

**IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN
METODE *EQUAL COST MULTI PATH* (ECMP) DAN
MANAJEMEN *BANDWIDTH* DI *HEAD OFFICE* PT.
ARTAMEDIA CITRA TELEMATIKA INDONESIA
PANGKALPINANG**

SKRIPSI



FERDIANSYAH

1911500019

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT SAINS DAN BISNIS ATMA LUHUR
PANGKALPINANG**

2022/2023

**IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN
METODE *EQUAL COST MULTI PATH* (ECMP) DAN
MANAJEMEN *BANDWIDTH* DI *HEAD OFFICE* PT.
ARTAMEDIA CITRA TELEMATIKA INDONESIA
PANGKALPINANG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



FERDIANSYAH

1911500019

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT SAINS DAN BISNIS ATMA LUHUR
PANGKALPINANG**

2022/2023

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NIM : 1911500019

Nama : Ferdiansyah

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *LOAD BALANCING* MENGGUNAKAN
METODE *EQUAL COST MULTI PATH* (ECMP) DAN
MANAJEMEN *BANDWIDTH* DI *HEAD OFFICE* PT.
ARTAMEDIA CITRA TELEMATIKA INDONESIA
PANGKALPINANG

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan didalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.

Pangkalpinang, 08 Agustus 2023

ATMALUH

PANGKALPINANG



Ferdiansyah

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

IMPLEMENTASI LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE *EQUAL COST MULTI PATH* (ECMP) DAN MANAJEMEN *BANDWIDTH DI HEAD OFFICE* PT. ARTAMEDIA CITRA TELEMATIKA INDONESIA
PANGKALPINANG

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Ferdiansyah

1911500019

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 03 Agustus 2023

**Susunan Dewan Penguji
Anggota**

Dosen Pembimbing

Agus Dendi Rachmatsyah, M.Kom
NIDN : 0231087901

Benny Wijaya, S.T, M.Kom
NIDN : 0202097902

Kaprodi Teknik Informatika

Ketua Penguji

Chandra Kirana, M.Kom
NIDN : 0228108501

Bambang Adiwino, M.Kom
NIDN : 0216107102

Skripsi ini telah diterima dan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 08 Agustus 2023

DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

ISE ATMA LUHUR

Ellya Helmud, M.Kom
NIDN : 0201027901

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata 1 (S1) pada program Studi Teknik Informatika di Institut Sains dan Bisnis (ISB) Atma Luhur.

Penulis mengakui bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis selalu dengan senang hati menerima kritik dan saran. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini tidak akan mungkin terwujud tanpa dukungan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai sumber. Untuk ini penulis dengan rendah hati mengucapkan terima kasih:

1. Allah SWT yang telah menciptakan dan memberikan kehidupan di dunia
2. Bapak dan Ibu tercinta yang telah mendukung penulis baik spirit maupun materi.
3. Bapak Drs. Djaetun Hs yang telah mendirikan Atma Luhur.
4. Bapak Prof. Dr. Moedjiono, M.Sc., selaku Rektor ISB Atma Luhur.
5. Bapak Ellya Helmud, M.Kom, selaku Dekan FTI ISB Atma Luhur.
6. Bapak Chandra Kirana, S.Kom., M.Kom selaku Kaprodi Teknik Informatika.
7. Bapak Benny Wijaya, S.T, M.Kom selaku dosen Pembimbing.
8. Keluarga dan teman-teman angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan moral untuk terus meyelesaikan laporan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah dan rahmatNya, Aamiin.

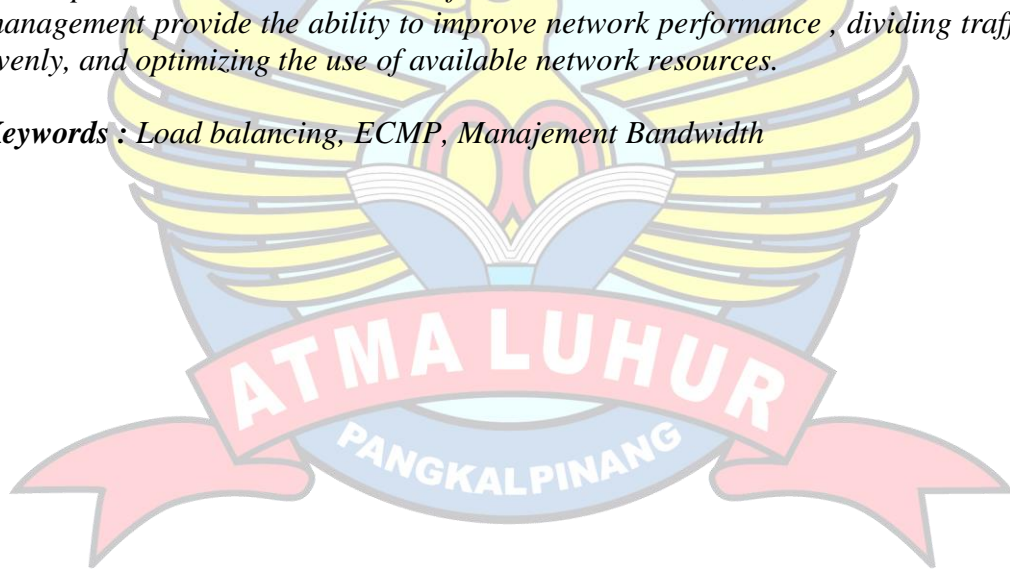
Pangkalpinang, Agustus 2023

Penulis

ABSTRACT

PT. Artamedia Citra Telematika Indonesia Pangkalpinang is an Internet Service Provider (ISP) company in the local area of Bangka Belitung. The use of the internet in the Head Office is very important in serving customers. Load balancing in a network that divides traffic into smaller streams and distributes them over equal cost routes. This method improves network performance by ensuring efficient utilization of network resources and increasing throughput. ECMP also provides fault tolerance by distributing traffic evenly among available paths. By managing bandwidth effectively, network administrators can prioritize and direct critical traffic through the paths that have sufficient bandwidth. This can be done using techniques such as setting bandwidth limits, QoS (Quality of Service) policies, or using priority algorithms in the ECMP load balancing mechanism. One of the advantages of the ECMP method is its ability to provide fault tolerance. If there is a failure on one of the paths, traffic will be automatically diverted to the available path without interrupting data transmission. In ECMP, traffic is broken up into smaller streams and sent over different paths, which can reduce the risk of failure on one path which can lead to a total failure. In combination, ECMP and bandwidth management provide the ability to improve network performance , dividing traffic evenly, and optimizing the use of available network resources.

Keywords : Load balancing, ECMP, Manajement Bandwidth



ABSTRAK

PT. Artamedia Citra Telematika Indonesia Pangkalpinang merupakan salah satu perusahaan *Internet Service Provider* (ISP) di daerah lokal Bangka Belitung. Penggunaan internet di *Head Office* merupakan hal yang sangat penting dalam melayani pelanggan. *Load balancing* dalam jaringan yang membagi lalu lintas menjadi aliran-aliran kecil dan mendistribusikannya melalui jalur-jalur dengan biaya yang sama. Metode ini memperbaiki kinerja jaringan dengan memastikan pemanfaatan sumber daya jaringan yang efisien dan meningkatkan *throughput*. ECMP juga menyediakan toleransi kesalahan dengan mendistribusikan lalu lintas secara merata di antara jalur-jalur yang tersedia. Dengan mengelola *bandwidth* secara efektif, *administrator* jaringan dapat memprioritaskan dan mengarahkan lalu lintas yang kritis melalui jalur yang memiliki *bandwidth* yang cukup. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknik seperti pengaturan batasan *bandwidth*, kebijakan QoS (*Quality of Service*), atau menggunakan algoritma prioritas dalam mekanisme *load balancing* ECMP. Salah satu keuntungan dari metode ECMP adalah kemampuannya untuk memberikan toleransi kesalahan. Jika ada kegagalan pada salah satu jalur, lalu lintas akan secara otomatis dialihkan ke jalur yang tersedia tanpa mengganggu pengiriman data. Dalam ECMP, lalu lintas dipecah menjadi aliran-aliran yang lebih kecil dan dikirim melalui jalur-jalur yang berbeda, yang dapat mengurangi risiko kegagalan pada satu jalur yang dapat menyebabkan kegagalan total. Dalam kombinasi, ECMP dan manajemen *bandwidth* memberikan kemampuan untuk meningkatkan kinerja jaringan, membagi lalu lintas secara merata, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya jaringan yang tersedia.

Kunci : *Load Balancing*, ECMP, Manajemen *Bandwidth*



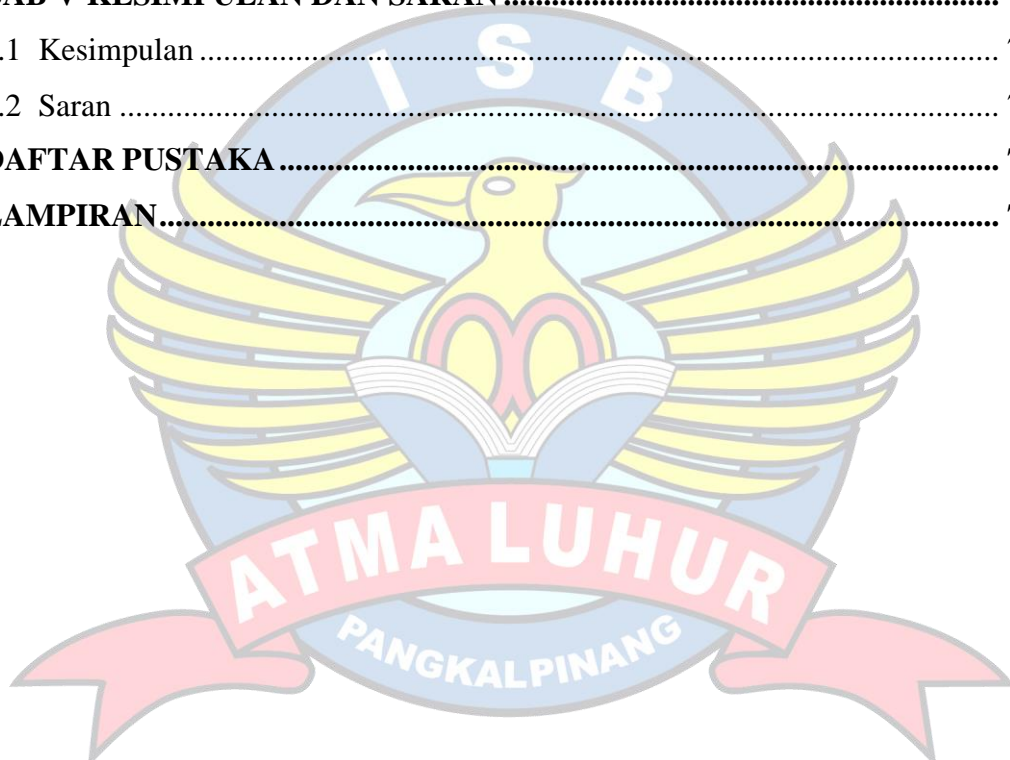
DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Penelitian	3
1.4.2 Manfaat Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 <i>Failover</i>	6
2.2 <i>Load Balancing</i>	6
2.2.1 <i>Equal Cost Multi Path (ECMP)</i>	7
2.2.2 <i>Nth</i>	8
2.2.3 <i>Per Connection Classifier (PCC)</i>	8
2.3 <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	8
2.3.1 <i>Indosat M2</i>	9
2.3.2 <i>Smart</i>	10
2.4 <i>Bandwidth</i>	10
2.5 <i>Traffic Bandwidth</i>	10

2.6	Manajemen <i>Bandwidth</i>	11
2.7	Jaringan Komputer.....	12
2.7.1	<i>Local Area Network</i> (LAN).....	12
2.7.2	<i>Metropolitan Area Network</i> (MAN).....	13
2.7.3	<i>Wide Area Network</i> (WAN).....	14
2.8	Perangkat Jaringan.....	15
2.8.1	<i>Personal Computer</i> (PC)	15
2.8.2	<i>Network Interface Card</i> (NIC)	15
2.8.3	<i>Switch</i>	16
2.8.4	<i>Hub</i>	17
2.8.5	<i>Router</i>	17
2.8.6	<i>Mikrotik</i>	17
2.8.7	<i>Modem Router</i>	18
2.8.8	<i>Access Point</i>	18
2.9	OSI Layer.....	19
2.9.1	<i>Physical Layer</i>	19
2.9.2	<i>Data Link Layer</i>	19
2.9.3	<i>Network Layer</i>	19
2.9.4	<i>Transport Layer</i>	19
2.9.5	<i>Session Layer</i>	20
2.9.6	<i>Presentation Layer</i>	20
2.9.7	<i>Application Layer</i>	20
2.10	TCP/IP.....	21
2.11	<i>IP Address</i>	21
2.12	<i>Domain Name System</i> (DNS).....	22
2.13	<i>Firewall</i>	23
2.14	<i>Network Address Translation</i> (NAT).....	24
2.15	<i>Winbox</i>	24
2.16	Tinjauan Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Metode Pengumpulan Data.....	27

3.1.1 Wawancara	27
3.1.2 Pengamatan.....	27
3.1.3 Dokumentasi.....	27
3.1.4 Tinjauan Pustaka.....	27
3.2 Metode <i>Network Development Life Cycle</i> (NDLC).....	27
3.2.1 <i>Analysis</i>	28
3.2.2 <i>Design</i>	28
3.2.3 <i>Simulation Prototype</i>	28
3.2.4 <i>Implementation</i>	29
3.2.5 <i>Monitoring</i>	29
3.2.6 <i>Management</i>	29
3.3 Metode <i>Equal Cost Multi Path</i> (ECMP).....	29
3.4 Alat Bantu Pengembangan Sistem.....	29
3.4.1 <i>Use Case Diagram</i>	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Profil Perusahaan	31
4.1.1 Latar Belakang Perusahaan.....	31
4.1.2 Sejarah Singkat Perusahaan.....	31
4.1.3 Visi PT. Artamedia Indonesia	31
4.1.4 Misi PT. Artamedia Indonesia.....	31
4.1.5 Struktur Organisasi PT. Artamedia Indonesia.....	32
4.1.6 Tugas dan Wewenang.....	34
4.2 Analisis Sistem Masalah	40
4.3 Analisis Sistem yang Berjalan	41
4.3.1 Topologi <i>Head Office</i> Artamedia	41
4.4 Analisis Sistem Usulan	43
4.4.1 Topologi Usulan <i>Head Office</i> Artamedia.....	43
4.4.2 <i>Activity Diagram</i> Sistem Usulan	45
4.5 <i>Use Case Diagram</i>	46
4.5.1 <i>Use Case Diagram</i> Sistem Usulan	47
4.5.2 Deskripsi <i>Diagram Use Case</i>	48

4.6 Analisis Kebutuhan Sistem	54
4.6.1 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	54
4.6.2 Kebutuhan Perangkat Keras	54
4.7 Rancangan Sistem.....	55
4.7.1 Konfigurasi <i>Load Balancing</i> pada Router <i>Office</i>	55
4.7.2 Manajemen Bandwidth menggunakan Simple Queues	64
4.7.3 Hasil Pengujian Performa <i>Load Balancing</i>	65
4.7.4 Hasil Pengujian Manajemen <i>Bandwidth</i> Menggunakan <i>Simple Queues</i>	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Local Area Network (LAN)</i>	13
Gambar 2.2 <i>Metropolitan Area Network (MAN)</i>	13
Gambar 2.3 <i>Wide Area Network (WAN)</i>	14
Gambar 2.4 <i>Switch Cisco</i>	16
Gambar 2.5 <i>Hub</i>	17
Gambar 2.6 <i>Router Mikrotik 2011iL</i>	18
Gambar 2.7 <i>Fungsi OSI Layer</i>	20
Gambar 3.1 <i>Metode NDLC</i>	28
Gambar 4.1 <i>Head Office PT.Artamedia Indonesia Pangkalpinang</i>	32
Gambar 4.2 <i>Struktur Organisasi PT. Artamedia Indonesia</i>	33
Gambar 4.3 <i>Topologi Head Office Artamedia</i>	42
Gambar 4.4 <i>Topologi Usulan Head Office Artamedia</i>	44
Gambar 4.5 <i>Activity Diagram Sistem Usulan</i>	46
Gambar 4.6 <i>Use Case Diagram Sistem Usulan</i>	47
Gambar 4.7 <i>Tampilan Awal Winbox</i>	56
Gambar 4.8 <i>Tampilan Interfaces</i>	56
Gambar 4.9 <i>IP Address</i>	57
Gambar 4.10 <i>DNS</i>	58
Gambar 4.11 <i>Firewall NAT tab General</i>	59
Gambar 4.12 <i>Firewall NAT tab Action</i>	59
Gambar 4.13 <i>Mangle Rule untuk input ISP1</i>	60
Gambar 4.14 <i>Mangle Rule untuk input ISP2</i>	60
Gambar 4.15 <i>Mangle Rule untuk output ISP1</i>	61
Gambar 4.16 <i>Mangle Rule untuk output ISP2</i>	61
Gambar 4.17 <i>Tambah Routes untuk ISP1</i>	62
Gambar 4.18 <i>Tambah Routes untuk ISP2</i>	63
Gambar 4.19 <i>Tambah Routes untuk kedua ISP membagi beban trafik</i>	63
Gambar 4.20 <i>Tampilan interfaces setelah load balancing</i>	64

Gambar 4.21	<i>Simple Queues</i>	65
Gambar 4.22	Hasil <i>Speedtest</i> ISP LintasArta dengan 1 <i>client</i>	66
Gambar 4.23	Hasil <i>Speedtest</i> ISP LintasArta dengan 4 <i>client</i>	66
Gambar 4.24	Hasil <i>Speedtest</i> ISP LintasArta dengan 7 <i>client</i>	67
Gambar 4.25	Hasil <i>Speedtest</i> ISP Indihome dengan 1 <i>client</i>	68
Gambar 4.26	Hasil <i>Speedtest</i> ISP Indihome dengan 4 <i>client</i>	68
Gambar 4.27	Hasil <i>Speedtest</i> ISP Indihome dengan 7 <i>client</i>	69
Gambar 4.28	Hasil <i>Speedtest Load Balancing</i> dengan 1 <i>client</i>	70
Gambar 4.29	Hasil <i>Speedtest Load Balancing</i> dengan 4 <i>client</i>	70
Gambar 4.30	Hasil <i>Speedtest Load Balancing</i> dengan 7 <i>client</i>	71
Gambar 4.31	Tampilan <i>traffic</i> di <i>simple queues</i>	72



DAFTAR TABEL

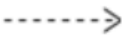


	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan LAN, MAN dan WAN 14
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu..... 25
Tabel 4.1	Deskripsi <i>Diagram Login</i> 48
Tabel 4.2	Deskripsi <i>Diagram IP</i> 49
Tabel 4.3	Deskripsi <i>Diagram Addresses</i> 49
Tabel 4.4	Deskripsi <i>Diagram DNS</i> 50
Tabel 4.5	Deskripsi <i>Diagram Firewall</i> 51
Tabel 4.6	Deskripsi <i>Diagram NAT</i> 52
Tabel 4.7	Deskripsi <i>Diagram Mangle</i> 52
Tabel 4.8	Deskripsi <i>Diagram Routes</i> 53
Tabel 4.9	Kebutuhan Perangkat Lunak 54
Tabel 4.10	Kebutuhan Perangkat Keras 55





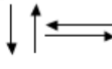

DAFTAR SIMBOL




Use Case Diagram

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i>
2		<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu aktor
3		<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>dependency</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri (<i>independency</i>)
4		<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>)


5		<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> sumber secara <i>eksplisit</i>
6		<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> target memperluas perilaku dari <i>use case</i> sumber pada suatu titik yang diberikan
7		<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya






Activity Diagram


NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Initial Node</i>	Status awal aktivitas sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal
2		<i>Activity</i>	Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja
3		<i>Line Connector</i>	Menghubungkan satu simbol dengan simbol lainnya
4		<i>Decision</i>	Menggambarkan suatu keputusan/tindakan yang harus diambil pada kondisi tertentu

5		<i>Join</i>	Asosiasi penggabungan dimana lebih dari satu aktivitas yang digabungkan menjadi satu
6		<i>Action</i>	<i>State</i> dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi
7		<i>Activity Final Node</i>	Status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir

Simbol Jaringan

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		<i>Router</i>	Perangkat yang berfungsi untuk mentransmisikan paket data dari jaringan internet ke perangkat lain melalui proses routing. <i>Router</i> berfungsi untuk mengelola lalu lintas antar jaringan dengan meneruskan paket data ke alamat IP yang dituju.
2		<i>Switch</i>	Komponen yang bertugas untuk menghubungkan sejumlah perangkat

			komputer. Pada komponen ini biasanya berfungsi untuk membantu pertukaran informasi atau data pada beberapa komputer
3		<i>Hub</i>	Perangkat keras penerima sinyal dari sebuah komputer dan merupakan titik pusat yang menghubungkan ke seluruh komputer dalam jaringan tersebut
4		<i>Kabel Straight</i>	Kabel straight digunakan untuk menghubungkan 2 <i>device</i> yang berbeda
5		Sumber Jaringan	Sumber jaringan yang berasal dari <i>Internet Service Provider (ISP)</i>
6		<i>DSL Modem</i>	Perangkat jaringan yang membawa sinyal analog-digital sehingga bisa tersambung ke jaringan internet.
7		<i>PC</i>	Perangkat elektronik yang memanipulasi informasi, atau data. Ia memiliki kemampuan untuk menyimpan, mengambil, dan memproses data.

8		<p><i>Laptop</i></p>	<p>Perangkat komputer yang dirancang untuk portabilitas dan penggunaan pribadi. Secara fisik, laptop lebih kecil dan ringan daripada komputer desktop tradisional, dan umumnya memiliki semua komponen yang diperlukan untuk menjalankan program dan tugas komputasi yang beragam.</p>
---	---	----------------------	--

