

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin berkembangnya zaman, maka perkembangan teknologi menjadi salah satu aspek terbesar dalam pertumbuhan lalu lintas jaringan saat ini. Dalam laporan mobilitasnya, Ericsson mengkaji bahwa akan terjadi kenaikan lalu lintas data seluler per ponsel pintar mencapai 24% per bulan. Hal tersebut dapat dibuktikan ketika mengakses suatu laman atau melakukan siaran langsung secara *online*, maka *buffering* akan terjadi terus menerus karena banyaknya pengguna jaringan yang mengakses suatu laman yang sama di waktu yang bersamaan.

International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (ITU-R) pada laporan IMT estimasi lalu lintas jaringan pada tahun 2015 menyatakan bahwa dengan adanya perkembangan teknologi dan komunikasi seluler maka diprediksi bahwa terdapat penambahan pengguna internet [1]. Dengan perkembangan tersebut dibutuhkan sistem yang lebih efisien, ketika pengguna ingin mengunduh video atau mengakses aktivitas di internet agar memiliki kecepatan jaringan internet yang baik. Metode dalam mengakses internet adalah dengan mengirimkan data ke pusat *server* yang kemudian diolah dan dianalisis terkait permintaan konten oleh pengguna, dan hasilnya akan dikirim kembali kepada pengguna. Namun, menurut *Cisco White Paper (2023)*, mengatakan bahwa pada tahun 2023 jumlah dari seluruh perangkat yang terhubung ke jaringan *Internet Protocol (IP)* akan bertambah menjadi lebih dari tiga kali lipat jumlah keseluruhan populasi global, akibatnya akan terjadi lalu lintas data yang eksplosif secara global [2].

Berdasarkan Indeks *Global Speedtest by Ookla*, kecepatan jaringan di Indonesia pada September 2023 mengalami penurunan kecepatan unduh mencapai 27.65 Mbps. Faktor yang menyebabkannya adalah *bandwidth* yang terbatas, hal ini mempengaruhi kecepatan *broadband* yang terjadi ketika ingin mengakses konten yang sama di waktu bersamaan.

Penggunaan teknologi *edge caching* merupakan salah satu alternatif agar sepenuhnya sumber daya penyimpanan berada di setiap *edge node* [3]. Teknologi *edge caching* menerapkan konten populer yang sesuai pada *edge node* yang dekat dengan pengguna. Sehingga ketika pengguna mengakses sebuah *website* secara bersamaan atau dengan jumlah *request* yang banyak, permintaan tersebut dapat secara efisien dialokasikan menggunakan sistem *edge caching* agar dapat mengefisiensikan lalu lintas jaringan yang diakses oleh pengguna.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Perkembangan pengguna internet di Indonesia telah mengalami lonjakan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Jumlah pengguna internet meningkat sebesar 0,8% atau sekitar 1,5 juta lebih banyak dari tahun sebelumnya, sehingga menjadi 185,3 juta [4]. Perkembangan ini menimbulkan tantangan baru, terutama terkait dengan kualitas akses internet.

Jumlah penayangan video *streaming* telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, terutama di kalangan generasi muda. Perkiraan indeks jaringan visual Cisco menggambarkan bahwa lalu lintas video akan mencapai 82% dari penggunaan internet global pada tahun 2023. Netflix dan YouTube adalah situs kontribusi video utama di mana YouTube digunakan oleh lebih dari 1 miliar konsumen. Dengan meningkatnya penggunaan ponsel pintar, konten yang dibuat oleh pengguna telah berkembang pesat. Jumlah video yang diunggah ke YouTube terus meningkat sehingga hampir tidak mungkin untuk menyimpan semua konten. Jadi, sangat penting untuk memutuskan video apa yang perlu di-*cache* [5].

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Jaringan seluler di masa depan akan menjadi heterogen karena penyebaran yang padat dari berbagai jenis *base station*. Kurangnya penerapan *cache* pada *macro base station* dan *small base station* menjadi salah satu masalah karena tidak dapat mengurangi kepadatan lalu lintas jaringan. Faktor pendukung tersebut mengakibatkan unit penyimpanan berbiaya tinggi, karena pengelolaan sumber daya yang tidak terpusat [6].

1.3.2 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*)

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa penggunaan berbagai aplikasi di jaringan WiFi dan LTE menimbulkan *bandwidth* yang besar. Sehingga penerapan *multi edge server* dalam infrastruktur *edge caching* terdistribusi dapat menghemat biaya operasional hingga 67% untuk aplikasi dengan *bandwidth* yang besar [7].

1.3.3 Aspek Teknologi

Pemanfaatan teknologi jaringan komputer hingga saat ini semakin meningkat, sehingga konten yang diambil cenderung lambat karena pengguna mengakses konten secara terus menerus. Teknologi penempatan konten yang optimal dapat dilakukan dengan menerapkan sistem *edge caching* terdistribusi. Kelebihan sistem *multi edge caching* adalah konten yang diambil lebih cepat dan optimal, sehingga tidak perlu menyimpan konten terus menerus.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada aspek keberlanjutan dan teknologi, sistem *multi edge caching* memerlukan pemenuhan berbagai kebutuhan teknis dan infrastruktur yang memadai. Selain itu diharapkan sistem *multi edge caching* dapat meningkatkan kemampuan *caching*, sehingga dapat meningkatkan performa *cache hit ratio* dan kualitas *traffic* jaringan serta mengurangi latensi.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Pada bagian ini akan disajikan sistem-sistem yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya terkait implementasi *edge caching*.

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Content Centric Network (CCN)

Content Centric Network (CCN) merupakan salah satu arsitektur jaringan baru yang dapat digunakan untuk kebutuhan akses dan pengiriman konten saat ini. CCN menggunakan pengalamatan berbasis konten, di mana data diambil berdasarkan identitas unik daripada IP *address*. CCN memungkinkan pengguna untuk mengakses konten dari lokasi terdekat, sehingga mengurangi latensi dan meningkatkan kecepatan akses [8].

CCN mendukung *in-network caching*, yang menyimpan salinan konten yang sering diakses di berbagai titik dalam jaringan, mengurangi beban server asal dan mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*. Selain itu model komunikasi CCN menggunakan mekanisme *interest/data*, yang memungkinkan permintaan dan pengiriman konten yang efisien dan terarah [9].

1.5.1.2 Content Delivery Network (CDN)

Content Delivery Network (CDN) adalah sebuah sistem jaringan untuk kontribusi konten dalam sebuah aplikasi atau web yang menyediakan konten ke banyak pengguna dengan menduplikasikan konten di beberapa server dan mengantarkan konten ke pengguna. CDN menyebarkan konten ke berbagai server terdistribusi secara geografis sehingga konten dapat diakses lebih dekat dengan lokasi pengguna. Hal ini mengurangi latensi dan mempercepat waktu muat halaman web [10].

CDN menawarkan *caching in-network*, yang memungkinkan penyimpanan sementara konten yang sering diakses, sehingga mengurangi beban pada server asal dan mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*.

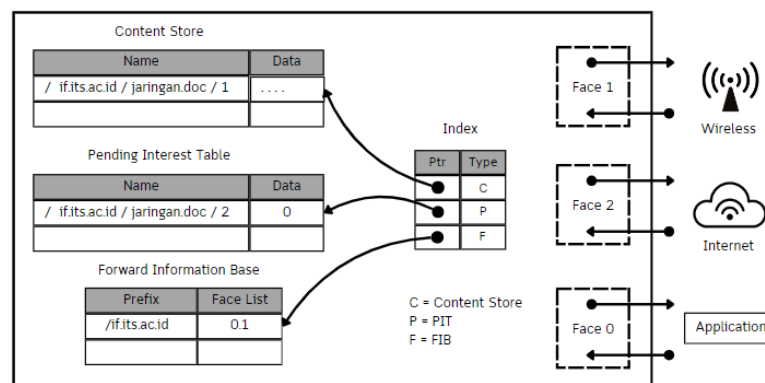
1.5.1.3 Proxy Server

Proxy server adalah perangkat atau aplikasi yang bertindak sebagai perantara antara *client* dan *server* tujuan dalam jaringan. *Proxy server* menyediakan kontrol dan filter lalu lintas, memungkinkan administrator untuk mengatur akses dan menyaring konten yang tidak diinginkan. Fitur *caching* pada *proxy server* membantu meningkatkan kecepatan akses dan mengurangi beban pada *server* asal dengan menyimpan salinan lokal dari konten yang sering diakses.

Proxy server mendukung berbagai protokol seperti HTTP, HTTPS, serta menawarkan fitur *load balancing* untuk distribusi beban yang lebih merata. Dengan fitur pemantauan dan *logging*, *proxy server* memungkinkan analisis mendalam terhadap pola lalu lintas dan deteksi masalah.

1.5.2 Skenario Penggunaan

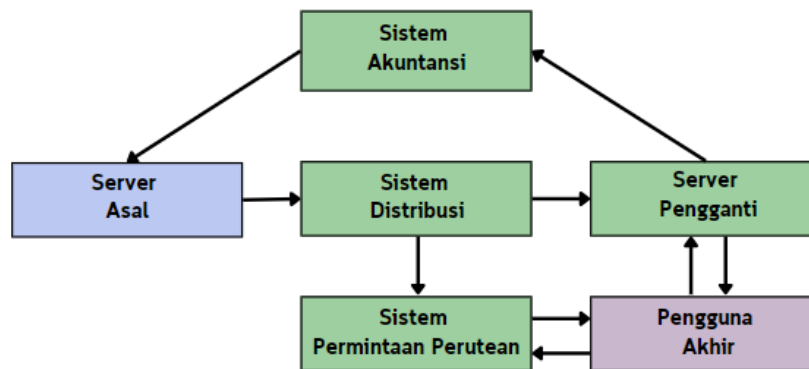
1.5.2.1 Content Centric Network (CCN)



Gambar 1. 1 Skenario CCN

Proses pengiriman dan permintaan konten dalam CCN ketika pengguna mengirimkan paket *interest* ke jaringan. Paket *interest* dirutekan melalui jaringan berdasarkan nama konten yang dibawa. Router akan mencari konten yang diminta di dalam *Content Store* (CS). Jika konten ditemukan (*cache hit*) router akan mengirimkan konten tersebut ke pengguna, jika konten tidak ditemukan (*cache miss*), paket *interest* akan diteruskan ke arah berikutnya hingga mencapai sumber konten asli yang menyimpan data yang diminta.

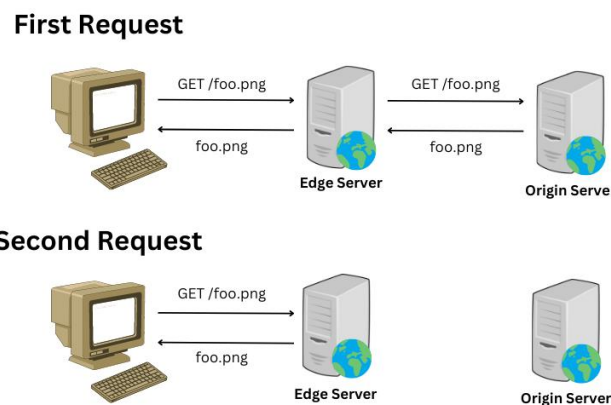
1.5.2.2 Content Delivery Network (CDN)



Gambar 1. 2 Skenario CDN

Server asal menyediakan konten yang akan direplikasi ke sistem distribusi. Sistem distribusi mereplikasi konten di *server* pengganti dan juga menjaga konsistensi data di *server* pengganti. Sistem distribusi juga menyediakan informasi tentang replikasi untuk meminta sistem perutean membantu dalam mengganti pemilihan *server* untuk diteruskan ke pengguna akhir. Permintaan konten dari pengguna akhir diarahkan ke sistem permintaan perutean. Sistem permintaan perutean mengarahkan permintaan ke *server* pengganti yang sesuai. *Server* pengganti yang dipilih memenuhi permintaan pengguna akhir atas nama *server* asal. *Server* pengganti juga mengirimkan log data yang ditransfer ke sistem akuntansi [11].

1.5.2.3 Proxy Server



Gambar 1. 3 Skenario Proxy Server

Alur penggunaan *proxy server* adalah inisiasi permintaan dari *client*, lalu meneruskannya ke *proxy server* yang telah di konfigurasi. Kemudian *proxy server* menerima permintaan tersebut dan memeriksa apakah konten yang diminta sudah tersedia di *cache*, jika konten tersedia maka (*cache hit*) dan *proxy server* dapat melayani permintaan tanpa perlu meneruskannya ke *server* tujuan. Jika konten tidak tersedia di *cache* (*cache miss*) *proxy server* meneruskan permintaan ke *server* tujuan (*origin server*) di internet.