

Pengembangan Sistem Aplikasi Pengiriman Data Daerah Terpencil Berbasis Delay Tolerant Network

Sri Desy Siswanti¹

¹Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km. 32 Inderalaya, Sumatera Selatan 30662
e-mail: ¹desyiswanti@unsri.ac.id

Abstrak

Letak geografis dari daerah pedesaan terpencil dan tersebar yang jauh dari pusat kota serta tidak memiliki infra struktur telekomunikasi kabel maupun nirkabel yang menjangkau daerah tersebut, sehingga ketika menyampaikan data dari pedesaan ke kota mengalami hambatan. Delay Tolerant Network (DTN) menyediakan model komunikasi store-carry-forward yang bertumpu pada mobilitas node untuk mentransfer data antara node yang terpisah secara geografis. Sistem jaringan ini dapat sebagai solusi alternatif untuk jaringan komunikasi pada daerah terpencil yang memiliki permasalahan putusnya koneksi saat transfer data masih berlangsung. Konsep DTN dapat diterapkan pada jaringan dengan memanfaatkan kendaraan yang berperan sebagai kurir digital untuk menyebarluaskan data dari satu tempat ke tempat lain, contohnya mentransfer data dari Tempat Pemungutan Suara (TPS) ke Komisi Pemilihan Umum Daerah (KPUD) kemudian ke Komisi Pemilihan Umum (KPU) Kota. Kurir digital dapat bergerak ke daerah terpencil yang membutuhkan akses jaringan dan mengumpulkan data-data, selanjutnya kurir digital bergerak ke tempat yang memiliki akses internet dan memproses permintaan-permintaan tersebut.

Kata kunci: *Delay Tolerant Network, kurir digital, DTN router, bundle.*

Abstract

The geographical location of there mote and scattered the rural are as far from the town center and do not have a wired or wireless telecommunication infra structure which reach the area, so that when deliver data from the rural to the town center are having trouble. Delay Tolerant Network (DTN) provides communication model store-carry-forward, which is based on the mobility of nodes to transfer data between geographically separated nodes. The network system can be as an alternative solution for communication networks in remote areas that have problems breaking the connection when data transfer is in progress. DTN concept can be applied to a network that uses the vehicle acts as a digital courier to disseminate data from one place to another, for example, to transfer data from the TPS to KPUD and then to the KPU. Digital Courier can move to remote areas that require network access and collect data, then move into the digital courier that has internet accessand process these requests.

Keyword : *Delay Tolerant Network, digital courier, DTN router, bundles.*

1. Pendahuluan

Electronic government (e-government) merupakan suatu mekanisme interaksi antara pemerintah dan masyarakat yang melibatkan penggunaan teknologi informasi (TI) dengan tujuan memperbaiki mutu pelayanan. Konsep *e-government* berkembang dipengaruhi oleh era globalisasi cepat yang memunculkan isu-isu demokratisasi, hak asasi manusia, hukum, transparansi dan sebagainya [1]. Konsep ini juga dipengaruhi oleh kemajuan TI sedemikian pesatnya, sehingga data informasi dapat diciptakan dan disebarkan ke seluruh masyarakat di berbagai daerah.

Pemilihan Umum merupakan suatu peristiwa yang sangat penting dan krusial bagi setiap negara yang melaksanakannya. Masyarakat menghendaki pemilihan yang jujur, transparan, akuntabel dan demokratis. Terlepas dari berbagai sistem dan mekanisme pemilihan yang diterapkan, hampir setiap peserta pemilihan dan masyarakat menginginkan laporan hasil perhitungan suara pemilihan secara efektif dan dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya. Oleh karena itu, berbagai negara telah melibatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam menyelenggarakan pemilihan. Indonesia pun sebagai negara yang sedang memasuki masa pemilihan, dan mengingat bentuk geografis Indonesia yang tersebar dibutuhkan suatu TIK yang dapat menjangkaunya [2][3].

Berdasarkan pemilihan di sejumlah negara, terdapat hal-hal utama yang harus benar-benar disediakan oleh pemerintah [2], salah satunya adalah perancangan infrastruktur dan suprastruktur TIK yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan pemilihan berdasarkan kondisi geografis di Indonesia [2]. Peranan TIK dalam pemilihan dapat dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu *transaction Enabler*, *Reporting and Query Tools* dan *Communication Tecnology*.

Transaction enabler adalah penggunaan teknologi sebagai media antar muka bagi pencoblosan suara. Contohnya menggunakan komputer dengan fasilitas *touch screen* untuk pencoblosan suara di setiap Tempat Pemungutan Suara (TPS) ataupun perangkat lainnya. *Reporting and Query Tools* menghasilkan laporan-laporan berupa dokumen elektronik yang terkait dari hasil perhitungan suara. *Communication Technology* adalah bagaimana TIK dipergunakan sebagai media dalam menyampaikan atau mendistribusikan informasi dari satu tempat ke tempat lainnya, misalkan penyampaian hasil pemilihan dari seluruh TPS di setiap pedesaan ke Kecamatan, kemudian ke Kabupaten.

Letak geografis dari daerah pedesaan terpencil dan tersebar yang jauh dari pusat kota sehingga tidak ada sarana telekomunikasi baik kabel maupun nirkabel yang menjangkau daerah tersebut, sehingga penyampaian data pemilihan dari pedesaan ke kota mengalami hambatan. Sebenarnya hal tersebut dapat diatasi dengan menyediakan jaringan komunikasi di daerah tersebut salah satunya memanfaatkan koneksi satelit (VSAT) tetapi hal ini membutuhkan biaya berlangganan yang cukup mahal. Selain itu dapat juga disediakan koneksi sms, tetapi hal ini pun menjadi kendala jika di daerah tersebut tidak disediakan jaringan komunikasi atau jaringan yang terputus-putus. Akibatnya data tidak tersampaikan dan dapat juga terjadi kesalahan dalam menyetikkan jumlah hasil suara dan juga nomor hp yang menjadi tujuan dalam pengiriman hasil pemilihan.

Delay Tolerant Network (DTN) merupakan arsitektur jaringan untuk menyediakan solusi bagi jaringan yang memiliki konektivitas yang terputus-putus, *long delay*, kecepatan data yang berbeda dan kesalahan rate yang tinggi. DTN menyediakan model komunikasi *store-carry-forward*, yaitu model komunikasi yang dapat mengirimkan data berupa *bundle* yang dapat disimpan dan diteruskan oleh DTN. Model komunikasi ini bertumpu pada mobilitas node untuk mengirimkan data antara node yang terpisah secara geografis. Konsep DTN dapat diterapkan dengan memanfaatkan kendaraan yang berperan sebagai kurir digital untuk menjangkau daerah terpencil yang membutuhkan akses jaringan dan mengumpulkan data-data. Selanjutnya kurir digital bergerak ke tempat yang memiliki akses internet.

Jenis layanan Internet dapat disajikan menggunakan DTN antara lain adalah layanan surat elektronik (*email*) dan layanan info berita (portal berita). Pertimbangannya bahwa layanan *email* dan portal berita tidak sepenuhnya memerlukan jaringan terkoneksi secara *real-time* sehingga layanan *email* dan portal berita dapat disajikan di suatu area dengan suatu lingkungan yang sulit dijangkau oleh penyedia jasa layanan Internet pada umumnya [4][5]. Jenis layanan Internet menggunakan DTN lainnya adalah sarana pertukaran data dalam bidang Telemedika [6].

Kurir digital ini digunakan untuk menyebarluaskan data dari satu tempat ke tempat lain dimana koneksi akhir-ke-akhir (*end-to-end*) tidak tersedia, contohnya mentransfer data hasil pemilihan dari TPS ke Komisi Pemilihan umum Daerah (KPU). Berdasarkan hal tersebut sistem jaringan ini dapat sebagai solusi alternatif untuk jaringan komunikasi pada daerah terpencil yang memiliki permasalahan putusnya koneksi saat transfer data masih berlangsung.

Jika koneksi terputus, DTN akan menyimpan sebagian data yang sudah berhasil dikirimkan, sehingga saat koneksi tersambung kembali, proses transfer data dapat dilanjutkan tanpa mengulang proses dari awal, sedangkan pada jaringan yang menggunakan protokol TCP/IP, pengiriman data akan gagal apabila koneksi terputus saat proses pengiriman. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini dirancang sistem aplikasi untuk mengantarkan data hasil pemilihan dari setiap TPS ke Komisi Pemilihan Umum (KPU).

2. Delay Tolerant Network (DTN)

Konsep *Delay Tolerant Network* (DTN) pertama kali dikenalkan oleh Kevin Fall [7] untuk diterapkan pada jaringan dengan waktu tunda yang lama dan koneksi yang tidak dapat dipastikan. DTN merupakan arsitektur jaringan untuk menyediakan solusi bagi jaringan yang memiliki konektivitas yang terputus-putus, *long delay*, kecepatan data yang berbeda dan kesalahan rate yang tinggi. DTN menyediakan model komunikasi *store-carry-forward*, yaitu model komunikasi yang dapat mengirimkan data berupa *bundle* yang dapat disimpan dan diteruskan oleh DTN. Model komunikasi ini bertumpu pada mobilitas node untuk mengirimkan data antara node yang terpisah secara geografis. DTN menerapkan konsep simpan dan teruskan seperti yang digunakan sistem pos. Keseluruhan pesan atau pecahannya (*fragment*) dipindahkan dari tempat penyimpanan di sebuah titik (*node*) ke titik lain pada jalur antara sumber dan tujuan.

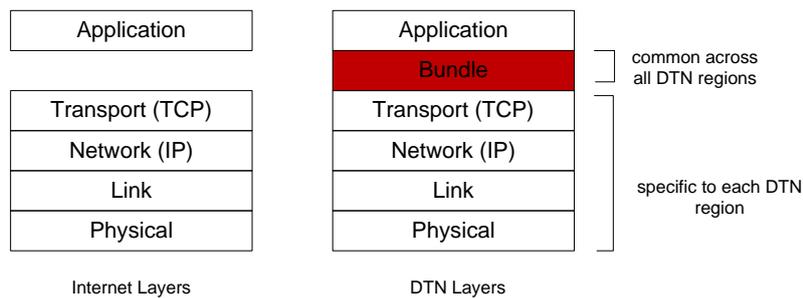
Arsitektur DTN menyediakan metode interkoneksi antara *gateway* yang heterogen atau *proxy* dengan menyediakan rute untuk pesan secara *store and forward*. Arsitektur

DTN menyediakan layanan yang hampir sama dengan email, namun lebih menekankan pada penamaan (*naming*), rute (*routing*), dan kemampuan keamanan. Node tidak selalu mendukung kemampuan yang diperlukan oleh arsitektur tersebut, kemungkinan karena tidak didukung oleh lapisan aplikasi proxy yang berfungsi sebagai aplikasi DTN.

Fall [7] menyatakan bahwa arsitektur DTN didasarkan pada sejumlah prinsip sebagai berikut:

1. penggunaan variabel tunda (*delay*) yang panjang dalam komunikasi bertujuan membantu dan meningkatkan kemampuan jaringan dalam menyediakan penjadwalan atau keputusan pemilihan jalur yang mungkin dilalui,
2. penggunaan sintaks penamaan yang mendukung berbagai penamaan dan konvensi pengalamatan untuk meningkatkan interoperabilitas,
3. penggunaan penyimpanan (*storage*) dalam jaringan untuk mendukung operasi *store and forward* pada beberapa jalur dimana tidak terdapat jalur *end-to-end*, dalam rentang waktu yang panjang; dalam hal ini tidak mengharuskan kehandalan jalur *end-to-end*,
4. menyediakan mekanisme keamanan yang melindungi infrastruktur dari penggunaan yang tidak sah dengan pemutusan lalu lintas (*traffic*) secepat mungkin,
5. menyediakan layanan, pilihan pengiriman, dan mempertahankan umur data dan memberikan kesempatan pada jaringan agar mengirim data dengan lebih baik sehingga memenuhi kebutuhan pada aplikasi.

Bundle merupakan unit dasar data berupa ukuran variabel dan signal yang diperlukan untuk melintasi jaringan DTN [8]. Lapisan *bundle* atau *bundle* protokol merupakan protokol utama yang digunakan dalam DTN. Lapisan *bundle* terkait dengan spesifikasi *region* lapisan dibawahnya, sehingga memungkinkan program aplikasi dapat berkomunikasi dengan beberapa *region* lainnya. Lapisan *bundle* bertugas menyimpan dan meneruskan keseluruhan atau sebagian *bundle* di antara *node*. Suatu lapisan *bundle* protokol digunakan pada saat melintasi semua jaringan (*region*) dalam DTN. Sebaliknya, lapisan di bawah lapisan *bundle* (lapisan *transport, network, link, physical*), dipilih sesuai dengan lingkungan komunikasi pada setiap *region* [9]. Gambar 1 menunjukkan letak lapisan *bundle* pada DTN diperbandingan dengan lapisan internet.

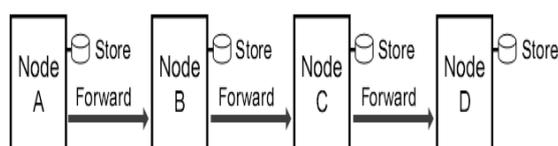


Gambar 1: Lapisan Internet dan lapisan DTN [3].

Lapisan *bundle* berada di antara lapisan *transport* dan *application* dalam lapisan OSI. Sebuah protokol *bundle* layer digunakan di seluruh jaringan yang tercakup dalam DTN [10]. DTN menerapkan konsep simpan dan teruskan seperti yang digunakan

sistem pos. Keseluruhan pesan atau pecahannya (*fragment*) dipindahkan dari tempat penyimpanan di sebuah titik (*node*) ke titik lain pada jalur antara sumber dan tujuan.

Durasi penyimpanan pesan atau data pada setiap *node* DTN, secara signifikan lebih lama dari durasi penyimpanan pada *router* TCP/IP. Jadi semua DTN *node* yang berada pada suatu jaringan, perlu mempunyai kapasitas penyimpanan yang cukup besar. Media yang dapat digunakan yaitu *hard disk* dan *flash memory* sebagai tempat penyimpanan sementara. Sehubungan dengan jaringan sementara (*link-intermittency*), DTN mendukung retransmisi *node* ke *node* dengan metode *store and forward*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Metode *store and forward* [11].

DTN bergantung pada pertukaran pesan (*message switching*) secara *store and forward*. Secara khusus setiap *node* DTN dalam jaringan lokal akan mengirimkan pesan ke *node-node* lainnya melewati rute, dimana pesan tersebut akan diteruskan dari sumber hingga ke tujuan [11]. Pada saat transmisi, *bundle* dapat dipisah atau difragmentasi ke dalam beberapa bagian. Arsitektur DTN tidak selalu menganggap tersedianya jaringan dan mengatur bahwa *node* akan menyimpan *bundle* dalam selang waktu tertentu.

Bundles-based forwarding memiliki elemen esensial dimana *bundle* akan menunggu dalam antrian hingga terdapat kesempatan komunikasi atau kontak pada jaringan. Hal ini didukung oleh beberapa asumsi yaitu:

1. media penyimpanan tersedia dan terdistribusi secara merata pada keseluruhan jaringan,
2. media penyimpanan mampu menyimpan *bundle* hingga terjadi pengiriman data pada *node* selanjutnya,
3. secara implisit model *store and forward* merupakan pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan usaha agar terdapat koneksi yang terus menerus.

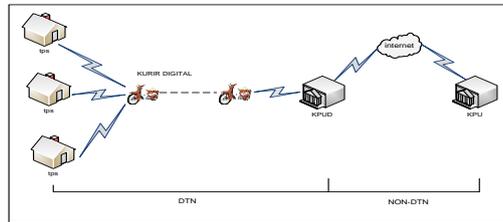
Pendekatan terhadap jaringan yang tidak memiliki koneksi *end-to-end* antara *node*, jaringan dengan koneksi sementara dengan tingkat latensi yang tinggi, *node* yang jarang terhubung dan sering mengalami gangguan, menjadi acuan sejumlah kelompok peneliti dalam pengembangan DTN [9].

3. Ide dasar

Ide dasar dari perancangan sistem aplikasi pengiriman hasil pemilihan versi DTN ini adalah merancang suatu aplikasi pengiriman data hasil perhitungan suara pada TPS yang lokasinya terpisah, jauh dan terpencil dengan memanfaatkan DTN. Pengiriman hasil pemilihan umum terjadi antara TPS di pedesaan dengan KPU di perkotaan bertujuan untuk menyediakan layanan pemerintah dan masyarakat di pedesaan. Pada Gambar 3 menjelaskan konfigurasi jaringan DTN dan Internet dalam mengirimkan hasil

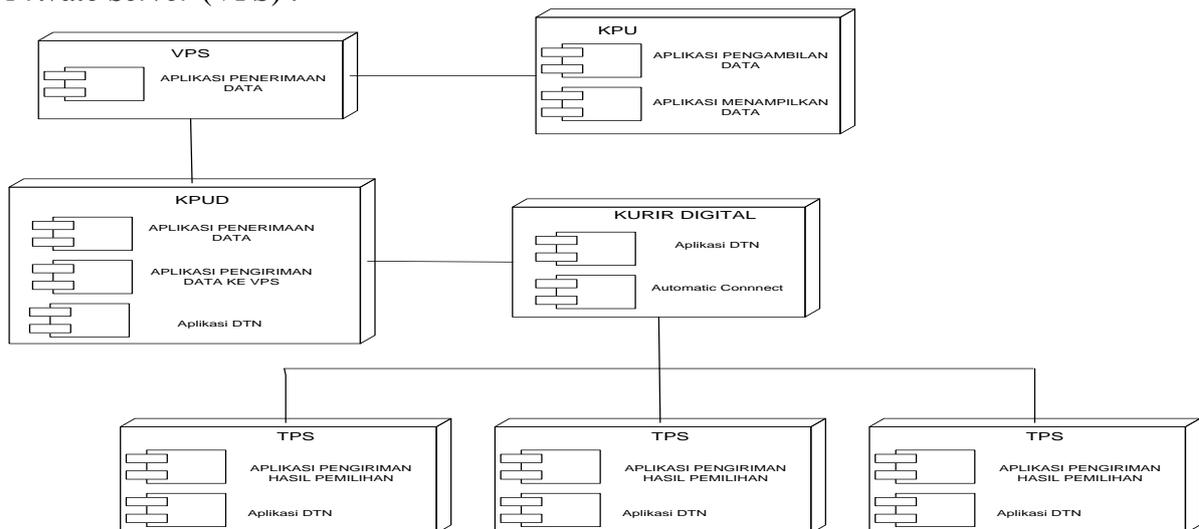
pemilihan umum. Pengiriman hasil pemilihan berupa data teks yang dikirimkan dari satu node ke node lainnya, dalam penelitian ini adalah TPS, (DTN) *router*, KPUD dan KPU.

Pengiriman hasil pemilihan umum terbagi menjadi 2 jaringan yaitu jaringan DTN dan Jaringan Non-DTN (Internet). Jaringan DTN dalam perancangan ini adalah jaringan



Gambar 3: Pengiriman hasil Pemilihan Umum berbasis *Delay Tolerant Network*

dengan konektivitas antara node TPS di pedesaan dengan node gateway KPUD yang terhubung melalui node DTN *router* (kurir digital). Data tersimpan sementara di kurir digital yang akan dikirim langsung ke gateway server KPUD kabupaten yang selanjutnya ditransmisikan ke KPU melalui jaringan internet yang menggunakan *Virtual Private Server* (VPS) .



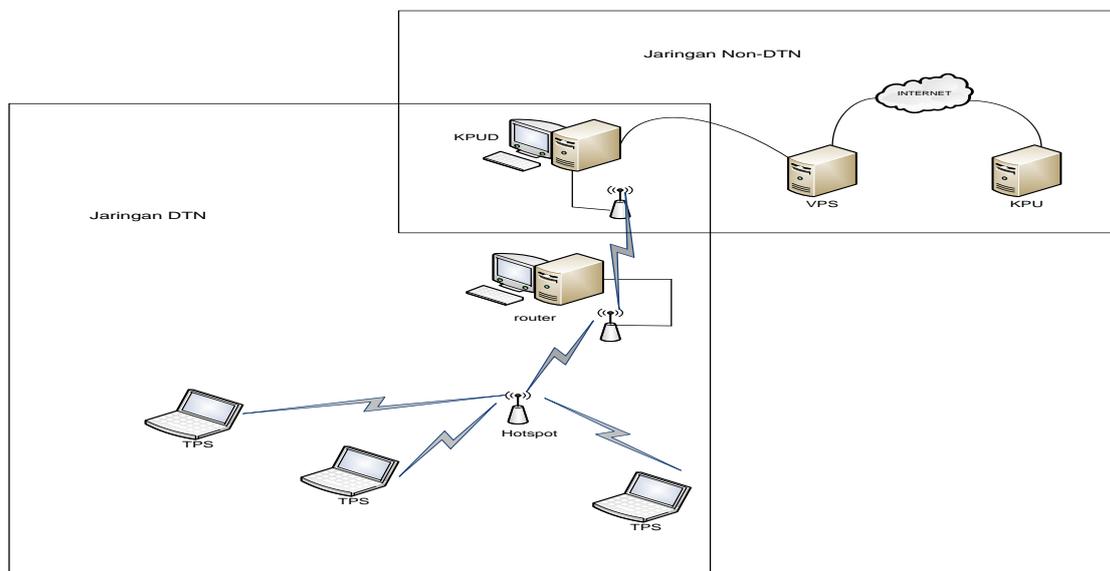
Gambar 4: Elemen-elemen yang terlibat dalam sistem aplikasi pengiriman hasil Pemilihan Umum dari TPS ke KPU.

Elemen-elemen yang terlibat dalam pengiriman hasil pemilihan menggunakan DTN ditunjukkan pada Gambar 4, sebagai berikut.

1. KPU merupakan tempat pusat pengolahan data yang dilengkapi perangkat komputer dengan aplikasi pengambilan data dan aplikasi menampilkan data. Komputer KPU sebagai server utama untuk pusat data yang diambil dari VPS. Aplikasi pengambilan data berfungsi sebagai proses pengambilan data ke VPS yang menggunakan program pertukaran file yaitu *Secure Copy Protocol* (SCP). Aplikasi menampilkan data

- berfungsi sebagai perangkat antarmuka bagi petugas untuk melihat perolehan hasil pemilihan,
2. KPUD merupakan tempat singgah sementara data dari jaringan DTN sebelum dikirimkan ke KPU. KPUD ini dilengkapi perangkat komputer yang berfungsi sebagai *gateway* yang menghubungkan antara sistem DTN dengan sistem non-DTN. Perangkat ini dilengkapi dengan aplikasi penerimaan hasil pemilihan dan aplikasi pengiriman hasil pemilihan. Aplikasi penerimaan hasil pemilihan berfungsi sebagai proses penerimaan hasil pemilihan dari setiap TPS melalui kurir digital menggunakan sistem DTN, sedangkan KPUD ke KPU menggunakan program pertukaran file berbasis TCP yaitu SCP. Pada komputer server KPUD juga dilengkapi aplikasi menampilkan hasil pemilihan dari setiap TPS.
 3. Kurir digital merupakan kendaraan yang berfungsi sebagai DTN *router* untuk meneruskan data antara TPS dengan KPUD menggunakan DTN. Kurir digital dilengkapi dengan aplikasi DTN dan *Automatic Connect* [12] yang sudah ada berdasarkan dari penelitian lain.
 4. TPS merupakan tempat pengambilan suara pemilih yang dilengkapi dengan perangkat komputer server beserta aplikasi pemilihan dan aplikasi pengiriman suara. Aplikasi pemilihan berfungsi sebagai perangkat antarmuka bagi pemilih untuk memilih kandidat secara elektronik di desa. Aplikasi pengiriman suara berfungsi sebagai perangkat antarmuka bagi petugas di TPS untuk mengirimkan hasil pengiriman hasil suara ke KPUD melalui kurir digital menggunakan DTN.

Jaringan Sistem Aplikasi Pengiriman Hasil Pemilihan Umum DTN merupakan suatu jaringan yang dibangun untuk menghubungkan TPS di daerah pedesaan ke KPUD melalui jaringan berbasis DTN dengan memanfaatkan kendaraan sebagai kurir data digital atau DTN *router*. Sistem jaringan ini dirancang terdiri 2 jaringan yaitu jaringan DTN dan jaringan Non-DTN (Internet), rancangan jaringan diilustrasikan pada Gambar 5.



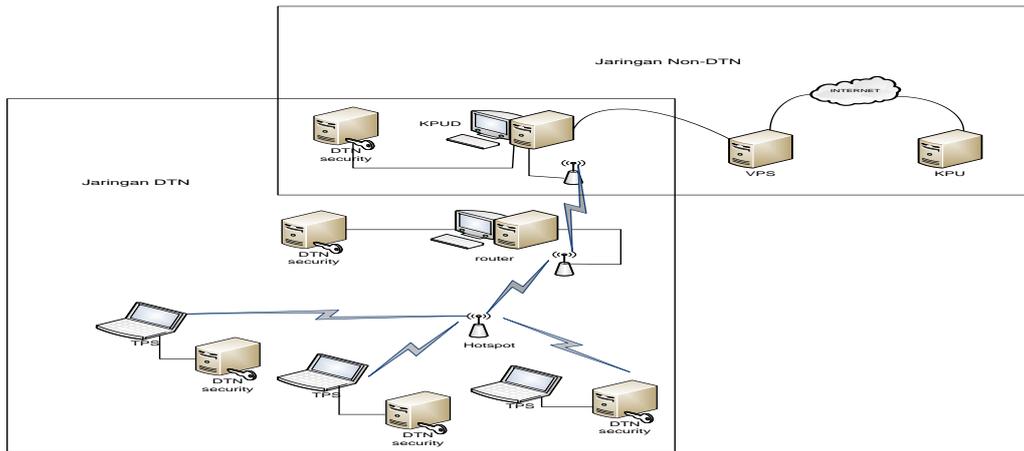
Gambar 5: Perancangan Jaringan Pengiriman Data Berbasis DTN dan Non-DTN

Elemen penyusun jaringan pengiriman ini adalah sebagai berikut.

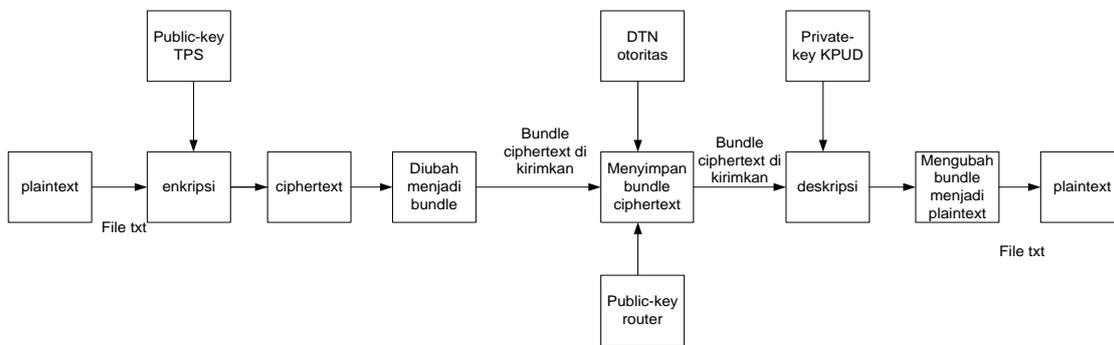
- Komputer Server KPU berfungsi sebagai pusat pengolahan dan pengelolaan data yang dikirimkan oleh KPUD melalui jaringan ISP yang menggunakan file transfer SCP. Pada pelaksanaan ini komputer KPU memiliki IP private agar data yang dikirimkan aman.
- Komputer Server KPUD, berfungsi sebagai *gateway* antara sistem berbasis DTN dengan sistem yang tidak berbasis DTN. Komputer KPUD dilengkapi dengan perangkat *Wireless Outdoor CPE* yang diatur sebagai *wi-fi access point (wi-fi AP)* untuk menghubungkan KPUD dengan kurir digital serta perangkat modem ADSL atau HSDPA untuk menghubungkan komputer KPUD ke komputer KPU melalui jaringan ISP.
- Komputer Server Kurir Digital, berfungsi sebagai DTN *router*. Kurir digital dilengkapi dengan perangkat komputer Server Router. Untuk perangkat koneksi, Kurir digital dilengkapi dengan perangkat *Wireless Outdoor CPE* yang diatur sebagai *wi-fi client*.
- Hotspot Area, berfungsi untuk menghubungkan antara beberapa komputer TPS dengan router yang melewatinya.
- Komputer Server TPS merupakan suatu perangkat komputer untuk mengolah dan mengelola data di TPS yang dilewati oleh kurir digital. Untuk koneksi, Komputer TPS dilengkapi dengan perangkat *Wireless Outdoor CPE* sebagai *wi-fi AP* untuk menghubungkan Komputer TPS ke Hotspot area ke Server Router di kurir digital.

Perancangan keamanan sistem ini berdasarkan pada teknologi *public-key* [13]. Pada dasarnya, calon pengguna atau node yang ingin menggunakan layanan dari DTN harus mendaftarkan kunci publik dengan otoritas sertifikasi, dan menerima salinan kunci publik yang ditandatangani oleh otoritas sertifikasi. Skema pengamanan dan blok diagram pada sistem ini ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7, yaitu:

1. Setiap komputer server TPS terdapat DTN security yang terdiri dari DTN sertifikat otoritas dan *public-key*.
2. Setiap *public-key* pada komputer server TPS harus terdaftar pada DTN otorisasi sertifikat. DTN otorisasi ini terdapat pada DTN router dan DTN gateway (KPUD),
3. Jika komputer server TPS mengirimkan bundle hasil berupa hasil enkripsi ke DTN *router*, maka pertama kali yang berada pada router adalah kunci publik yang telah disetujui dan tanda pengenal, router akan mengverifikasi tanda pengenal tersebut itu dan menyimpan *public-key* dari komputer server TPS.
4. Router DTN tidak akan meneruskan data atau mendaftarkan atas nama pengguna sampai otoritas sertifikat telah mengeluarkan identitas kunci dan disetujui sehingga DTN *router* akan menerima bundle dari computer server TPS.



Gambar 6: Sistem keamanan pada sistem aplikasi pengiriman data.



Gambar 7: Blok diagram sistem keamanan pada sistem aplikasi pengiriman hasil.

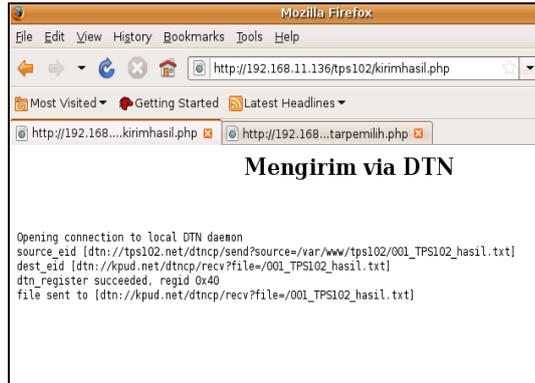
4. Implementasi

Aplikasi pengiriman hasil pemilihan ini di implementasikan dalam bahasa pemrograman PHP, *Linux System Command* dalam bentuk pemrograman *shell bash*. Aplikasi ini terdiri 2 bagian, yaitu aplikasi yang menggunakan DTN dan aplikasi yang tidak menggunakan DTN. Implementasi ini menggunakan protokol DTN sebagai file transfer antar node sehingga memasang perangkat lunak DTN2 pada masing-masing komputer yaitu komputer server TPS, komputer server router dan komputer server KPUD. Memasang perangkat lunak DTN2 diperlukan sistem operasi *Linux, dtn-2.6.0, oasys-1.3.0* dan komponen pendukung lainnya supaya perangkat lunak DTN2 dapat berjalan dengan baik. Hasil implementasi ditunjukkan pada Gambar 8 sampai Gambar 11.

Proses pengiriman hasil menggunakan perangkat antarmuka ini yang ditunjukkan pada Gambar 8, cara kerjanya adalah masukkan ID TPS, ID Kecamatan sedangkan alamat tujuan dalam hal ini adalah alamat KPUD yaitu `dtm://kpud.net` yang sudah secara otomatis ditampilkan di perangkat antarmuka untuk menghindari kesalahan dalam penulisan alamat tujuan. Jika berhasil terkirim maka akan muncul tampilan yang ditunjukkan pada Gambar 9 di bawah ini yang ditunjukkan dengan muncul status bahwa data berhasil dikirimkan.



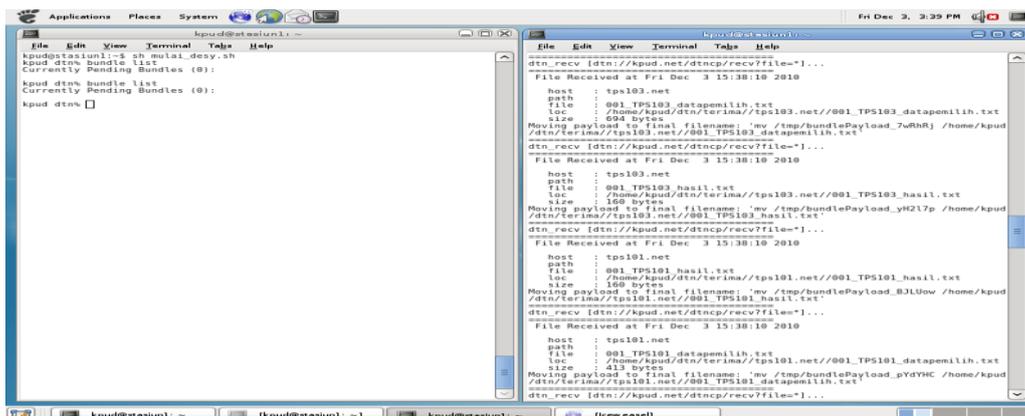
Gambar 8: Form antarmuka untuk mengirimkan hasil menggunakan DTN



Gambar 9: Proses bundle hasil pemilihan terkirim.

Aplikasi KPUD digunakan untuk menerima data dari router DTN2 dan mengirimkannya ke VPS, karena KPUD sebagai *gateway* yang menghubungkan sistem yang menggunakan DTN dan sistem yang tidak menggunakan DTN.

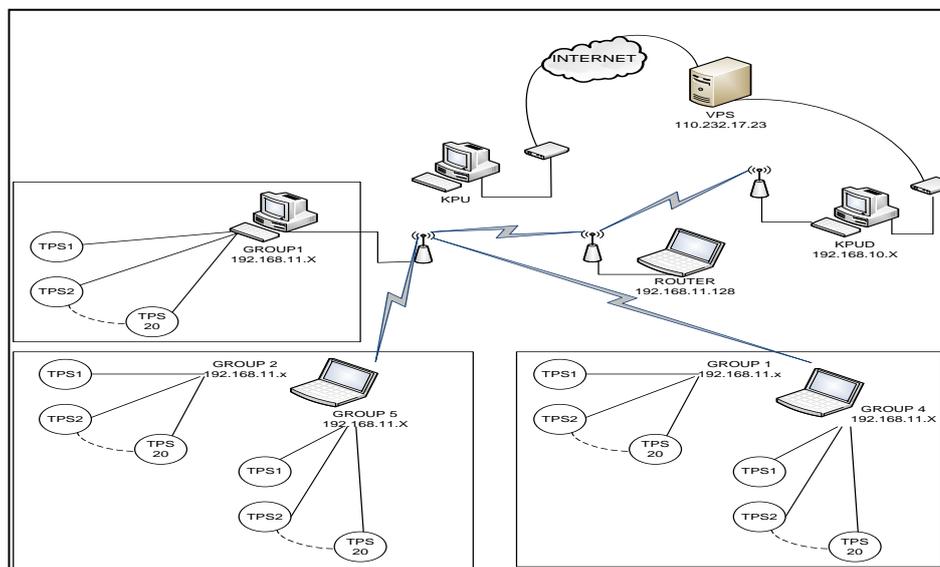
Pada Gambar 10 dan 11 ditunjukkan proses ketika bundle yang masuk ke KPUD langsung diubah ke file teks dan langsung dikirimkan ke VPS dan diteruskan ke komputer server KPU.



Gambar 10: Proses ketika mengubah bundle ke file text.

- Perangkat TL-WA5210g digunakan sebagai perangkat wi-fi untuk hotspot,
- Perangkat NS2 digunakan sebagai perangkat wi-fi untuk Komputer Server Router,
- Perangkat Fonera 2.0n digunakan sebagai perangkat wi-fi untuk Komputer Server KPUD,
- satu personal komputer dengan IP 192.168.10.5 dimodelkan sebagai gateway server KPUD,
- satu buah personal komputer dengan IP dinamis sebagai KPU,
- VPS dengan IP 110.232.72.13.

Pengujian ini dilakukan dengan 2 skenario yaitu skenario A dengan jumlah bundle yang sama dan skenario B dengan jumlah bundle yang berbeda. Mekanisme pengujian pengiriman hasil pemilihan skenario A ditunjukkan pada Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12: Mekanisme pengujian pengiriman hasil pemilihan skenario A

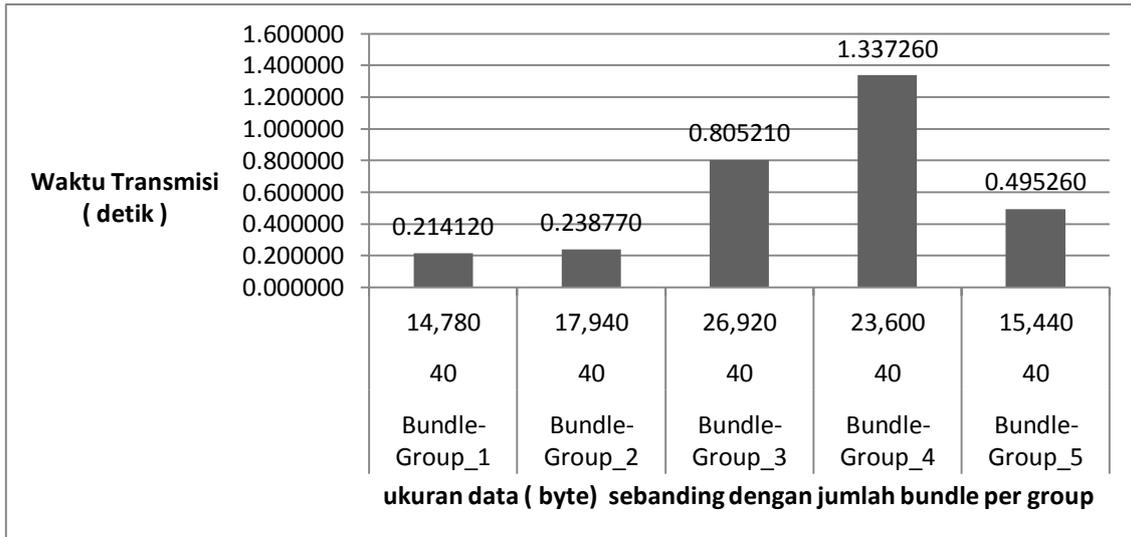
Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh waktu transmisi data dari setiap group sehingga mendapatkan waktu router menunggu dalam suatu area, skenario A untuk pengujian ini sebagai berikut.

1. Dimodelkan terdapat 100 buah TPS yang dibagi menjadi 5 group yang terdiri dari 20 TPS.
2. Setiap TPS mengirimkan 2 file yang artinya setiap TPS mengirimkan 40 *bundle* ke router secara bersamaan.
3. Amati waktu transmisi yang dibutuhkan setiap group ketika mengirimkan 40 *bundle* ke router sehingga dapat diberikan kesimpulan berapa lama waktu yang dibutuhkan router untuk berhenti/melewati setiap group untuk mendapat semua data, dalam kasus ini jumlah total *bundle* adalah 200 buah.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh perbandingan waktu transmisi antara nodes yaitu group dan router DTN2.

4. Group 1 dengan IP 192.168.11.x mengakses server dengan IP 192.168.11.5 proses
5. pengiriman data dilakukan dengan aplikasi DTN2.
6. Ketika terjadi kontak dan koneksi dengan router yang melintas dalam jangkauan wireless LAN, maka bundles group 1 dikirimkan ke router sebanyak 40 bundle. Pada group yang lainnya mengalami proses yang sama.

Dari pengujian skenario A dihasilkan grafik waktu transmisi untuk jumlah *bundle* yang sama antara node group TPS dengan DTN router yang ditunjukkan pada Gambar 13.



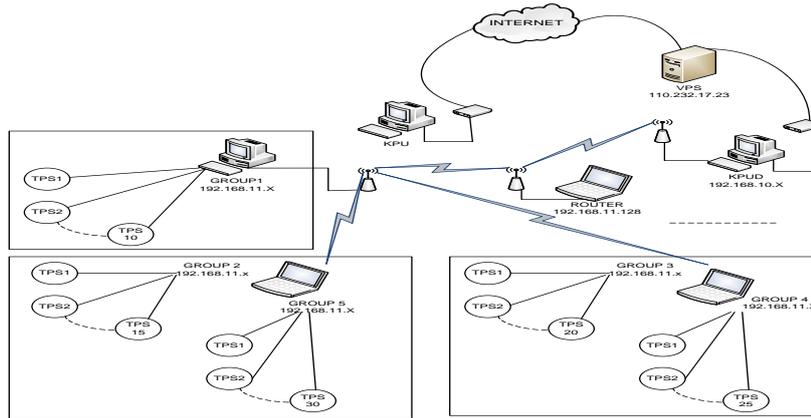
Gambar 13: Grafik waktu transmisi per-group bundle dengan jumlah *bundle* sama.

Gambar 13 memperlihatkan walaupun jumlah *bundle* sama dengan mempunyai ukuran data yang berbeda diperoleh waktu transmisi yang bervariasi, bahkan pada bundle-group-4 terlihat tidak linier. Hal ini karena lingkungan yang tidak ideal misalnya gangguan cuaca, derau (*noise*). Total *bundle* data yang ditransmisikan adalah 98,68000 Kilobytes dengan waktu transmisi 3,0906 detik.

Mekanisme pengujian pengiriman hasil pemilihan skenario B ditunjukkan pada Gambar 14 di bawah ini.

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh waktu transmisi data dari setiap group sehingga mendapatkan waktu *router* menunggu dalam suatu area, skenario B untuk pengujian ini sebagai berikut.

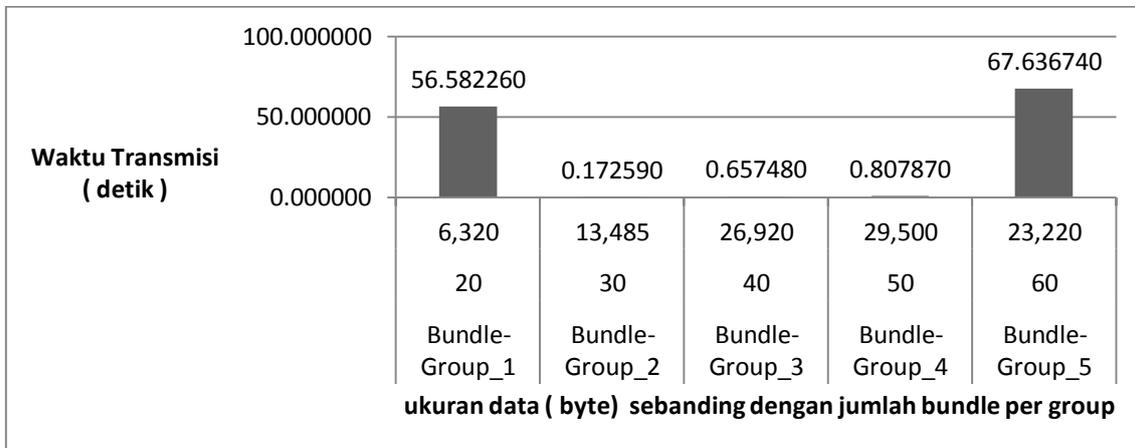
1. Dimodelkan terdapat 100 buah TPS yang dibagi menjadi 5 group yang terdiri jumlah TPS yang berbeda sehingga didapatkan jumlah yang bundle yang berbeda.
2. Setiap TPS mengirimkan 2 file yang diubah menjadi *bundle*.
3. Setiap group di bagi dengan jumlah TPS yang berbeda group 1 terdiri 10 tps, group 2 terdiri 15 tps, group 3 terdiri 20 tps, group 4 terdiri 25 tps dan group 5 30 tps.
4. Group 1 dengan IP 192.168.11.x mengakses server dengan IP 192.168.11.5 proses pengiriman data dilakukan dengan aplikasi DTN2. Group 2,3,4,5 diberikan IP statik 192.168.11.x supaya tidak mengubah konfigurasi di dalam dtn.conf.



Gambar 14: Mekanisme pengujian pengiriman hasil pemilihan skenario B.

5. Ketika terjadi kontak dan koneksi dengan *router* yang melintas dalam jangkauan *wireless LAN*, maka *bundles* dari setiap *group* dikirimkan ke *router* sesuai dengan jumlah *TPS*.
6. *Router* bergerak dan berada pada jangkauan jaringan di *gateway* komputer server KPUD dengan IP 192.168.10.5 yang menghubungkan jaringan lokal *DTN* ke jaringan global internet

Dari pengujian skenario B dihasilkan grafik perhitungan waktu transmisi untuk jumlah *bundle* yang berbeda antara node *group TPS* dengan *DTN router* yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15: Grafik waktu transmisi per-group bundle dengan jumlah bundle berbeda.

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 15 terlihat walau dengan jumlah bundle yang berbeda dengan mempunyai ukuran data yang berbeda sehingga mendapatkan waktu transmisi yang bervariasi, bahkan pada *bundle-group-1* dan *bundle-group 2* terlihat tidak linier hal ini karena lingkungan yang tidak ideal. Total *bundle data* yang ditransmisikan adalah 99,44500 Kilobytes, dengan waktu transmisi 125,8569 detik.

DTN *router* bertindak sebagai kurir digital yang membawa data dari satu node ke node lainnya, dalam penelitian ini mengantarkan data dari TPS ke KPUD. Komputer server KPUD bertindak sebagai *gateway* antara sistem DTN yaitu TPS dengan sistem non-DTN yaitu KPU. Hal ini membuktikan bahwa DTN dan jaringan Internet dapat berkolaborasi dalam pengiriman data digital, khususnya dalam sistem Aplikasi Pengiriman Hasil Pemilihan Umum.

Berdasarkan pengujian dan analisis, walaupun jumlah TPS yang sama dengan jumlah *bundle* yang setiap kelompok akan menghasilkan ukuran data berbeda, hal inilah mengakibatkan waktu transmisi yang berbeda, dari hasil pengujian dan analisis untuk jumlah *bundle* yang sama setiap TPS. Total data yang dikirim dari 100 TPS 98,68000 KByte dengan total waktu transmisi 3,0906 detik, berarti bahwa DTN router sebagai kurir data digital tidak perlu untuk menunggu di titik tertentu. Sedangkan jumlah *bundle* berbeda yang terkirim pada setiap TPS menghasilkan ukuran data yang dikirimkan dan waktu transmisi yang bervariasi. Pada pengujian terdapat beberapa hasil yang tidak linier, hal ini dapat menggambarkan kondisi lingkungan yang tidak ideal.

6. Kesimpulan

Sistem Aplikasi Pengiriman Hasil Pemilihan Umum merupakan sistem pengiriman berbasis DTN yang dapat dimanfaatkan sebagai pengiriman hasil pemilihan antara TPS dengan lokasi berjauhan dengan KPUD yang tidak memiliki sarana telekomunikasi nirkabel. Sistem tersebut menyediakan form untuk memilih kandidat dan daftar pemilih tetapi juga menyediakan form untuk pengiriman hasil pemilihan secara otomatis tanpa harus menuliskan jumlah hasil dan alamat tujuan jumlah hasil dikirimkan karena telah tersedia secara otomatis sehingga data lebih aman karena tidak dapat diubah karena secara otomatis file teks dapat diubah menjadi *bundle* yang terkunci.

Referensi

- [1] Peraturan Komisi Pemilihan Umum Nomor 03 Tahun 2009 Tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Pemungutan dan Perhitungan Suara di Tempat Pemungutan Suara dalam Pemilihan Umum Anggota Dewan Perwakilan Rakyat, Dewan Perwakilan Daerah, Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Provinsi dan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten/Kota.
- [2] R.E. Indrajit, “Artikel *Konsep Membangun Sistem dan Teknologi Informasi Berskala Nasional Strategi Mempersiapkan Sistem Pemilihan Umum di Indonesia*”, Diunduh dari: [http://www.if-unpas.org/.../articles/Artikel232-Strategi Merancang Sistem Berskala Nasional.pdf](http://www.if-unpas.org/.../articles/Artikel232-Strategi_Merancang_Sistem_Berskala_Nasional.pdf).
- [3] R.E. Indrajit, “Electronic Government, Strategi Pembangunan dan Pengembangan Sistem Pelayanan Publik Berbasis Teknologi Digital”, Andi, Yogyakarta.
- [4] Agus Urip A. W., “Pengembangan Sistem Email untuk Delay Tolerant Network”, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [5] A. Suharsono, “Sistem Telemedis Dan Layanan Berita Untuk Masyarakat Daerah Terpencil Dengan Memanfaatkan Transportasi Publik dan DTN (Delay Tolerant Network)”, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2010.

- [6] J.M.S. Waworundeng, “komed-kampoeng.net: Sistem Telemedika Berbasis Delay Tolerant Networ”, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [7] K. Fall, “A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets”, Intel Research Technical Report IRB TR-03-003, Feb. 2003.
- [8] L. Peltola, “Enabling DTN-based Web Access: the Server Side”, 2008. *Helsinki University of Technology*. Diunduh dari www.lib.tkk.fi/Dipl/2008/urn012106.pdf
- [9] S. Farrell, V. Cahill, D. Geraghty, I. Humphreys, dan P. McDonald, “When TCP Breaks Delay-and Disruption- Tolerant Networking”, Trinity Collage, 2006. *Dublin*. Diunduh dari www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/MIC.2006.91.
- [10] T. Jonson, J. Pezeshki, V. Chao, K. Smith, dan J. Hamilton, “Application Of Delay Tolerant Networking (DTN) In Airborne Networks,” 2008. *IEEE*. Diunduh dari www.202.194.20.8/proc/milcom08/milcom08/pdfs/1211.pdf.
- [11] F. Warthman, “Delay-Tolerant Networks (DTNs) A Tutorial v1.1”, 2003. Diunduh dari: <http://www.dtnrg.org/docs/tutorials/warthman-1.1.pdf>.
- [12] A.R. Sumarmo, “kampoeng.net: Sistem Layanan Internet berbasis Delay Tolerant Network Dengan Memanfaatkan Kereta Api Sebagai Router”, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [13] R.C. Durst, “An Infrastructure Security Model for Delay Tolerant Networks”. Diunduh dari www.dtnrg.org/docs/papers/dtn-sec-wp-v5.pdf.