
**IMPLEMENTASI *VIRTUAL PRIVATE NETWORK*
BERBASIS MIKROTIK TERHADAP APLIKASI SISTEM INFORMASI
PENGELOLAAN KEUANGAN DAERAH (SIPKD)
DI PEMERINTAHAN KABUPATEN BOGOR**

Tengku Riza Firmansyah¹, Bambang Mulyatno²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Attahiriyah
Jl. Kampung Melayu Kecil III No. 15, Tebet, Jakarta Selatan 12840
Email: iam_the_goodboy@yahoo.co.id¹, bangmul2009@gmail.com²

Abstrak

Pengelolaan Keuangan di Pemerintah Kabupaten Bogor yang menggunakan basis *offline* menyebabkan penyusunan laporan keuangan oleh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) dalam penyampaian laporan keuangan sering mengalami keterlambatan, letak SKPD yang berjauhan menyebabkan sulit dan mahalnya mengkoneksikan antara SKPD dengan menggunakan jalur kabel secara *local*, sementara SKPD telah memiliki *internet* atau jaringan mereka masing-masing. Tujuan penelitian ini adalah agar SKPD dapat melakukan penyusunan laporan keuangan secara *online* dengan menggunakan aplikasi berbasis web dan memanfaatkan jaringan *internet* yang mereka miliki sehingga tidak membutuhkan biaya yang cukup besar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kepustakaan (Library Research dan observasi) serta metode perancangan jaringan *Virtual Private Network* (VPN) dengan melakukan pemilihan jenis VPN, *hardware* VPN, *protocol* VPN. Hasil yang ingin dicapai agar terbentuknya jaringan *private* yang aman dan tidak membutuhkan terlalu banyak biaya pada penerapannya. Kesimpulan yang di dapat pada penelitian ini, VPN yang digunakan ialah berbasis mikrotik, protokol yang digunakan adalah *site-to-site* VPN, *client* terkoneksi menggunakan jalur *internet* yang mereka miliki, pada akhirnya *Data center* dapat mengeluarkan surat-surat yang berhubungan dengan pengelolaan keuangan dengan cepat dan tepat.

Kata kunci : Mikrotik, SIPKD, VPN.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan informasi dalam Era Globalisasi yang menyebabkan semakin berkembangnya teknologi informasi diantaranya jaringan *Local Area Network* (LAN) dan *Internet*. Akibat semakin bersaingnya teknologi ini menimbulkan berbagai dampak dalam pengolahan data dan transfer informasi yang menuntut kecepatan dan efisiensi kerja.

Pengelolaan Keuangan di Pemerintah Kabupaten Bogor yang menggunakan basis *offline* menyebabkan penyusunan laporan keuangan oleh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) dalam penyampaian laporan keuangan sering mengalami keterlambatan, disamping itu data dan informasi yang berkaitan dengan perkembangan realisasi keuangan tidak terkini sehingga mempengaruhi pengambilan keputusan oleh pimpinan organisasi termasuk pimpinan daerah.

Aplikasi *online* yang digunakan oleh Pemerintah Kabupaten Bogor yaitu Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan Daerah (SIPKD). SIPKD memudahkan penggunaannya yaitu DPKBD sebagai koordinator dan Satuan Perangkat Kerja Daerah (SKPD) yang meliputi dinas-dinas yang ada di lingkungan Pemerintahan Kabupaten Bogor. Upaya menjamin keamanan dan kelancaran transaksi data pada Aplikasi SIPKD, maka Dinas Pengelolaan Keuangan dan Barang Daerah (DPKBD) membangun *Data Center* sebagai pusat data dan informasi yang berkaitan dengan SIPKD. Namun disini lain pembangunan *Data Center* sebagai upaya mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan koneksitas antara *Data Center* dan *Client* yang lokasinya cukup jauh. Langkah yang dilaksanakan untuk mengkoneksikan seluruh *Client* ke *Data Center* yang ada di DPKBD dengan menggunakan teknologi yang sudah ada yaitu dengan membangun jalur *private* melalui jaringan *internet* yang biasa dikenal dengan jaringan *Virtual Private Network* (VPN).

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang mendasari pemilihan topik penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana agar komputer *Client* dapat mengakses aplikasi SIPKD tanpa harus datang ke *Data Center* ?
2. Bagaimana agar *Data Center* memberikan solusi kepada *Client* untuk mengakses SIPKD tanpa harus membangun jaringan untuk terkoneksi ke *Data Center* dengan menggunakan layanan *internet* yang sudah dimiliki ?
3. Bagaimana Melakukan instalasi VPN pada *server* dan *Client* ?
4. Bagaimana membuat *rule Bandwith Management* pada Mikrotik di sisi *Client* yang memiliki *network* dengan user yang cukup besar ?

2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kepustakaan (Library Research dan observasi) serta metode perancangan jaringan *Virtual Private Network* (VPN) dengan melakukan pemilihan jenis VPN, *hardware* VPN, *protocol* VPN.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

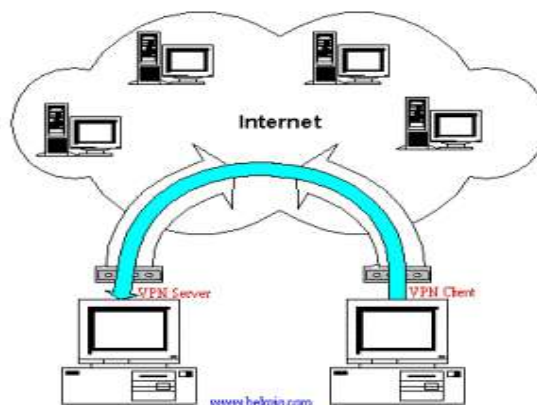
3.1. Jaringan *Virtual Private Network* (VPN)

VPN merupakan singkatan dari *Virtual Private Network*, yaitu sebuah koneksi *private* melalui jaringan publik (dalam hal ini internet). Disini ada 2 kata yang dapat kita garis bawahi yaitu:

- 1 *Virtual network*, yang berarti jaringan yang terjadi hanya bersifat virtual. Tidak ada koneksi jaringan secara riil antara 2 titik yang akan berhubungan.
- 2 *Private*, jaringan yang terbentuk *bersifat private* dimana tidak semua orang bisa mengaksesnya. Data yang dikirimkan terenkripsi sehingga tetap rahasia meskipun melalui jaringan publik.

Menurut IETF, *Internet Engineering Task Force*, VPN is an emulation of a private Wide Area Network(WAN) using shared or public IP facilities, such as the Internet or private IP backbones. VPN merupakan suatu bentuk *private internet* yang melalui *public network* (internet), dengan menekankan pada keamanan data dan akses global melalui internet. Hubungan ini dibangun melalui suatu *tunnel* (terowongan) *virtual* antara 2 *node*. (Iwan, 2008)

Dibawah ini adalah gambaran tentang koneksi VPN yang menggunakan protokol PPTP. PPTP (*Pont to Point Tunneling Protocol*) adalah sebuah protokol yang mengizinkan hubungan *Point-to-Point Protocol* (PPP) melewati jaringan IP, dengan membuat *Virtual Private Network* (VPN).



Gambar 1. Koneksi VPN

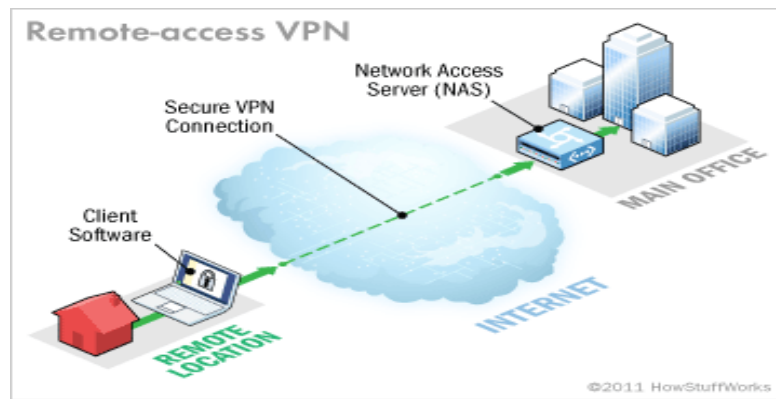
Dari gambar diatas secara sederhana cara kerja VPN (dengan protokol PPTP) adalah sebagai berikut:

1. VPN membutuhkan sebuah *server* yang berfungsi sebagai penghubung antar *Personal Computer*, *Server VPN* ini bisa berupa komputer dengan aplikasi *VPN Server* atau sebuah *Router*, misalnya MikroTik RB 750.
2. Untuk memulai sebuah koneksi, komputer dengan aplikasi *VPN Client* mengontak *Server VPN*, *VPN Server* kemudian memverifikasi *username* dan *password* dan apabila berhasil maka *VPN Server* memberikan *IP Address* baru pada komputer *client* dan selanjutnya sebuah koneksi / *tunnel* akan terbentuk.
3. Untuk selanjutnya komputer *client* bisa digunakan untuk mengakses berbagai *resource* (komputer atau LAN) yang berada dibelakang *VPN server* misalnya melakukan *transfer data*, *print dokumen*, *browsing* dengan *gateway* yang diberikan dari *VPN server*, melakukan *remote desktop* dan lain sebagainya.

3.1.1. Jenis-jenis VPN

1. Remote Access VPN.

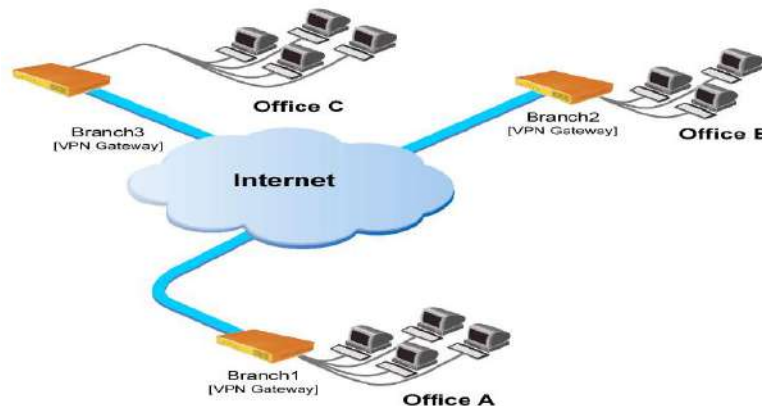
Jenis VPN ini memudahkan karyawan untuk terhubung langsung ke jaringan perusahaan dari jarak jauh (*remote*). Hal ini dikarenakan VPN bisa diakses di luar kantor selama karyawan tersebut memiliki akses internet. Hal ini juga berlaku bagi cabang perusahaan yang tidak memiliki koneksi secara terus-menerus ke kantor pusat. Kantor cabang tersebut dapat melakukan *dial-up* local ke suatu ISP dan melakukan koneksi ke kantor pusat. (Jonathan, 2006).



Gambar 2. Remote Access VPN

2. Site-to-site VPN

Site-to-site VPN adalah jenis VPN yang menghubungkan dua kantor atau lebih yang letaknya berjauhan, baik kantor pusat dengan cabangnya ataupun dengan perusahaan mitra kerjanya.



Gambar 3. Site to Site VPN

Site-to-site VPN dibedakan menjadi dua jenis:

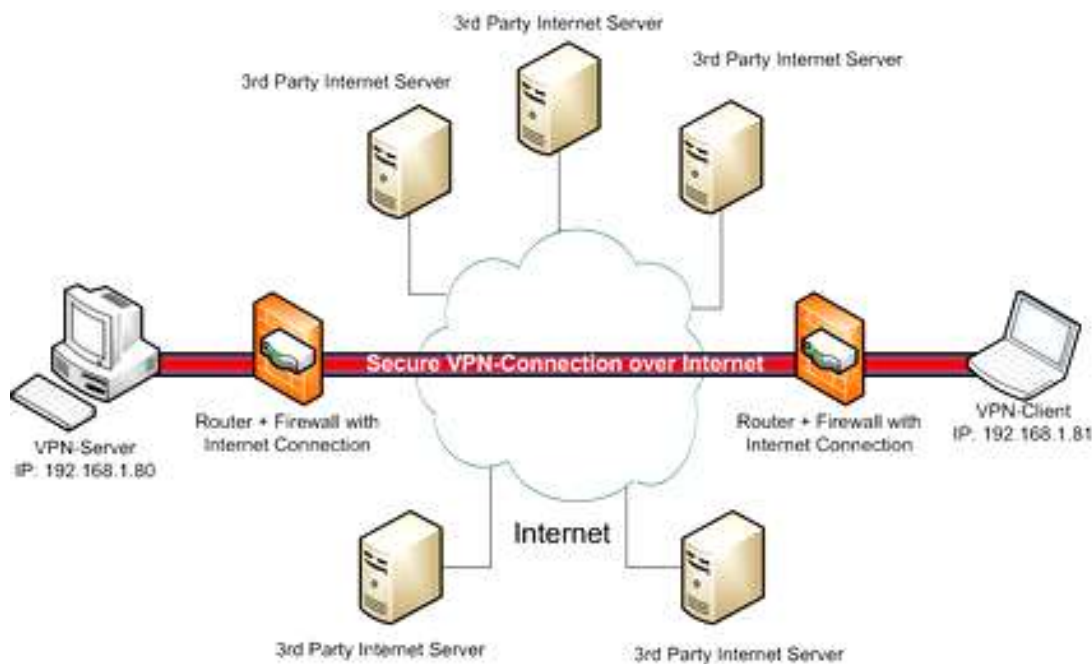
- a. **Intranet VPN**, Intranet VPN digunakan untuk menghubungkan antara kantor pusat dengan kantor cabangnya.
- b. **Extranet VPN**, Extranet VPN digunakan untuk menghubungkan antara kantor pusat dengan kantor mitra bisnisnya.

3.2. Tunneling

Teknologi *tunneling* merupakan teknologi yang bertugas untuk menangani dan menyediakan koneksi *point-to-point* dari sumber ke tujuannya. Teknologi ini disebut *tunnel* karena koneksi *point-to-point* tersebut sebenarnya terbentuk dengan melintasi jaringan umum namun tidak mempedulikan paket-paket data milik orang lain yang sama-sama melintasi jaringan umum tersebut, tetapi koneksi tersebut hanya melayani transportasi data dari pembuatnya. Koneksi *point-to-point* ini sesungguhnya tidak benar-benar ada, namun data yang dikirimkannya terlihat seperti benar-benar melewati koneksi pribadi yang bersifat *point-to-point*.

Teknologi ini dibuat dengan cara pengaturan *IP Addressing* dan *IP Routing*, sehingga antara sumber *tunnel* dengan tujuan *tunnel* dapat saling berkomunikasi melalui jaringan dengan pengalamatan IP. Apabila komunikasi antara sumber dan tujuan dari *tunnel* tidak dapat berjalan dengan baik, maka *tunnel* tersebut tidak akan terbentuk dan VPN pun tidak dapat dibangun.

Setelah *tunnel* tersebut terbentuk dengan baik, koneksi *point-to-point* tersebut dapat langsung digunakan untuk mengirim dan menerima data. Dalam implementasinya di VPN, *tunnel* tersebut tidak di biarkan begitu saja tanpa diberikan sistem keamanan tambahan. *Tunnel* dilengkapi dengan sebuah sistem enkripsi untuk menjaga data yang melewatinya. Proses enkripsi inilah yang menjadikan teknologi VPN bersifat pribadi dan aman. (Madcoms, 2010).



Gambar 4. Tunelling

3.3. Mikrotik

3.3.1. Sejarah Mikrotik

Mikrotik dibuat oleh **MikroTikls** sebuah perusahaan di kota Riga, Latvia. Latvia adalah sebuah negara yang merupakan “pecahan” dari negara Uni Soviet dulunya atau Rusia sekarang ini. Mikrotik awalnya ditujukan untuk perusahaan Jasa Layanan *Internet* (PJI) atau *Internet Service Provider* (ISP) yang melayani pelanggannya menggunakan teknologi nirkabel atau *wireless*. Saat ini MikroTikls memberikan layanan kepada banyak ISP nirkabel untuk layanan akses Internet di banyak negara di dunia dan juga sangat populer di Indonesia. MikroTik sekarang menyediakan *hardware* dan *software* untuk konektivitas *internet* di sebagian besar negara di seluruh dunia. Produk *hardware* unggulan

Mikrotik berupa *Router, Switch, Antena*, dan perangkat pendukung lainnya. Sedangkan produk *Software* unggulan Mikrotik adalah *MikroTik RouterOS*. (Rendra, 2013)

3.3.2. Jenis Jenis Mikrotik

Berdasarkan bentuk *hardware* yang di gunakan, mikrotik dapat digolongkan dalam dua jenis, dua jenis tersebut adalah :

1 Mikrotik RouterOS

Mikrotik RouterOS Adalah versi MikroTik dalam bentuk perangkat lunak yang dapat diinstal pada *Personal Computer (PC)* melalui CD. File yang dibutuhkan dapat diunduh dalam bentuk file *image MikroTik RouterOS* dari website resmi MikroTik www.mikrotik.com. Namun file image ini merupakan versi trial MikroTik yang hanya dapat dalam waktu 24 jam saja. Untuk dapat menggunakannya secara *full time*, harus membeli lisensi *key* dengan catatan satu lisensi hanya untuk satu *harddisk*.



Gambar 5. MikroTik RouterOS

2. Build in Hardware Mikrotik

Merupakan MikroTik dalam bentuk perangkat keras yang khusus dikemas dalam *board router*, atau sering disebut *routerBoard*, yang di dalamnya sudah terinstal sistem operasi *MikroTik RouterOS*. Untuk versi ini, lisensi sudah termasuk dalam board MikroTik. Pada *Router board* ini pengguna langsung dapat memakainya, tanpa harus melakukan instalasi sistem operasi. *Router Board* ini dikemas dalam beberapa bentuk dan kelengkapannya sendiri sendiri. Ada yang difungsikan sebagai *Indoor Router, Outdoor Router* maupun ada yang dilengkapi dengan *wireless router*.



Gambar 6. RouterBoard

3. Mikrotik RouterBoard

RouterBoard adalah *router embedded* produk dari mikrotik. *Routerboard* seperti sebuah pc mini yang terintegrasi karena dalam satu *board* tertanam *prossecor*, ram, rom, dan *memori flash*. *Routerboard* menggunakan *os RouterOS* yang berfungsi sebagai router jaringan, *bandwidth management*, *proxy server*, *dhcp*, *dns server* dan bisa juga berfungsi sebagai *hotspot server*.

Ada beberapa seri *routerboard* yang juga bisa berfungsi sebagai *wifi* sebagai *wifi access point*, *bridge*, *wds* ataupun sebagai *wifi client*. seperti seri RB411, RB433, RB600 dan sebagian besar ISP *wireless* menggunakan *routerboard* untuk menjalankan fungsi *wireless*-nya baik sebagai ap ataupun *client*.

Dengan *routerboard* bisa menjalankan fungsi sebuah router tanpa tergantung pada PC lagi. karena semua fungsi pada router sudah ada dalam *routerboard*. Jika dibandingkan dengan pc yang diinstal *routerOS*, *routerboard* ukurannya lebih kecil, lebih kompak dan hemat listrik karena hanya menggunakan adaptor. untuk digunakan di jaringan *wifi* bisa dipasang diatas tower dan menggunakan PoE sebagai sumber arusnya.



Gambar 7. RouterBoard 433

3.4. Sistem Level Lisensi Mikrotik

Mikrotik bukanlah perangkat lunak yang gratis jika anda ingin memanfaatkannya secara penuh, dibutuhkan lisensi dari MikroTik untuk dapat menggunakannya alias berbayar. Mikrotik dikenal dengan istilah Level pada lisensinya. Tersedia mulai dari Level 0 kemudian 1, 3 hingga 6, untuk Level 1 adalah versi Demo Mikrotik dapat digunakan secara gratis dengan fungsi-fungsi yang sangat terbatas. Tentunya setiap level memiliki kemampuan yang berbeda-beda sesuai dengan harganya, Level 6 adalah level tertinggi dengan fungsi yang paling lengkap. Secara singkat dapat digambarkan jelaskan sebagai berikut:

- 1 Level 0 (gratis); tidak membutuhkan lisensi untuk menggunakannya dan penggunaan fitur hanya dibatasi selama 24 jam setelah instalasi dilakukan.
- 2 Level 1 (demo); pada level ini kamu dapat menggunakannya sebagai fungsi routing standar saja dengan satu pengaturan serta tidak memiliki limitasi waktu untuk menggunakannya.
- 3 Level 3; sudah mencakup level 1 ditambah dengan kemampuan untuk manajemen segala perangkat keras yang berbasis Kartu Jaringan atau *Ethernet* dan pengelolaan perangkat *wireless* tipe klien.
- 4 Level 4; sudah mencakup level 1 dan 3 ditambah dengan kemampuan untuk mengelola perangkat *wireless* tipe akses poin.
- 5 Level 5; mencakup level 1, 3 dan 4 ditambah dengan kemampuan mengelola jumlah pengguna *hotspot* yang lebih banyak.
- 6 Level 6; mencakup semua level dan tidak memiliki limitasi apapun.

3.5.1. Pemilihan tipe VPN

Jenis VPN yang digunakan adalah *site-to-site* VPN dimana *Data Center* sebagai pusat data yang akan diakses oleh *client* menggunakan koneksi *internet* yang mereka miliki dengan *VPN Server* sebagai media yang menghubungkan dengan Aplikasi SIPKD .

3.5.2. Pemilihan server VPN (*hardware*)

Dengan berkembangnya teknologi VPN maka banyak pula vendor-vendor besar yang membuat *hardware* yang mendukung teknologi ini seperti CISCO, JUNIPER, dan MIKROTIK, namun banyak juga vendor-vendor yang memasang harga tinggi untuk *hardware* yang mereka buat dan membatasi akses-akses terhadap fasilitas yang ada pada *hardware*-nya.



Gambar 9. Cisco 2900 series



Gambar 10. Juniper Firewall

Tabel 3. Tabel perbandingan *hardware*

FUNGSI NAMA	Router	Firewall	Proxy	VPN Server	Bandwith Controller	Harga
Cisco	√	x	√	√	x	10.000.000 - keatas
Juniper	x	√	x	√	x	10.000.000 - keatas
Mikrotik	√	√	√	√	√	500.000 - keatas

(sumber : data sekunder)

Berdasarkan data yang didapat maka dalam penelitian ini memilih Mikrotik sebagai *server* VPN, disamping sebagai *server* VPN mikrotik juga bisa digunakan sebagai *proxy server*, *bandwith controller*, *Firewall* dan lainnya.

3.5.3. Pemilihan *protocol* VPN

Pada penelitian ini *protocol* yang akan diterapkan ialah *Point to Point Tunneling Protocol* (PPTP), *protocol* ini telah tersedia pada *hardware* mikrotik tanpa harus melakukan pengaturan-pengaturan.

3.5.4. Pemilihan bandwidth

Pesatnya perkembangan *internet* menyebabkan semakin banyaknya penyedia jasa layanan internet yang memberikan fasilitas kepada user atau orang yang ingin menggunakan *internet* baik itu di kota besar maupun di pedesaan. VPN yang digunakan pada penelitian ini dapat berfungsi apabila di kedua pihak yaitu *Data Center* dan *Client* memiliki layanan *internet*, sehingga *server* dan *client* terkoneksi melalui jaringan internet.

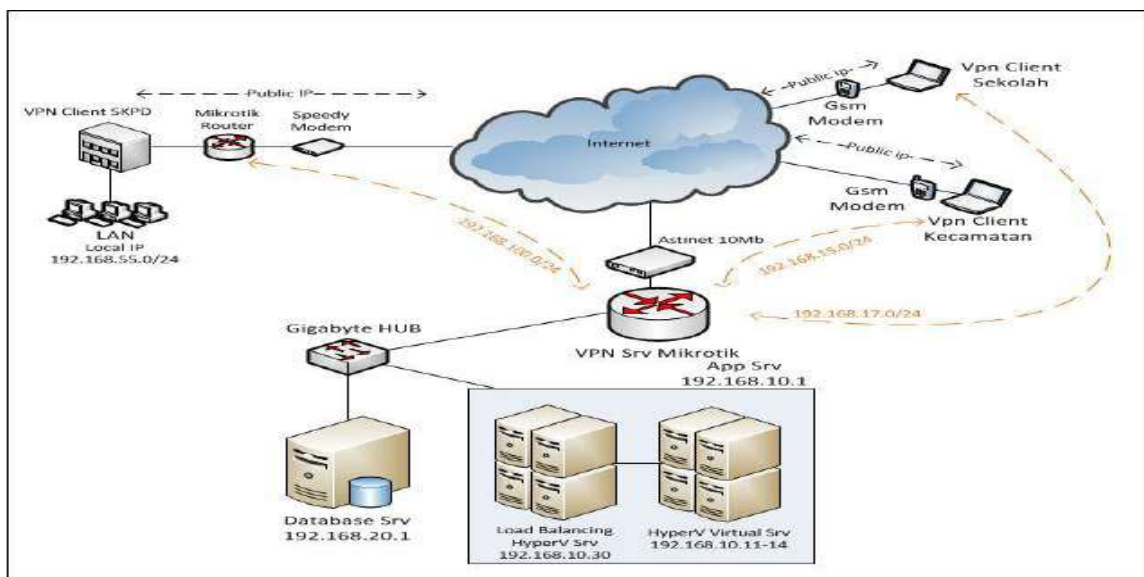
Tabel 4. Tabel perkiraan harga dan spesifikasi penyedia jasa internet

Nama ISP	Bandwith	Spesifikasi	Perkiraan Harga	Waktu	Kuota
Telkom Astinet	10Mbps	Fiber Optic , Dedicated Internet	Rp 10.000.000 - Rp 16.000.000	Bulan	Unlimited
Telkom Speddy	2Mbps	Line Telp, Work Internet Sharing	Rp 1.000.000 - Rp 2.000.000	Bulan	Unlimited
Telkom Speddy	1Mbps	Line Telp, Work Internet Sharing	Rp 500.000 - Rp 1.000.000	Bulan	Unlimited
Telkom Speddy	512kbps	Linet telp , Home Internet , Sharing	Rp 150.000 - Rp 400.000	Bulan	Unlimited
Biznet	10Mbps	Fiber Optic , Dedicated Internet	Rp 8.000.000 - Rp12.000.000	Bulan	Unlimited
Bonet	10Mbps	Nirkable,Dedicated	Rp 5.000.000 - Rp 10.000.000	Bulan	Unlimited

(sumber : Data sekunder)

Berdasarkan data yang didapat, pada penelitian ini penyedia jasa layanan *internet* yang dipilih oleh pihak *Data Center* yaitu Telkom Astinet karena telkom memiliki jalur *Fiber Optic* yang terkoneksi hingga *Data Center* dan merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memiliki infrastruktur jaringan kabel yang cukup luas, selain itu telkom juga berusaha memberikan layanan yang terbaik kepada pelanggannya dibandingkan penyedia jasa layanan *internet* lainnya.

Disamping penyedia jasa layanan *internet Data Center* juga harus memperhatikan besarnya *bandwith* yang disewa, semakin besar *bandwith internet* yang dimiliki maka semakin besar pula lalulintas data yang melewati antara *client* dan *server*. Pada penelitian ini *Data Center* menyewa *bandwith* sebesar 10Mbps dan *client* bervariasi mulai dari 384kbps sampai 7Mbps.



Gambar 11. Design Topologi site-to-site VPN

3.6. Persiapan *Hardware dan Software*

Pada penelitian ini *hardware* yang digunakan sebagai *server VPN* pada *Data Center* adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Mikrotik Dinara sebagai *VPN server*

Nama	Spesifikasi
Product Code	Dinara
Architecture	x86
CPU	Intel® Quad Xeon® Processor Sandy Bridge
Current Monitor	No
Main Storage/NAND	250Gb
RAM	2048Mb
LAN Ports	16
Gigabit	Yes
Switch Chip	1
MiniPCI	0
Integrated Wireless	No
SIM Card Slots	No
USB	Yes
Power Jack	10-28V
Serial Port	1 console
Voltage Monitor	Yes
Temperature Sensor	Yes
Dimensions	1. 44 mm (H) x 426 mm (W) x 450 mm (D)
Operating System	RouterOS
Temperature Range	0°C ~ +45°C
RouterOS License	Level5

Pada penelitian ini *software* yang digunakan di sisi *Data Center* adalah sebagai berikut :

1. *Router OS Mikrotik version 5* yang sudah di *install* pada saat pembelian *Router Board*.
2. Mikrotik WinBox Loader V2.2.18 sebagai *remote access VPN server*

Sedangkan pada sisi *client* *software* yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Windows 7 Home Premium 64 Bit* Sebagai *Operating Sistem* yang berjalan pada PC atau *Notebook client*

2. Router OS Mikrotik version 5 yang sudah di *install* pada saat pembelian RouterBoard
3. Mikrotik WinBox Loader V2.2.18 sebagai *remote access router* pada *client* yang memiliki jaringan lebih dari satu user

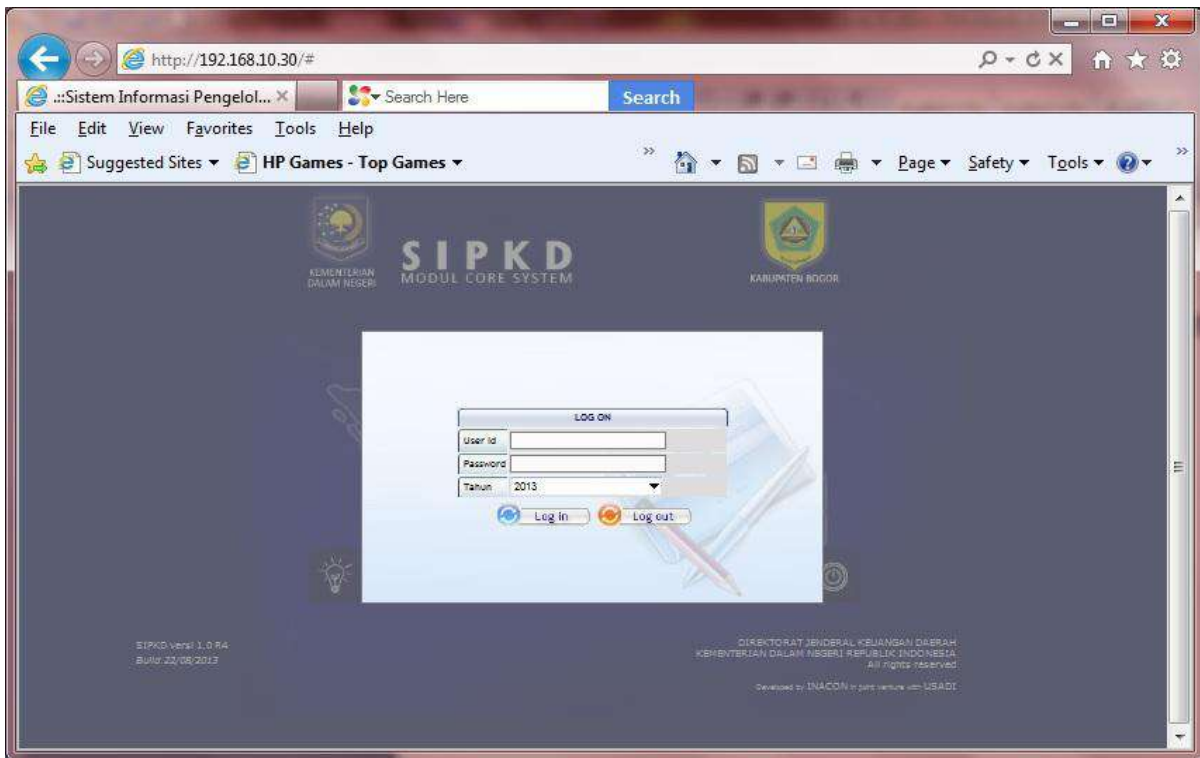
Pada penelitian ini *Data Center* menggunakan *bandwith* dari penyedia jasa *internet* yaitu Telkom sebesar 10 Mbps, semakin besar *bandwith* yang dimiliki semakin cepat akses antara *Data Center* dan *Client*.

3.7. Pengujian Jaringan Virtual Private

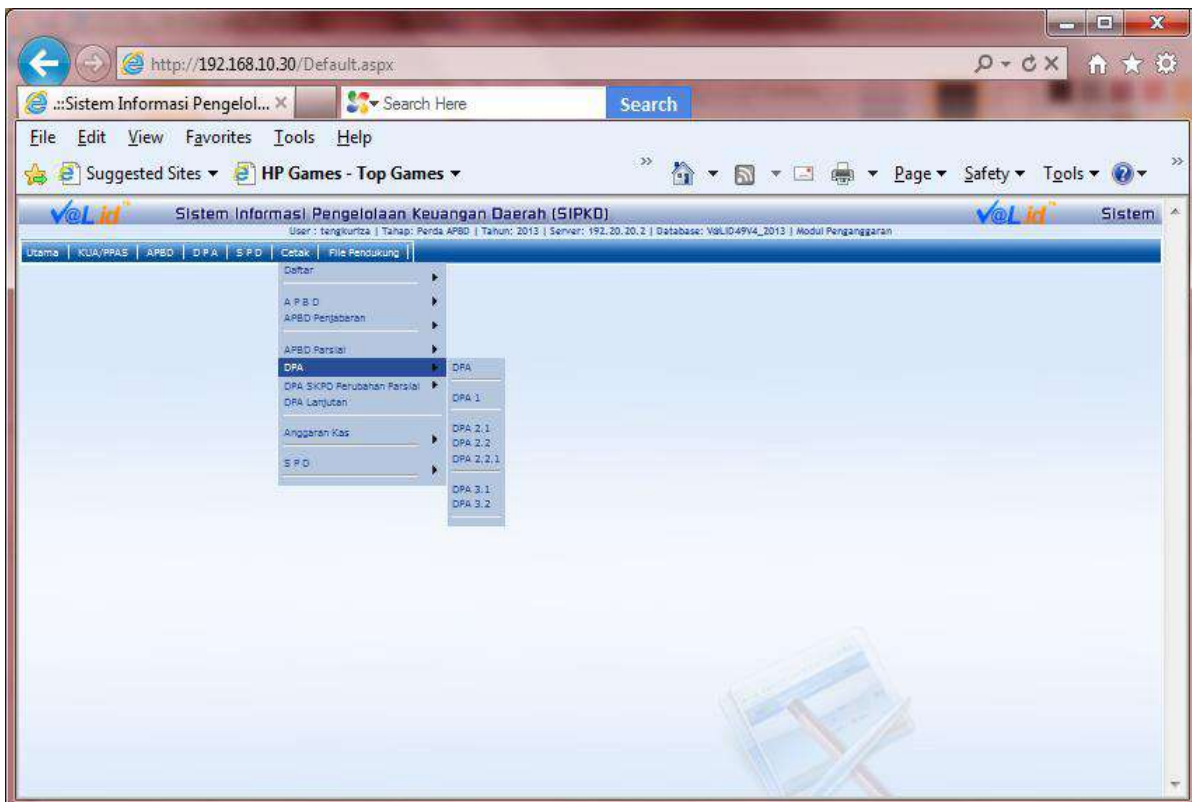
Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian aplikasi di sisi *client* baik *client* yang terkoneksi melalui VPN modem ataupun *client* yang terkoneksi melalui *router* mikrotik yang ada pada *network client*, ujicoba ini dilakukan dengan memanggil aplikasi SIPKD melalui *Internet Explorer* dengan *IP address* 192.168.10.30 dan membuka salah satu menu yang ada pada aplikasi, kecepatan untuk membuka aplikasi tersebut bergantung pada *bandwith* yang terdapat pada *client*.



Gambar 12. Menu utama SIPKD



Gambar 13. Menu login SIPKD



Gambar 14. Menu cetak pada SIPKD

4. KESIMPULAN

Dari uraian analisis dan pembahasan di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk dapat mengakses SIPKD *client* dapat menggunakan teknologi VPN.
2. *Client* dapat menggunakan layanan *internet* yang mereka miliki untuk terkoneksi dengan *Data Center* yaitu dengan koneksi VPN (Tunneling)
3. Instalasi VPN Mikrotik pada *Server* dengan menggunakan Mikrotik *server* berhasil dilakukan dengan baik dan telah dapat terkoneksi dengan baik, begitu juga instalasi VPN pada *Client* dengan menggunakan VPN *Windows*
4. *Rule Management Bandwith* pada sisi *Client* yang menggunakan Mikrotik telah berhasil di konfigurasi dengan baik sehingga *bandwith* dapat digunakan dengan baik dan maksimal

DAFTAR PUSTAKA

Lukas, Jonathan. 2006. Jaringan Komputer. Penerbit: Graha Ilmu, Yogyakarta.

Madcoms, 2010. Sistem Jaringan Komputer Untuk Pemula, Penerbit : Andi, Yogyakarta.

Sofana, Iwan. 2008. Membangun Jaringan Komputer. Penerbit : Informatika Bandung.

Towidjojo, Rendra. 2013. Konsep & Implementasi *Routing* dengan *Router Mikrotik 100% Connected* .
Penerbit: Jasakom, Jakarta.