

## KLUSTER DNS DALAM TELEKOMUNIKASI UNTUK MANAJEMEN SKALABILITAS

**Yuli K. Ningsih, N. Norman**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri

Universitas Trisakti, Jakarta

e-mail: yuli\_kn@trisakti.ac.id, nurrahman.norman@gmail.com

### ABSTRAK

Layanan Nama Domain (DNS) adalah salah satu layanan di bidang telekomunikasi yang perlu dipertahankan untuk memastikan keberlangsungan komunikasi pada jaringan internet modern. Sebagian besar Penyedia Layanan Internet (ISP) menerapkan sistem rekursif DNS mereka sendiri untuk mempertahankan konten dan layanan ke sisi klien. Tujuan kerja ini adalah skema baru untuk DNS rekursif untuk mempertahankan skalabilitasnya menggunakan pendekatan *load balancing* berdasarkan pertumbuhan klien tanpa mengorbankan kesinambungan layanan. Pendekatan load balancing yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah dengan membandingkan tiga metode load balancing; *Least Packet*, *Round Robin* dan *Least Connection*. Hasil metode terbaik dari perbandingan tiga metode penyeimbangan beban digunakan untuk menguji skalabilitas seluruh sistem DNS, dengan menguji interkoneksi antar node perangkat keras.

**Kata kunci:** DNS, keseimbangan beban, paket paling sedikit, round robin, koneksi paling sedikit

### ABSTRACT

*Domain Name Service (DNS) is one of services in telecommunication that needed to be maintained to ensure the passage of communication for modern internet. Most Internet Service Provider (ISP) implement their own DNS recursive system to maintain the content and service to client side. This work purpose is a novel scheme for DNS recursive to maintain its scalability using load balancing approach based on the growth of the client without sacrificing the continuity of the service. Load balancing approach used in this work is by comparing three method of load balancing; Least Packet, Round Robin and Least Connection. The best method result from the comparison of three load balancing method is used to test the scalability of whole DNS system, by testing interconnection between hardware nodes.*

**Keywords:** DNS, load balance, least packet, round robin, least connection

### PENDAHULUAN

*Mobile* internet adalah hal yang umum untuk digunakan oleh sebagian besar orang saat ini, karena pertumbuhan yang cepat dari pengguna *smartphone* yang meningkat setiap

tahun, bahkan hanya meningkat 5,8% hanya untuk tahun 2012 [1]. Karena DNS terdiri dari dua fungsi penting; otoritatif dan rekursif [2] untuk komunikasi internet modern, sudah lazim bagi ISP untuk menerapkan sistem

rekursif DNS mereka sendiri untuk memastikan kepuasan konten dan layanan. Untuk memastikan kualitas, sistem rekursif DNS harus mampu menangani pertumbuhan klien. Dengan demikian, metode untuk menangani persyaratan tersebut untuk pertumbuhan sistem perlu dibuat untuk mengurangi kegagalan dalam layanan sistem.

Salah satu cara tertua bagi industri telekomunikasi untuk meningkatkan kapasitas dan kinerja, adalah menambahkan lebih banyak sistem atau menukar node yang ada dengan spesifikasi yang lebih besar. Sayangnya, pendekatan seperti itu sudah tidak efektif lagi karena teknologinya berubah dengan cepat. Skalabilitas sistem adalah metode yang populer untuk melayani kebutuhan sistem jaringan skala besar, fleksibilitas untuk menambahkan node tambahan dan ketahanan sistem untuk kegagalan jaringan atau simpul [3]. Ada banyak pendekatan untuk mencapai skalabilitas sistem, seperti memetakan beberapa klien IP ke server tertentu berdasarkan beban setiap server, distribusi permintaan klien berdasarkan pada simpul terdekat atau distribusi beban menggunakan penyeimbangan beban dalam sistem cluster [4-7].

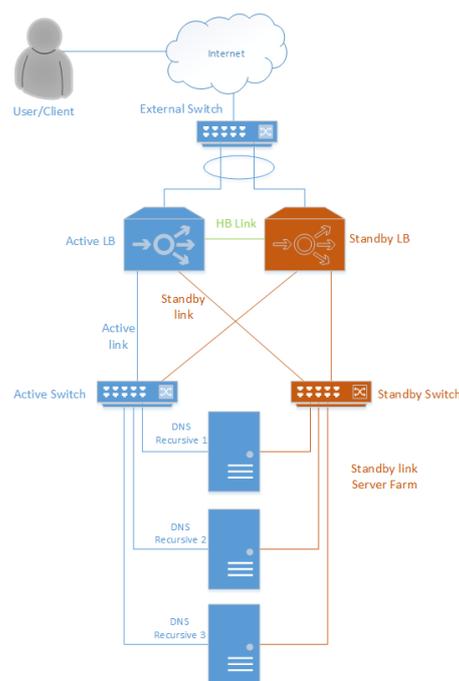
Dalam makalah ini, pendekatan load balancing diusulkan karena load balancing dalam sistem clustered adalah pendekatan yang paling dekat yang diperlukan untuk skalabilitas rekursif DNS dalam industri telekomunikasi. Tiga metode penyeimbangan beban digunakan untuk menemukan skenario yang sesuai dalam pengelompokan sistem rekursif DNS. Selain itu, hasil pengujian metode penyeimbangan beban digunakan untuk pengujian interkoneksi untuk menentukan ketahanan sistem yang dapat diskalakan.

Makalah ini disusun sebagai berikut. Dalam Bagian 2, kami meninjau secara

singkat beberapa desain sistem, yang menjadi desain umum untuk menguji setiap metode keseimbangan beban dan skalabilitas sistem secara keseluruhan. Metode penyeimbangan beban disajikan pada Bagian 3 dan percobaan dijelaskan pada Bagian 4. Akhirnya, Bagian 5 menyajikan kesimpulan.

## DESAIN SISTEM UMUM

Sebelum sistem diimplementasikan dan diuji, pertama-tama dibuat desain sistem umum yang mewakili seluruh sistem rekursif DNS yang dapat diskalakan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Topologi dan interkoneksi antara pengembangan elemen elemen node dapat dilihat pada Gambar 1 berikut seperti yang ditunjukkan dan dikutip dalam naskah



Gambar 1. Desain sistem umum pada sistem kluster pembagian beban

Topologi sistem pada Gambar 1, menunjukkan interkoneksi antara elemen node sehingga menjadi satu

sistem yang terintegrasi satu sama lain. Alur logika, pengguna pertama atau klien akan meminta permintaan DNS ke IP node load balancer, yang menjadi beban input untuk diteruskan ke server DNS farm. Salah satu server akan menerima permintaan yang diteruskan dari node penyeimbang muatan dan melayani permintaan dengan menjawabnya. Beban dibagi antara beberapa server rekursif DNS didasarkan pada metode mana yang digunakan untuk menyeimbangkan beban.

**METODE PEMBAGIAN BEBAN**

Pada bagian ini, dijelaskan setiap metode penyeimbangan beban yang diusulkan untuk pengujian dan menemukan metode yang paling cocok dalam sistem rekursif DNS kluster.

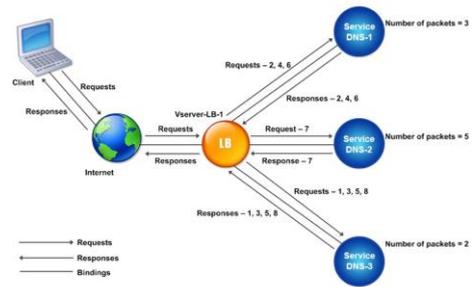
**A. Paket Terkecil**

Paket terendah adalah metode penyeimbangan beban yang mendukung jumlah paket yang ditangani oleh server DNS yang berada di belakang penyeimbang beban. Karena perilaku paket itu searah, yang membuat load balancer tidak akan menunggu respons dari server DNS. Load balancer itu sendiri akan menghitung setiap nomor paket yang diberikan selama waktu yang ditentukan. Gambar 2 adalah contoh bagaimana metode paket bekerja pada node load balancer. Dengan satu klien membuat beberapa permintaan ke load balancer, permintaan tersebut akan ditangani oleh tiga layanan DNS.

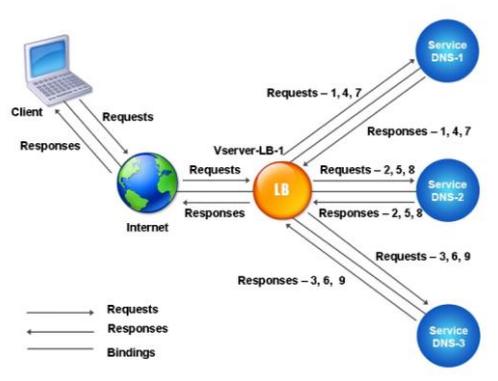
**B. Round robin**

Metode round robin adalah salah satu jenis penyeimbangan beban statis. Metode load balancing ini merupakan bagian dari kategori statis karena dari sisi pembagian beban, perangkat

penyeimbang beban tidak akan melihat atau memperhitungkan beban aktual yang sedang ditangani oleh server DNS. Secara umum, perangkat penyeimbang beban akan membagikan permintaan atau memuat flat ke setiap server. Di bawah ini adalah Gambar yang menunjukkan cara kerja metode ini.



Gambar 2. Contoh cara kerja paket terkecil



Gambar 3. Contoh cara kerja round robin

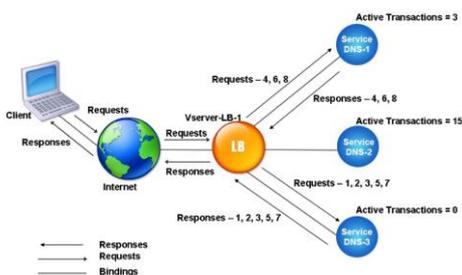
Perangkat penyeimbang beban akan terus memutar divisi kueri pada perangkat di belakang penyeimbang beban. Ketika load balancer mendapat permintaan dari klien, load balancer akan memberikan permintaan ke perangkat pertama dalam daftar server di load balancer. Server yang telah dipilih untuk menangani permintaan

akan menjadi urutan terendah dalam daftar server di load balancer.

### C. Koneksi paling sedikit

Dengan jenis penyeimbangan beban, metode koneksi paling sedikit masuk dalam tipe dinamis yang sama dengan metode paket paling sedikit. Koneksi terkecil berbeda dari metode balancing beban paket minimum, karena koneksi paling sedikit hanya menyangkut koneksi waktu nyata dan sesi aktif di sisi perangkat DNS di belakang perangkat load balancer.

Dalam metode koneksi paling sedikit, perlakuan antara protokol UDP dan TCP yang diterima dari sisi klien untuk memuat penyeimbang akan dibedakan. Ini terjadi karena penggunaan setiap protokol berbeda, di mana yang satu lebih mementingkan latensi dan yang lainnya berkaitan dengan keandalan. Secara keseluruhan proses metode koneksi paling sedikit masih melihat kondisi koneksi paling tidak aktif pada server DNS. Contoh metode ini dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Contoh cara kerja koneksi paling sedikit

## HASIL DAN ANALISIS UJI

Bagian ini menjelaskan hasil penelitian dan pengujian sistem skalabilitas rekursif DNS yang diusulkan dengan tiga jenis eksperimen. Eksperimen pertama menguji semua metode penyeimbangan beban dengan

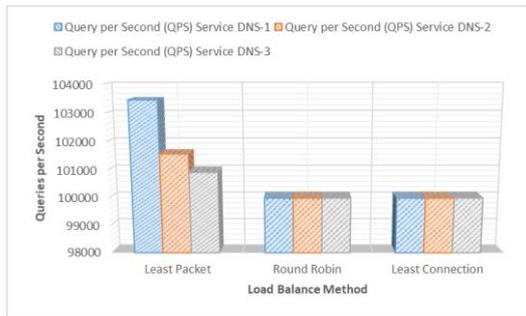
spesifikasi yang sama untuk semua perangkat rekursif DNS. Yang kedua hampir sama dengan percobaan pertama, tetapi dengan tiga spesifikasi berbeda untuk perangkat rekursif DNS. Eksperimen terakhir menunjukkan bagaimana kinerja keseluruhan sistem dengan kegagalan pada setiap node dan interkoneksi.

### A. Hasil penyeimbangan dan analisis perangkat DNS homogen

Dalam uji coba ini, 300.000 permintaan DNS per detik dikirimkan ke load balancer selama 30 menit dari sisi klien. Ada tiga perangkat DNS di belakang load balancer, yang dapat menangani setidaknya lebih dari 180.000 kueri per detik pada setiap perangkat. Nilai 300.000 kueri per detik digunakan dalam pengujian, karena tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat karakteristik pembagian beban dari masing-masing metode keseimbangan beban pada penyeimbang beban, bukan untuk melihat kinerja maksimum perangkat penyeimbang beban atau perangkat server DNS. Tabel dan Gambar berikut adalah hasil dari pengujian yang dijalankan oleh klien untuk menguji permintaan kueri DNS ke perangkat load balancer, di mana kueri tersebut dibagi / diteruskan ke perangkat DNS sesuai dengan metode keseimbangan beban yang digunakan.

Tabel 1. QPS dari setiap metode dengan perangkat DNS yang homogen

Metode	Query per Second (QPS)		
	Service DNS-1	Service DNS-2	Service DNS-3
Paket sedikit	103450	101575	100924
Round Robin	100000	100000	100000
Koneksi Sedikit	100000	100000	100000



Gambar 5. Grafik QPS Perbandingan perangkat DNS yang homogen

Dari keseluruhan hasil pengujian dan data dalam sub-bagian ini, terlihat bahwa keseluruhan sistem penyeimbang beban untuk perangkat DNS yang homogen tidak berbeda secara signifikan dalam setiap metode penyeimbangan beban. Namun, paket paling sedikit adalah metode yang layak untuk pengujian ini, dibandingkan dengan round robin dan metode koneksi paling sedikit, setiap perangkat DNS menghasilkan kueri per detik 100,00 dan tingkat layanan mencapai 100.000 tetapi tidak untuk metode paket paling sedikit. Ini terjadi karena dalam metode paket paling tidak perangkat load balancer memperhitungkan waktu x detik, sehingga dapat mengirimkan paket berikutnya ke perangkat DNS lain.

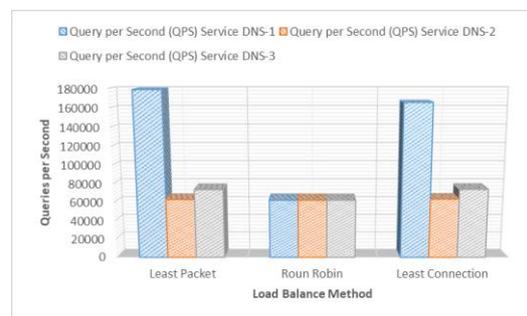
**B. Hasil penyeimbangan dan analisis perangkat DNS heterogen**

Untuk pengujian ini, sistematisa pengujiannya sama dengan yang dilakukan pada Sub-bagian 4.1, tetapi dengan berbagai server DNS yang digunakan tidak sama dalam spesifikasi atau perangkat yang heterogen. Server DNS untuk percobaan ini menggunakan tiga perangkat yang berbeda dalam spesifikasi satu sama lain, dengan spesifikasi tertinggi (DNS-1) dapat menangani hingga 180.000 QPS dan

yang terendah (DNS-3) dapat menangani hingga 65.000 QPS. Tujuan dari tes ini adalah untuk mendapatkan data metode penyeimbangan beban yang paling efektif yang dapat digunakan oleh sistem penyeimbangan beban dengan perangkat server DNS yang heterogen. Metode penyeimbangan beban yang diuji dan diukur tetap sama; paket paling sedikit, round robin dan koneksi paling sedikit. Parameter pengujian lainnya juga sama, permintaan klien yang berjalan dalam satu detik untuk pengujian menggunakan 300.000 QPS dan dilakukan selama 30 menit. Tabel 2 dan Gambar 6 berikut ini menunjukkan hasil penyeimbangan beban dari uji coba di perangkat DNS yang heterogen.

Tabel 2. QPS dari setiap metode dengan perangkat DNS yang heterogen

Metode	Query per Second (QPS)		
	Service DNS-1	Service DNS-2	Service DNS-3
Paket sedikit	178608	63226	73978
Round Robin	62572	62572	62572
Koneksi Sedikit	165504	63749	74169



Gambar 6. Grafik QPS Perbandingan perangkat DNS yang heterogen

Saat melihat perbandingan data dalam tabel dan grafik antara metode load balancing yang digunakan, round robin adalah satu-satunya metode yang

memiliki kinerja yang sama dari setiap perangkat DNS, untuk 62.572 kueri per detik. Adapun perbedaan metode paket dan sedikitnya koneksi tidak signifikan. Meskipun, itu dapat dilihat dengan jelas dalam metode paket penanganan kueri DNS sangat bergantung pada perangkat DNS-1 dengan hit layanan 178608, tetapi untuk koneksi DNS penanganan kueri terbagi sesuai dengan kemampuan masing-masing perangkat DNS. Hal yang terjadi ketika menggunakan paket paling sedikit dalam tes sebelumnya terjadi lagi dalam tes ini, karena parameter x detik. Jadi, sistem penyeimbangan beban hanya melihat perangkat DNS-1 yang memiliki kapasitas dan kemampuan yang cukup untuk diberikan permintaan DNS pada waktu tertentu.

### C. Hasil dan analisis ketersediaan dan kesalahan toleransi untuk skalabilitas

Pengujian di Sub-bagian ini akan menunjukkan fungsi keseluruhan sistem dalam menghadapi node dan kesalahan interkoneksi di setiap segmen sistem, sehingga untuk memastikan ketersediaan sistem untuk melayani permintaan permintaan DNS terpenuhi. Kemungkinan kesalahan yang diuji dalam integrasi sistem mencakup 5 hal ketika melihat desain, yaitu:

1. Kerusakan pada satu atau beberapa perangkat DNS.
2. Kerusakan interkoneksi antara perangkat DNS dengan sakelar internal.
3. Kerusakan pada node sakelar internal.
4. Kerusakan interkoneksi antara perangkat sakelar internal dengan penyeimbang beban.
5. Kerusakan memuat perangkat penyeimbang.

Berikut ini adalah hasil terperinci dari tes kesalahan yang dilakukan dari setiap nomor terminasi, bersama dengan apa yang dilakukannya untuk mendapatkan kesalahan yang dapat terjadi:

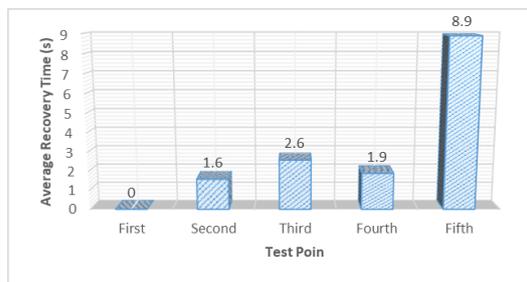
1. Mematikan satu atau lebih perangkat server DNS yang membiarkan satu server DNS masih berjalan, permintaan DNS masih dapat ditangani.
2. Cabut kabel yang ada di perangkat DNS yang terhubung ke sakelar internal aktif dan biarkan kabel tersambung dengan sakelar siaga internal, permintaan DNS masih dapat ditangani.
3. Matikan perangkat internal sakelar aktif sehingga sakelar siaga internal akan mengambil alih, permintaan DNS masih dapat ditangani.
4. Mencabut kabel untuk komunikasi antara perangkat sakelar internal aktif dengan perangkat penyeimbang beban aktif akan menyebabkan lalu lintas beralih ke sakelar internal siaga, permintaan DNS masih dapat ditangani.
5. Menonaktifkan perangkat penyeimbang beban aktif yang mengakibatkan komunikasi Detak Jantung dengan penyeimbang beban siaga terputus dan penyeimbang beban siaga mengambil alih lalu lintas, permintaan DNS masih dapat ditangani.

Di setiap tes yang telah dilakukan, semua tes dilakukan tanpa gangguan. Namun demikian, tes ini berhasil dengan sedikit keterlambatan lalu lintas DNS untuk beberapa poin, seperti ketika melakukan *failover*/mengayunkan lalu lintas jaringan karena membutuhkan waktu pemulihan. Oleh karena itu, kami mengamati dan memulihkan data waktu pemulihan dari

titik satu hingga lima dengan melakukan 10 percobaan. Berikut adalah hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 7.

Tabel 3. Data waktu pemulihan lalu lintas jaringan

Pointes	Waktu pemulihan untuk uji node ke- (s)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ke-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ke-2	1	3	1	2	1	2	1	2	2	1
Ke-3	3	2	2	3	3	4	3	2	2	2
Ke-4	2	2	2	1	1	2	3	1	2	3
Ke-5	8	10	7	8	8	10	10	11	9	8



Gambar 7. Rata-rata waktu pemulihan

Dapat dilihat dari Gambar 7 bahwa waktu pemulihan rata-rata yang dialami oleh perangkat penyeimbang beban dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan pemulihan interkoneksi adalah 8,9 detik. Ini karena karakteristik interkoneksi untuk perangkat penyeimbang beban aktif dengan beban penyeimbang siaga bukan hanya kegagalan lalu lintas, tetapi juga mempertimbangkan keadaan atau keadaan perangkat penyeimbang beban yang sebelumnya aktif. Berbeda dengan perangkat switch yang hanya membutuhkan waktu 2,6 detik, karena itu tidak perlu memperhatikan keadaan perangkat yang aktif sebelumnya.

Pada titik uji kedua dan keempat, waktu yang dibutuhkan lebih singkat yaitu 1,6 detik untuk percobaan kedua dan 1,9 detik untuk percobaan keempat hingga dapat memulihkan lalu lintas, karena hanya kemacetan / kegagalan

lalu lintas yang terjadi. Dari lima tes yang dilakukan untuk melihat waktu pemulihan, hanya titik tes pertama yang tidak mengalami kegagalan interkoneksi sama sekali karena masih ada perangkat DNS yang dapat menangani lalu lintas dari load balancers.

### KESIMPULAN

Dalam makalah ini, kami telah menyajikan skema baru untuk DNS rekursif untuk mempertahankan skalabilitasnya menggunakan pendekatan load balancing tanpa mengorbankan kelangsungan layanan DNS atau kegagalan node. Desain skema skalabilitas yang kami usulkan dalam sistem clustered DNS sangat sederhana, yang membuatnya sangat efisien untuk diterapkan. Terutama, untuk menerapkan metode koneksi paling tidak untuk sistem homogen atau heterogen, karena dapat diterapkan untuk kedua kondisi tersebut. Dari perspektif skalabilitas, pendekatan ini telah mencakup kekokohan setiap elemen simpul.

Untuk pekerjaan mendatang, kami mengusulkan untuk menggabungkan pendekatan penyeimbangan beban dengan sistem rekursif DNS geografis terdistribusi. Jadi, ini akan meningkatkan kekokohan dari seluruh sistem rekursif DNS, dan membuat distribusi geografis untuk sistem rekursif DNS neraca saldo terkluster.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rick P. The Rise of The Smartphone. FluidSurveys. Whitepaper. 2015.
- [2] IETF Standarts. RFC-1034. Domain Name – Implementation and Specification. IIEFT RFC; 1987.

- [3] Benhard A, Wolfgang M. Comparing DNS Resolvers in the Wild. IMC '10. Melbourne. 2010.
- [4] Zheng W. Analysis of DNS Cache Effects on Query Distribution. Hindawi on The Scientific World Journal. 2013; 2013: 938418.
- [5] Arif S, Murat A. Fault Tolerance Mechanism in Distributed Systems. Int. J. Communication on Network and System Sciences. 2015; 8: 471-482.
- [6] Payal B, Atul G. A Comparative Study of Static and Dynamic Load Balancing Algorithms. International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies. 2014; 2(12): 386-392.