

PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN PRESTASI MEDAN UJI KAJIAN RANGKAIAN IPv6 DI UNIVERSITI UTARA MALAYSIA

Tesis ini dikemukakan kepada Fakulti Teknologi Maklumat sebagai memenuhi
keperluan bagi Ijazah Sarjana Sains (Teknologi Maklumat)
Universiti Utara Malaysia

Oleh

ASMAHIZAN SAHIZAH

Fakulti Teknologi Maklumat
Universiti Utara Malaysia

©Asmahizan Sahizah, Mei 2007. Hak Cipta Terpelihara.

RE
SARJANA
SAINS
(TEKNOLOGI
MAKLUMAT)



**JABATAN HAL EHWAL AKADEMIK
(DEPARTMENT OF ACADEMIC AFFAIRS)
UNIVERSITI UTARA MALAYSIA**

**PERAKUAN KERJA/TESIS
(Certification of Thesis Work)**

Kami, yang bertandatangan, memperakukan bahawa
(We, the undersigned, certify that)

ASMAHIZAN SAHIZAH

calon untuk Ijazah
(candidate for the degree of)

SARJANA SAINS (TEKNOLOGI MAKLUMAT)

telah mengemukakan tesis/disertasinya yang bertajuk
(has presented his/her thesis work of the following title)

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN PRESTASI MEDAN UJI KAJIAN
RANGKAIAN IPv6 DI UNIVERSITI UTARA MALAYSIA**

seperti yang tercatat di muka surat tajuk dan kulit tesis/disertasi
(as it appears on the title page and front cover of thesis work)

bahawa tesis/disertasi tersebut boleh diterima dari segi bentuk serta kandungan, dan liputan bidang ilmu yang memuaskan, sebagaimana yang ditunjukkan oleh calon dalam ujian lisan yang diadakan pada : **20 November 2006**

(that the thesis/dissertation is acceptable in form and content, and that a satisfactory knowledge of the field covered by the thesis was demonstrated by the candidate through an oral examination held on

Pengerusi Viva (Chairman for Viva)	: Prof. Madya Dr. Norshuhada Shiratuddin	Tandatangan: (Signature)	
Pemeriksa Luar (External Examiner)	: Prof. Madya Dr. Mahmood Ismail	Tandatangan: (Signature)	
Pemeriksa Dalaman (Internal Examiner)	: Prof. Madya Hatim Mohamed Tahir	Tandatangan: (Signature)	
Penyelia Utama (Principal Supervisor)	: Prof. Madya Dr. Suhaidi Hassan	Tandatangan: (Signature)	
Dekan, Fakulti Teknologi Maklumat (Dean, Faculty of Information Technology)	: Prof. Madya Dr. Zulkhairi Md. Dahalin	Tandatangan: (Signature)	

Tarikh
(Date) : **20 NOVEMBER 2006**

KEBENARAN MENGGUNAKAN TESIS

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi keperluan pengurniaan Ijazah Sarjana Sains (Teknologi Maklumat) Universiti Utara Malaysia. Saya dengan ini bersetuju membenarkan pihak perpustakaan Universiti Utara Malaysia mempamerkannya sebagai bahan rujukan umum. Saya juga bersetuju bahawa sebarang bentuk salinan sama ada secara keseluruhan atau sebahagian daripada tesis ini untuk tujuan akademik perlulah mendapat kebenaran penyelia kertas projek atau Dekan Fakulti Teknologi Maklumat terlebih dahulu.

Sebarang bentuk salinan dan cetakan bagi tujuan komersial adalah dilarang sama sekali tanpa kebenaran bertulis daripada penyelidik. Penyataan rujukan kepada penulis dan Universiti Utara Malaysia perlulah dinyatakan jika rujukan ke atas tesis dilakukan. Kebenaran untuk menyalin atau menggunakan kertas projek ini sama ada secara sebahagian atau sepenuhnya hendaklah dipohon melalui:

Dekan
Fakulti Teknologi Maklumat
Universiti Utara Malaysia
06010 UUM Sintok
Kedah Darul Aman

ABSTRAK

Terdapat banyak keterbatasan dalam IPv4. Salah satu daripadanya yang paling jelas disedari ialah kekurangan alamat IP. Kebanyakan penyelesaian bagi keterbatasan dan masalah yang wujud dalam IPv4, terkandung dalam IPv6. Sehubungan itu, penyelidikan ini bertujuan untuk membangunkan satu medan uji IPv6 sebagai permulaan kepada pelaksanaan rangkaian IPv6 dalam skala yang besar. Pelaksanaan melibatkan dua lokasi dalam kawasan rangkaian Universiti Utara Malaysia (UUM) iaitu di Pusat Komputer dan Fakulti Teknologi Maklumat. Pembangunan medan uji IPv6 merupakan yang pertama dibangunkan di UUM. Aplikasi prototaip IPv6 juga telah dibangunkan. Prototaip tersebut berfungsi sebagai alat bagi penilaian prestasi medan uji. Beberapa pengujian telah dilakukan bagi memastikan aplikasi yang telah dibangunkan berfungsi dengan baik. Proses penilaian prestasi dilakukan dengan cara menjalankan aplikasi IPv6 yang telah dibangunkan di dalam persekitaran medan uji. Paket-paket yang dihantar dan diterima semasa proses pengujian ditangkap menggunakan perisian Ethereal. Hasil tangkapan kemudiannya dipaparkan bagi mengesahkan bahawa aplikasi berjalan di dalam rangkaian IPv6. Pengujian sambungan medan uji turut dijalankan yang melibatkan arahan *ping* dan *traceroute*. Keputusan *ping* dan *traceroute* dianalisis bagi menilai prestasi medan uji. Kajian ini telah menghasilkan medan uji IPv6 yang berguna dan bermanfaat kepada warga UUM dan membolehkan mereka menggunakan aplikasi IPv6. Melalui kajian ini juga, kami berharap dapat mengenalpasti masalah-masalah yang wujud dalam pelaksanaan medan uji IPv6 sebelum sebarang pelaksanaan sebenar dibuat.

ABSTRACT

There are numerous amounts of limitations in IPv4, namely, the shortage of IP addresses. Many of the IPv4's limitations and problems solution lies in IPv6. Thus, this research is conducted with the focus on setting up an IPv6 testbed that will serve as initial step for large scale IPv6 network deployment. The implementation involves two location within UUM network namely Pusat Komputer and Fakulti Teknologi Maklumat. This development of IPv6 testbed is the first project of it kind in UUM. IPv6 prototype application has been developed. The prototyping functions as a tool to evaluate the performance of the testbed. Various tests have been conducted to ensure that the application has been properly developed and are functioning well. Performance evaluation processes are conducted by running an IPv6 application that has been developed in the test bed environment. The transmitted packets in the testing processes were captured and analyzed using Ethereal packet analysis tool. The captured results are shown to verify that the application is running on IPv6 network. The connection testing also included the *ping* and *traceroute* tools which their result had been analyzed to evaluate the testbed performance. This research has delivered an IPv6 testbed that is useful and beneficial to the community of UUM and allowing them to utilize the IPv6 application in the future. Through this study, we hope to identify some problems in implementing the IPv6 testbed before any real implementation to be done.

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani.

Syukur ke hadrat Ilahi dengan limpah kurnia dan rahmat-Nya memberi pedoman dan kekuatan sepanjang penyelidikan dan penulisan tesis ini.

Pada kesempatan ini, jutaan terima kasih saya rakamkan kepada penyelia penyelidikan, Prof. Madya Dr. Suhaidi Hassan dan Encik Ahmad Hanis Mohd Shabli di atas segala tunjuk ajar, nasihat dan pandangan sepanjang penyelidikan ini.

Terima kasih juga kepada Kementerian Sains dan Teknologi di atas sumbangan kewangan. Begitu juga pihak Fakulti Teknologi Maklumat UUM di atas kerjasama selama ini.

Seterusnya sekalung penghargaan kepada individu dan organisasi yang terlibat antaranya Pengarah Pusat Komputer (PK) UUM, Encik Azman Ta'a dan kakitangan PK terutamanya Encik Adli dan Encik Rizalman. Begitu juga kepada kakitangan Jaring, Puan Rohani dan Encik Firdaus yang banyak memberikan bantuan sepanjang penyelidikan ini.

Tidak ketinggalan, ucapan terima kasih tidak terhingga kepada suami dan ibu serta keluarga tercinta kerana memahami dan sentiasa di sisi. Juga kepada rakan-rakan seperjuangan, terima kasih kerana memahami dan sudi berkongsi pengalaman dan kesulitan.

Dan kepada semua individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam penyelidikan dan tesis ini.

Semoga Allah merestui segala usaha ini. AMIN.

ISI KANDUNGAN

KEBENARAN MENGGUNAKAN TESIS	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	v
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI DAFTAR TERPILIH	xii
SENARAI SINGKATAN	xiii

BAB 1: PENGENALAN

1.1	Motivasi Kajian	4
1.2	Masalah Kajian	5
1.3	Objektif Kajian	6
1.4	Metodologi Kajian	6
1.5	Skop Kajian	8
1.6	Struktur Tesis	10

BAB 2: LATAR BELAKANG

2.1	Definisi Protokol Internet (IP)	12
2.2	Pengalamatan IP	13
	2.2.1 Pengalamatan IPv4	13
	2.2.2 Pengalamatan IPv6	15
2.3	Keperluan kepada IPv6	16
	2.3.1 Krisis Ruang Alamat	17
	2.3.2 Teknologi Disruptif (<i>Disruptive Technologies</i>)	18
	2.3.3 Pembesaran Saiz Jadual <i>Routing</i>	20
2.4	Perbandingan di antara IPv4 dan IPv6	21

2.4.1	Ruang Alamat yang Lebih Besar dan Alamat Jenis Baru . . .	22
2.4.2	Format <i>Header</i> Baru	24
2.4.3	<i>Routing</i> yang Lebih Cepak	25
2.4.4	Sokongan Terhadap Konfigurasi Automatik	26
2.4.5	Piawaian Sokongan QoS	26
2.4.6	Keselamatan Terbenam (<i>embedded security</i>)	27
2.4.7	Ringkasan Perbezaan di antara Kedua-dua Protokol	27
2.5	Mekanisme Peralihan IPv4 ke IPv6	29
2.5.1	Mekanisme Peralihan <i>Dual-stack</i>	30
2.5.2	Mekanisme <i>Tunneling</i>	32
2.5.3	Mekanisme Penterjemahan	34
2.6	Prototaip-prototaip Awal Medan Uji IPv6	36
2.6.1	Rangkaian Tulang Belakang IPv6 - 6bone	36
2.6.2	Pembangunan Medan Uji IPv6 oleh Penyelidik Eropah	37
2.6.3	Medan Uji IPv6 di Malaysia	40
2.7	Aplikasi-aplikasi IPv6	43
2.8	Penganalisa Rangkaian Ethereal	44
2.9	Peralatan (<i>tools</i>) Penilaian Prestasi	45
2.10	Rumusan	46

BAB 3: PEMBANGUNAN MEDAN UJI IPv6 NATIF DI UUM

3.1	Pengenalan	47
3.2	Komponen-komponen Medan Uji	48
3.2.1	Rekabentuk Rangkaian	48
3.2.1.1	Teknologi rangkaian	49
3.2.1.2	Rekabentuk logikal rangkaian medan uji	50
3.2.1.3	Rekabentuk fizikal rangkaian medan uji	51
3.2.2	Penentuan Perkakasan dan Perisian	53
3.2.3	Konfigurasi dan Pelaksanaan	56
3.2.3.1	Konfigurasi <i>router</i> IPv6	57

3.2.3.2	Pengkonfigurasian hos	61
3.3	Mekanisme <i>Tunneling</i> 6ke4 Automatik	64
3.4	Pengujian Sambungan Medan Uji	65
3.4.1	Ujian Sambungan Hos-ke-Hos	65
3.4.2	Ujian Sambungan Hos-ke-Router	66
3.4.3	Ujian Sambungan Router/Hos-ke-luar	66
3.5	Perbincangan	68
3.6	Rumusan	69

BAB 4: PEMBINAAN APLIKASI BERASASKAN IPv6 PADA MEDAN

UJI IPv6 UUM

4.1	Pengenalan	70
4.2	Carta Aliran Pembangunan Aplikasi	71
4.3	Komponen-komponen Aplikasi	73
4.3.1	Pengaturcaraan Rangkaian Java	73
4.3.2	Pemasangan JDK/SDK	74
4.4	Pelaksanaan Pelayan Web	74
4.4.1	Skop Pelaksanaan	75
4.4.2	Penerangan Fungsi Kod-kod Sumber	75
4.4.3	Pengkompilan dan Pelaksanaan	80
4.5	Perbincangan	82
4.6	Rumusan	83

BAB 5: PENILAIAN PRESTASI MEDAN UJI RANGKAIAN IPv6

5.1	Pengenalan	84
5.2	Pengujian Aplikasi ke atas IPv6	85
5.2.1	Pengujian Pelayan Web	85
5.2.2	Penangkapan Paket	88
5.3	Persediaan Penilaian Prestasi Medan Uji	90
5.4	Proses Penilaian Prestasi Medan Uji	91

5.4.1	Pengujian Menggunakan Arahan <i>ping</i>	91
5.4.2	Pengujian Menggunakan Arahan <i>traceroute</i>	94
5.5	Analisis Keputusan	94
5.6	Perbincangan	95
5.6.1	Pengujian Sambungan	95
5.6.2	Pengujian Aplikasi	96
5.7	Rumusan	96

BAB 6: KESIMPULAN DAN CADANGAN

6.1	Rumusan	97
6.2	Sumbangan Kajian	99
6.2.1	Pembangunan Medan Uji	99
6.2.2	Pembangunan Aplikasi Prototaip IPv6	100
6.2.3	Demonstrasi Medan Uji	100
6.3	Cadangan Masa Hadapan	100

RUJUKAN	102
----------------------	-----

LAMPIRAN	108
-----------------------	-----

SENARAI JADUAL

2.1	Perbezaan ketara di antara IPv4 dan IPv6	28
2.2	Ringkasan aktiviti dan fungsi medan uji sedia ada	42
3.1	Maklumat pengalamatan IP	53
3.2	Spesifikasi perkakasan	56
3.3	Langkah-langkah pengaktifan fungsi IPv6 dalam hos OS Windows XP . .	61

SENARAI RAJAH

1.1	Rekabentuk logikal medan uji	7
1.2	Topologi rangkaian FTM-PK	9
2.1	Format <i>header</i> IPv4	24
2.2	Format <i>header</i> IPv6	24
2.3	Senibina mekanisme peralihan <i>dual-stack</i>	31
2.4	Konsep asas <i>tunneling</i>	32
2.5	Operasi asas NAT-PT	35
2.6	Rangkaian 6bone	37
2.7	Sambungan <i>local</i> dan antarabangsa oleh MANIS	40
3.1	Rekabentuk logikal rangkaian medan uji	51
3.2	Rekabentuk fizikal rangkaian medan uji	52
3.3	Penukar media UTP/ <i>fiber</i>	54
3.4	Suis	55
3.5	Kad antaramuka rangkaian	56
3.6	Fail konfigurasi <i>rc.conf</i>	58
3.7	Fail skrip <i>tunnel.sh</i>	59
3.8	Fail konfigurasi <i>resolve.conf</i>	59
3.9	Arahan pengaktifan <i>router</i> dan <i>tunnel</i>	60
3.10	Keputusan <i>ping6</i> <i>router</i> IPv6	60
3.11	Alamat logikal IPv6	62
3.12	Alamat global IPv6	63
3.13	Penggunaan teknik <i>tunneling</i> 6ke4 automatik dari medan uji IPv6 UUM ke MANIS	64
3.14	Keputusan setelah <i>ping</i> daripada hos A ke hos C	65
3.15	Hasil <i>ping6</i> daripada hos ke <i>router</i>	66
3.16	<i>traceroute6</i> ke kame.net	67

3.17	Keputusan <i>ping6</i> ke kame.net dan ipv6.org	67
4.1	Carta alir proses pembangunan aplikasi pelayan web	72
4.2	Arahan pemasangan JDK dalam Linux	74
4.3	Pelayan web berjalan dan menunggu sebarang permintaan	80
4.4	Halaman utama pelayan web dalam persekitaran IPv4	81
4.5	Capaian laman utama pelayan web IPv6 secara <i>local</i>	82
5.1	Capaian pelayan web (hos B) oleh pelanggan (hos A)	86
5.2	Capaian halaman pelayan web menggunakan alamat global IPv6 pelayan .	87
5.3	Paparan alamat IPv6 pelanggan (hos A) yang mencapai pelayan web	88
5.4	Hasil tangkapan paket-paket IPv6	89
5.5	Rekabentuk logikal rangkaian medan uji IPv6 <i>local</i>	90
5.6	Output <i>ping</i> dari hos FTM ke <i>router</i> PK	92
5.7	Output <i>ping6</i> dari hos FTM ke <i>router</i> PK	92
5.8	Output <i>ping</i> hos PK dari hos FTM	93
5.9	Output <i>ping6</i> hos PK dari hos FTM	93
5.10	Output hos FTM <i>traceroute6</i> ke hos PK	92

SENARAI DAFTAR TERPILIH

Bagi mengelakkan kekeliruan dalam pemahaman tesis ini, istilah-istilah berikut telah dipilih untuk digunapakai dalam penulisan tesis bagi menggantikan istilah rasmi dalam Bahasa Melayu.

Istilah Rasmi	Istilah Terpilih
bingkisan	paket
ketaran	<i>jitter</i>
pengepala	<i>header</i>
penghala	<i>router</i>
penimbal	<i>buffer</i>
terowong	<i>tunnel</i>
tindanan	<i>stack</i>
bergerak	mudah alih
jati	natif

SENARAI SINGKATAN

3G	<i>Third generation</i>
6INIT	<i>IPv6 Initiative</i>
6WINIT	<i>IPv6 Wireless Internet Initiative</i>
ACK	<i>Acknowledgement</i>
AH	<i>Authentication header</i>
API	<i>Application programming interface</i>
ATM	<i>Asynchronous transfer mode</i>
BIS	<i>Bum-in-the-Stack</i>
CIDR	<i>Classless inter-domain routing</i>
DHCP	<i>Dynamic host configuration protocol</i>
DNS	<i>Domain name system</i>
DOS	<i>Disk operating system</i>
DSL	<i>Digital subscriber line</i>
DSTM	<i>Dual stack transition mechanism</i>
ESP	<i>Encapsulating security protocol</i>
FTM	Fakulti Teknologi Maklumat
GUI	<i>Graphical user interface</i>
HTTP	<i>Hyper text transfer protocol</i>
ICMP	<i>Internet control message protocol</i>
ICMPv6	<i>Internet control message protocol version 6</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>

IP	<i>Internet protocol</i>
IPng	<i>Next generation Internet protocol</i>
IPS	<i>Intelligent power switches</i>
IPSec	<i>Internet protocol security</i>
IPv4	<i>Internet protocol version 4</i>
IPv6	<i>Internet protocol version 6</i>
ISATAP	<i>Intra-site automatic tunnel addressing protocol</i>
ISLAN	<i>Integrated Sintok local area network</i>
ISP	<i>Internet service provider</i>
JDK	<i>Java development kit</i>
LAN	<i>Local area network</i>
MANIS	<i>Malaysian Advanced Network Integrated System</i>
MIMOS	<i>The Malaysian Institute of Microelectronic Systems</i>
MSC	<i>Multimedia super corridor</i>
NAT	<i>Network address translation</i>
NAT-PT	<i>Network address translation-protocol translation</i>
NGTrans	<i>IPng transition</i>
NIC	<i>Network interface card</i>
OOP	<i>Object-oriented programming</i>
OS	<i>Operating system</i>
PC	<i>Personal computer</i>
PK	<i>Pusat Komputer</i>
QoS	<i>Quality of service</i>

RAD	<i>Rapid application development</i>
RFC	<i>Request for comment</i>
RTT	<i>Roundtrip time</i>
SDK	<i>Software development kit</i>
SQL	<i>Structured query language</i>
TCP	<i>Transmission control protocol</i>
TCP/IP	<i>Transmission control protocol/Internet protocol</i>
TTL	<i>Time to live</i>
UDP	<i>User datagram protocol</i>
UTP	<i>Unshielded twisted pair</i>
UUM	Universiti Utara Malaysia
VoD	<i>Video on demand</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i>
VPNs	<i>Virtual private networks</i>
WAN	<i>Wide area network</i>

BAB 1

PENGENALAN

Protokol Internet versi 6 (IPv6) adalah protokol antara rangkaian versi terkini bagi menggantikan piawaian semasa iaitu protokol Internet versi 4 (IPv4). Penyelidik rangkaian seperti [2], [36], [49], [58], telah menyarankan bahawa IPv4 perlu digantikan dengan protokol baru bagi mengatasi punca utama permasalahan dalam penggunaan IPv4, iaitu kekurangan alamat IP. Permintaan alamat IP yang semakin meningkat dari semasa ke semasa merupakan faktor penyebab kepada kehabisan alamat dalam waktu terdekat ini. Saiz ruang pengalamatan IPv6 yang lebih besar iaitu 128 bit dijangka dapat menampung masalah kekurangan alamat yang dihadapi oleh IPv4.

Di samping mengatasi masalah kekurangan alamat, IPv6 juga direkabentuk bagi menangani kekurangan penskalaan dan perkhidmatan yang dihadapi oleh IPv4. Pengalaman komuniti Internet dalam penggunaan IPv4 sebelum ini, telah digunakan sebaik mungkin untuk menjadikan IPv6 protokol yang terbaik, iaitu protokol versi baru yang dapat menangani segala kekurangan IPv4. Oleh itu, banyak kajian berkaitan IPv6 telah dilakukan bagi memastikan kewujudannya dapat menyelesaikan segala permasalahan yang wujud dalam penggunaan IPv4.

IPv4 dan IPv6 adalah dua protokol yang berbeza dan tidak mempunyai keserasian. Protokol-protokol ini berbeza dalam lima perkara utama, iaitu pengalamatan dan *routing*, keselamatan, penterjemahan alamat rangkaian (*Network Address Translation* atau NAT), beban kerja dalam pentadbiran, dan sokongan terhadap perkakasan mudah alih. Oleh kerana ketidakserasian yang wujud di antara kedua-dua protokol ini, program dan sistem yang direkabentuk untuk salah satu piawaian tidak dapat berkomunikasi dengan program dan sistem yang direkabentuk untuk piawaian yang lain. Sebagai contoh, pelayan *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP), sistem *chat*

The contents of
the thesis is for
internal user
only

RUJUKAN

- [1] 6bone, "ngtrans Home Page," [11 February 2003], Available at HTTP:
<http://www.6bone.net/ngtrans/>

- [2] 6WIND, "Why IPv6?" [2005], Available at HTTP: <http://www.6wind.com/IPv4-and-IPv6.html>

- [3] J. W. Atwood, K. C. Das, and I. Haddad, "NAT-PT: Providing IPv4/IPv6 and IPv6/IPv4 Address Translation," Ericsson tech. rep., 2003, Available at HTTP:
http://linux.ericsson.ca/ipv6/v4_v6_translation.pdf

- [4] MIMOS Berhad, "Malaysian Advanced Network Integrated System (MANIS)," [2002], Available at HTTP: <http://www.manis.net.my>

- [5] BICSI, *Network Design Basics for Cabling Professionals*, New York: McGraw-Hill, 2002.

- [6] J. Bound, L. Toutain, and J. L. Richier, "Dual Stack IPv6 Dominant Transition Mechanism," Draft Internet, October 2005.

- [7] S. Bradner and A. Mankin, "The Recommendation for the IP Next Generation Protocol," IETF, RFC 1752, January 1995.

- [8] B. Carpenter, J. Crowcroft, and Y. Rekhter, "IPv4 Address Behaviour Today," IETF, RFC 2101, February 1997.

- [9] K. Cho, M. Luckie, and B. Huffaker, "Identifying IPv6 Network Problems in the Dual-Stack World," in *Proceedings of the ACM SIGCOMM Workshop on Network Troubleshooting: research, theory and operations practice meet malfunctioning reality, Portland, Oregon, USA*, pp. 283-288, August 2004.

- [10] Cisco, "IPv6 Deployment Strategies," Cisco Systems, Inc. tech. rep., 2002,
Available at HTTP:
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/intsolns/ipv6dswp.htm>
- [11] Cisco, "The ABCs of IP Version 6," Cisco Systems, Inc. tech. rep., 2002, Available
at HTTP: <http://www.cisco.com/go/abc>
- [12] G. Combs, "Ethereal," [2004], Available at HTTP: <http://www.ethereal.com>
- [13] European Commission, "The 6net Project," [2003], Available at HTTP:
<http://www.ipv6.ac.uk/docs/020327-networkshop-cisco.ppt>
- [14] A. Conta and S. Deering, "Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification," IETF,
RFC 2473, December 1998.
- [15] A. Conta and S. Deering, "Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the
Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification," IETF, RFC 2463, December
1998.
- [16] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification,"
IETF, RFC 1883, December 1995.
- [17] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification,"
IETF, RFC 2460, December 1998.
- [18] S. Deering and R. Hinden, "IP Version 6 Addressing Architecture," IETF, RFC
2373, July 1998.
- [19] P. Eyster, *Networking Linux: A Practical Guide to TCP/IP*, Indianapolis: New
Riders, 1st ed., March 2001.

- [20] B. Fink, "IPv6 Backbone (6bone)," [1997], Available at HTTP:
<http://www.ietf.org/html1.charters/OLD/6bone-charter.html>
- [21] M. E. Fiuczynski, V. K. Lam, and B. N. Bershad, "The Design and Implementation of an IPv6/IPv4 Network Address and Protocol Translator," in *Proceedings of the 1998 Summer USENIX Technical Conference*, pp. 1-12, June 1998.
- [22] The Apache Software Foundation, "Apache HTTP Server Project," [2005],
Available at HTTP: <http://httpd.apache.org/>
- [23] R. Gilligan and E. Nordmark, "Transition Mechanism for IPv6 Hosts and Routers," IETF, RFC 1933, April 1996.
- [24] R. Gilligan and E. Nordmark, "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers," IETF, RFC 2893, August 2000.
- [25] R. Gilligan, S. Thomson, J. Bound, and W. Stevens, "Basic Socket Interface Extensions for IPv6," IETF, RFC 2133, April 1997.
- [26] M. Goncalves and K. Niles, *IPv6 Networks*, New York: McGraw-Hill, 1998.
- [27] R. Goode, "Next Generation Internet Protocol - Testbed Experience," in *Proceedings of IEEE Military Communications Conference, (MILCOM 98)*, vol. 1, pp. 297-301, October 1998.
- [28] ATM-MM Network Research Group, "ATM-MM Research Methodology," School of Computing, University of Leeds research rep., 1996, Available at HTTP:
<http://www.comp.leeds.ac.uk/atmmm>
- [29] T. Habing, "DLI UIUC Glossary," University of Illinois, Urbana-Champaign tech. rep., November 1998, Available at HTTP: <http://dli.grainger.uiuc.edu/glossary.htm>

- [30] F. Halsall, *Data Communications, Computer Networks and Open Systems*, Harlow: Addison Wesley, 3rd ed., 1994.
- [31] R. Harold, *Java Network Programming*, Cambridge: O'Reilly, 1997.
- [32] R. M. Hinden, "IP Next Generation Overview," *Communication of the ACM*, vol. 39(6), pp. 61-71, June 1996.
- [33] TRAI House, "Issues Relating to Transition from IPv4 to IPv6 in India," Telecom Regulatory Authority of India consultation paper, August 2005, Available at HTTP: <http://www.traai.gov.in/traai/upload/ConsultationPapers/6/conspaper26aug05.pdf>
- [34] HowStuffWorks, "What is an IP Address?" [2006], Available at HTTP: <http://computer.howstuffworks.com/question549.htm>
- [35] IETF IPv6 Community, "6bone," [2000], Available at HTTP: <http://www.6bone.net>
- [36] IP Infusion, "Disruptive Technologies: Applications that will drive IPv6," IP Infusion, Inc. white paper, 2002, Available at HTTP: <http://www.ipinfusion.com/pdf/DisruptiveTechnologies.pdf>
- [37] Information Sciences Institute, University of Southern California, USA, "DoD Standard Internet Protocol," IETF, RFC 760, January 1980.
- [38] Information Sciences Institute, University of Southern California, USA, "Internet Protocol," IETF, RFC 791, September 1981.
- [39] IPv6.org, "IPv6 Enabled Applications," [2003], Available at HTTP: <http://www.ipv6.org/v6-apps.html>
- [40] JISC, "Bermuda 2: An Internet 2 Collaborative IPv6 Deployment Study," [2000],

Available at HTTP: <http://www.ipv6.ac.uk/bermuda2/>

- [41] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*, Boston: Addison-Wesley, 2nd ed., 2003.
- [42] L. Latif, "IPv6 Internet Initiative (6INIT)," [2000], Available at HTTP: <http://www.6init.org>
- [43] D. Lee and E. Stewart, "Internet Protocol version 6 (IPv6) Conformance and Performance Testing," Ixia white paper, 2003, Available at HTTP: http://www.ixiacom.com/pdfs/library/white_papers/ipv6.pdf
- [44] P. Linden. *Just Java 2*, Upper Saddle River: Sun Microsystem Press, 6th ed., 2004.
- [45] O. Medina, "Dual Stack Transition Mechanism," (Online article), [2004], Available at HTTP: <http://www.ipv6.rennes.enst-bretagne.fr/dstm/>
- [46] R. Morelli, *Java, Java, Java! Object-oriented Problem Solving*, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- [47] Nokia Networks, "Introducing Mobile IPv6 in 2G and 3G Mobile Networks," (Online article), [2001], Available at HTTP: http://grouper.ieee.org/groups/scc32/dsrc/ip/ip_images/3g_wp_allip_mipv6.pdf
- [48] University of Southampton, "IPv6 Trials on UK Academic Networks: Bermuda 2," [2004], Available at HTTP: <http://www.ipv6.ac.uk/bermuda2/>
- [49] Opus One, "What is IPv6," (Online article), [2002], Available at HTTP: <http://www.opus1.com/ipv6/whatisipv6.html>
- [50] M. Paddon, "Understanding IPv6," (Online article), [1997], Available at HTTP:

<http://www.paddon.org/mwp/docs/ipv6/understanding.ipv6/paper.html>

- [51] Network Research Group, USM, "National Advanced IPv6 Centre of Excellence (NAV6)", [2005], Available at HTTP: <http://nrg.cs.usm.my/Nav6.htm>
- [52] H. Soliman, *Mobile IPv6: Mobility in Wireless Internet*, Boston: Addison-Wesley, 2004.
- [53] A.S. Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey: Prentice Hall PTR, 3rd ed., 1996.
- [54] Information Society Technologies, "Large-Scale International IPv6 Pilot Network," [2002], Available at HTTP: <http://www.6net.org>
- [55] Information Society Technologies, "IPv6 Wireless Internet Initiative," [2004], Available at HTTP: <http://www.6winit.org/>
- [56] J. Tian and Z. Li, "The Next Generation Internet Protocol and Its Test," in *Proceedings of IEEE International Conference on Communications, (ICC 2001)*, vol. 1, pp. 210-215, June 2001.
- [57] G. Tsirtsis and P. Srisuresh, "Network Address Translation - Protocol Translation (NATPT)," IETF, RFC 2766, February 2000.
- [58] D. G. Waddington and F. Chang, "Realizing the Transition to IPv6," *IEEE Communication Magazine*, vol. 40(6), pp.138-148, June 2002.