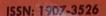
DOKUMENTASI KARYA TULIS

Judul Kegiatan	:	SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI INFORMASI 2013
		STMIK AKAKOM PYOGYAKARTA
Judul Karya Tulis	:	Analisis Kinerja Algoritma Reduksi Siklis Untuk Sistem
		Persamaan Linier Dengan Matriks Tridiagonal Berbasis PVM
Penulis	••	Tri Prabawa
Penerbit	:	Proceeding SRITI 2013
Tanggal	:	31 Agustus 2013
No ISSN/ISBN	:	1907-3526
Keterangan	• •	Naskah Kelompok Algoritma, ada pada halaman 29





Proceeding

Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013

Social Informatics:
The Social Consequences, the Applications,
and the Use of ICT Tools

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

Aplikasi
Algoritma
Basis Data
Multimedia
Sistem Cerdas
Perangkat Keras
Jaringan Komputer
Pengolahan Citra dan Grafika
Sosial dan Informatika Sosial
Sistem Pendukung Keputusan

Diselenggarakan Oleh:





Proceeding

Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2013

Social Informatics:
The Social Consequences, the Applications,
and the Use of ICT Tools

Yogyakarta, 31 Agustus 2013



DAFTAR SUSUNAN PANITIA

PROGRAM COMMITEE

Prof. H. Adhi Susanto, M.Sc., Ph.D. (STMIK AKAKOM) Prof. Drs. Setiadji, S.U. (STMIK AKAKOM) Prof. Dr. Ir. Achmad Djunaedi, M.U.R.P. (UGM) Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc., Ph.D (ITS) Prof. Drs. Suryo Guritno, M. Stats., Ph.D. (UGM) Prof. Dr. I Wayan Simri Wicaksana, S.Si., M.Eng. (Universitas Gunadarma) Prof. Dr. Eko Sediyono, M.Kom. (UKSW) Ir. P. Insap Santosa M.Sc., Ph.D. (UGM) Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D (UGM) Drs. Retantyo Wardoyo, M.Sc., Ph.D. (UGM) Dra. Sri Hartati, M.Sc., Ph.D. (UGM) Dr. techn. Saiful Akbar (ITB) Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T (UII) Dr. LT. Handoko (LIPI) Dr. Ir. Inggriani Liem (ITB) Dr. Ing. MHD. Reza M.I. Pulungan, S.Si., M.Sc. (UGM)

PELAKSANA SEMINAR

Pelindung

Ketua STMIK AKAKOM

Penanggung Jawab

Ketua Puslitbang dan PPM STMIK AKAKOM YOGYAKARTA

PANITIA

Ketua

Fx. Henry Nugroho, S.T, M.Cs

Bendahara

Heru Agus Triyanto, S.E., M.M

Sekretariat dan Kerjasama

Dara Kusumawati, S.E., M.M Rahmat Hidayat, S.Kom., M.Cs Deni Ekowati

Materi dan Acara

Wagito, S.T., M.T Sari Iswanti, S.Si., M.Kom Pius Dian WidiAnggoro, S.Si., M.Cs Danny Kriestanto, S.Kom., M.Eng Dini Fakta Sari, S.T., M.T

Publikasi dan Dokumentasi

Al. Agus Subagyo, S.E., M.Si Dison Librado, S.E., M.Kom Yagus Cahyadi, S.T., M.Eng

Perlengkapan dan Konsumsi

Y. Yohakim Marwanta, S.Kom. M.Cs Robby Cokro Buwono, S.Kom., M.Kom Ir. Hera Wasiati, M.M Dwi Suwarsono F. Prihantini Wulaningtyas Dra, Sn Harran, NE.

Tim Pendukung

Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Komputer Himpunan Mahasiswa Jurusan Sistem Informasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Manajemen Informatika Himpunan Mahasiswa Jurusan Komputerisasi Akuntansi

DAFTAR ISI

KA	ATA PENGANTAR KETUA SRITI	iii
DA	AFTAR ISI	v
Pel	luang Pengembangan Informatika Sosial di Indonesia Lukito Edi Nugroho	
The	e Evolution Of The Cloud Computing Portfolio in The Social Informatics Environment Arkav Juliandri; Dewi Rengganis	
A.	Algoritma Implementasi Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) 256 Sebagai Pengamanan Komunikasi Short Message Service (SMS) Adrian Admi, Yuri Prihantono	3
	Penentuan Ukuran dan Kompleksitas Produk Perangkat Lunak dengan Pendekatan Software Archaeology Antonia Riani Kalisa, Inggriani Liem, Yudistira Dwi Wardhana Asnar	9
	Pengamanan Login Pada Sistem Informasi Akademik Menggunakan Otentikasi One Time Password berbasis SMS dengan Hash MD5 Kartika Imam Santoso	21
	Analisis Kinerja Algoritma Reduksi Siklis untuk Sistem Persamaan Linier dengan Matriks Tridiagonal berbasis PVM Tri Prabawa	
	Perbandingan Optimasi Query Dengan Menggunakan Algoritma Join Berdasarkan Waktu Respon Wasino, Tony, Meyliani Tanjung	
B.	Aplikasi Noodal Dayi AR Drone Scharal Simulator Kontrol Outhord Island AR Drone Scharal Simulator Kontrol Outhord Scharal Simulator Kontrol Outhord Scharal Sc	
	Aplikasi (e-DMS) Electronic Document Management System dengan Metode TF/IDF berbasis Web Aeri Rachmad, Yeni Kustiyahningsih, Akhmad Zamroni Hamid	45
	Dison Librado Dison Librado	
	Pemodelan Arsitektur Enterprise Menggunakan TOGAF ADM untuk Mendukung Layanan Informasi bagi Perguruan Tinggi	
	Farida Nur Aini Perancangan Kerangka Sebuah Pedoman Target Operating Model Dengan Pendekatan IT Governance Maniah Rancangan Model Pengamanan E-Government	
	Prasetyo Adi Wibowo Putro	
	Pemanfaatan Javascript dalam Proses Generator Teka Teki Silang berbasis Web Yohakim Marwanta	
C.	Basis Data	05
	Prediksi Status Registrasi Mahasiswa Baru Menggunakan Pemodelan Teknik Data Mining Bagus Mulyawan, Ahmad Hulaliah, Ery Dewayani Membangun Algoritma dan Aplikasi Transformasi Dan Aplikasi Dan A	89
	Membangun Algoritma dan Aplikasi Transformasi Data dari Database ke Format XML Mohammad Guntara	101

ANALISIS KINERJA ALGORITMA REDUKSI SIKLIS UNTUK SISTEM PERSAMAAN LINIER DENGAN MATRIKS TRIDIAGONAL BERBASIS PVM

Tri Prabawa

Program Studi Teknik Informatika, STMIK AKAKOM Yogyakarta Jl. Raya Janti 143, Yogyakarta 55198 E-mail: tprabawa@akakom.ac.id

Abstrak

Model matematika sistem persamaan linier Au = d, dengan matriks koefisien A berupa matriks tridiagonal, diantaranya merupakan hasil diskritisasi persoalan yang berbentuk persamaan differensial parsiil dengan metode beda hingga atau elemen hingga.

Tulisan ini membahas salah satu alternatif solusi sistem persamaan tersebut, dengan metode reduksi siklis pada sistem multiprosesor (model pemrosesan paralel). Ide dasar metode reduksi siklis adalah menurunkan baris-baris independen dengan cara reduksi baris berindeks ganjil atau genap. Tujuan utama pemrosesan paralel adalah untuk mereduksi waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah yang sebelumnya dipandang terlalu besar. Sehingga perlu didefinisikan suatu besaran yang merupakan ukuran peningkatan kecepatan (speed-up) yang sebenarnya dan tingkat efisiensinya. Pemecahan masalah pada sistem komputasi paralel, adalah mencari letak paralelisme dari permasalahan tersebut, dengan cara melakukan dekomposisi secara algoritmik atau geometrik, sehingga dapat diidentifikasi karakteristik paralelisasinya. Algoritma ini diuji-cobakan pada model mesin pemrosesan paralel berbasis parallel virtual machine (PVM).

Karakteristik kinerja algoritma paralel dapat dilihat dari pengukuran peningkatan kecepatan (*speed-up*), dan tingkat efisiensi. Peningkatan kecepatan berkisar 1,685 (2 prosesor) sampai dengan 4,224 (8 prosesor). Rasio waktu komputasi dan komunikasi tertinggi mencapai 10,503 (2 prosesor) dan terendahnya 1,164 (8 prosesor). Namun sebaliknya dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai terjadi penurunan efisiensi, tingkat efisiensi mencapai 88,38% (2 prosesor) dan terendah 35,58% (8 prosesor).

Kata kunci: Sistem Persamaan Linier (SPL), Sistem tridiagonal, PVM, reduksi siklis, speed-up, dan efisiensi.

1. PENDAHULUAN

Tulisan ini membahas tentang penyelesaian sistem persamaan linier Au = d, dengan A matriks tridiagonal dengan pendekatan komputasi paralel. Persoalannya adalah mencari vektor u yang memenuhi sistem persamaan Au = d. Model tersebut banyak dijumpai sebagai hasil diskritisasi suatu persamaan differensial parsiil (PDP) dengan memakai metode beda hingga atau elemen hingga dengan kondisi syarat batas tertentu [9].

Komputasi paralel adalah salah satu teknik/cara melakukan komputasi secara bersamaan dengan memanfaatkan beberapa alat pemroses (prosesor) independen secara bersamaan [8]. Dalam arti sederhana, komputasi paralel adalah penggunaan beberapa sumber daya secara bersamaan untuk memecahkan masalah komputasi, yang meliputi antara lain: menggunakan beberapa prosesor, suatu

masalah dipecah menjadi bagian-bagian terpisah yang dapat diselesaikan secara bersamaan pada prosesor yang berbeda.

Komputasi paralel dikerjakan karena mengacu pada konsep untuk mempercepat waktu eksekusi program dengan cara membagi program dan data menjadi beberapa bagian yang dapat diselesaikan secara bersamaan pada prosesor berbeda. Jika waktu komputasi yang digunakan bersama-sama untuk memecahkan masalah lebih besar, maka waktu yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah secara parallel dapat dikurangi secara signifikan.

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.

Namun demikian hingga saat ini komputer sistem multiprosessor masih jarang dan mahal harganya. Sebagai salah satu alternatif penyelesaiannya dengan menggunakan mesin paralel semu. Mesin ini sebenarnya adalah jaringan komputer yang dikendalikan oleh sebuah perangkat lunak yang mampu mengatur pengalokasian proses-proses komputasi kepada prosesor-prosesor yang tersebar dalam jaringan tersebut.

Parallel Virtual Machine (disingkat PVM) adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pembuatan jaringan komputerparalel. Perangkat lunak ini didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan sebuah jaringan komputer yang heterogen yang terdiri atas beberapa mesinpemroses dapat digunakan sebagai sebuah prosesor paralelterdistribusi, yang mana sistem ini dapat dijalankan pada sistem operasi Windows atau Unix [12].

Kemampuan untuk menyatukan sumber daya yang beragam di bawah kontrol pusat memungkinkan penggunaan PVM untuk membagi masalah menjadi sub-masalah dan menetapkan masingmasing bagian akan dapat dieksekusi pada arsitektur prosesor yang didasarkan pada model messagepassing.

2. DASAR TEORI

Dalam beberapa dekade terakhir, penyelesaian masalah dengan penggunaan model matematika menjadi populer, karena teknik ini banyak dipakai dalam pemodelan dari pelbagai persoalan nyata. Dengan model matematika diharapkan bentuk persoalannya menjadi jelas dan sederhana, serta metode dan analisisnya lebih dapat dipertanggung jawabkan. Diberikan suatu sistem persamaan linier dari sistem tridiagonal Au = d, dengan A matriks tridiagonaldan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} b_1 c_1 \\ a_2 b_2 c_2 0 \\ \vdots \\ 0 a_{n-1} b_{n-1} c_{n-1} \\ a_n b_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ d_{n-1} \\ d_n \end{pmatrix} (1)$$

Persoalannya adalah mencari vektor u yang memenuhi sistem persamaan Au = d. Solusi analitis

sistem persamaan tersebut ada dan dapat ditulis sebagai u = A⁻¹ d, jika matriks A nonsingular [9].Pada umumnya, kecuali dalam hal yang amat sederhana, penyelesaian secara analitik dari suatu persamaan differensial parsiil sulit diperoleh, sehingga perlu dicari solusi numeriknya sebagai alternatif jawaban [4],[7].

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. Penyelesaian yang diinginkan dapat dikerjakan secara cepat, dengan kontribusi komputer, dan jika memungkinkan diproses secara paralel [3].

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].

Metode Reduksi Siklis Untuk Sistem Tridiagonal

Karena matriks koefisien memiliki struktur yang spesifik, maka dimungkinkan pemakaian metode lain yang penyelesaiannya dapat dikerjakan secara paralel [5]. Metode yang dibahas adalah metode reduksi siklis.Untuk menyederhanakan persoalan pada kasus ini akan ditinjau elemen matriks berupa tridiagonal konstan simetri. Maka dengan tidak menghilangkan sifat umum sistem tersebut, sistem (1) dapat ditulis sebagai berikut:

ide dasar metode reduksi siklis adalah menurunkan baris-baris independen dengan cara reduksi pada baris yang berindeks ganjil atau genap. Metode ini cocok dikembangkan untuk matriks berukuran n = 2^m-1, 2^m, 2^m+1.

Secara umum prosedur metode reduksi sik^{lis} dapat diturunkan sebagai berikut:

Perhatikan 3 baris yang berdekatan, yain baris ke i-1, i, dan i+1

secara singkat bentuk (3) dapat dinyatakan dengan (..... a, b, a,). Dengan melakukan operasi baris elementer terhadap baris tengahnya, yaitu baris i dikalikan dengan konstanta b, kemudian ditambahkan dengan –a kali jumlahan baris ke i-1 dan i+1, maka diperoleh bentuk

$$i-1$$
 a b a $ia^{[1]}$ 0 $b^{[1]}$ 0 $a^{[1]}$ (4) $i+1$ a b a

dengan memperhatikan baris tengah (4) diperoleh sistem persamaan baru yang dapat dinyatakan (...... $a^{[1]}$, 0, $b^{[1]}$, 0, $a^{[1]}$).

Bentuk ini merupakan sistem tridiagonal dengan n = 2^m-1, 2^m, 2^m+1, yang unsur-unsurnya hanya terdiri dari baris-baris berindeks ganjil atau genap saja dari matriks awal A. Operasi ini juga dikerjakan terhadap elemen-elemen pada vektor ruas kanan d.

Misalkan dari bentuk (4) sistem tridiagonal baru yang diperoleh terdiri dari baris genap. Sedangkan baris ganjil dapat dieliminasi oleh baris genap dengan substitusi balik. Jika proses tersebut dilakukan berulang-ulang, akhirnya didapat sistem persamaan baru yang minimal, yang solusinya segera dapat dihitung. Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh berikut

$$\left(\begin{array}{c}
1 \text{ b} \\
2 \text{ a b} \\
3 \text{ a b}
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{c}
a \\
a \\
u_3
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{c}
u_1 d_1 \\
u_2 = d_2 \\
d_3
\end{array}\right) (5)$$

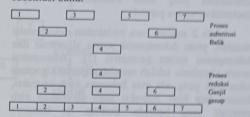
Lakukan proses operasi baris elementer pada persamaan (5), sehingga diperoleh hasil

$$\begin{pmatrix} 1 & b & a \\ 2 & 0 & b' \\ 3 & a & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ 0 \\ u_3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} d_1 \\ u_2 = d'_2 \\ d_3 \end{pmatrix}$$
 (6)

Dari persamaan ini diperoleh hasil $u_2 = d^{\prime}_2/b^{\prime}$, selanjutnya nilai u_1 dan u_3 dapat dihitung (secara paralel) dengan substitusí balik, yaitu $u_1 = (d_1-a \ u_2)/b$ dan $u_3 = (d_3-a \ u_2)/b$.

Metode reduksi siklis memberikan komputasi yang cepat jika elemen subdiagonaldan superdiagonal bernilai satu. Hal ini dapat diperoleh dengan melakukan normalisasi, sehingga sistem persamaan berbentuk (.................................).

Secara umum tahapan solusi metode reduksi siklis terdiri dari dua tahapan utama yaitu (i) proses reduksi baris ganjil atau genap, dan (ii) proses substitusi balik.



Gambar 1. Tahapan Prosedur Metode Reduksi Siklis (n = 2**-1, m=3)

3. IMPLEMENTASI SISTEM

Pemecahan Masalah Secara Paralel

Dalam menggunakan arsitektur komputer paralel maka kecepatan algoritma sangat ditentukan oleh banyak prosesor yang dipakai serta pola hubungan interkoneksi antara prosesor yang satu dengan lainnya. Mengingat bahwa komputasi pada sistem multi prosesor akan lebih cepat dibanding dari sistem komputer biasa (disebabkan adanya tambahan prosesor), maka perlu didefinisikan suatu besaran yang merupakan ukuran peningkatan kecepatan yang sebenarnya [1]. Menurut hukum Amdahl, besaran ini adalah peningkatan kecepatan (speed-up) dan efisiensi, yang didefinisikan sbb:

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

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

dimana T(1) = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan I 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 ekploitasi kejadian-kejadian yang bersamaan [8]. Tujuannya utamanya adalah untuk mereduksi waktu proses yang dibutuhkan maupun penyelesaian masalah yang sebelumnya dipandang terlalu besar [6].Munculnya arsitektur komputer paralel telah mendorong keinginan untuk menyelesaikan persoalan secara simultan, maka timbul pemikiran bagaimana membuat algoritma sistem paralel. Untuk melihat proses-proses yang dapat dikerjakan secara simultan, langkah pertama adalah melakukan proses dekomposisi persoalan sehingga akan diperoleh bagian-bagian yang independen

untuk mencari letak paralelisme dari suatu permasalahan. Setelah melakukan dekomposisi terhadap permasalahan tersebut menjadi beberapa submasalah yang lebih sederhana dan dapat diselesaikan secara paralel.

Ada 2 macam cara melakukan dekomposisi masalah, yaitu dekomposisi secara algoritmis dan dekomposisi secara geometrik [2]. Dekomposisi secara algoritmis adalah mendekomposisi 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 mendekomposisi masalah yang ada menjadi beberapa submasalah dengan aturan tertentu dimana tiap submasalah bisa dipecahkan secara paralel dan independen. Strategi ini biasanya cenderung melihat struktur data dari persoalan yang dihadapi.

Pemilihan strategi dekomposisi ini tergantung pada masalah yang dihadapi. Untuk memecahkan permasalahan sistem tridiagonal diatas, 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 [5].

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.

Spesifikasi Parallel Virtual Machine

Untuk implementasi system multiprosesor ini digunakan alat bantu/tools Parallel Virtual Machine (PVM). PVM adalah sebuah perangkat lunak yang dapat dipakai untuk pembuatan jaringan komputer paralel. Perangkat lunak ini didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan sebuah jaringan komputer yang heterogen yang terdiri atas beberapa mesin pemroses dapat digunakan sebagai sebuah prosesor paralel terdistribusi berbasis model message-passing, yang mana sistem ini dijalankan pada sistem operasi Windows.

Sebagai implementasinya untuk menyatukan sumber daya yang beragam di bawah kontrol pusat PVM, diterapkan pada jaringan lokal dengan spesifikasi perangkat keras komputer dengan tipe posesor IP4 2,4 Ghz 478, dengan RAM 128 - 512 MB, serta memakai (i) PVM versi 3.4.5. untuk virtual machine dan routine untuk komputasi parallel, (ii) - rsh (remote shell), untuk aplikasi untuk authentikasi dan komunikasi proses antar computer, serta (iii) -xpvm versi 1.2, untuk interface grafis untuk PVM dengan animasi eksekusi komputasi parallel yang dapat dilihat dilayar.

Algoritma Reduksi Siklis

Secara umum metode reduksi siklis terdiri dari tahapan awal (proses reduksi ganjil genap) dan tahapan substitusi balik. Proses komputasi kedua tahapan tersebut dapat dihitung dengan memakai procedure/subroutine berikut.

Procedure/SubroutineReduksi Ganjil Genap (m, a, b, d); Inisialisasi vektor $a^{(1)} = a$, $b^{(1)} = b$, $d^{(1)} = d$;

Installs as i vector
$$a = a, b = b, c$$

$$do \ i = 1, m-1;$$

$$a^{(i+1)} = [a^{(i)}]^2$$

$$b(i+1) = 2[a^{(i)}]^2 - [b^{(i)}]^2$$

$$r = 2^i$$

$$do \ j = 1, 2^{m-1} - 1$$

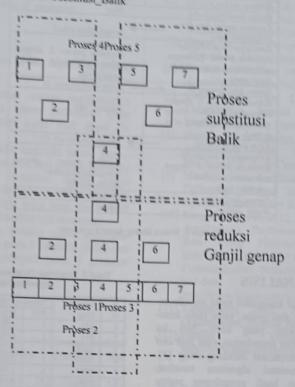
$$jrjr-r/2jr+r/2jr$$

$$enddo;$$

enddo

Prosedur 1: Procedure/Subroutine Reduksi Ganjil_Genap

Procedure/Subroutine Substitusi_Balik do i = m-2, 0, -1 $r = 2^{i}$ do j = 1, $2^{(m-i-1)}$ if (j=1) then ${}^{(-i+1)}_{(2j-1)r2jr} {}^{(a+1)}_{u}$ else if $(j=2 {}^{(m-i-1)}_{(2j-1)r2jr})$ then ${}^{(-i+1)}_{(2j-1)r(2j-2)r} {}^{(a+1)}_{u}$ else ${}^{(i+1)}_{(2j-1)r(2j-2)r} {}^{(i+1)}_{u} {}^{(i+1)}_{u}$ endif hitung $u_{(2j-1)r} = c / b^{(i+1)}_{u}$ enddo; enddo;



Gambar 2. Teknik Dekomposisi Metode Reduksi Siklis

Dalam partisi ini diperoleh 5 subproses. Pada tahap perhitungan awal, yaitu proses reduksi ganjil genap, terdiri dari proses 1, proses 2, dan proses 3. Sedangkan pada tahap kedua (proses substitusi balik terdiri dari proses 4 dan proses 5. Selanjutnya proses 2 akan bergantung pada hasil proses 1 dan proses 3 yang dapat dikerjakan secara paralel. Setelah proses 2 selesai maka proses 4 dan proses 5 dapat dikerjakan secara paralel.

Procedure/Subroutine Hitung Awal Tengah do
$$i=1, m-1$$
 $r=2i$ do $j=1, 2(m-1)-1$ $\int_{0}^{(i+1)} = \int_{0}^{(i)} \int_{0}^{d} \int_{0}^{d} + \int_{0}^{d} \int_{0}^{1} - \int_{0}^{(i)} \int_{0}^{d} \int_{0}^{d}$

Prosedur 3: Procedure/Subroutine Hitung Awal Tengah

Berdasarkan proses dekomposisi tersebut waktu dialog antara 2 prosesor untuk menyelesaikan sistem tridiagonal, dapat disajikan sebagai berikut.

	Prosesor Slave
Prosesor master	Start
Waktu_awal =	
Kerjakan partisi data dan kirim (data lokal)	Terima (data loka)l
Komputasi Secara Paralel : Kerjakan proses 1, dengan subroutine/prosedur reduksi	Kerjakan proses 3, dengan subroutine/prosedur reduksi ganjil genap
ganjil genap	Kirim hasil (proses 3)
Terima hasil (proses 3)	
Kerjakan proses 2, dengan subroutine/procedure hitung awal tengah dan hitung nilai	Kondisi "idle"
$u_{2}(m-1)$	► Terima data (u 2(m-1))
Kirim data (u 2(m-1))	Termita dans (1. 2)
KomputasiSecaraParalel: Kerjakan proses 5 dengan subroutine/procedure substitusi balik	Kerjakan proses 5 dengan subroutine/procedure substitusi balik
Terima hasil akhir	Kirim hasil akhir
Waktu akhir =	Selesai

Gambar 3. Waktu Dialog Antar 2 prosesor

4. HASIL DAN ANALISIS

Secara kualitatif komputasi pada metode reduksi sikliscenderung *fine grain*, yaitu rasio komputasi dan komunikasi yang kecil. Hal ini disebabkan karena faktor granularitas, efek *fork and joint* dan proses sinkronisasi berulang-ulang [3]. Berdasarkan implementasi algoritma tersebut, berikut ini disajikan hasil pengukuran waktu eksekusi dan karakteristik kinerja algoritma reduksi siklis pada mesin paralel berbasis parallel virtual machine (PVM).

Tabel 1.Presentasi Pengukuran Waktu Eksekusi Algoritma Reduksi Siklis

N	Ukuran	Waktu eksekusi (msecond)				
0	Data	P=1	P=2	P=4	P=8	
1	255	155	92	64	52	
2	511	287	168	114	85	
3	1023	547	317	206	149	
4	2047	1064	610	388	274	
5	4095	2096	1196	750	520	
6	8191	4155	2362	1468	1006	
7	16383	8267	4691	2901	1975	
8	32767	16520	9342	5766	3911	

Tabel 2.Presentasi Rasio Waktu Komputasi/Komunikasi Algoritma Reduksi Siklis

N	Ukuran	Rasio Komputasi/komunikasi				
0	Data	P=2	P=4	P=8		
1	255	10,503	4,333	2,474		
2	511	8,886	3,482	1,934		
3	1023	8,323	3,044	1,613		
4	2047	8,105	2,842	1,381		
5	4095	7,866	2,691	1,280		
6	8191	7,787	2,645	1,221		
7	16383	7,701	2,611	1,181		
8	32767	7,672	2,584	1,164		

Tabel 3. Presentasi Perhitungan *Speed-up* (percepatan) Algoritma Reduksi Siklis

N	Ukuran	Speed-up (Sp = T1/Tp)				
0	Data	P=1	P=2	P=4	P=8	
1	255	1	1.685	2.422	2.981	
2	511	1	1.708	2.518	3.376	
3	1023	1	1.726	2.655	3.671	
4	2047	1	1.744	2.742	3.883	
5	4095	1	1.753	2.795	4.031	
6	8191	1	1.759	2.830	4.130	
7	16383	1	1.762	2.850	4.186	
8	32767	1	1.768	2.865	4.224	

Tabel 4.Presentasi Perhitungan Efisiensi Algoritma Reduksi Siklis

N	Ukuran	Efisiensi (Sp/p x 100%)				
0	Data	P=1	P=2	P=4	P=8	
1	255	100	80,43	57,81	35,58	
2	511	100	83,33	61,40	41,18	
3	1023	100	85,17	65,53	45,30	
4	2047	100	86,64	68,11	48,22	
5	4095	100	87,33	69,63	50,22	
6	8191	100	87,81	70,64	51,54	
7	16383	100	88,04	71,18	52,28	
8	32767	100	88,38	71,60	52,78	

Dari tabel di atas terlihat bahwa terjadi kenaikan percepatan seiring dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai. Percepatan berkisar antara 1,685 (2 prosesor) sampai dengan 4,224 (8 prosesor).

Rasio waktu komputasi dan komunikasi tertinggi mencapai 10,503 (2 prosesor) dan terendahnya 1,164 (8 prosesor), hal ini menunjukkan bahwa waktu komunikasi semakin tinggi yang disebabkan proses sinkronsasi terjadi berulang-ulang.

Namun sebaliknya dengan bertambahnya jumlah prosesor yang dipakai terjadi penurunan efisiensi. Tingkat efisiensi mencapai 88,38% (2 prosesor) dan terendah 35,58% (8 prosesor).

5. PENUTUP

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

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

DAFTAR PUSTAKA

- 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 Pocressing. McGraw-Hill. Book Company
- [9] Mitchell and Griffiths, 1989, The Finite Difference Method in partial Differential Equations, John Wiley & Sons
- [10] Nanjesh B R et al, 2012, Evaluation Of Parallel Application's Performance Dependency On Ram Using Parallel Virtual Machine, International Journal of Computer Science and Communication Network, Volume 2 (6), pp 641-646, ISSN: 2249-5789. http://www.ijcscn.com/vol2issue6.php
- [11] Tanembaum, 2002, Structured Computer Organization, Prentice Hall International Inc.
- [12] Parallel Virtual Machine, http://www.csm.ornl.gov/pvm/

[CV Penulis]

Tri Prabawa, menyelesaikan studi S1 bidang Matematika, Universitas Gadjah Mada dan S2 bidang Ilmu Komputer, Universitas Indonesia.



Sertifikat



L.05.1/III/OT/VIII/2013

Diberikan kepada

Drs. Tri Prabawa, M.Kom

Atas peran sertanya sebagai

Penyaji

SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI INFORMASI 2013

dengan tema

"Social Informatics: the Social Consequences, the Applications and the Use of ICT Tools"

diselenggarakan di STMIK AKAKOM Yogyakarta pada tanggal 31 Agustus 2013

Ketua STMIK AKAKOM Yogyakarta

Sight Anggord, S.T., M.T.

Yogyakarta, 31 Agustus 2013

Ketua Panitia SRITI 2013

FX. Henry Nugroho, S.T., M.Cs.