

**ANALISIS KINERJA FAILOVER DENGAN PROTOKOL ROUTING BGP  
MENGUNAKAN GNS3  
(STUDI KASUS SIMULASI JARINGAN KAMPUS IST AKPRIND YOGYAKARTA)**

**Asih Meirani<sup>1</sup>, Yuliana Rachmawati<sup>2</sup>, Muhammad Sholeh<sup>3</sup>**

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email : <sup>1</sup> [asihmeirani@gmail.com](mailto:asihmeirani@gmail.com), <sup>2</sup> [yuliana@akprind.ac.id](mailto:yuliana@akprind.ac.id), <sup>3</sup> [muhash@akprind.ac.id](mailto:muhash@akprind.ac.id)

**ABSTRACT**

*Network of IST AKPRIND Yogyakarta campus uses three lines of Internet Service Providers (ISP), namely ISP1 (Time Excelindo), ISP2 (Biznet) and ISP3 (Astinet). In the ISP link network sometimes there is trouble in connectivity. To minimize the problem of link failure, one type of technology that can be used is failover. There are many ways to create a failover, such as by using the Border Gateway Protocol (BGP) routing protocol.*

*The methodology used in this study included literature studies, literature studies and observation methods. For methods in this study include comparison methods, analysis methods, testing methods.*

*Comparison analysis of BGP routing protocol failover performance using IST AKPRIND Yogyakarta campus network topology on the ISP network used. BGP routing protocol is a type of routing protocol that has a hold time. The smaller the hold time, the faster the movement of links, and vice versa. Based on the results of convergence time measurement, a routing is more optimal to be used as the main link because the routing has the lowest average convergence time. Based on the results of the comparison of the convergence time of each ISP that BGP timer can optimize the results of convergence time.*

*Keyword : failover, Border Gateway Protocol, BGP timers, convergence time.*

**INTISARI**

Jaringan kampus IST AKPRIND Yogyakarta menggunakan tiga jalur Internet Service Provider (ISP), yaitu ISP1 (Time Excelindo), ISP2 (Biznet) dan ISP3 (Astinet). Dalam jaringan link ISP kadang terjadi masalah dalam koneksi. Untuk mengurangi masalah kegagalan link salah satu jenis teknologi yang dapat digunakan adalah failover. Banyak cara untuk membuat sebuah failover, seperti dengan menggunakan protokol routing Border Gateway Protocol (BGP).

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini antara lain studi literatur, studi pustaka dan metode observasi. Untuk metode pada penelitian ini antara lain metode perbandingan, metode analisa, metode pengujian.

Analisis perbandingan kinerja failover protokol routing BGP ini menggunakan topologi jaringan kampus IST AKPRIND Yogyakarta terhadap jaringan ISP yang digunakan. Protokol routing BGP merupakan jenis protokol routing mempunyai hold Time. Semakin kecil hold Time maka perpindahan link akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil pengukuran waktu konvergensi, sebuah routing lebih optimal digunakan sebagai link utama dikarenakan routing tersebut memiliki rata-rata waktu konvergensi terendah. Berdasarkan pada hasil perbandingan waktu konvergensi masing-masing ISP bahwa BGP timer dapat mengoptimalkan hasil waktu konvergensi.

Kata kunci : failover, Border Gateway Protocol, BGP timers, waktu konvergensi.

**PENDAHULUAN**

Bagi sebuah instansi atau kampus yang menggunakan beberapa *Internet Service Provider* (ISP) sebagai penyedia layanan internetnya maka dibuatlah berbagai metode yang bertujuan untuk mengurangi terputusnya koneksi antar sebuah jaringan dengan ISP tersebut. Salah satu cara yang digunakan agar sebuah koneksi tersebut terjaga

kestabilannya yaitu dengan membuat *backup*. Salah satu jenis *backup* yang dapat digunakan adalah *failover*. Konsep yang diterapkan oleh *failover* ini adalah sistem proteksi untuk menjaga apabila ISP utama terganggu/terputus (*down*), maka secara otomatis akan memfungsikan ISP kedua, ketiga, dst. Banyak cara untuk membuat sebuah *failover*, seperti dengan menggunakan protokol *routing Border Gateway Protocol* (BGP).

Berdasarkan jenis protokol *routing* yang ada, *Border Gateway Protocol* (BGP) merupakan jenis protokol *routing* yang saat ini sangat sering digunakan pada sebuah jaringan. Masing-masing protokol mempunyai *hold time* yang berbeda. Semakin kecil *hold time* maka perpindahan *link* akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. Pada saat perpindahan dari *link* utama menuju *link backup*, akan terjadi *down time* sesaat yang biasanya disebut *hold time*. Suatu *link* ISP biasanya mengalami *down* dikarenakan beberapa hal seperti kerusakan perangkat atau media transmisi. Kejadian ini sangat sering terjadi dalam sebuah jaringan, maka dalam sebuah jaringan yang baik harus tetap menyediakan *backup* sehingga pada saat terjadi *down* pada sebuah *link* ISP, jaringan akan tetap terjaga koneksinya melalui *link backup*.

Seorang *network administrator* perlu mengetahui mengenai kinerja sebuah protokol *routing*, sehingga dapat menentukan protokol *routing* yang tepat untuk membangun layanan *failover* dengan kualitas yang baik pada sebuah jaringan. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian untuk membangun dan menganalisis kinerja *failover* pada sebuah protokol *routing* terbaru. Pada penelitian ini akan menggunakan sebuah simulator jaringan yaitu *Graphical Network Simulator3* (GNS3) di mana simulator ini lebih kompleks dari simulator *Cisco Packet Tracer*. Penelitian tersebut berjudul "Analisis *Failover* dengan Protokol *Routing Border Gateway Protocol* (BGP) Menggunakan Simulator GNS3". Dengan studi kasus : Jaringan Komputer Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Dengan melakukan analisa dan pengujian tersebut diharapkan dapat mengetahui hasil waktu konvergensi ketika terjadi perubahan jalur dari protokol *routing* yang diuji.

#### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam laporan ini penulis mengambil beberapa referensi dari penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan *Border Gateway Protocol*, di antaranya adalah sebagai berikut :

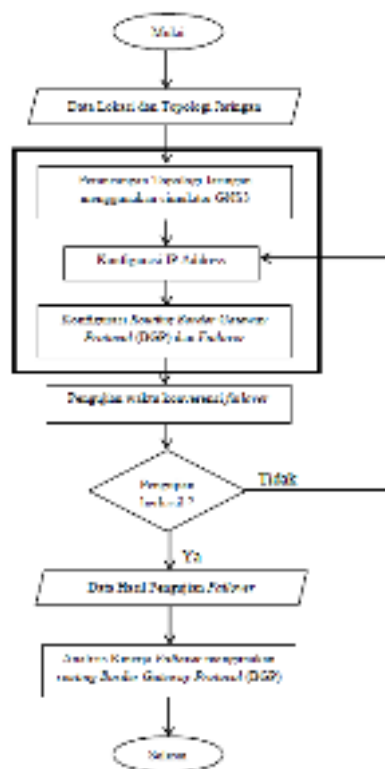
Pertama penelitian tentang *Border Gateway Protocol* (BGP) untuk menyediakan *failover* pada lingkungan *multihoming* yang bertujuan meningkatkan kinerja jaringan, *throughput* kualitas dan kebijakan *routing* yang lebih di internet dan kemampuan BGP untuk memilih jalan terbaik menuju tujuan terutama di lingkungan *Multihoming*. (Ahmed, Abdallah, Khalifa, & Salami, 2017).

Kedua, penelitian tentang *Effect of Route Reflection on IBGP Convergence and an approach to reduce convergence time*, penelitian ini berfokus pada menunjukkan efek menggunakan *Router Reflector* pada waktu konvergensi dalam jaringan kecil. Hasil simulasi menunjukkan bahwa, *Router Reflector* dapat secara signifikan meningkatkan waktu konvergensi untuk menghindari jala penuh. Juga pendekatan untuk mengurangi waktu konvergensi telah diusulkan. (Santosh & Dakshayini, 2016).

Ketiga, penelitian Simulasi *Border Gateway Protocol* (BGP) untuk layanan paket data menggunakan simulator GNS3 yang bertujuan untuk mempelajari implementasi penyedia layanan internet bagaimana memberikan solusi dengan menggunakan layanan berbasis internet seperti *Border Gateway Protocol* (BGP) yang dapat diakses sesuai dengan jenis kebutuhannya. (Nurhayati & Sulistyaningsih, 2017).

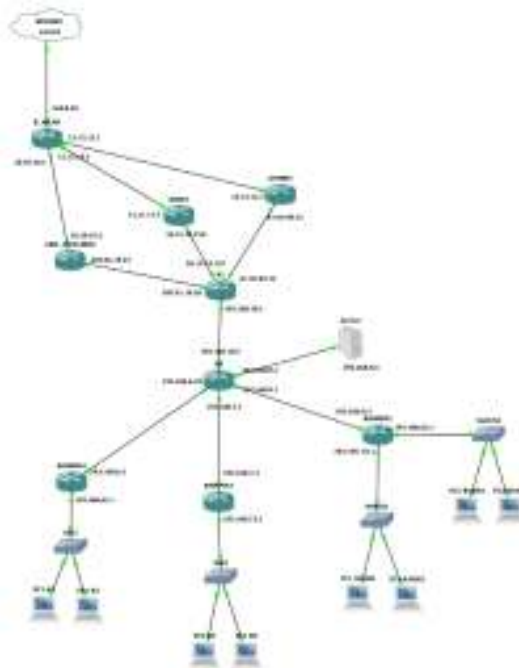
#### PEMBAHASAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode Observasi, Metode Studi Literatur, Wawancara. *Diagram* alir langkah Penelitian yang digunakan dalam aplikasi Sistem Pendukung keputusan ini dapat dilihat pada gambar 1.



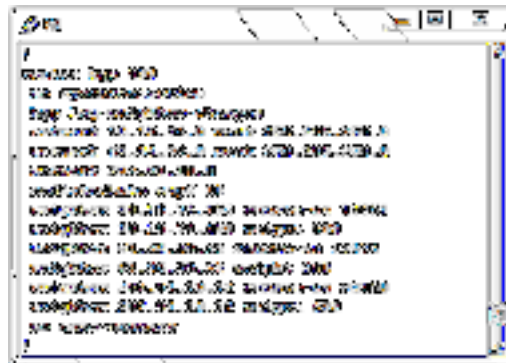
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Rancangan topologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan topologi Kampus Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Garis besar denah topologinya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Topologi dengan 3 buah ISP

Langkah pertama yaitu melakukan konfigurasi pada seluruh perangkat pada jaringan komputer. Kemudian melakukan konfigurasi *Border Gateway Protocol* (BGP). *Router R\_WLAN* dikonfigurasi dengan nomor AS 100, dan di dalamnya terdapat empat neighbor yaitu *router internet public* dengan nomor AS 61500, *router R\_WLAN* dengan nomor AS 38150 di jaringan ISP1, AS 17451 di jaringan ISP2, dan AS 17974 di jaringan ISP3. *Router ISP1* (Time Excelindo) dikonfigurasi dengan nomor AS 38150, dan di dalamnya terdapat dua neighbor yaitu *router R\_WLAN* dengan nomor AS 100, *router R1* dengan nomor AS 500. *Router ISP2* (BIZNET) dikonfigurasi dengan nomor AS 17451, dan di dalamnya terdapat dua neighbor yaitu *router R\_WLAN* dengan nomor AS 100, *router R1* dengan nomor AS 500. *Router ISP3* (ASTINET) dikonfigurasi dengan nomor AS 17974, dan di dalamnya terdapat dua neighbor yaitu *router R\_WLAN* dengan nomor AS 100, *router R1* dengan nomor AS 500.

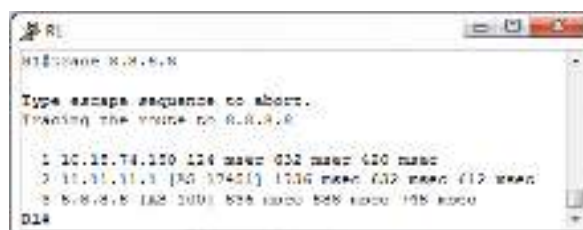


Gambar 3. Hasil konfigurasi BGP pada R1

Pada gambar 3. dapat dilihat bahwa *router R1* dikonfigurasi dengan nomor AS 500, dan di dalamnya terdapat tiga neighbor yaitu *router ISP1* (Time Excelindo) dengan nomor AS 38150 dan *Weights* 600, *router ISP2* (BIZNET) dengan nomor AS 17451 dan *Weights* 900, dan *router ISP3* (ASTINET) dengan nomor AS 17974 dan *Weights* 300. Pada *router R1* dikonfigurasi *Weights* yang bertujuan untuk menentukan prioritas jaringan. Semakin besar nilai *Weights*, maka akan semakin besar prioritas jaringan untuk dipilih.

Pada penelitian ini sebagaimana sudah ditentukan bahwa ISP2 (Biznet) adalah sebagai link utama yang akan dilewati oleh jalur *router R1* ke jaringan internet *public* dengan IP address 8.8.8.8. Hal ini berdasarkan pada konfigurasi *Weights* pada *router R1* yaitu bernilai 900 untuk *router ISP2* (Biznet) yang mana nilai *Weights*nya lebih besar dibandingkan dengan ISP1 (Time Excelindo) dan ISP3 (Astinet).

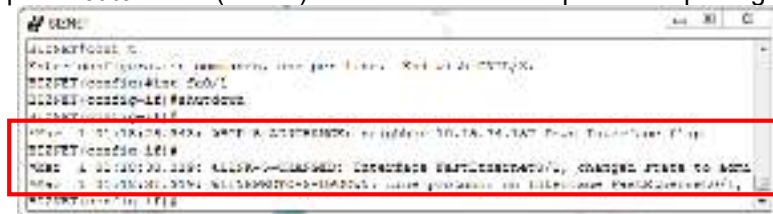
Proses saat *router* mulai mengirimkan *open message* hingga selesai mengirimkan *update message*. Proses inilah yang kemudian disebut *initial convergence*, proses di mana waktu yang dibutuhkan oleh sebuah *router* untuk mencapai keadaan UP. Pengukuran *Initial Convergence* dilakukan dengan menggunakan *debug* pada hasil *capture* dari *wireshark*, dengan mengamati perubahan status *port* pada *router* dari *open message* hingga *update message*. Proses tersebut dapat dilihat dengan perintah *traceroute* yang mana di sana akan memberikan informasi mengenai rute/jalur yang dilewati R1 agar dapat terhubung dengan jaringan internet *public*.



Gambar 4. Traceroute R1 ke IP 8.8.8.8 (Internet Public)

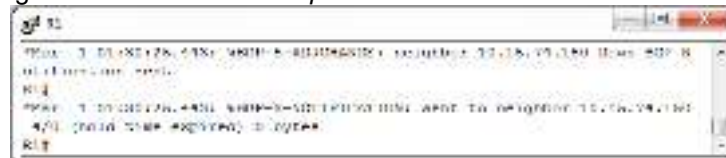
Pada gambar 4. dapat dilihat bahwa jalur yang dipilih adalah jalur ISP2 (Biznet) yang mana pada konfigurasi BGP memiliki nilai *Weights* terbesar, sehingga *router* R1 atau jaringan lokal memilih ISP2 (Biznet) sebagai jalur terpendek atau *best path*. Rute yang diperlukan R1 menuju *route gateway* dengan IP 8.8.8.8 yang ada pada *router* internet diteruskan melalui *route gateway* ISP2 (Biznet) dengan IP address 10.15.74.150, kemudian *routing* diteruskan ke R\_WLAN dengan IP 11.11.11.1 melalui AS number 17451, dan *routing* akhir pada *router* internet dengan *route gateway interface* 8.8.8.8 dengan IP address tujuan 8.8.8.8 melalui AS number 100.

Setelah mengetahui jalur *best path* pada *router* R1, maka jalur *best path* yaitu ISP2 (Biznet) akan dimatikan atau agar seolah-olah ISP2 (Biznet) mengalami keadaan *down link*. Untuk mematikan akses jalur ISP2 (Biznet) dapat dilakukan dengan perintah "*shutdown*" pada *router* ISP2 (Biznet). Perintah tersebut dapat dilihat pada gambar 5.



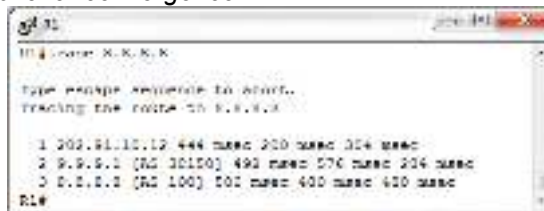
Gambar 5. Link ISP2 Shutdown

Pada gambar 5. *router* ISP2 (Biznet) memberitahukan bahwa pada menit ke 01:18:28.343 BGP *peer* dengan *neighbor* 10.15.74.157 di mana itu adalah IP Address dari *router* R1 mengalami *down interface flap*.



Gambar 6. Notification message dari *router* ISP2 (Biznet)

Gambar 6. menunjukkan bahwa ISP2 (Time Excelindo) telah mengirimkan *notification message* ke *router* R1 pada menit ke 01:30:25.433, waktu inilah yang diambil dari hasil pengujian *failover convergence*.



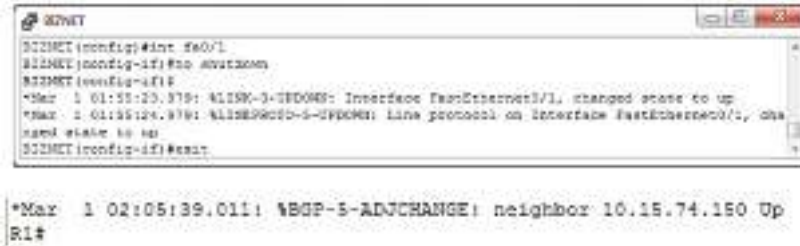
Gambar 7 Traceroute setelah ISP2 down di R1 ke IP 8.8.8.8

Pada gambar 7. *traceroute* ke IP 8.8.8.8 atau Internet *public* telah berubah jalur setelah ISP2 (Biznet) mengalami *down*, *router* R1 mengubah jalurnya dari *router* ISP2 (Biznet) ke *router* ISP1 (Time Excelindo).

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, ketika *link* ISP2 (Biznet) mengalami *down link*, maka jalur menuju ke *router* internet akan segera dialihkan ke *backup link* ISP



yaitu ISP1 (Time Excelindo). Hal tersebut dikarenakan *Weights* dari ISP1 (Time Excelindo) lebih besar dari *Weights* ISP3 (Astinet).



Gambar 8. Link ISP2 kembali UP

Pada gambar 8. terlihat *link* ISP2 (Biznet) kembali dalam keadaan *up link* pada menit ke 01:55:23.979 di *router* ISP2 (Biznet) dan terlihat BGP *neighbor* 10.15.74.150 *up* di *router* R1 pada menit ke 02:05:39.011. Waktu inilah yang merupakan hasil dari *recovery convergence*.



Gambar 9. Traceroute R1 ke internet *public* ketika ISP2 (Biznet) kembali *up*

Pada gambar 9. *traceroute* ke IP 8.8.8.8 atau Internet *public* telah berubah jalur kembali ke ISP2 (Biznet) setelah *router* ISP2 (Biznet) kembali *Up*, *router* R1 mengubah jalurnya dari *router* ISP2 (Biznet) ke *router* ISP1 (Time Excelindo).

Pada penelitian ini terdapat tiga pengukuran, yakni *Initial Convergence*, *Failover Convergence*, dan *Recovery Convergence* seperti yang telah dijelaskan pada Bab Tinjauan Pustaka dan Metodologi Penelitian. Pengukuran dilakukan dengan tiga skenario yaitu ketika ISP1 (Time Excelindo) yang menjadi *link* ISP utama, ISP2 (Biznet) yang menjadi *link* ISP utama, dan ISP3 (Astinet) yang menjadi *link* ISP utama.

Pengukuran *Initial Convergence* dilakukan dengan menggunakan *debug* pada hasil *capture* dari *wireshark*, dengan mengamati perubahan status *port* pada *router* dari *open message* hingga *update message*.

No.	Time	Source	Destination	Prot	Lang	Info
35	65.390808	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	99	OPEN Message
36	65.352823	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	99	OPEN Message
37	66.889525	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	75	KEEPALIVE Message
38	66.980890	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	75	KEEPALIVE Message
47	97.504577	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	75	KEEPALIVE Message
48	97.506577	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	75	KEEPALIVE Message
50	99.547698	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	114	UPDATE Message
51	99.557700	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	106	UPDATE Message
55	102.777878	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	110	UPDATE Message
56	102.874884	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	105	UPDATE Message
57	102.975889	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	101	UPDATE Message
58	127.469290	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	75	KEEPALIVE Message
66	127.482291	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	78	KEEPALIVE Message
68	130.725477	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	101	UPDATE Message
69	130.735477	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	101	UPDATE Message
70	130.743478	200.91.10.16	200.91.10.12	BGP	101	UPDATE Message
74	130.837655	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	105	UPDATE Message
75	133.033880	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	105	UPDATE Message
89	187.498734	200.91.10.12	200.91.10.16	BGP	75	KEEPALIVE Message

Gambar 10. *Initial Convergence* pada jaringan R1 ke ISP1 (Time Excelindo)

Pada gambar 10. menunjukkan hasil *capture wireshark* perubahan status *port* tersebut. Waktu kecepatan *Initial Convergence* dihitung pada saat *router* mulai mengirimkan *open message* hingga selesai mengirimkan *update message*. Proses *initial convergence* dan waktu konvergensi yang diperoleh jalur R1 ke ISP1 (Time Excelindo)

adalah waktu selesai *update message* yaitu 133,936 dikurangi 66,591 waktu pada awal *open message*, maka hasilnya adalah 67,345 detik.

Pada tahap pengujian ini dilakukan lima kali percobaan pada Kamis, 02 Agustus 2018 dengan waktu yang berbeda, pengujian dilakukan dengan mengukur waktu konvergensi dari *router R1* ke ISP1 (Time Excelindo), dari percobaan tersebut diperoleh data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian *Initial Convergensi R1* ke ISP1

<b>Router R1 ke ISP 1 (Time Excelindo)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	14:18	66,591	133,936	67,345
P2	15:09	99,930	161,201	61,272
P3	16:26	73,453	139,967	66,514
P4	17:20	68,688	135,098	66,410
P5	18:17	70,142	136,032	65,890
Rata-rata				65,486

Berdasarkan tabel 1. *Initial convergence* yang diperoleh masing-masing memiliki nilai rata-rata dari percobaan tersebut yaitu 65,486 detik, waktu inilah yang menentukan lamanya waktu akses *router R1* ke *router ISP1* (Time Excelindo).

Tabel 2. Hasil pengujian *Initial Convergensi R1* ke ISP2

<b>Router R1 ke ISP 2 (BIZNET)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	19:05	65,632	132,419	66,787
P2	20:10	57,416	154,250	96,834
P3	21:20	63,554	160,652	97,099
P4	22:23	57,171	123,716	66,545
P5	23:14	56,441	122,720	66,279
Rata-rata				78,709

Berdasarkan tabel 2 *Initial convergence* yang diperoleh masing-masing memiliki nilai konvergensi yang hampir sama. Nilai rata-rata yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 78,709 detik.

Tabel 3. Hasil pengujian *Initial Convergensi R1* ke ISP3

<b>Router R1 ke ISP 3 (ASTINET)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	05:36	55,463	122,278	66,815
P2	06:42	70,950	138,117	67,167
P3	07:31	58,831	125,283	66,452
P4	08:20	45,786	142,633	96,848
P5	09:54	45,026	111,433	66,408
Rata-rata				72,738

Berdasarkan tabel 3. *Initial convergence* yang diperoleh masing-masing memiliki nilai konvergensi yang hampir sama. Nilai rata-rata yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 72,738 detik.

*Initial Convergence* merupakan syarat untuk melanjutkan pengukuran. Apabila sebuah jaringan dapat melakukan *Initial Convergence*, maka seluruh jaringan tersebut akan dapat diukur *Failover Convergence* dan *Recovery Convergence*, karena jika sebuah jaringan mengalami kegagalan pada saat *Initial Convergence*, maka *Failover Convergence* dan *Recovery Convergence* tidak dapat diukur.

Setelah melakukan pengukuran *initial convergence*, maka dilanjutkan dengan melakukan pengukuran *failover convergence*. Ada beberapa cara dalam melakukan pengukuran *failover convergence*. Sebagai contoh pada penelitian ini dilakukan dengan

menggunakan *debug* pada hasil *capture* dari *wireshark*, dengan mengamati perubahan status *port* pada *router* dari *Keepalive message* hingga *message*. Pada saat *router* ISP diubah statusnya menjadi "*shutdown*", maka pada *router* R1 tabel *routing* langsung berubah tidak lagi terhubung dengan *peer*-nya.

Pengukuran *failover convergence* dilakukan dengan tiga skenario yaitu ketika ISP1 (Time Excelindo) yang menjadi *link* ISP utama, ISP2 (Biznet) yang menjadi *link* ISP utama, dan ISP3 (Astinet) yang menjadi *link* ISP utama.

No.	Time	Source	Destination	Proto	Length	Info
100	247.435152	202.91.10.16	202.91.10.12	BGP	75	<KEEPALIVE Message
101	248.506219	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	75	[TCP Retransmission] 18050 → 179
102	250.687358	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	75	[TCP Retransmission] 18050 → 179
104	254.946582	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	78	[TCP Retransmission] 18050 → 179
105	268.599079	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	75	[TCP Retransmission] 18050 → 179
108	280.703055	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	73	[TCP Retransmission] 18050 → 179
113	307.438584	202.91.10.16	202.91.10.12	BGP	73	<KEEPALIVE Message
115	315.033019	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	82	[TCP Retransmission] 18050 → 179
119	349.874983	202.91.10.16	202.91.10.12	TCP	82	[TCP Retransmission] 18050 → 179
124	367.643028	202.91.10.16	202.91.10.12	BGP	75	<KEEPALIVE Message
124	367.643028	202.91.10.16	202.91.10.12	BGP	75	NOTIFICATION Message

Gambar 11. *Failover Convergence* pada jaringan R1 ke ISP1

Pada Gambar 11. menunjukkan pertukaran pesan dimulai dengan mengirimkan *keepalive message* pada detik ke-247,435 di mana *router* R1 tidak lagi terhubung dengan network tetangga (*neighbor*) yaitu *router* ISP1 (Time Excelindo). Sedangkan pada detik 248,506 sampai detik 367,432, *router* bertukar pesan *TCP Retransmission* dan *keepalive message* di mana ini merupakan *hold down time* dari *routing border gateway protokol* (BGP) sebelum pesan dikirim yang menandakan *router* telah *down* pada detik ke 367,643. *Failover convergence* diukur dari pengiriman *keepalive message* sampai pesan. Maka *failover convergence* yang diperoleh adalah 367,643 dikurangi 247,435 yaitu 120,208 detik.

Pada tahap pengujian ini dilakukan lima kali percobaan dengan mengukur waktu konvergensi *failover* dari *router* R1 ke ISP1 (Time Excelindo), dari percobaan tersebut diperoleh data seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian *Failover Convergensi* R1 ke ISP1

<b>Router R1 ke ISP 1 (Time Excelindo)</b>				
Percobaan	Waktu	Keepalive	Notification	Konvergensi
P1	14:18	247,435	367,643	120,208
P2	15:09	279,980	400,351	120,371
P3	16:26	253,399	373,725	120,326
P4	17:20	249,291	369,069	119,778
P5	18:17	250,329	370,503	120,174
Rata-rata				120,171

Berdasarkan tabel 4 nilai rata-rata *Failover convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 120,171 detik, waktu inilah yang menunjukkan lamanya rata-rata waktu pengiriman paket ke *router* R1 bahwa *router* ISP3 (ASTINET) sudah dalam keadaan *down*.

Tabel 5. Hasil pengujian *failover convergence* R1 ke ISP2

<b>Router R1 ke ISP 2 (BIZNET)</b>				
Percobaan	Waktu	Keepalive	Notification	Konvergensi
P1	19:05	245,979	366,196	120,217
P2	20:10	237,782	358,048	120,267
P3	21:20	243,888	364,110	120,222
P4	22:23	177,868	304,451	126,583
P5	23:14	237,018	357,192	120,175
Rata-rata				121,493



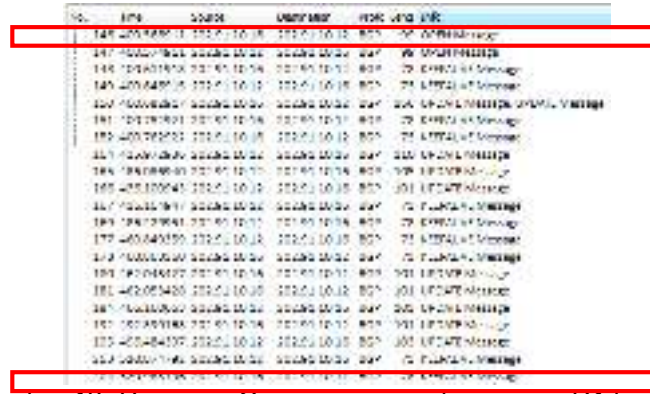
Berdasarkan tabel 6 nilai rata-rata *Failover convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 121,493 detik.

Tabel 6. Hasil pengujian *failover convergence* R1 ke ISP3

<b>Router R1 ke ISP 3 (ASTINET)</b>				
Percobaan	Waktu	Keepalive	Notification	Konvergensi
P1	05:36	235,643	356,068	120,425
P2	06:42	251,740	372,126	120,386
P3	07:31	239,718	359,044	119,326
P4	08:20	225,757	346,424	120,667
P5	09:54	225,903	346,079	120,176
Rata-rata				120,196

Berdasarkan tabel 6 nilai rata-rata *Failover convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 120,196 detik.

Pengujian untuk *recovery convergence* dilakukan pada saat *router* yang *shutdown* dihidupkan kembali. Berdasarkan pengukuran *failover convergence* pada tahap ini dilakukan dengan tiga skenario yaitu ketika ISP1 (Time Excelindo) yang menjadi *link* ISP utama, ISP2 (Biznet) yang menjadi *link* ISP utama, dan ISP3 (Astinet) yang menjadi *link* ISP utama.



Gambar 12. *Recovery Convergence* pada jaringan R1 ke ISP1

Gambar 12. menunjukkan hasil *capture* perubahan status *port* pada *router* jalur R1 ke ISP1 (Time Excelindo), untuk waktu kecepatan *recovery convergence* dihitung pada saat *router* mulai mengirimkan *open message* hingga selesai mengirimkan *update message*, ini disebabkan karena *router* jalur R1 ke ISP1 (Time Excelindo) dengan *router* R1 yang sebelumnya mengalami *down*.

*Recovery convergence* pada jalur R1 ke ISP1 (Time Excelindo) tersebut adalah 496,484 dikurangi 400,567, maka hasilnya adalah 95,917 detik. Setelah *router up* kembali, dan *router* telah mencapai konvergen yaitu telah bertukar pesan *update*, maka tabel *routing* pada setiap *router* telah terbentuk kembali.

Pada tahap pengujian ini juga dilakukan lima kali percobaan dengan mengukur waktu konvergensi *recovery* dari *router* R1 ke ISP1 (Time Excelindo), dari percobaan tersebut diperoleh data seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian *Recovery Convergence* R1 ke ISP1

<b>Router R1 ke ISP 1 (Time Excelindo)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	14:18	400,557	496,484	95,927
P2	15:09	468,479	530,313	61,835
P3	16:26	404,760	496,023	91,263
P4	17:20	400,216	466,819	66,603
P5	18:17	408,665	474,694	66,029
Rata-rata				76,331

Berdasarkan tabel 7. Nilai rata-rata *Recovery convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 76,331 detik.

Tabel 8. Hasil pengujian *recovery convergence* R1 ke *router* ISP2

<b>Router R1 ke ISP 2 (BIZNET)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	19:05	430,104	489,943	59,839
P2	20:10	424,396	522,090	97,694
P3	21:20	431,318	497,534	66,217
P4	22:23	397,239	463,803	66,564
P5	23:14	396,262	462,226	66,965
Rata-rata				71,256

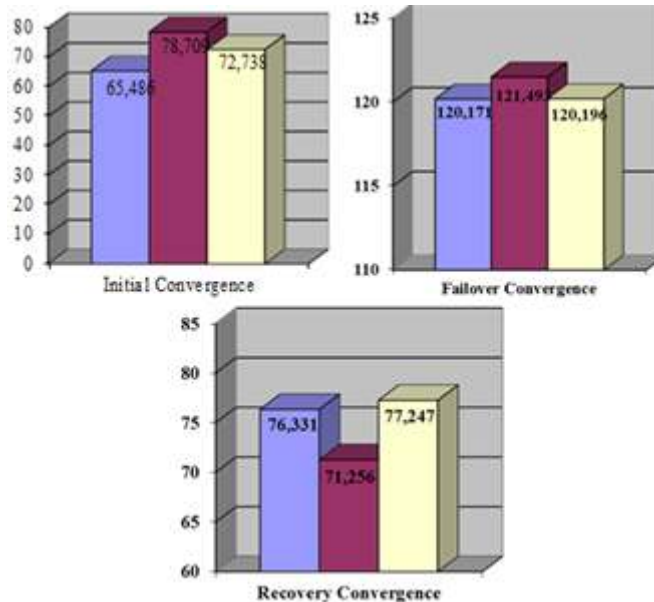
Berdasarkan tabel 8. Nilai rata-rata *Recovery convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 71,256 detik.

Tabel 9. Hasil pengujian *recovery convergence* R1 ke ISP3

<b>Router R1 ke ISP 3 (ASTINET)</b>				
Percobaan	Waktu	Open	Update	Konvergensi
P1	05:36	395,148	491,769	96,622
P2	06:42	439,807	529,960	90,154
P3	07:31	428,049	495,059	67,010
P4	08:20	410,019	476,538	66,519
P5	09:54	383,282	449,214	65,932
Rata-rata				77,247

Berdasarkan tabel 8. Nilai rata-rata *Recovery convergence* yang diperoleh dari percobaan tersebut yaitu 77,247 detik, waktu inilah yang menunjukkan lamanya waktu proses *router* R1 terhubung kembali dengan *router* ISP3 (Astinet).

Setelah melakukan beberapa percobaan dan pengujian *initial convergence*, maka diperoleh hasil seperti yang terlihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik rata-rata nilai *initial convergence*, *fallover convergence* dan *recovery convergence*.

Berdasarkan gambar 13. menunjukkan rata-rata nilai yang terjadi pada pengujian masing-masing, hasilnya pada pengujian *initial convergence* yaitu ISP1 (Time Excelindo) dengan rata-rata 65,486, nilai ISP2 (Biznet) dengan rata-rata 78,709, dan 72,738. Pengujian *failover convergence* yaitu ISP1 (Time Excelindo) dengan rata-rata 120,171, nilai ISP2 (Biznet) dengan rata-rata 121,493, dan 120,196. Pengujian *recovery convergence* yaitu ISP1 (Time Excelindo) dengan rata-rata 76,331, nilai ISP2 (Biznet) dengan rata-rata 71,256, dan 77,247.

Secara default, *hold time* maksimal yaitu 3 menit (180 detik). BGP akan menggunakan yang terendah dari *timer* selama negosiasi *peering*, sehingga dapat mengubah timer *router* ke waktu yang lebih rendah untuk *keepalive* dan *hold time*. Itu akan memaksa pihak mereka untuk bernegosiasi dengan kecepatan Anda.

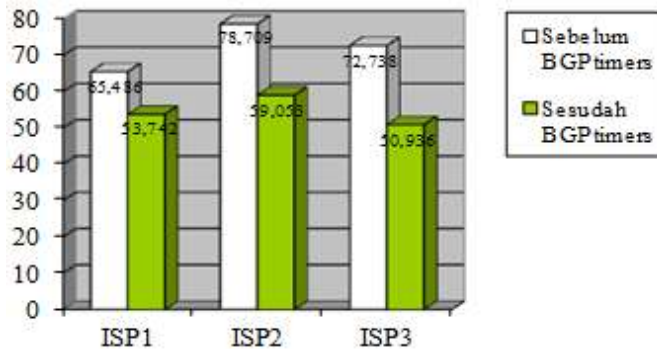
Waktu konvergensi dapat dioptimalkan dengan cara mengatur BGP timer pada *router* R1 terhadap masing-masing *router* ISP. Perintah untuk membuat konfigurasi BGP *timer*-nya adalah sebagai berikut : "Neighbor <IP address> timers 7 21" perintah tersebut akan mengirim *keepalive* setiap 7 detik dan mengatur *hold time* hingga 21 detik. Konfigurasi dapat dilihat pada gambar 14.

```

neighbor 10.15.74.150 remote-as 17451
neighbor 10.15.74.150 timers 7 21
neighbor 61.94.99.23 remote-as 17974
neighbor 61.94.99.23 timers 7 21
neighbor 202.91.10.12 remote-as 30150
neighbor 202.91.10.12 timers 7 21
no auto-summary
    
```

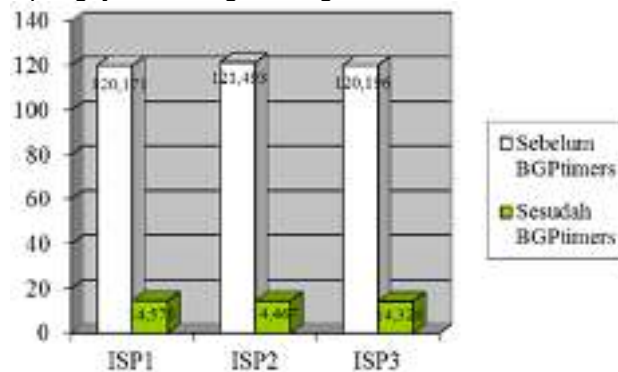
Gambar 14. Konfigurasi BGP *timers* router R1

Pada tahap pengujian ini dilakukan lima kali percobaan dengan mengukur waktu konvergensi dari *router* R1 ke masing-masing ISP, dari percobaan tersebut diperoleh data perbandingan waktu konvergensi masing-masing ISP sebelum dan sesudah BGP *timer*.



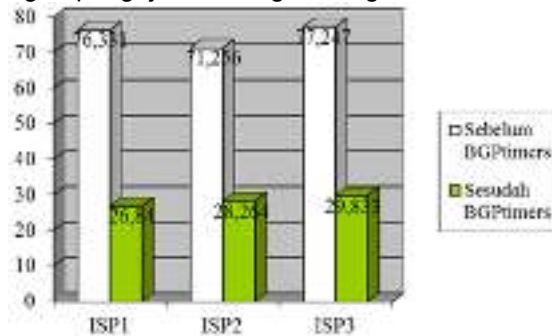
Gambar 15. Perbandingan hasil pengujian *initial convergence*

Berdasarkan gambar 15. menunjukkan rata-rata nilai *initial convergence* yang terjadi pada perbandingan pengujian masing-masing ISP.



Gambar 16. Perbandingan hasil pengujian *Failover convergence*

Berdasarkan gambar 16. menunjukkan rata-rata nilai *failover convergence* yang terjadi pada perbandingan pengujian masing-masing ISP.



Gambar 17. Perbandingan hasil pengujian *recovery convergence*

Berdasarkan gambar 17. menunjukkan rata-rata nilai *recovery convergence* yang terjadi pada perbandingan pengujian masing-masing ISP.

Dari hasil perbandingan *failover* menggunakan *routing* BGP yang telah didapatkan yaitu semakin kecil atau rendah nilai waktu konvergensi sebuah *routing*, maka semakin baik pula kualitas kinerja *failover*-nya. Beberapa keuntungan menggunakan *routing* protokol dalam menangani kasus *failover* yaitu protokol BGP adalah satu-satunya protokol *routing* yang memiliki *hold time* atau waktu tunggu. *Hold time* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk sebuah *routing* saat koneksi akan *down*, *hold time* ini dapat dilihat pada besaran nilai *failover convergence*, ketika sebuah *routing* memiliki nilai *failover convergence* yang kecil maka waktu konvergensi pergantian *link* ISP *backup*-nya pun akan semakin cepat. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, dalam protokol *routing* BGP terdapat sebuah *command* untuk membuat konfigurasi waktu *hold time* yaitu dengan BGP *timer*. Berdasarkan penelitian ini, hasil kinerja *failover* dapat dilihat pada tabel 1-.

Tabel 10. Hasil perbandingan waktu konvergensi keseluruhan

	Sebelum BGPtimer			Setelah BGPtimer		
	IC	FC	RC	IC	FC	RC
ISP 1 (Time Excelindo)	65,486	120,171	76,331	53,742	14,576	26,84
ISP 2 (Biznet)	78,709	121,493	71,256	59,053	14,476	28,264
ISP 3 (Astinet)	72,738	120,196	77,247	50,936	14,328	29,833

Keterangan :

IC = *initial convergence* (detik)

FC = *failover convergence* (detik)

RC = *recovery convergence* (detik)

Pada tabel 10. dapat dilihat kualitas kinerja *failover* dari hasil perbandingan keseluruhan sebelum dan sesudah menerapkan BGPtimer pada masing-masing ISP dan mendapatkan hasil *routing* bekerja dengan optimal pada saat sesudah menerapkan BGPtimer. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat nilai rata-rata pada saat sesudah BGPtimer memiliki nilai lebih kecil atau lebih cepat dibandingkan dengan pada saat sebelum menerapkan BGPtimer

## KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pengujian *failover* dengan protokol *routing Border Gateway Protocol* menggunakan GNS3, maka dapat diambil kesimpulan dan hasil, sebagai berikut :

- a. Waktu konvergensi dipengaruhi oleh besaran nilai *hold time/ failover convergence* yang digunakan oleh *Border Gateway Protocol* (BGP) ketika salah satu *router* dimatikan (*failover*).
- b. *Hold time* dapat mencegah terjadinya *routing oscillations* ketika salah satu *router* dimatikan, karena koneksi tidak langsung terputus sampai *hold time expired*.
- c. Hasil kinerja *failover* dapat lebih optimal dengan menggunakan fasilitas dari BGP yaitu *BGP timer*.
- d. Berdasarkan dari hasil pengujian waktu konvergensi simulasi kinerja *failover*, *router* ISP yang memiliki kualitas kinerja yang baik adalah ISP dengan nilai konvergensi terendah atau terkecil.
- e. Berdasarkan aplikasi *Graphical Network Simulator 3* (GNS3) mengenai kondisi perangkat, tidak mempengaruhi pengujian dikarenakan perangkat dalam kondisi baik atau tidak, tidak dapat ditentukan di sebuah aplikasi *Graphical Network Simulator 3* (GNS3), kecuali penerapan simulasi ini diimplementasikan dan diuji kembali secara langsung, sehingga dapat ditentukan waktu konvergensi sesuai dengan kondisi perangkat.

Berdasarkan penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu pada penelitian selanjutnya dalam penggunaan *failover* dengan protokol *routing Border Gateway Protocol* (BGP) yang sudah disimulasikan bisa diimplementasikan agar mengetahui kinerja protokol routing secara langsung dan menggunakan *router* cisco yang real sehingga hasil dari penelitian ini bisa menjadi perbandingan dengan hasil realnya

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M. Z., Abdallah Hashim, A. H, Khalifa, O. O., & Salami, M. J. (2017). *Border Gateway Protocol* to provide *failover* in multihoming environment. *International Journal of Information Technology*, 9(1), 33-39.
- Nurhayati, A., & Sulistyaningsih, D. W. (2017). Simulasi *Border Gateway Protocol* (BGP) Untuk Layanan Paket Data Menggunakan Simulator GNS3. *Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi*. Diambil dari : <http://ejournal.akademitelkom.ac.id/index.php/ictjurnal/article/view/98>.
- Santosh, S., & Dakshayani, M. (2016). Effect of Route Reflection on IBGP Convergence and an approach to reduce convergence *time*. *International Journal of Scientific Research and Management*, 4(8).