

DOKUMENTASI KARYA TULIS

Judul Kegiatan	:	SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Taruma Negara, Jakarta
Judul Karya Tulis	:	Studi Komparasi Kinerja Algoritma Reduksi Siklis Dengan Algoritma Pemisahan Rekursif Pada Sistem Multiprosesor Berbasis PVM
Penulis	:	Tri Prabawa
Penerbit	:	Prosiding SNTI 2015
Tanggal	:	31 Oktober 2015
No ISSN/ISBN	:	1829-9156, Volume 12 No. 1 Tahun 2015
Keterangan	:	Daftar isi No A20, halaman 123

Prosiding

ISSN : 1829-9156
Vol. 12 No. 1 Tahun 2015

SNTI 2015

31 Oktober 2015



SNTI

Seminar Nasional Teknologi Informasi



Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Tarumanagara
Jakarta

PROSIDING

SNTI 2015

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI

VOL. 12 NO 1 2015

ISSN: 1829-9156

31 OKTOBER 2015
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA



FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA

PANITIA SNTI 2015

Penanggung Jawab	: Prof.Dr. Ir. Dyah Erni Herwindiati, M.Si Jeanny Pragantha,M.Eng Wasino, M.Kom	(DEKAN FTI) (PUDEK FTI) (PUDEK FTI)
Komite Program	: Prof. Dr. Ir. Aniasi Murni., M.Sc Dr. Eng. Wisnu Jatmiko Ir. Dana Indra Sensuse, MLIS., Ph.D M. Ivan Fanany, Ph.D. Prof. Jazi Eko Istiyanto, M.Sc., Ph.D Agus Hardjoko,M.Sc., Ph.D Retantyo Wardoyo, M.Sc., Ph.D Prof. Dr. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. Prof. Dr. Budi Nurani Ruchyana Prof. Dr. Ir. Eko Sedyono,M.Kom Dr. Ir. Agus Buono , M.Si., M.Kom Dr. Ir. Aji Hamim Wigena, M.Sc Prof. Dr. Ir. Dali S. Naga , MMSI Ir. Jap Tji Beng, MMSI., Ph.D Prof. Dr. Ir. Dyah Erni Herwindiati, M.Si Lina , ST., M.Kom., Ph.D	(UI) (UI) (UI) (UI) (UGM) (UGM) (UGM) (ITS) (UNPAD) (UKSW) (IPB) (IPB) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR)
Ketua Pelaksana	: Bagus Mulyawan,S.Kom.,MM	(UNTAR)
Komite Pelaksana	: Teny Handayani,M.Kom Agus Budi Darmawan, M.T.,M.Sc Dra. Chairisni Lubis, M.Kom Dedi Trisnawarman, M.Kom Desi Arisandi, S.Kom., MTI Darius Ardana, MTI Dra. Ery Dewayani,MMSI Lely Hiryanto, ST., M.Sc Viny Christanti, M.Kom Zyad Rusdi, ST, M.Kom	(UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR)

DAFTAR MAKALAH SNTI 2015

Kata Sambutan Ketua Pelaksana					ii
Kata Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Informasi					iii
Susunan Panitia					iv
Daftar Isi					v
A. ALGORITMA, SISTEM CERDAS DAN KOMPUTASI					
A1	Pengenalan Ekspresi Wajah Dalam Waktu Nyata Menggunakan Hausdorff Distance	Erick Paulus Setiawan Hadi Ino Suryana Mayanatela Putri	Universitas Padjadjaran		1
A2	Analisis Pemanfaatan F-Learn Dalam Perkuliahan Menggunakan Metode Innovation Diffusion Theory (IDT) Dan Technology Acceptance Model (Tam) Studi Kasus Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) - Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD)	Jesica Lusi Ariyani Frederik Samuel Papilaya Charitas Fibriani	Universitas Kristen Satya Wacana		5
A3	Hybrid Multi-Attribute Decision Making Untuk Seleksi Penerima Bantuan Studi	Salvius Paulus Lengkong Adhistya Erna Permanasari Silmi Fauziati	Universitas Gadjah Mada		11
A4	Pengembangan Function Point Complexity Weight Dengan Fuzzy Logic Metode Mamdani	Galih Dian Utama Ristu Saptono Hasan Dwi Cahyono	Universitas Sebelas Maret		18

A20	Studi Komparasi Kinerja Algoritma Reduksi Siklis Dengan Algoritma Pemisahan Rekursif Pada Sistem Multiprosesor Berbasis PVM	Tri Prabawa	STMIK Akakom Yogyakarta	123
A21	Sistem Rekomendasi Kenaikan Jabatan Karyawan Menggunakan Metode Decision Treedengan Algoritma C4.5 (Studi Kasus Pt Cipta Saksama Indonesia)	Ali Sutrisno Lely Hiryanto Dyah E. Herwindiati	Universitas Tarumanagara	130
A22	Grafik Learning Curve Dalam Perencanaan Kapasitas Produksi Menggunakan VB.Net	Moch. Adhari Adiguna	STMIK Eresha Jakarta	138
A23	Kelayakan Algoritma C45 Sebagai Pendukung Keputusan Dalam Pengajuan Penerima Beasiswa	Jose Augusto Duarte Guterres	STIKOM Artha Buana Kupang	142
A24	Pembangunan Mobile GIS Pencarian Bangunan Dan Rute Terpendek Menggunakan Pgrouting	Nindy Irzavika Surya Afnarius	Universitas Andalas	148
A25	Aplikasi Cooperative Gametheory Pada Analisis Microarray	Nazria Rahmi Sri Mardiyati	Universitas Indonesia	152
A26	Penerapan Artificial Intelligent Untuk Mengidentifikasi Penyakit Pencernaan Dengan Pengobatan Herbal	Ashari Andi Yulia Muniar	STMIK AKBA Makasar	157

STUDI KOMPARASI KINERJA ALGORITMA REDUKSI SIKLIS DENGAN ALGORITMA PEMISAHAN REKURSIF PADA SISTEM MULTIPROSESOR BERBASIS PVM

Tri Prabawa

Program Studi Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta

Jl. Raya Janti 143, Yogyakarta 55198

E-mail : tprabawa@akakom.ac.id, tprabawamsoetrisno@gmail.com

ABSTRACT

This study discusses the comparison of the performance of the settlement system of linear equations $Au = d$, where the coefficient matrix A tridiagonal, with a cyclic reduction method and recursive decoupling on multiprocessor systems. The basic idea reduction cyclic reduction method is lowered rows independently by reduction row indexed odd or even, while for the recursive decoupling is lowered rows independent based on a strategy of rank-one updating and the partitioning process repeated on the matrix system in order to obtain the form of a matrix diagonal blocks of 2×2 .

Solving problems in parallel system is to perform the decomposition problems in algorithmic or geometric, in order to identify the characteristics of parallelism. The performance characteristics of parallel algorithms can be seen from the measurement execution time, and communication, speed-up, and efficiency. To determine these characteristics will be carried out a comparative study of the results of two studies have been carried out. The first study discusses the results of a cyclic reduction algorithm performance and performance results of a second study on the recursive decoupling algorithms are implemented on a system of parallel virtual machine (PVM), which is a model of a single distributed parallel processor.

From the test results it appears that there is an increase of acceleration as the number of processors used. Acceleration for cyclic reduction algorithms ranged from 1.61 (2 processors) to 4.22 (8 processors), Whereas for the recursive decoupling algorithms separation between 1.61 (2 processors) to 5.90 (8 processors). But on the contrary, by increasing the number of processors used a drop in efficiency. Level of efficiency for cyclic reduction algorithm 88.38% (2 processors) and the lowest was 35.58% (8 processors), whereas for the recursive decoupling algorithm 80.43% (2 processors) and the

lowest was 36.25% (8 processors), It is heavily influenced the higher the communication time caused the synchronous process occurs repeatedly.

Key words

tridiagonal system, cyclic reduction, recursive decoupling, speed-up, efficiency, and PVM.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa aplikasi, penggunaan model matematika menjadi amat populer, karena teknik ini banyak dipakai dalam pemodelan dari pelbagai persoalan nyata. Dengan model matematika bentuk persoalannya menjadi jelas dan sederhana, serta metode dan analisisnya lebih dapat dipertanggung jawabkan. Banyak pemodelan dari suatu fenomena fisik --- seperti mekanika fluida, penjaralan panas dan lain sebagainya --- biasanya memberikan berbagai bentuk persamaan diferensial parsial (PDP).

Pada umumnya, kecuali dalam hal yang amat sederhana, penyelesaian secara analitik dari suatu PDP sulit diperoleh, sehingga perlu dicari solusi numeriknya sebagai alternatif jawaban. Meskipun solusi numerik memerlukan banyak perhitungan, namun pada perkembangannya metode numerik telah memberikan hasil yang berarti, terutama setelah didukung dengan pemakaian perangkat komputer digital. Kebutuhan akan kecepatan penyelesaian masalah menjadi amat penting terutama untuk persoalan yang cukup besar dan kompleks, serta informasinya segera diperlukan.

Diberikan suatu sistem persamaan linier dari sistem tridiagonal $Au = d$, dengan A matriks tridiagonal dan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} b_1 & c_1 & & & 0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & & \\ & a_3 & b_3 & c_3 & \\ & & a_4 & b_4 & c_4 \\ & & & & \ddots \\ 0 & & & & & b_n - 1 & c_n - 1 \\ & & & & & & & b_n & c_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_{n-1} \\ d_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

Persoalannya adalah mencari vektor u yang memenuhi sistem persamaan $Au = d$, yang banyak dijumpai sebagai hasil diskritisasi suatu PDP dengan memakai metode beda hingga atau elemen hingga dengan kondisi syarat batas tertentu. Solusi analitis sistem persamaan tersebut ada dan dapat ditulis $u = A^{-1}d$, jika matriks A nonsingular [9]. Sistem persamaan (1) dapat diselesaikan baik secara langsung maupun iteratif. Penyelesaian secara langsung memerlukan $\theta(n^2)$ flops sedangkan iteratif $\theta(n)$ / langkah dan menjadi mahal jika terjadi konvergensi yang lamban [7]. Nampak bahwa jika untuk n besar, kedua cara ini memerlukan waktu komputasi yang besar dan kurang efisien. Penyelesaian yang diinginkan dapat dikerjakan secara cepat, dengan kontribusi komputer, dan jika memungkinkan diproses secara paralel.

Komputer paralel adalah suatu perangkat komputer yang mempunyai sejumlah alat pemroses (disebut prosesor) yang saling bekerja sama dalam suatu koordinasi program kendali [1]. Adanya arsitektur seperti ini memungkinkan suatu masalah diselesaikan secara paralel. Dalam menggunakan arsitektur komputer yang demikian maka kecepatan algoritma sangat ditentukan oleh jumlah prosesor yang dipakai serta pola hubungan interkoneksi antara prosesor yang satu dengan yang lain. Model komputer yang sering dipertimbangkan sebagai sistem multiprosesor didefinisikan sebagai SIMD (*single instruction multiple data*) dan MIMD (*multiple instruction multiple data*).

Dalam menggunakan arsitektur komputer yang demikian maka kecepatan algoritma sangat ditentukan oleh jumlah prosesor yang dipakai serta pola interkoneksi antara prosesor yang satu dengan yang lain. Mengingat bahwa komputasi pada sistem multi prosesor akan lebih cepat dibanding dari sistem komputer biasa (yang disebabkan adanya tambahan prosesor), maka perlu didefinisikan suatu besaran yang merupakan ukuran peningkatan kecepatan yang sebenarnya. Besaran ini antara lain adalah peningkatan kecepatan (*speed-up*) dan efisiensi sistem multiprosesor, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$E_{(efisiensi)} = T(1) / p T(p)$$

$$S_{(speed-up)} = T(1) / T(p)$$

dimana $T(1)$ = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan 1 prosesor, p = banyak prosesor yang

dipakai, dan $T(p)$ = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan p prosesor.

Suatu sistem paralel dapat digambarkan sebagai teknik pemrosesan secara simultan pada subproses yang independen. Menurut Hwang dan Briggs, pemrosesan paralel didefinisikan sebagai bentuk pemrosesan yang efisien dengan menitikberatkan pada eksploitasi kejadian-kejadian yang bersamaan [8]. Tujuan utamanya adalah mereduksi waktu proses yang dibutuhkan untuk penyelesaian masalah yang sebelumnya dipandang terlalu besar [6].

Untuk melihat proses-proses yang dapat dikerjakan secara simultan, langkah pertama adalah melakukan proses dekomposisi persoalan sehingga diperoleh bagian-bagian yang independen atau mencari letak paralelisasi dari suatu permasalahan. Ada dua macam cara melakukan dekomposisi masalah, yaitu: (i) dekomposisi secara algoritmis dan (ii) dekomposisi secara geometrik [2]. Dekomposisi secara algoritmis adalah dekomposisi algoritma sekuensial yang ada atas beberapa blok instruksi, dimana tiap blok instruksi akan dikerjakan oleh prosesor yang berbeda. Strategi ini biasanya cenderung melihat alur pemecahan masalah yang dihadapi. Sedangkan dekomposisi secara geometrik adalah dekomposisi masalah yang ada menjadi beberapa submasalah dengan aturan tertentu sehingga tiap submasalah bisa dipecahkan secara terpisah dan paralel. Strategi ini biasanya cenderung melihat struktur data dari persoalan yang dihadapi.

Untuk memecahkan permasalahan sistem tridiagonal, digunakan strategi dekomposisi secara geometrik, karena lebih banyak melihat pada masalah struktur data dari persoalan yang dihadapi, yaitu bagaimana mendekomposisi data atas beberapa kelompok data yang akan diproses oleh prosesor yang berbeda. Selain itu untuk mendapatkan model algoritma paralel dapat ditempuh dengan cara memodifikasi algoritma sekuensial, sehingga akan diperoleh bentuk algoritma paralel. Sedangkan untuk memperoleh gambaran kinerjanya, algoritma paralel perlu dibandingkan dengan algoritma sekuensial. Berdasarkan dari pertimbangan ini maka akan dibahas algoritma reduksi siklis sekuensial dan teknik dekomposisi.

2. SISTEM PERSAMAAN LINIER

a. Metode Reduksi Siklis Untuk Sistem Tridiagonal

Karena matriks koefisien memiliki struktur yang spesifik, maka dimungkinkan pemakaian metode lain yang penyelesaiannya dapat dikerjakan secara paralel. Metode yang dibahas adalah metode reduksi siklis. Untuk menyederhanakan persoalan pada kasus ini akan ditinjau elemen matriks berupa tridiagonal konstan simetri. Maka

$$\begin{aligned}
 u &= (I + \sum_{j=1}^{m-1} x^{(j)} y^{(j)T})^{-1} d \\
 &= (I - \alpha J^{-1} \sum_{j=1}^{m-1} x^{(j)} y^{(j)T})^{-1} d \\
 &= (I - \alpha J^{-1} \sum_{j=1}^{m-1} x^{(j)} y^{(j)T})^{-1} d \quad (19)
 \end{aligned}$$

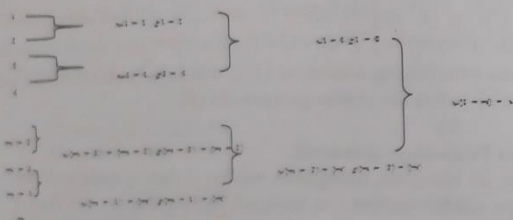
dengan

$$\alpha = 1 / (1 + \sum_{j=1}^{m-1} y^{(j)T} I^{-1} \sum_{j=1}^{m-1} x^{(j)})$$

Dengan menyatakan $J^{-1} d = u'$ dan $J^{-1} x^{(j)} = g^{(j)}$ maka bentuk (19) dapat disederhanakan menjadi

$$u = (u' - \alpha \sum_{j=1}^{m-1} g^{(j)} y^{(j)T} u') = (1 - \alpha \sum_{j=1}^{m-1} g^{(j)} y^{(j)T}) u' \dots (20)$$

- dengan $\alpha = 1 / (1 + \sum_{j=1}^{m-1} y^{(j)T} g^{(j)})$ dan $j = 1, 2, \dots, m-1$
- persamaan (15) merupakan bentuk formula perubahan rank satu, maka tahapan solusi untuk persamaan diatas adalah
- (d) Mencari solusi vektor u' dari persamaan $u' = J^{-1} d$
- (e) Mencari solusi vektor $g^{(j)}$ dari persamaan $g^{(j)} = J^{-1} x^{(j)}$
- (f) melakukan perubahan rank satu (20)



Gambar 2. Teknik Dekomposisi Metode Pemisahan Rekursif ($n = 2^m$)

3. HASIL DAN ANALISIS

Untuk mengukur karakteristik kinerja algoritma, selanjutnya algoritma reduksi siklus dan pemisahan rekursif diimplementasikan pada mesin paralel berbasis PVM dengan melibatkan prosesor sebanyak 1, 2, 4, dan 8 prosesor. Kedua algoritma tersebut dipakai untuk menyelesaikan sistem $Au = d$, dengan elemen A matriks tridiagonal konstan simetri. Agar diperoleh hasil yang cukup baik dan signifikan dipakai beberapa ukuran data matriks yang relatif besar agar waktu komputasi dapat dihitung dengan jelas. Ada 7 ukuran data yang dipakai, yaitu $n = 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768$ (ukuran data lebih besar dan banyak akan lebih baik). Secara analitik komputasi, metode reduksi siklus cenderung *fine grain*, yaitu rasio komputasi dan

komunikasi yang kecil. Hal ini disebabkan karena faktor granularitas, efek *fork and joint* dan proses sinkronisasi berulang-ulang, sedangkan pada metode pemisahan rekursif tidak demikian.

Berdasarkan hasil uji coba pada mesin paralel berbasis PVM, pengukuran waktu hasil eksekusi dan karakteristik kinerja algoritma reduksi siklus dan pemisahan rekursif dapat disajikan pada tabel 1, tabel 2, tabel 3, dan tabel 4.

Tabel 1 Presentasi Pengukuran Waktu Eksekusi Algoritma Reduksi Siklis (RS).

N	Ukuran	Waktu eksekusi Algoritma RS (milidetik)			
		P=1	P=2	P=4	P=8
0	Data				
1	512	280	168	114	85
2	1024	540	317	206	149
3	2048	1057	610	388	274
4	4096	2089	1196	750	520
5	8192	4148	2362	1468	1006
6	16384	8260	4691	2901	1975
7	32768	16513	9342	5766	3911

Tabel 2 Presentasi Pengukuran Waktu Eksekusi Algoritma Pemisahan Rekursif (PR).

N	Ukuran	Waktu eksekusi Algoritma PR (milidetik)			
		P=1	P=2	P=4	P=8
0	Data				
1	512	280	168	114	96
2	1024	712	379	249	191
3	2048	1817	938	575	421
4	4096	4639	2440	1421	989
5	8192	13886	6694	3766	2502
6	16384	33107	16554	9094	5821
7	32768	78281	39141	21180	13257

Tabel 3 Presentasi Perhitungan *Speed-up* Algoritma Reduksi Siklis dan Pemisahan Rekursif

N	Ukur	<i>Speed-up</i> Algoritma RS ($Sp = T1/Tp$)				<i>Speed-up</i> Algoritma PR ($Sp = T1/Tp$)			
		P=1	P=2	P=4	P=8	P=1	P=2	P=4	P=8
0	Data								
1	512	1	1,67	2,46	3,29	1	1,61	2,44	2,90
2	1024	1	1,70	2,62	3,62	1	1,88	2,86	3,73
3	2048	1	1,73	2,72	3,86	1	1,94	3,16	4,32
4	4096	1	1,75	2,79	4,02	1	1,98	3,41	4,89
5	8192	1	1,76	2,83	4,12	1	2,00	3,55	5,15
6	16384	1	1,76	2,85	4,18	1	2,00	3,64	5,69
7	32768	1	1,77	2,86	4,22	1	2,00	3,70	5,90

Tabel 4 Presentasi Perhitungan Efisiensi Algoritma Reduksi Siklis dan Pemisahan Rekursif

N	Ukur	Efisiensi Algoritma RS (Sp/p x 100%)				Efisiensi Algoritma PR (Sp/p x 100%)			
		P=1	P=2	P=4	P=8	P=1	P=2	P=4	P=8
1	512	100	83,33	61,40	41,18	100	80,43	61,00	36,25
2	1024	100	85,17	65,53	45,30	100	94,40	71,50	46,63
3	2048	100	86,64	68,11	48,22	100	98,17	79,00	54,00
4	4096	100	87,33	69,63	50,22	100	99,64	85,25	61,13
5	8192	100	87,81	70,64	51,54	100	100	88,75	66,88
6	16384	100	88,04	71,18	52,28	100	100	98,00	71,13
7	32768	100	88,38	71,60	52,78	100	100	92,50	73,75

Dari tabel 1, tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 dapat dijelaskan bahwa hasil uji coba terlihat bahwa terjadi kenaikan percepatan seiring dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai. Percepatan untuk algoritma reduksi siklis berkisar antara 1,61 (2 prosesor) sampai dengan 4,22 (8 prosesor), sedangkan untuk algoritma pemisahan rekursif antara 1,61 (2 prosesor) sampai dengan 5,90 (8 prosesor).

Namun sebaliknya, dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai terjadi penurunan efisiensi. Tingkat efisiensi untuk algoritma reduksi siklis mencapai 88,38% (2 prosesor) dan terendah 35,58% (8 prosesor), sedangkan untuk algoritma pemisahan rekursif mencapai 80,43% (2 prosesor) dan terendah 36,25% (8 prosesor). Hal ini banyak dipengaruhi waktu komunikasi semakin tinggi yang disebabkan proses sinkronisasi terjadi berulang-ulang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

- (1) Dengan menggunakan sistem multiprosesor waktu penyelesaian sistem persamaan linier dari hasil diskritisasi suatu PDP dapat dipercepat.
- (2) Pada metode reduksi siklis faktor granularitas, efek *fork* dan *join*, dan proses sinkronisasi akan berakibat dalam waktu komputasi, hal ini disebabkan karena memiliki unsur dependensi data yang kuat dan jumlah komputasi tiap level berikutnya menurun.
- (3) Kinerja algoritma reduksi siklis mencapai percepatan tertinggi pada 8 prosesor (4,22) dan efisiensi terendahnya terjadi pada 8 prosesor (35,58%). Sedangkan Kinerja algoritma pemisahan rekursif mencapai percepatan tertinggi pada 8 prosesor (4,22) dan efisiensi terendahnya terjadi pada 8 prosesor (35,58%).

REFERENSI

- [1] Akl, Selim G. 1989. *The Design and Analysis of Parallel Algorithms*, Prentice Hall International Inc.
- [2] Askew, C.R., Carpenter, D.B., Chalker, J.T., Hey, A.J.G., Moore, M., Nicole, D.A., and Pritchard, D.J., 1988. *Monte Carlo Simulation on transputer arrays*. *Parallel Computing* 6, pp 247-258.
- [3] Berstsekas and Tsitsiklis, 1989, *Parallel and Distributed Computation, Numerical Methods*, Prentice Hall New Jersey.
- [4] Evans, DJ., 1990, *A Recursive Decoupling Method for Solving Tridiagonal Linier Systems*, *International Journal Computer Mathematics*.
- [5] Evans, DJ., 1992, *Design of Parallel Numerical Algorithms*, Elsevier Science Publisher.
- [6] Freman and Phillips, 1992, *Parallel Numerical Algorithms*, Prentice Hall, London
- [7] Golub and Van Loan, 1989, *Matrix Computation*, Second Edition, The John Hopkins University Press
- [8] Hwang, Kai and Briggs, FA., 1984. *Computer Architecture and Parallel Processing*. McGraw-Hill. Book Company
- [9] Mitchell and Griffiths, 1989. *The Finite Difference Method in partial Differetial Equations*, John Wiley & Sons
- [10] Tanenbaum, 2002, *Structured Computer Organization*, Prentice Hall International Inc.
- [11] Tri Prabawa, 2013, *Analisis Kinerja Algoritma Reduksi Siklis untuk Sistem Persamaan Linier dengan Matriks Tridiagonal berbasis PVM*. *Proceeding Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi STMIK Akakom Yogyakarta*
- [12] Tri Prabawa, 2015, *Karakteristik Kinerja Algoritma Rekursive Decoupling pada Multiprosesor berbasis PVM*. *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015, tanggal 6-8 Februari 2015. STMIK Amikom Yogyakarta*

[Biodata Penulis]

Tri Prabawa, menyelesaikan studi S1 bidang Matematika, Universitas Gadjah Mada (1986) dan S2 bidang Ilmu Komputer, Universitas Indonesia (1993). Dosen Prodi Teknik Informatika STMIK Akakom Yogyakarta (1994 – sekarang)



UNTAR

FAKULTAS

TEKNOLOGI INFORMASI

SERTIFIKAT

Diberikan kepada:

Tri Prabawa

Atas peran sertanya sebagai:

Pemakalah

dalam

Seminar Nasional Teknologi Informasi XII Tahun 2015
dengan tema: "Smart Systems for Smart Society"
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Tarumanagara
31 Oktober 2015



Ketua SNTI XII Tahun 2015

Bagus Mulyawan, S.Kom., M.M.

Jakarta, 31 Oktober 2015
Dekan Fakultas Teknologi Informasi



Prof. Dr. Dyah Erny Herwindiati, M.Si.