



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA ARBITRASI  
ANTARA ALGORITMA ROUND ROBIN DENGAN  
DISTANCE-BASED PADA UTAR NOC**

**SKRIPSI**

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



**William Suyanto**

**13110210001**

**PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA  
TANGERANG**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**  
**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA ARBITRASI**  
**ANTARA ALGORITMA ROUND ROBIN DENGAN**  
**DISTANCE-BASED PADA UTAR NOC**

Oleh

Nama : William Suyanto  
NIM : 13110210001  
Fakultas : Teknik dan Informatika  
Program Studi : Sistem Komputer

telah diujikan pada hari Rabu, 26 Juli 2017 dan dinyatakan lulus dengan susunan Tim Penguji sebagai berikut,

Ketua Sidang,



Kanisius Karyono, S.T., M.T.

Dosen Penguji,



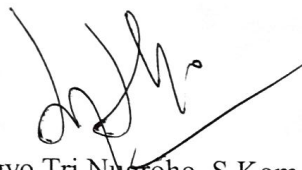
Dr. Hugeng, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing,



Felix Lokananta, S.Kom., M.Eng.Sc.

Dosen Pembimbing,



Hargyo Tri Nugroho, S.Kom., M.Sc.

Disahkan Oleh,  
Ketua Program Studi Sistem Komputer,



Hargyo Tri Nugroho, S.Kom., M.Sc.

## PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : William Suyanto

NIM : 13110210001

Fakultas : Teknik dan Informatika

Program Studi : Sistem Komputer

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Performa Arbitrasi antara Algoritma Round Robin dengan Distance-based pada UTAR NoC” ini adalah karya ilmiah saya sendiri, bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain atau lembaga lain, dan semua karya ilmiah orang lain atau lembaga lain yang dirujuk dalam skripsi ini telah disebutkan sumber kutipannya serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan / penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah Skripsi yang telah saya tempuh.

Tangerang, 9 Agustus 2017



William Suyanto

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkatnya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi berjudul “Analisis Perbandingan Performa Arbitrasi antara Algoritma Round Robin dengan Distance-based pada UTAR NoC”. Laporan skripsi ini diajukan kepada Program Strata I Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara.

Terselesainya laporan skripsi ini tidak terlepas dari kerja sama, bimbingan dan juga dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama melakukan tugas akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, Rektor Universitas Multimedia Nusantara,
2. Hira Meidia, Ph.D., Wakil Rektor Bidang Akademik Universitas Multimedia Nusantara,
3. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., Wakil Rektor Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Universitas Multimedia Nusantara,
4. Ika Yanuarti, S.E., MSF, Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan Universitas Multimedia Nusantara,
5. Prof. Dr. Muliawati G. Siswanto, M.Eng.Sc., Wakil Rektor Bidang Hubungan dan Kerjasama Universitas Multimedia Nusantara,
6. Kanisius Karyono, S.T., M.T., Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara,
7. Hargyo Tri Nugroho, S.Kom., M.Sc., Ketua Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara dan dosen pembimbing,
8. Felix Lokananta, S.Kom., M.Eng.Sc., dosen Program Studi Sistem Komputer dan dosen pembimbing,
9. Seluruh dosen Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara yang telah membimbing penulis selama kegiatan perkuliahan,

10. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis,

11. Seluruh rekan mahasiswa Sistem Komputer angkatan 2013 yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, Agustus 2017

William Suyanto

UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

# ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA ARBITRASI ANTARA ALGORITMA ROUND ROBIN DENGAN DISTANCE-BASED PADA UTAR NOC

## ABSTRAK

Arbitrasi adalah proses pemilihan siapa yang berhak mendapatkan akses. UTAR NoC menggunakan algoritma round robin dalam proses arbitrasinya. Algoritma ini menganggap semua paket memiliki prioritas yang sama, sehingga akses *resource* diberikan secara bergiliran. Hal ini memberikan *local fairness*, yang hanya sebatas dalam router. Algoritma *age-based priority* dapat memberikan *global fairness*, karena paket diberi prioritas berdasarkan umurnya. Algoritma *distance-based priority* juga menyerupai *age-based priority*, tetapi hanya menggunakan jumlah hop untuk mengukur umur paket. Kelebihannya yaitu tidak perlu ada penambahan *age field* dalam isi paket, sehingga dapat mengurangi kompleksitas perancangan. Penelitian ini membandingkan *throughput* dan *latency* dari algoritma *distance-based priority* dan round robin menggunakan MCSL NoC Traffic Pattern Suite, yaitu sekumpulan *traffic pattern* dari aplikasi nyata populer, yang dikembangkan oleh Hong Kong University. Dari hasil penelitian, 82% aplikasi yang diujikan menghasilkan rata-rata *latency* yang lebih baik dan 25% aplikasi mengalami peningkatan *throughput*.

Kata kunci: UTAR Network-on-Chip, Arbiter, MCSL NoC Traffic Pattern Suite

UMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

# **PERFORMANCE ANALYSIS OF ROUND ROBIN AND DISTANCE-BASED ARBITRATION ON UTAR NOC**

## **ABSTRACT**

Arbitration is a process to determine who will be granted an access. UTAR NoC uses round robin algorithm for its arbitration process. Round robin algorithm gives same priority for all packets, making resources being granted equally. This arbitration gives local fairness, which is limited for the router only. Age-based priority gives global fairness, because packets are given priority based on its age. Distance-based priority is quite similar to age-based priority, only using hop counts to determine the packet age. The advantage is that the distance-based priority doesn't need an addition of age field in the packet, reducing complexity of the design. This research compares the throughput and latency between the distance-based priority and round robin, using MCSL NoC Traffic Pattern Suite, which is a set of traffic pattern from real world popular applications, developed by Hong Kong University. From the study result, 82% of the applications tested has better average latency and 25% of the applications has increased throughput.

Keywords: UTAR Network-on-Chip, Arbiter, MCSL NoC Traffic Pattern Suite





## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Konsep Network-on-Chip.....	5
2.2 Router UTAR NoC .....	8
2.3 Arbiter UTAR NoC .....	10
2.4 Perbandingan Distance-based Priority dengan Round Robin.....	11
2.5 Universal Verification Methodology (UVM).....	13
2.6 MCSL NoC Traffic Pattern Suite .....	14
BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM.....	16
3.1 Metodologi Penelitian.....	16
3.2 Perancangan Algoritma .....	17
3.3 Perancangan pada Register Transfer Level (RTL) .....	28
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM .....	30
4.1 Implementasi Algoritma .....	30
4.1.1 Verifikasi Algoritma Arbiter.....	30
4.1.2 Verifikasi Algoritma pada Allocator.....	32
4.1.3 Verifikasi Algoritma pada Router.....	35
4.1.4 Verifikasi Algoritma pada Jaringan .....	38
4.2 Pengujian Sistem .....	41
4.2.1 MCSL NoC Traffic Pattern Suite.....	42
4.2.2 Hasil Pengujian .....	43
4.2.3 Analisis Hasil .....	67
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1 Simpulan.....	84
5.2 Saran .....	85
DAFTAR PUSTAKA .....	86
LAMPIRAN I FILE VERILOG ALLOCATOR .....	89
LAMPIRAN II FILE VERILOG ARBITER .....	91
LAMPIRAN III FILE UVC NETWORK TEST .....	92

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengecekan Nilai Oldest_age_idx.....	27
Tabel 4.1 Kasus untuk Pengujian Arbiter.....	31
Tabel 4.2 Kasus Pertama .....	36
Tabel 4.3 Hasil Kasus Pertama.....	37
Tabel 4.4 Kasus Kedua.....	37
Tabel 4.5 Hasil Kasus Kedua .....	38
Tabel 4.6 Hasil Kasus Pertama.....	39
Tabel 4.7 Hasil Kasus Kedua .....	41
Tabel 4.8 Aplikasi pada MCSL NoC Traffic Pattern Suite.....	42
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Mesh 2x2.....	43
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Mesh 4x4.....	45
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Mesh 8x8.....	46
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Mesh 2x2.....	48
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Mesh 4x4.....	50
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Mesh 8x8.....	51
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Mesh 2x2.....	53
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Mesh 4x4.....	54
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Mesh 8x8.....	56
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Mesh 2x2.....	58
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Mesh 4x4.....	59
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Mesh 8x8.....	61
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Mesh 2x2.....	63
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Mesh 4x4.....	64
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Mesh 8x8.....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NoC Topologi Mesh 4x4 .....	5
Gambar 2.2 Mikroarsitektur Router .....	7
Gambar 2.3 Router UTAR NoC.....	8
Gambar 2.4 Flit field dari UTAR NoC.....	9
Gambar 2.5 Mikroarsitektur Router UTAR NoC.....	10
Gambar 2.6 Diagram Blok Crossbar Allocator .....	11
Gambar 2.7 Algoritma Round Robin .....	12
Gambar 2.8 Algoritma Distance-based .....	13
Gambar 2.9 Contoh Verification Environment .....	14
Gambar 2.10 Metodologi Penghasilan Traffic .....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Awal.....	18
Gambar 3.2 Diagram Alir A .....	20
Gambar 3.3 Diagram Alir B .....	22
Gambar 3.4 Diagram Alir C .....	23
Gambar 3.5 Diagram Alir D.....	24
Gambar 3.6 Diagram Alir E .....	26
Gambar 3.7 Diagram Alir F.....	27
Gambar 3.8 Modified Allocator .....	28
Gambar 3.9 Modified Arbiter.....	29
Gambar 4.1 Mesh 4x4 .....	30
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Arbiter .....	31
Gambar 4.3 Kasus 1 .....	33
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kasus 1 .....	33
Gambar 4.5 Kasus 2 .....	34
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kasus 2 .....	35
Gambar 4.7 Mesh 4x4 .....	36
Gambar 4.8 Mesh 4x4 .....	38
Gambar 4.9 Kasus Pertama .....	39
Gambar 4.10 Kasus Kedua .....	40
Gambar 4.11 Rata-rata Latency FFT Mesh 2x2.....	68
Gambar 4.12 Throughput FFT Mesh 2x2.....	68
Gambar 4.13 Rata-rata Latency SPARSE Mesh 2x2 .....	69
Gambar 4.14 Throughput SPARSE Mesh 2x2.....	69
Gambar 4.15 Latency Seluruh Aplikasi Mesh 2x2 .....	70
Gambar 4.16 Normalized Latency Seluruh Aplikasi Mesh 2x2.....	70
Gambar 4.17 Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 2x2 .....	71
Gambar 4.18 Normalized Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 2x2.....	71
Gambar 4.19 Rata-rata Latency SPARSE Mesh 4x4.....	72
Gambar 4.20 Throughput SPARSE Mesh 4x4.....	72
Gambar 4.21 Rata-rata Latency FFT Mesh 4x4.....	73
Gambar 4.22 Throughput FFT Mesh 4x4.....	73
Gambar 4.23 Latency Seluruh Aplikasi Mesh 4x4 .....	74
Gambar 4.24 Normalized Latency Seluruh Aplikasi Mesh 4x4.....	74
Gambar 4.25 Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 4x4 .....	75
Gambar 4.26 Normalized Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 4x4.....	75
Gambar 4.27 Rata-rata Latency ROBOT Mesh 8x8 .....	76

Gambar 4.28	Throughput ROBOT Mesh 8x8.....	76
Gambar 4.29	Rata-rata Latency SPARSE Mesh 8x8.....	77
Gambar 4.30	Throughput SPARSE Mesh 8x8.....	77
Gambar 4.31	Rata-rata Latency FFT Mesh 8x8.....	78
Gambar 4.32	Throughput FFT Mesh 8x8.....	78
Gambar 4.33	Latency Seluruh Aplikasi Mesh 8x8.....	79
Gambar 4.34	Normalized Latency Seluruh Aplikasi Mesh 8x8.....	79
Gambar 4.35	Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 8x8.....	80
Gambar 4.36	Normalized Throughput Seluruh Aplikasi Mesh 8x8.....	80
Gambar 4.37	Communication Links 2x2.....	81
Gambar 4.38	Communication Links 4x4.....	81
Gambar 4.39	Communication Links 8x8.....	82
Gambar 4.40	Performa Latency.....	83
Gambar 4.41	Performa Throughput.....	83



UMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA