami perkembangan yang sangat pesat sampai kadang manusia tertinggal untuk update informasinya. Penggunaan komputer ini menjadi lebih bermanfaat dan berdaya guna tinggi dengan dikenalkannya jaringan komputer pada tahun 1969 oleh Arpanet. Jaringan komputer dengan media gelombang radio (wireless)

menjadikan komputasi bisa dilakukan secara mobile walau masih terkendala jarak yang masih terbatas. Jangkauan mobile computing menjadi lebih luas lagi setelah adanya teknologi satelit yang mulai dikembangkan antara tahun 1970-1980-an. Teknologi satelit ini terutama digunakan untuk militer, dunia penerbangan, penyiaran dan system pengawasan. Untuk saat ini teknologi satelit juga digunakan untuk *Global Positioning System* (GPS) yang dapat membantu manusia mengenali lokasi agar tidak tersesat. Bahkan di perangkat mobile (smart phone) juga sudah banyak yang dilengkapi dengan fasilitas Assisted-GPS (A-GPS) yang sangat berguna bagi penggunaannya sebagai system navigasi agar tidak tersesat.

Keberadaan mobile computing mengalami perkembangan yang sangat besar dengan adanya teknologi selular yang mulai dikembangkan pada tahun 1980. Untuk saat ini, mobile computing menjadi sebuah kebutuhan dimana jika tidak membawa perangkat mobile (hand phone atau smart phone), seseorang akan merasa tidak nyaman dan belum lengkap. Kedepannya, aplikasi yang biasanya dikembangkan untuk sebuah PC akan beralih pada perangkat mobile. Peluang penelitian terbuka sangat lebar pada area ini, apalagi jika ditambahkan sebuah sistem pintar untuk membantu menyelesaikan masalah sehari-hari.

Semua aktifitas yang menggunakan perangkat mobile bisa dikatakan bahwa seseorang tersebut sedang melakukan mobile computing. Kegiatan mobile computing tidak bisa dilepaskan dari kegiatan komunikasi. Dalam hal ini, komunikasi dapat menggunakan berbagai media, seperti teks, gambar, audio maupun video. Untuk media teks bisa menggunakan teknologi SMS yang

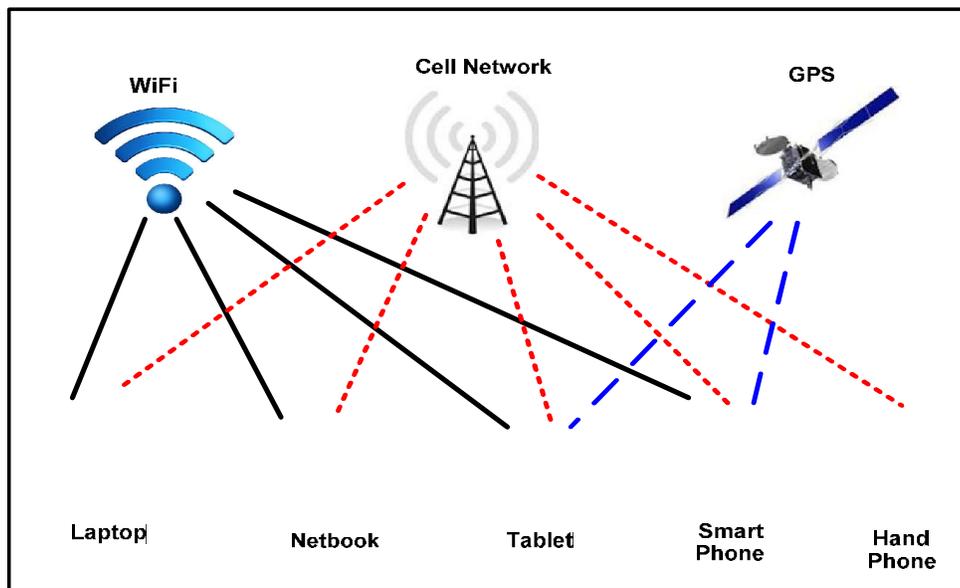
mengalami kesuksesan yang luar biasa sebagai teknologi penyampaian pesan elektronik. Dengan melakukan video calling, seseorang bisa melakukan mobile computing sebagai bentuk komunikasi mobile dengan media audio dan video files. Teknologi mobile computing untuk mendukung komunikasi menggunakan gelombang radio ini memiliki beberapa kelompok yaitu WiFi, Satelit dan Selular. Teknologi selular yang memiliki jangkauan yang luas, murah dan cukup menggunakan mobile phone untuk bisa memanfaatkan teknologi ini, membuat teknologi ini terus diminati pengguna dan paling populer. Banyak pengembang aplikasi yang mulai mengembangkan aplikasi mobile yang bisa diinstal di mobile phone atau smart phone.

Paper ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pembaca untuk mengetahui konsep dan perkembangan mobile computing dari awal penggunaan sampai sekarang untuk mempermudah aktifitas manusia. Kami

menfokuskan pembahasan mobile computing untuk mendukung komunikasi data yang dilakukan dengan perangkat mobile seperti smart phone dan notebook.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam implementasinya, mobile computing untuk mendukung komunikasi data dapat memanfaatkan beberapa teknologi seperti WiFi, cellular network maupun *Global Positioning System (GPS)*. Dengan menggunakan WiFi, perangkat laptop, netbook, tablet dan smart phone dapat dihubungkan sehingga komunikasi data dapat dilakukan antar perangkat mobile tersebut. Pemanfaatan cellular network dapat lebih leluasa dibandingkan dengan WiFi, dimana didukung oleh hampir semua perangkat mobile untuk melakukan komunikasi data. Dari segi jangkauan, GPS memiliki jangkauan yang paling luas. Hal ini karena Satelit GPS mempunyai konstelasi 24 satelit dalam enam orbit dimana setiap orbit



Gambar 1. Teknologi wireless dengan device dan jangkauanya

ditempati oleh 4 buah satelit dengan interval antara yang tidak sama [4].

Gambar 1 menggambarkan teknologi wireless dengan device yang dapat digunakan dan jangkauannya. Teknologi wireless telah dimanfaatkan oleh mobile computing berkaitan dengan mobilitas pengguna dan mobilitas perangkat.

Mobile computing menggunakan wireless communications untuk membangun aplikasi dan layanan. Gagasan wireless telah umum digunakan untuk merujuk ke layanan selular yang disediakan oleh *wireless service provider*. Smart phone merujuk pada kelas baru dari cell phone yang bisa memfasilitasi akses dan pengolahan data dengan komputasi power yang signifikan (tinggi). *Pervasive computing* merupakan suatu lingkungan dimana sejumlah teknologi digunakan dan menyatu di dalam objek dan aktivitas manusia sehari-hari, sehingga kehadirannya tidak dirasakan sebagai sesuatu yang khusus (spesial). Contoh paling sederhana adalah “telepon selular”. Setiap orang sudah tidak

melihatnya sebagai suatu perangkat khusus, tetapi itu adalah bagian dari setiap individu di dalam masyarakat modern. Penggunaan perangkat mobile dan mobile computing akan terus berkembang seiring dengan kebutuhan manusia yang selalu berinovasi dan aktif bergerak (mobile).

2.1 Teknologi Mobile

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sangat pesat. Teknologi yang banyak digunakan saat ini, kemungkinan tahun depan sudah mulai ditinggalkan dan berganti dengan teknologi lain yang lebih canggih. Hal ini semakin diperkuat dengan perkembangan teknologi selular yang mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan kemampuan dalam melakukan transfer data sampai dengan 11 Mbps. Komunikasi menggunakan kabel mulai ditinggalkan seiring dengan perkembangan wireless (nirkabel) terutama jaringan selular yang sangat pesat. Dengan menggunakan teknologi wireless ini, manusia tidak lagi bergantung pada teknologi ‘kabel’. Saat ini, keberadaan jaringan nirkabel telah

Tabel 1: Teknologi mobile, data rate, frekwensi dan maksimal jangkauan

Teknologi	Data Rate	Frekwensi	Maks Range
IrDA (<i>Infrared Data Association</i>)	4 Mbps	IR Spectrum	2 m
WLAN (<i>Wireless Local Area Network</i>)	54 Mbps	5.8 GHz	< 600 m
IEEE 802.11a	11 Mbps	2.4 GHz	
IEEE 802.11b	54 Mbps	2.4 GHz	
IEEE 802.11g			
MAN (<i>Metropolitan Area Network</i>)	< 75 Mbps	10 – 66 GHz	5 – 10 km
IEEE 802.16 (<i>line-of-sight</i>)	< 75 Mbps	2 – 11 GHz	
IEEE 802.16a (<i>non-line-of-sight</i>)	723 kbps	2.4 GHz	10 – 100m
Bluetooth IEEE 802.15 (<i>Personal Area Network</i>)	1 Mbps	2.4 GHz	< 40 m
Home RF (<i>Home Radio Frequency</i>)	9.6 kbps	900/1800/1900MHz	
Mobile Technology	171.2 kbps	900/1800/1900MHz	
GSM	384 kbps	900/1800/1900MHz	
GPRS	2 Mbps	1885 – 2200 MHz	
EDGE	11 Mbps	1885 – 2200 MHz	
3G / UMTS	200 Mbps	1885 – 2200 MHz	
HSDPA/HSUPA		3.5, 3.8 GHz	
LTE/WiMAX			

menggeser peranan jaringan berkabel. Jaringan nirkabel ini mengusung keunggulan dalam kepraktisan, efisiensi dan efektifitas, dan saat ini bisa dikatakan bahwa jaringan nirkabel telah berhasil memuaskan penggunanya. Teknologi mobile dapat dibedakan dengan melihat dari segi data rate, frekwensi dan maksimal jangkauannya seperti digambarkan pada Tabel 1.

Teknologi jaringan selular berevolusi dari analog menjadi sistem digital, dari *circuit switching* menjadi *packet switching*. Evolusi teknologi selular terbagi menjadi:

- a. 1G: AMPS (*Advanced Mobile Phone System*)
- b. 2G: GSM (*Global System for Mobile Communication*)
- c. 2.5G: GPRS (*General Packet Radio System*)
- d. 3G: UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)
- e. 3.5G: HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*)
- f. 4G: LTE (*Long Term Evolution*)

Untuk saat ini, Indonesia masih belum bisa menerapkan teknologi 4G. Hal ini karena belum ada regulasi resmi dari pemerintah. Pengaturan frekwensi akan dilakukan terlebih dahulu oleh pemerintah sebelum memperbolehkan teknologi 4G ini digunakan secara luas di Indonesia. Sedangkan untuk teknologi pada 3G dan 3.5G sudah bisa dinikmati oleh masyarakat luas. Hal ini diikuti oleh banyaknya penawaran oleh service provider untuk pelayanan data kepada masyarakat.

2.2 Alat Pengembang Mobile Computing

Ada beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengembangkan mobile computing seperti *Symbian*,

Android, *Blackberry*, dan *Windows Mobile*.

2.2.1 Symbian

Symbian merupakan sebuah sistem operasi dan platform software yang didesain untuk ponsel pintar dan saat ini diawasi oleh Nokia. *Symbian* adalah suksesor daripada *Symbian OS* dan Nokia Seri 60. Tidak seperti *Symbian OS*, yang membutuhkan beberapa sistem antarmuka pengguna [5], *Symbian* menyertakan sebuah komponen antarmuka pengguna berdasarkan S60 5th Edition. Versi terakhirnya yaitu *Symbian 3* sudah secara resmi dirilis pada kuartal 4 tahun 2010 lalu, pertama kali digunakan pada ponsel Nokia N8.

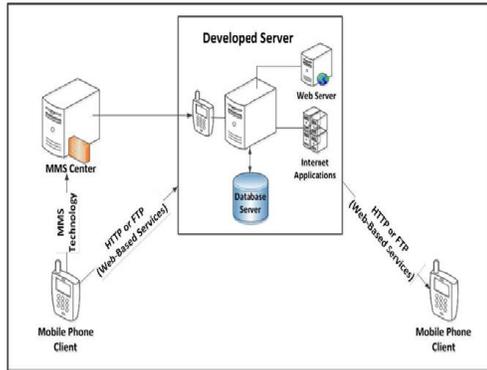
2.2.2 Android

Sebuah platform software dan sistem operasi untuk mobile device, based on *Linux kernel*. *Google Android* ini dikembangkan oleh *Google* dan dilanjutkan oleh *Open Headset Alliance* (OHA) [6]. Platform *Android* mengizinkan penulisan kode yang dikelola dalam bahasa *Java*. Peluncuran dari platform *Android* diumumkan pada 5 November 2007 dengan berdirinya OHA. Perkembangan dari *Android* sangat pesat ditandai dengan banyaknya versi *Android*. *Android 1.0/1.1* pertama kali muncul pada 22 Oktober 2008, kemudian disusul dengan *Android 1.5* (*Cupcake*), *Android 1.6* (*Donut*), *Android 2.1* (*Éclair*), *Android 2.2* (*Froyo*), *Android 2.3* (*GingerBread*), *Android 3.0* (*HoneyComb*), *Android 4.0* (*Ice Cream sandwich*), *Android 4.1* (*Jelly Bean*), *Android 4.2* (*Jelly Bean*), *Android 4.3* (*Jelly Bean*), *Android 4.4* (*Kitkat*). *Android 4.4* (*Kitkat*) akan diluncurkan pada akhir tahun 2013 ini.

2.2.3 Blackberry

BlackBerry merupakan perangkat selular yang memiliki kemampuan layanan push e-mail, telepon, sms, menjelajah internet, messenger dan berbagai kemampuan nirkabel lainnya [7].

Kemampuannya menyampaikan informasi melalui jaringan data nirkabel dari layanan perusahaan mobile phone hingga mengejutkan dunia, terutama di Asia seperti Indonesia, Malaysia dan Thailand.



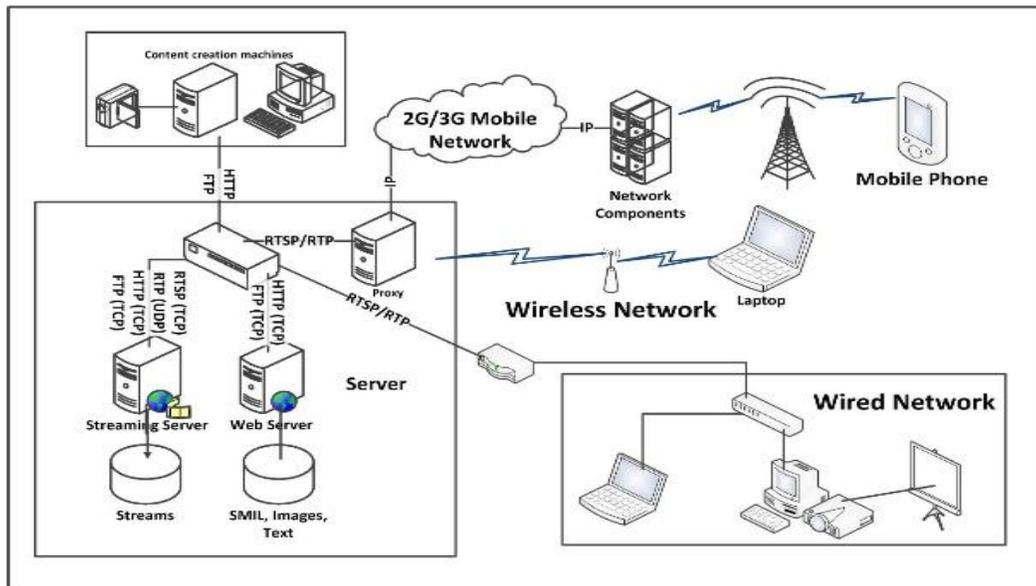
Gambar 2. Web-based protocols dan MMS protocol untuk mobile computing

Beberapa waktu lalu blackberry begitu fenomenal sampai menjadi suatu kebutuhan untuk fashion. *BlackBerry* pertama kalinya diperkenalkan pada tahun 1999 oleh perusahaan Kanada, *Research In Motion* (RIM).

2.2.4 Windows Mobile

Windows Mobile adalah sistem operasi yang kompak dikombinasikan dengan sederetan aplikasi dasar untuk ponsel berdasarkan Microsoft Win32 application programming interface (API). Perangkat yang menjalankan *Windows Mobile* termasuk Pocket PC, Smart phone, Portable Media Center, dan on-board komputer untuk beberapa mobile. Perangkat ini dirancang untuk menjadi agak mirip dengan Windows versi desktop. Selain itu, pihak ketiga pengembangan piranti lunak tersedia juga untuk Windows Mobile.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Mobile streaming pada jaringan

Dalam paper ini, kami mengusulkan komunikasi *mobile client-server*. Di sisi client baik pengirim maupun penerimanya menggunakan perangkat mobile seperti handphone atau smart phone. Di sisi server terdiri dari berbagai macam aplikasi baik desktop maupun Internet yang digunakan untuk menerima data dari mobile client pengirim kemudian menyimpan ke dalam database dan meneruskan ke mobile client penerima. Data yang ditransfer bisa berbagai macam media dan multimedia dengan menggunakan *web-based protocols* (HTTP, FTP) atau menggunakan MMS protocol. Penggunaan *web-based protocols* atau MMS protocol sebagai mobile computing untuk mendukung komunikasi data, dapat dilihat pada Gambar 2 di atas.

Untuk komunikasi data antara server yang telah dikembangkan (*Developed Server*) dengan mobile client penerima, beberapa teknik bisa digunakan seperti *download*, *progressive download* dan *streaming*. Ketiga teknik tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing disesuaikan dengan kebutuhan user. Jika user ingin mendapatkan file yang disimpan dalam perangkat mobile dan bisa diputar kembali sewaktu-waktu maka teknik *download* yang paling cocok. Hal ini beda dengan teknik *streaming*, dimana file yang akan ditransfer akan dialirkan dan bisa langsung dilihat oleh user tanpa harus menunggu file tersebut selesai didownload terlebih dahulu. Teknik *streaming* ini sangat cocok jika digunakan pada saat bandwidth yang tersedia terbatas. Hal ini karena file yang besar akan dipotong kecil-kecil untuk dialirkan. Kemudian antara perangkat mobile dengan *developed server* bisa dihubungkan menggunakan beberapa cara yaitu dengan

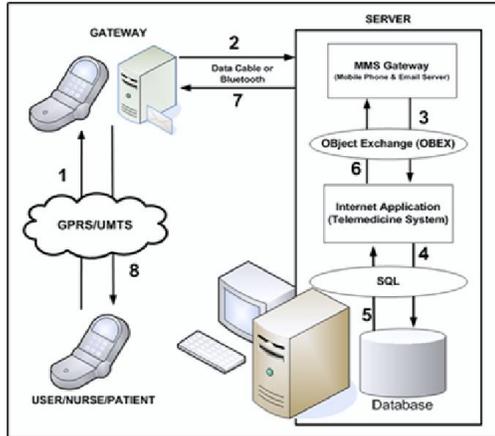
menggunakan jaringan selular, jaringan nirkabel dan jaringan berkabel. Gambar 3 menjelaskan bagaimana proses *mobile streaming* dari *developee server* ke *mobile client*.

4. HASIL PENELITIAN

Mobile computing dapat diimplementasikan pada banyak bentuk aplikasi. Berikut ini adalah berbagai macam aplikasi *mobile computing* untuk mendukung komunikasi data yang dikelompokkan menjadi beberapa kategori:

- a. Mobile Messaging: SMS, MMS, Instant Messaging dan e-mail
- b. Mobile transaction: SMS alert, MMS alert, report analisis, dan m-banking
- c. Mobile music and videos: Monotone, Midi, mp3, wav, mp4, screensaver, dan picture message
- d. Mobile games: Monochrome games, java games, Symbian, dan Android yang sekarang sedang menguasai pasar smart phone dunia.

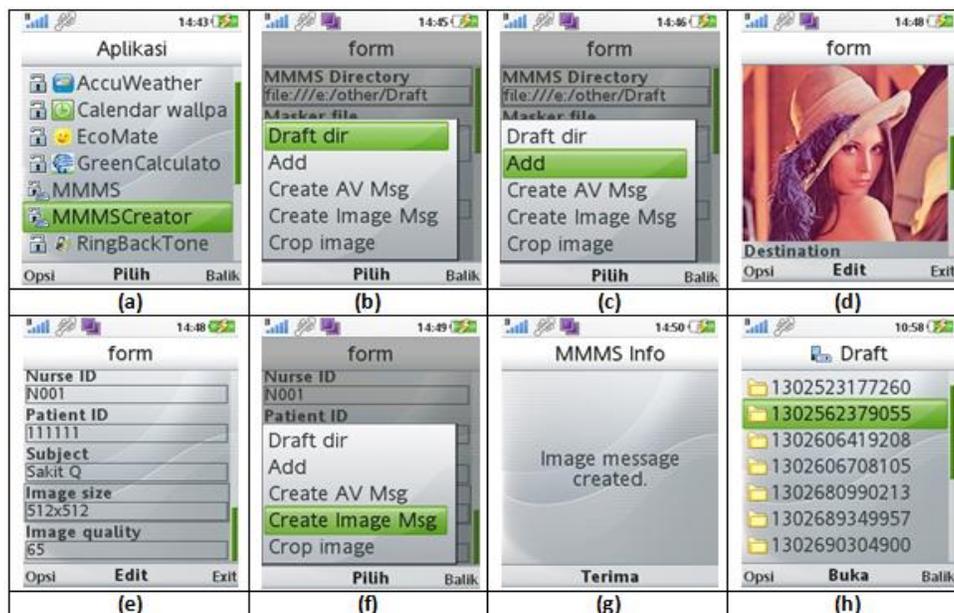
Dalam implementasinya, kita dapat mengembangkan berbagai macam aplikasi *mobile computing* untuk mendukung komunikasi data. Data dalam hal ini bisa dalam bentuk multimedia (text, image, audio, video dan kombinasinya) sehingga bisa menjadi *mobile multimedia* pada perangkat mobile. Dalam paper ini, kami memberikan sebuah contoh sebuah aplikasi MMS gateway yang digunakan untuk proses *telemedicine* atau pengobatan jarak jauh. Secara global pengembangan aplikasi untuk sistem *telemedicine* menggunakan *Multimedia Messaging Service* (MMS) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mobile streaming pada jaringan

Dari Gambar 4 di atas dapat dijelaskan langkah-langkah komunikasi data menggunakan teknologi MMS pada perangkat mobile. Pesan MMS yang dikirimkan oleh user pengirim akan menggunakan jaringan *General Packet Radio Service (GPRS)* atau *Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)* yang tersedia. Pada kasus MMS gateway ini, mobile phone dan email server adalah sebagai gateway antara mobile client pengirim dengan server yang dikembangkan. Teknologi

MMS dapat dikirimkan ke mobile phone number dan juga email karena keduanya menggunakan standar yang sama. Setelah data sampai ke gateway (mobile phone atau email server), kemudian data diambil untuk disimpan kedalam database server dengan menggunakan *Object Exchange (ObEx)*. Hal ini juga berlaku pada saat server yang berisi berbagai macam aplikasi (desktop dan Internet) dalam memberikan timbal balik jika data telah tersimpan dalam database dengan mengirimkan SMS/MMS alert untuk memberikan informasi bahwa data sudah diterima dan berhasil disimpan. Aplikasi mobile yang dikembangkan menggunakan mobile phone atau smart phone dapat menggunakan protokol web-base dan MMS. Untuk studi kasus pada paper ini, kami menggunakan teknologi MMS. Aplikasi MMS yang telah dikembangkan menggunakan emulator di desktop komputer, kemudian diinstall ke perangkat mobile. Gambar 5 menggambarkan aplikasi MMS yang telah diinstall di mobile phone.



Gambar 5. Aplikasi MMS yang diinstall di Mobile Phone

Aplikasi MMS yang telah selesai dibangun dapat digunakan untuk mengirimkan berbagai jenis data seperti teks, gambar, audio maupun video. Akan tetapi penggunaan teknologi MMS memiliki beberapa kelemahan seperti ukuran file yang terbatas dan pengiriman video belum didukung oleh protokol MMS.

5. KESIMPULAN

Sekarang ini, mobile phone dan smart phone sudah menjadi kebutuhan masyarakat secara luas. Perkembangan teknologi dan perangkat mobile juga mengalami perkembangan yang sangat pesat membuat masyarakat dituntut untuk selalu mengikuti perkembangannya. Hal ini akan membuka peluang yang sangat luas untuk mengembangkan mobile computing terutama untuk mendukung komunikasi data. Saat ini sudah banyak sekali aplikasi yang tersedia secara gratis untuk masing-masing platform dengan segala kelebihan dan kekurangannya. Dengan hadirnya smart phone yang banyak membanjiri pasar dengan harga murah dan fasilitas yang lengkap membuat kita memiliki banyak sekali kemudahan, antara lain: (1) mudah untuk melakukan transaksi secara mobile tanpa dibatasi ruang dan waktu, (2) mendapatkan dan update informasi secara cepat dan akurat, (3) dapat mengembangkan berbagai aplikasi mobile yang disesuaikan dengan kebutuhan user, (4) dapat mengontrol dan memonitoring kegiatan bisnis dari jarak jauh dengan menggunakan berbagai fitur yang telah terpasang di smart phone. Hal ini membuka banyak peluang bagi pengembang system mobile dan mobile computing untuk mendukung komunikasi data. Untuk penelitian selanjutnya, penulis tertarik untuk

mengembangkan aplikasi mobile berbasis Android untuk studi kasus tertentu dimana didalamnya terdapat system cerdasnya. Penulis memiliki pandangan bahwa penelitian tentang mobile computing akan terus berkembang di masa yang akan datang dan topik ini masih sangat relevan untuk dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haris Fadilah, 2013. Cloud Computing. [Online] (Updated 1 Juli 2013) URL: <http://41215c41177.wordpress.com/2013/07/01/cloud-computing/> [Diakses pada 3 November 2013].
- [2] Komputasi Mobil, Definisi Mobile Computing, Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [3] Asim S. and Daniel P. S. 2007. Wearable Computing. London: Auerbach Publications
- [4] Telkom R&D, 2004. GPS: Satelit Penentu Posisi di Belahan Bumi. [Online] (Updated 5 November 2004) URL: <http://www.telkomrdc-media.com/index.php> [Diakses pada 3 November 2013].
- [5] Giovanda W. A., 2011. Sistem Operasi Untuk Handphone: Symbian OS. [Online] (Updated 08 November 2011) URL: <http://kitesemuasame.blogspot.com/2011/11/sistem-operasi-untuk-handphone-symbian.html>. [Diakses pada 3 November 2013].
- [6] Pei Zheng dan Lionel Ni, 2006. Smart Phone and Next-Generation Mobile Computing. San Francisco: Elsevier.
- [7] Wikipedia bahasa Indonesia, 2013. Blackberry. [Online] (Updated 19 Oktober 2013) URL: <http://id.wikipedia.org/wiki/BlackBerry>.