

PROSIDING KOMMIT 2012
(KOMPUTER DAN SISTEM INTELIJEN)
Volume 7 – 2012

TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
(TIK) UNTUK KETAHANAN NASIONAL

ISSN: 2302-3740

PENERBIT
Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma

Alamat Editor:
Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya 100 Pondok Cina
Depok, 16424
Telp. +62-21-78881112 ext. 455
Fax. +62-21-7872829
e-Mail: kommit@gunadarma.ac.id
Laman: <http://penelitian.gunadarma.ac.id/kommit>

Prosiding KOMMIT, Volume 7 - 2012

Editor:

Tety Elida, Moh. Okki Hardian, Wahyu Rahardjo, Fitriyaningsih, Tri Wahyu Retno Ningsih

Disain sampul: Wira Catur

Penerbit: Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma

Hak cipta © 2012 oleh Universitas Gunadarma. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi prosiding ini dalam bentuk apapun, baik secara eletronis maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISSN: 2302-3740

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab:

Dr. Ir. Hotniar Siringoringo, MSc.

Ketua Dewan Editor:

Dr. Ir. Tety Elida Siregar, MM.

Editor Pelaksana:

Moh. Okki Hardian, ST., MT.

Wahyu Rahardjo, SPsi., MSi.

Fitrianingsih, SKom., MMSi.

Tri Wahyu Retno Ningsih, SSas., MM.

Reviewer:

Prof. Dr. I Wayan Simri Wicaksana, S.Si, M.Eng.

Prof. Dr.rer.nat. Achmad Benny Mutiara, SSi, SKom.

Prof. Dr. Busono Soerowirdjo

Prof. Dr. Sarifuddin Madenda

Prof. Dr. dr. Johan Harlan

Prof. Dr. Ir. Eriyatno MSAE.

Dr. Tb. Maulana Kusuma, SKom., MEngSc.

Dr.-Ing. Adang Suhendra, SSi,SKom,MSc.

Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, MSc.

Drs. Agus Harjoko MSc., PhD.

Dr. Ir. Joko Lianto Buliali

PENERBIT

Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya 100 Pondok Cina

Depok, 16424

Telp. +62-21-78881112 ext. 455

Fax. +62-21-7872829

e-Mail: kommit@gunadarma.ac.id

Laman: <http://penelitian.gunadarma.ac.id/kommit>

PANITIA PELAKSANA SEMINAR

Penasehat:

Prof. Dr. E.S. Margianti, S.E., MM.
Prof. Suryadi Harmanto, SSi., M.MS.I.
Agus Sumin, S.Si., MM.

Penanggung Jawab:

Prof. Dr. Yuhara Sukra, MSc.
Prof. Dr. Didin Mukodim, MM.

Ketua Pelaksana:

Dr. Ir. Hotniar Siringoringo, MSc.

Wakil Ketua Pelaksana:

Dr. Bertalya

Sekretariat:

Ida Ayu Ari Angreni, ST., MMT.
Dr. Jacobus Belida Blikololong
MS. Harlina, S.Kom., MM.

Sarana Prasarana:

Drs. Hardjanto Sutedjo, MM.
Rino Rinaldo, SE., MM
Riyanto, ST.

KATA PENGANTAR

Pertukaran informasi merupakan kebutuhan masyarakat modern, sehingga Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) menjadi hal yang sangat penting. Secara kasat mata, setiap orang dapat menyaksikan perkembangan TIK yang sangat pesat. Perkembangan TIK sampai saat ini masih didominasi oleh negara-negara maju. Kondisi ini harus direposisi.

Indonesia memiliki sumber daya manusia yang handal dan banyak, di antaranya berada di perguruan tinggi. Sumber daya manusia ini terkesan bekerja masih sendiri-sendiri. Penelitian di lingkungan perguruan tinggi maupun litbang sering disalahartikan sebagai pemuas akademis, sementara di kalangan industri lebih tertarik pada penyelesaian ekonomis jangka pendek. Permasalahan ini dapat diatasi dengan memulai kolaborasi antara dunia pendidikan, litbang, industri dan pemerintah.

KOMMIT merupakan seminar nasional di bidang komputer dan teknik yang mendukung pengembangan teknologi komputer maupun aplikasi komputer dalam berbagai bidang. Seminar ini bertujuan menyediakan wadah bagi peneliti, akademisi dan praktisi untuk saling bertukar informasi, berdiskusi dan berkolaborasi sehingga dapat menghasilkan produk siap pakai di dalam bidang sistem informasi.

Topik yang menjadi pembahasan pada KOMMIT ke 7 ini adalah: sistem informasi manajemen, sistem informasi geografis, sistem informasi medis, *enterprise resource planning*, *information retrieval*, matematika aplikasi, sistem keamanan, aplikasi multimedia, pengolahan sinyal dan citra, *computer vision*, *open source & open content*, *e-government*, *e-business*, *e-education*, data semantik, *information system interoperability*, *distributed*, *parallel*, *grid*, *P2Pp*, *mobile information management*, *mobile technology*, *green computing*, telekomunikasi dan jaringan komputer, sistem kontrol, instrumentasi dan diagnosis, mekanika dan elektronika, energi terbarukan, *cognitive science*, *soft computing*, *perceptual science*, bioinformatika dan geoinformatika, *collaborative network*, dan *electron devices*.

Artikel yang disajikan pada seminar ini setelah melalui proses *peer review*, berjumlah seratus satu, yang berasal dari 15 Perguruan Tinggi di Indonesia. Beberapa artikel yang terpilih akan di publikasikan pada Jurnal Ilmiah yang diterbitkan oleh Universitas Gunadarma.

Semoga seminar ini dapat memberikan masukan bagi pengembangan teknologi informasi dan komunikasi di negara kita. Kami ucapkan terima kasih kepada para reviewer yang telah bersedia melakukan review, juga kepada pembicara tamu dan nara sumber yang telah berkontribusi pada acara ini, serta kepada semua pihak yang telah membantu proses produksi prosiding ini.

Ketua Pelaksana
Dr. Ir. Hotniar Siringoringo, MSc.

DAFTAR ISI

DEWAN REDAKSI.....	iii
PANITIA PELAKSANA SEMINAR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR ARTIKEL:	
1. <i>Sistem Informasi Manajemen Penanggulangan Kemiskinan (Studi Kasus Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan)</i> Ahmad Haidar Mirza.....	1
2. <i>Optimasi Pencarian dengan Knowledge Graph</i> Abidin Ali, Dina Rifdalita, Juliana Putri Lestari, Lintang Yuniar Banowosari	11
3. <i>Analisis Teknik Reduksi Data dan Minimalisasi Ukuran File APK pada Mobile Application Pengenalan Budaya Indonesia Berbasis Android Serta Pengembangannya</i> Adhika Novandya, Debyo Saptono	18
4. <i>Aplikasi Manajemen File Berbasis Web untuk Monitoring Status Kegiatan</i> Akhmad Fauzi, Tri Sulistyorini.....	27
5. <i>Penerapan Metode Dijkstra dalam Pencarian Jalur Terpendek pada Perusahaan Distribusi Film</i> Albert Kurnia, Friska Angelina, Windy Dwiparaswati	36
6. <i>Penyembunyian Informasi (Steganography) Audio Menggunakan Metode LSB (Least Significant Bit) Menggunakan Matlab</i> Ari Santoso, Irfan, Nazori AZ.....	42
7. <i>Standardisasi Sistem Informasi Kesehatan Berjenjang Open E-Health Gunadarma Information System, Mewujudkan Layanan Kesehatan Prima</i> Aries Muslim, AB Mutiara, Teddy Oswari, Riyandari Auror, Irdiah Amsawati	51
8. <i>Pengembangan Web sebagai Upaya Penunjang Optimalisasi Produk Asuransi</i> Armaini Akhirson.....	59
9. <i>Protokol Autentikasi Berbasis One Time Password untuk Banyak Entitas</i> Avinanta Tarigan, D.L. Crispina Pardede	67
10. <i>Peningkatan Keamanan Kartu Kredit Menggunakan Sistem Verifikasi Sidik Jari di Indonesia</i> Bima Shakti Ramadhan Utomo, Denny Satria, Lulu Mawaddah Wisudawati.....	72
11. <i>Rancangan Aplikasi Pencarian Barang Pada Metro Pacific Place dengan Menggunakan Macromedia Dreamweaver 8</i> Triyanto, Bramantyo Sukarno, Miftah Andriansyah.....	78

12.	<i>Sistem Pengambilan Keputusan Bela Negara Non-Fisik untuk Daerah Depok dengan Metode AHP (Analytic Hierarchy Process)</i> Damai Subimawanto, Surya Thiono Wijaya, Yusuf Triyuswoyo, I Wayan Simri Wicaksana, Detty Purnamasari.....	85
13.	<i>Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) pada UMKM dengan Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM) (Studi Kasus di Depok dan Qingdao)</i> Deboner Hillery, Dharma Tintri, Pandam R Wulandari.....	94
14.	<i>Faktor Kunci Sukses dalam Pelaksanaan Sistem Enterprise Resource Planning</i> Delvita Dita Putri Anggrayni, Dewi Agushinta R.	101
15.	<i>Model Penentuan Posisi Siaga Lift sebagai Pemanfaatan Penghematan Energi pada Sistem Kerja Lift</i> Denmas Muhammad Ridwan, Donny Ejie Baskoro, Faisal Yafi, Lily Wulandari.....	110
16.	<i>Pemanfaatan Jaringan Akses Telepon sebagai Jaringan Broadband Layanan Internet dengan Teknologi Asymmetric Subscriber Line</i> Djasiodi Djasri.....	116
17.	<i>Evaluasi Website JobsDBTM Mobile dengan Metode Usability Heuristic</i> Esty Purnamasari, Helen Wijayanti, Yosfik Alqadri, Dewi Agushinta Rahayu, Fani Yayuk Supomo	123
18.	<i>Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Peralatan dengan Penerapan Konsep Three Tier (Studi Kasus: Gardu Induk Prabumulih UPT Palembang)</i> Evi Yulianingsih, Marlindawati	131
19.	<i>Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Nasabah Menggunakan Internet Banking dengan Menggunakan Anjungan Tunai Mandiri (Studi Kasus pada Bank BCA, BRI dan Bank Syariah Mandiri)</i> Faramita Dwitama, Mohammad Abdul Mukhyi	139
20.	<i>Enkripsi Informasi untuk Pengamanan Pesan Singkat pada Telepon Seluler Berbasis Java MIDP</i> Farid Thalib, Melba Mauludina Novalestari	148
21.	<i>Desain Database e-Supremuseum Batik Indonesia</i> Fikri Budiman, Slamet Sudaryanto Nurhendratno	157
22.	<i>Analisis Perbandingan Kinerja Search Engine Menggunakan Penelusuran Precision dan Recall untuk Informasi Ilmiah Bidang Ilmu Kedokteran</i> Sukei, Fitrianiingsih	164
23.	<i>Membandingkan Web Pengunduhan Perangkat Lunak</i> Fuji Ihsani, Istiana Idha Aulia, Melisa Chatrine Kamu, Anacostia Kowanda, Trini Saptariani	172
24.	<i>Analisis dan Verifikasi Formal Protokol Non-Repudiasi Zhang-Shi dengan Logika SVO-CP</i> Hanum Putri Permatasari, Avinanta Tarigan, D. Lucia Crispina Pardede	178
25.	<i>Implementasi Kebijakan E-Government pada Pemerintah Kota Palembang</i> Hardiyansyah	185

26.	<i>Aplikasi Pengingat Jadwal Imunisasi Berbasis Android</i> Hauliza Rindhayanti, Lintang Yuniar Banowosari	193
27.	<i>Model Berbasis Ekstraksi untuk Analisis Gaya Berjalan</i> Hustinawaty, Miftahul Jannah, Rd. Fazlur Rahman.....	201
28.	<i>Metoda Penumbuhan Kreativitas Berbasis Web: Studi Pengembangan Produk Kerajinan Tenun Ikat dalam Upaya Melestarikan dan Meningkatkan Nilai Tambah</i> Iman Murtono Soenhadji, Priyo Purwanto, Ida Astuti, Faisal Reza.....	209
29.	<i>Simulasi dan Optimasi Antrian Pelayanan Agen JNE Buaran</i> Isram Rasal, Hardimen Wahyudi, Nadia Rahmah Al Mukarromah, Yuhilza Nahum	218
30.	<i>Aplikasi Data Mining dengan Teknik Decision Tree untuk Mengklasifikasikan Data Pasien Rawat Inap</i> Julius Santony, Sumijan	226
31.	<i>Integrasi Sumber Data Heterogen Menggunakan Ontologi, Studi Kasus: Data Kependudukan Indonesia</i> Kemal Ade Sekarwati, I Wayan Simri Wicaksana.....	235
32.	<i>Pengenal Ucapan untuk Belajar Bahasa Menggunakan Perangkat Mobile</i> Kezia Velda Roberta, Raden Supriyanto.....	241
33.	<i>Sistem Pakar Pendeteksi Prediksi Kemungkinan Penyakit Stroke</i> Linda Atika.....	247
34.	<i>Analisis Sektor Unggulan dalam Perekonomian DKI Jakarta</i> Lita Praditha, Mohammad Abdul Mukhyi	254
35.	<i>Kapabilitas Proses Konstruksi Perangkat Lunak pada Perusahaan Pengembang Perangkat Lunak di Bali Menggunakan Kerangka Kerja ISO/IEC 15504</i> Luh Gede Surya Kartika, Kridanto Surendro	262
36.	<i>Sistem New Media pada Aplikasi Internet Radio Berbasis Android</i> Lulu Mawaddah Wisudawati, Avinanta Tarigan.....	269
37.	<i>Kajian Awal Hibridisasi Toyota Soluna dengan Konfigurasi Parallel HEV</i> Mohamad Yamin, Agung Dwi Sapto	276
38.	<i>Pemodelan dan Analisis Rem Cakram dan Rem Tromol dengan Software CATIA V5</i> Mohamad Yamin, Darmawan Sebayang.....	283
39.	<i>Deteksi Sonority Peak untuk Penderita Speech Delay Menggunakan Speech Filing System</i> Muhammad Subali, Tri Wahyu Retno Ningsih, M. Kholiq	289
40.	<i>Penerapan Periklanan di Internet dan Pemasaran Melalui E-Mail untuk Meningkatkan Pemasaran Produk UMKM di Wilayah Depok</i> Mujiyana, Lana Sularto, M. Abdul Mukhyi.....	296
41.	<i>Monitoring Sistem Pengendalian Suhu dan Saluran Irigasi Hydroponik pada Greenhouse Berbasis Web</i> Nia Maharani Raharja, Iswanto.....	303

42.	<i>Disain Rangkaian Detektor Mini Doppler</i> Nur Sultan Salahuddin, Paulus Jambormias, Erma Triawati.....	311
43.	<i>Prototipe Sistem Pemrosesan Limbah Medis</i> Nur Sultan Salahuddin, Adi Hermansyah, RR Sri Poenomo Sari	317
44.	<i>Audit TIK pada Sistem Penerbitan Surat Perjalanan Republik Indonesia (SPRI) di Kantor Imigrasi Bogor</i> Nurul Adhayanti, Karmilasari	323
45.	<i>Aplikasi Pencarian Lokasi Sekolah Menggunakan Telepon Selular Berbasis Android</i> Nuryuliani, Selvi Isni Hadisaputri, Miftah Andriansyah.....	331
46.	<i>Faktor Penentu Efektifitas IT Governance: Studi Kasus pada Perusahaan di DKI Jakarta</i> Pandam Rukmi Wulandari, Samuel David Lee, Renny Nur'ainy.....	340
47.	<i>Aplikasi Mobile Panduan Diet Berdasarkan Golongan Darah Berbasis Android</i> Parno, Swesti Mahardini.....	345
48.	<i>Studi Terhadap Konstruksi Model Pengklasifikasi Regresi Logistik</i> Retno Maharesi.....	352
49.	<i>Karakteristik dan Model Matematika Aliran Lumpur pada Pipa Spiral</i> Ridwan.....	360
50.	<i>Implementasi Mikrokontroler untuk Deteksi Drop Tegangan pada Instalasi Sederhana</i> Rif'an Tsaqif As Sadad, Iswanto.....	368
51.	<i>Analisis Pendeteksian Nodul Citra Sinar-X Paru</i> Rodiah, Sarifuddin Madenda, Dewi Agushinta Rahayu.....	377
52.	<i>Composite Range List Partitioning pada Very Large Database</i> Rosni Gonydjaja, Yuli Karyanti	384
53.	<i>Analisis Perbandingan Waktu untuk Layanan Email dan SMS pada Jaringan Interkoneksi untuk Kajian Efektivitas Dukungan Media Komunikasi Dosen-Mahasiswa</i> S N M P Simamora, Karina Datty Putri, Robbi Hendriyanto.....	389
54.	<i>Desain Prototipe Aplikasi Sistem Keamanan pada Rumah Berbasis Pengenalan Wajah dengan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan dan Fitur Fft</i> Shinta Puspasari, Hendra.....	398
55.	<i>Analisis Implementasi Algoritma Propagasi Balik pada Aplikasi Identifikasi Wajah Secara Waktu Nyata</i> Shinta Puspasari, Alfian Sucipta.....	405
56.	<i>Sistem Pemantau Ruangan dengan Penangkapan Gambar Otomatis Menggunakan Sensor Infra Merah Pasif</i> Singgih Jatmiko, R. Supriyanto, R.N. Nasution	412

57. <i>Sistem Pengenalan Ekspresi Wajah Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Metode Eigenface dan Nearest Feature Line</i> Sulistyo Puspitodjati, Tyas Arie Wirana	418
58. <i>Ekstraksi Data pada Halaman Web Database Mining Akademik Menggunakan Simple Tree Matching (STM)</i> Sumijan, Julius Santony	426
59. <i>Perancangan dan Implementasi Software Penyelesaian Persamaan Non Linier dengan Metode Fixed Point Iteration</i> Vivi Sahfitri.....	447
60. <i>Perhitungan Panjang Janin pada Citra Ultrasonografi untuk Memprediksi Usia Kehamilan</i> Wahyu Supriyatin, Bertalya	456
61. <i>Model Translator Notasi Algoritmik ke Bahasa C</i> Wijanarto, Achmad Wahid Kurniawan	464
62. <i>Simulasi Dinamika Molekular Sistem Molekul Argon dan Graphene dengan Menggunakan Perangkat Lunak DL_Poly</i> Ahmad Rifqi Muchtar, Wisnu Hendradjit, Agus Samsi.....	473
63. <i>Pengidentifikasian Otomatis Bentuk Kista Ovarium Menggunakan Deteksi Circle dan Deteksi Tepi Laplacian dan Prewitt.</i> Yenniwarti Rafsyam, Jonifan	482
64. <i>Pengaruh Karakteristik, Sikap dan Pelatihan terhadap Penggunaan Teknologi Informasi dan Kinerja Pegawai untuk Penerapan Pemerintah Elektronik di Pedesaan</i> Yuventus Tyas Catur Pramudi, Karis Widyatmoko	489
65. <i>Perancangan Sistem Informasi Alur Kerja (Work Flow) Dokumen Pengajuan Proposal Skripsi</i> Zulfandiari, Sarip Hidayatullah, Wahyudianto	500
66. <i>Aplikasi Pengenalan Budaya dari 33 Provinsi di Indonesia Berbasis Android</i> Adhika Novandya, Ajeng Kartika, Ari Wibowo, Yudhi Libriadiany	508
67. <i>Sistem Informasi Geografis Bengkel Resmi Mercedes-Benz dan BMW di Kota Jakarta Menggunakan Quantum GIS</i> Agustini Dwi Setia Rahayu, Ana Rizki, Ria Awalliya.....	514
68. <i>Studi Kasus Konflik PT.XXX dengan Pelanggan Kereta Kelas Ekonomi Berdasar Ilmu Teori Organisasi Umum</i> Albert Kurnia Himawan, Juliana Putri Lestari, Aris Budi Setiawan.....	517
69. <i>Aplikasi Pengenalan Dasar-Dasar Bahasa Inggris untuk Anak Usia Dini Menggunakan Adobe Flash CS 3 Professional</i> Alfa Marlin, Siti Andini, Sri Wahyuni	519
70. <i>Eksplorasi Celah Keamanan Piranti Lunak Web Server Vertrigoserv pada Sistem Operasi Windows Melalui Jaringan Lokal</i> Andrias Suryo Widodo, Maria Magdalena Merry, Stefanus Dwi Putra Medisa	524

71.	<i>Sistem Pengambilan Keputusan Kelayakan Sekolah Mendapatkan Status RSBI Studi Kasus SMA RSBI Di DKI Jakarta</i> Ardhani Reswai Yudistari, Odheta, Tryono Taqwa	529
72.	<i>Penerapan Algoritma Kruskal dan Pengimplementasiannya dalam Kasus Pendistribusian Majalah "UG News" Antar Universitas Gunadarma</i> Ardisa Pramudhita, Mahisa Aji Kusuma, Nur Fisabilillah	535
73.	<i>Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Antar Museum di Yogyakarta Berbasis Web</i> Ardo Rama, Citra Ika Wibawati, Rizka Fajriah	538
74.	<i>Pembuatan Aplikasi Permainan Labirin 2D untuk Handphone</i> Aries Afriliansyah	542
75.	<i>Konfigurasi Trixbox Server Untuk VoIP pada Jaringan Peer to Peer</i> Arif Liberto Jacob, Muhammad Muhijar, Ferry Wisnuargo	547
76.	<i>Sistem Penunjang Keputusan Memilih Kriteria Lagu Pop Indonesia yang Baik</i> Ario Halik, Virgiawan Ananda Pratama.....	550
77.	<i>Evaluasi Algoritma Prim dan Kruskal Terhadap Pemasangan Kabel Telepon di DKI Jakarta</i> Atikah Luthfiyyah, Voni, Wahyu Pratama	553
78.	<i>Aplikasi Pemetaan Pusat Perbelanjaan Kota Bekasi Menggunakan Android</i> Awal Arifianto, Muhammad Yunus, Andrika Siman, Agung Rahmat Dwiardi, Deny Nugroho	556
79.	<i>Penerapan Algoritma Greedy pada Studi Kasus Pencarian Rumah Sakit Terdekat di Jakarta Selatan</i> Bagus Fitroh Alamsyah, Maulana Malik Ibrahim, Prakasita Wigati.....	559
80.	<i>Implementasi Algoritma Dijkstra Guna Optimasi Jalur Pendistribusian Produk Seluler</i> Banu Adi Witono, Dhita Angreny, Randy Aprianggi	561
81.	<i>Face Recognition Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis (LDA)</i> Bayu Adi Yudha Prasetya.....	563
82.	<i>Pembuatan Game Arasen untuk Latihan Soal Tes Potensi Akademik Menggunakan RPG Studio</i> Daisy Patria, Hayu Wasna Sari, Riyandari Asrita	570
83.	<i>Pemodelan Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Depok</i> Eriza Siti Mulyani, Muhammad Arsah Novel Simatupang	576
84.	<i>Sistem Log Monitoring Jaringan (LAN) Menggunakan Bahasa Pemrograman Pascal</i> Fendy Christian, Stefanus Goutama, Afrilia Nita Anjani	582
85.	<i>Website Surat Pembaca Sebagai Media Komunikasi dalam Penyampaian Aspirasi Masyarakat</i> Hamisati Muftia, Nabiurrahmah	584

86.	<i>Aplikasi Pendidikan Bagi Anak di Bawah Umur 7 Tahun</i> Helmi, Muhammad Subentra, Randy Aditiya Yusuf	586
87.	<i>Sistem Pencarian Fasilitas Umum Terdekat Menggunakan Augmented Reality dengan Minimum Spanning Tree</i> Hifshan Riesvicky, Prita Dessica, Tatang Fanji Permana	592
88.	<i>Aplikasi Multimedia Audio Video Player dengan Menggunakan Visual Basic .Net 2008</i> Inggrit Parnandes, Rias Astria, Meilisa Ndaru Hermiyanti.....	595
89.	<i>Aplikasi Energy Usage Calculator untuk Menghitung Penggunaan dan Biaya Energi Listrik Berbasis Python Versi 3.2.3</i> M Haidar Hanif, Herio Susanto.....	599
90.	<i>Implementasi Algoritma Kruskal untuk Optimasi Pengangkutan Sampah</i> Meilidyaningtyas Cantika Ryadiani, Nurul Ardianingsih, Robby Matheus.....	602
91.	<i>Pemilihan Aplikasi Permainan untuk Perkembangan Motorik dan Simbolik Anak Usia 1 - 7 Tahun</i> Michael Satrio Prakoso, Detty Purnamasari.....	605
92.	<i>Sistem Informasi Geografis SMA di Bogor</i> Muhamad Ramadani Silatama, Narendra Paskarona, Ary Wahyudi.....	608
93.	<i>Pembuatan Website World Watch Shop Menggunakan Magento Commerce</i> Rahma Eka Putri, Septiana Dewi Saputri, Sheila Rizka	614
94.	<i>Pembuatan Aplikasi Pemetaan Tempat Usaha di Sekitar Kampus Depok Gunadarma Menggunakan Android 2.1</i> Rangga Adhitya Pradiptha, Titik Rahayu Mariani, Winda Utari	616
95.	<i>Aplikasi Penjualan Makanan Khas Garut pada Toko Aneka Sari dengan Menggunakan Visual Basic .Net</i> Rangga Septian Putra, Rion Saputra, Ryan Oktario.....	619
96.	<i>Pengembangan E-Government pada Layanan Informasi Publik Pemerintahan Daerah Sulawesi Barat Menuju Good Governance</i> Rizka Fajriah, Windy Dwiparaswati, Aris Budi Setyawan	625
97.	<i>Perlunya Penerapan Teknologi Web Semantik pada Situs Pencarian Lowongan Pekerjaan di DKI Jakarta</i> Robby Matheus Gultom, Tatang Fanji Permana, Aris Budi Setyawan	628
98.	<i>Program Aplikasi Enkripsi dan Dekripsi SMS pada Ponsel Berbasis Android dengan Algoritma DES</i> Rudy Hendrayanto, A. Ramadona Nilawati	631
99.	<i>Penentuan Keputusan untuk Membantu Program Genre Bagi Pasangan Muda</i> Sandi Agung Harseno, Moh. Ropiyudin, Dessy Wulandari.....	634
100.	<i>Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Jerman Berbasis Mobile Android</i> Satrio Wibisono, Lisda.....	638
101.	<i>Aplikasi Foodcourt Menggunakan Microsoft Visual Studio 2008</i> Tri Hardiyanti, Shelly Gustika Septiani	644

SIMULASI DINAMIKA MOLEKULAR SISTEM MOLEKUL ARGON DAN GRAPHENE DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DL_POLY

Ahmad Rifqi Muchtar¹
Wisnu Hendradjit¹
Agus Samsi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10, Bandung, 40132.

¹(akhun_rifqi@yahoo.com)

^{2,3}{wisnu131, samsi}@tf.itb.ac.id)

Abstrak

Simulasi dinamika molekuler (MDS) memberikan hasil berupa informasi statik dan dinamik pada skala atomik, yang meliputi informasi posisi atom di dalam sebuah molekul, kecepatan geraknya, serta energi yang dikandungnya. Informasi statik dan dinamik pada skala atomik tersebut kemudian akan diolah menjadi informasi properti pada skala makroskopik seperti tekanan, suhu, dan konduktivitas. Pada penelitian ini dilakukan simulasi tentang dua buah sistem molekul. Sistem molekul pertama yang disimulasikan adalah Argon dengan menerapkan potensial intermolekuler Lennard-Jones. Simulasi tersebut menghasilkan nilai root mean square fluctuation fraction yang bervariasi antara 10⁻¹ hingga 10⁻³. Simulasi ini juga menghasilkan nilai radial distribution function dan mean square displacement. Sistem molekul kedua yang disimulasikan adalah Graphene, dengan menerapkan medan potensial intermolekuler 12-6. Nilai root mean square fluctuation fraction dari simulasi ini adalah 1,971 x 10⁻³.

Kata Kunci: simulasi dinamika molekuler (MDS), sistem molekul, argon, graphene, DL_POLY.

PENDAHULUAN

Simulasi dinamika molekuler (*molecular dynamic simulation* – MDS) berperan sebagai jembatan antara metoda penelitian di dalam skala mikroskopik dengan skala makroskopik, dan menembus kesulitan metoda eksperimen fisik di dalam skala mikroskopik molekular dan atomik. Penelitian ini membahas mengenai simulasi dari sistem molekul Argon dan molekul Graphene menggunakan model potensial intermolekuler Lennard-Jones dan potensial molekuler 12-6. Persamaan gerakan atomik yang dianalisis menggunakan algoritma kecepatan Verlet dan metoda *leapfrog*, menggunakan program aplikasi DL_POLY.

Dinamika Molekular

MDS dilakukan untuk memperoleh trajektori atom-atom dari sistem N buah partikel dengan menerapkan integrasi numerik persamaan gerak Newton. [Li, 2005]. Dengan MDS properti-properti dari suatu sistem molekul berupa struktur, fasa, interaksi mikroskopik antara atom dan molekul dapat diketahui [Allen, 2004]. Secara makroskopik materi terdiri dari atom-atom dengan jumlah yang sangat besar. Pada MDS materi tersebut diwakili oleh sejumlah atom yang disimulasikan [Witoelar, 2001]. Tujuan pertama MDS adalah menghasilkan trajektori atom-atom sepanjang suatu jangka waktu yang tertentu. Untuk N atom dalam ruang tiga dimensi, terdapat ruang posisi berdimensi 3N dan ruang momentum berdimensi 3N, sehingga terbentuk ruang fasa berdimensi 6N. Ruang fasa ini kemudian

digunakan untuk memperoleh keadaan makroskopik sistem dan memprediksi ruang fasa pada waktu selanjutnya. [Witoelar, 2001].

Potensial Interatomik

Model potensial antara dua atom yang banyak dipakai adalah Potensial Lennard-Jones (L-J). Model ini sederhana tetapi memiliki ketelitian yang baik, dirumuskan sebagai [Gang, 2008]:

$$U(r_{ij}) = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^6 \right] \quad (1)$$

Juga digunakan modifikasinya, yaitu potensial 12-6 [Todorov dan Smith, 2011]:

$$U(r_{ij}) = \frac{A}{r_{ij}^{12}} - \frac{B}{r_{ij}^6} \quad (2)$$

dengan nilai A= dan B= , persamaan (2) akan sama dengan persamaan (1).

Gaya

Gaya merupakan negatif dari gradien potensial dan dinyatakan sebagai [Witoelar, 2001]:

$$F(r_{ij}) = -\frac{d}{dr} U(r_{ij}) = 24\frac{\epsilon}{\sigma} \left[2 \left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^{13} - \left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^7 \right] \quad (3)$$

Pemotongan Potensial

Penghitungan gaya-gaya antar molekul yang prosesnya memakan waktu, dalam praktik potensialnya diberi nilai cutoff. Interaksi antar atom yang berjarak lebih besar dari nilai cutoff diabaikan [Witoelar, 2001, Gang, 2008]. Nilai cutoff itu dinyatakan sebagai berikut:

$$U(r_{ij}) = \begin{cases} 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{ij}} \right)^6 \right] & r_{ij} \leq \text{cutoff} \\ 0 & r_{ij} > \text{cutoff} \end{cases} \quad (4)$$

Persamaan Gerak

Untuk menyelesaikan persamaan-persamaan gerak molekul digunakan algoritma Velocity Verlet [Stote, 2011] sebagai berikut:

$$r(t + \delta t) = r(t) + v(t)\delta t + \frac{1}{2}a(t)\delta t^2 \quad (5)$$

$$v(t + \delta t) = v(t) + \frac{1}{2}[a(t) + a(t + \delta t)]\delta t \quad (6)$$

Ensemble

Ensemble adalah kumpulan dari semua sistem yang mungkin, yang memiliki kondisi mikroskopik berbeda, namun kondisi fisiknya identik. Jenis-jenis ensemble tersebut adalah [Stote, 2011]: mikrokanonikal (NVE), kano-nikal (NVT), isobarik-isothermal (NPT), dan makrokanonikal (μ VT).

Energi Total

Energi total suatu sistem adalah gabungan dari energi potensial dan energi kinetik. Nilai energi sistem setiap saat diplot pada suatu grafik waktu terhadap energi total. Simulasi dilaksanakan dengan nilai root mean square fluctuation fraction energi total sebesar 10-5.

Radial Distribution Function

Radial Distribution Function (RDF) dapat menggambarkan susunan atom-atom secara radial pada suatu sistem. Secara matematikal nilai RDF dituliskan sebagai [tanpa nama, UoMCS, 2011a]:

$$G(r) = \frac{n(r)}{4\pi r^2 \Delta r} \quad (7)$$

RDF sangat berguna untuk menggambarkan struktur dan fasa dari suatu sistem, khususnya zat cair. Pada kondisi sistem padat, RDF memiliki nilai-nilai puncak yang tak terhingga, di mana jarak dan tingginya merupakan karakteristik dari struktur lattice [IAMS, 2011].

Mean Square Displacement

Atom-atom pada sistem cair dan gas tidak berdiam pada satu tempat, namun bergerak terus-menerus. Jika diperhatikan dengan seksama, lintasan dari atom tersebut akan nampak sebagai gerakan yang random. Nilai MSD dirumuskan sebagai [tanpa nama, UoMCS, 2011b]:

$$MSD = \langle |r(t) - r(0)|^2 \rangle \quad (8)$$

Tanda menunjukkan rata-rata dari seluruh atom.

Pelaksanaan Simulasi Argon

Nilai konstanta lattice Argon adalah sebagai berikut: kristalnya berstruktur fcc (face centered cubic) dengan konstanta lattice sebesar 5,31 Å (Gambar 1).

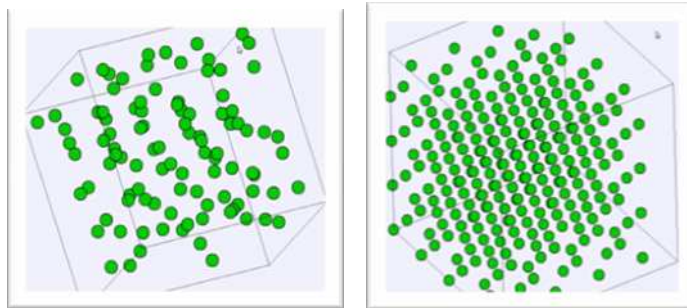
Graphene

Konstanta *lattice* dari Graphene adalah 2,43 Å [Tang, dkk., 2011]. Model konfigurasi yang diperoleh Gambar 2.

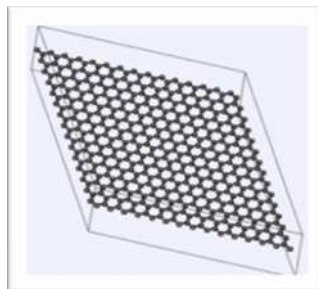
Parameter-parameter Simulasi

Tabel 1 menunjukkan data parameter simulasi yang diterapkan dalam pada

simulasi sistem molekul Argon dan Graphene. Nilai parameter potensial 12-6 adalah [Tang, dkk., 2011]: $A = 0,0673$ dan $B = 0,1346$. Anggapan yang diterapkan adalah, potensial yang bekerja pada Graphene hanya potensial interatomik saja.



Gambar 1. Model konfigurasi molekul Argon 100 dan 256 atom



Gambar 2. Model konfigurasi Graphene 450 atom

Tabel 1.
Parameter simulasi Argon dan Graphene.

Jenis Parameter	Potensial Lennard-Jones	Graphene
<i>timestep (picosecond)</i>	10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5}	10^{-3}
<i>step</i>	10000; 15000; 100000; 1000000	15000
<i>equilibration</i>	1000	1000
potensial	Lennard-Jones	12-6
ensemble	NVE	NVE
<i>cutoff (Å)</i>	7,5-8,5	8
jumlah atom	100; 256	450

HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Simulasi Argon 100 atom

Energi Total

Gambar 3 memperlihatkan trajektori energi total sistem molekul Argon yang terdiri dari 100 atom dengan variasi nilai *cutoff*. Terlihat fluktuasi yang tidak stabil hingga 1 *picosecond*. Masing-masing trajektori nilai energi total sistem terlihat konvergen. Hal ini menjadi ukuran kebenaran simulasi. Dengan memvariasikan nilai *cutoff* tidak terlihat perubahan ketelitian yang berarti. Nilai RMSFF berkisar pada nilai $3,6 \times 10^{-2}$, pengubahan nilai *cutoff* tidak meningkatkan nilai akurasi.

Radial Distribution Function

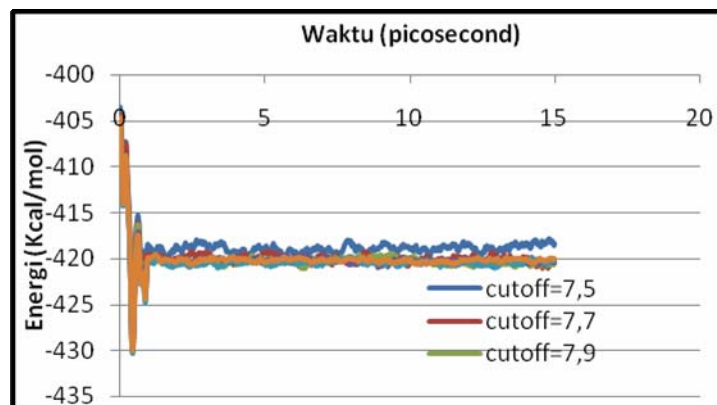
Gambar 4 merupakan grafik hasil plot nilai RDF simulasi Argon 100 atom dengan variasi nilai *cutoff*.

Kurva pada Gambar 4 merupakan model tipikal RDF zat dengan fasa cair

(*liquid*) [Pascal, dkk., 2011]. Simulasi dilakukan pada suhu 85 K, artinya fasa Argon yang disimulasikan adalah cair. Sehingga kurva ini memperlihatkan model sebaran atom sistem molekul Argon yang berfasa cairan.

Gambar 4 menunjukkan, bahwa pada jarak kurang dari 3 Å nilai RDF adalah nol. Itu adalah jarak terdekat yang mungkin terjadi antara dua buah atom pada sistem molekul *liquid* Argon. Nilai puncak terdapat pada radius 3,7 Å, di mana terdapat kemungkinan untuk menemukan lebih dari dua buah atom pada radius ini.

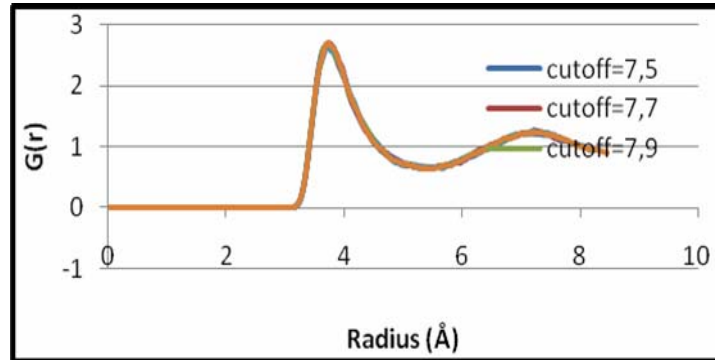
Simulasi dengan variasi nilai *cutoff* dari 7,5 – 8,5 menghasilkan kurva RDF yang sama. Perbedaan hanya terletak pada panjang kurva pada sumbu *x* (radius), yang disebabkan karena perbedaan *cutoff*. Setelah dibandingkan dengan berbagai hasil simulasi pada penelitian-penelitian lain, kurva ini benar, menunjukkan karakteristik sistem molekul Argon pada fasa cairan.



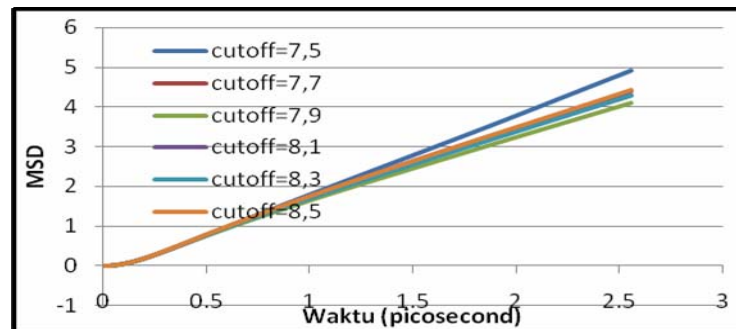
Gambar 3. Grafik Trajektori Energi Total Simulasi Sistem Molekul Argon

Tabel 2.
Nilai RMSFF simulasi dengan variasi *cutoff*

Cutoff	RMSFF
7,5	$3,5657 \times 10^{-2}$
7,7	$3,6477 \times 10^{-2}$
7,9	$3,5968 \times 10^{-2}$
8,1	$3,5868 \times 10^{-2}$
8,3	$3,6909 \times 10^{-2}$
8,5	$3,6746 \times 10^{-2}$



Gambar 4. Grafik RDF simulasi sistem molekul Argon



Gambar 5. Grafik MSD simulasi sistem molekul Argon

Mean Square Displacement

Gambar 5 adalah kurva MSD dari variasi enam nilai *cutoff*. Ketidaklinieran pada bagian awal merupakan tipikal kurva MSD. Hal ini karena atom belum bertemu dengan atom-atom lain, gerakannya masih linier sehingga jarak yang ditempuh sebanding dengan waktu, maka nilai MSD-nya sebanding dengan kuadrat waktu. Setelah bagian nonlinier pada awal kurva, diikuti dengan garis yang linier, kondisi ini juga terlihat pada Gambar 4. Kurva demikian merupakan tipikal kurva MSD untuk Argon cair. Secara teori nilai MSD seharusnya sama untuk semua kurva, namun dalam hal ini terjadi perbedaan yang dimungkinkan karena perubahan nilai *cutoff* mempengaruhi perhitungan nilai potensial, yang pada proses penghitungan pada saat simulasi akan mempengaruhi penghitungan posisi.

Kemiringan dari persamaan bagian linier garis kurva MSD merupakan nilai dari koefisien difusi. Koefisien difusi merupakan salah satu parameter penting

dalam penentuan parameter-parameter termodinamik.

Simulasi Argon Dengan Variasi Step

Gambar 6 merupakan plot dari hasil dua kali simulasi sistem molekul Argon 256 atom, *cutoff* 7,5 Å, *timestep* 10^{-3} . Variasi dilakukan pada parameter *step*. Hasil dari simulasi ini dibandingkan dengan simulasi sistem molekul Argon yang terdiri dari 100 buah atom untuk melihat pengaruh dari penambahan jumlah atom pada simulasi.

Simulasi dengan 15000 *step* dilakukan dengan nilai *timestep* 10^{-3} sehingga total waktu simulasi adalah 15 *pico-second*. Namun pada grafik, kurva untuk simulasi 15000 *step* tidak terlihat karena berimpit dengan kurva simulasi 30000 *step* yang total waktunya adalah 30 *pico-second*. Artinya trajektori energi total dari kedua simulasi relatif sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah *step* tidak mempengaruhi trajektori energi total dari sistem simulasi. Demikian juga dengan nilai RMSFF. Dari

hasil perhitungan, nilai *root mean squared fluctuation fraction* sebagaimana terlihat pada Tabel 3 tidak menunjukkan perbedaan ketelitian yang signifikan pada hasil simulasi. Jika dibandingkan dengan nilai RMSFF dengan Tabel 3 pada nilai *cutoff* 7,5 Å, tidak terlihat peningkatan ketelitian hasil simulasi, sebaliknya terlihat penurunan ketelitian.

Tabel 3.
Nilai RMSFF simulasi dengan variasi *step*

Step	RMSFF
15000	$1,35149 \times 10^{-1}$
30000	$1,35928 \times 10^{-1}$

Nilai RDF pada Gambar 7 untuk kedua simulasi terlihat berimpit. Ini menunjukkan tidak ada pengaruh perubahan nilai *step* terhadap nilai RDF. Jika dibandingkan dengan Gambar 4, kurva RDF simulasi Argon 256 atom nilai puncaknya terdapat pada radius 3,7 Å sebagaimana pada simulasi dengan 100 atom Argon. Ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah atom tidak mempengaruhi nilai RDF. Sebagaimana kurva trajektori energi total dan *radial distribution function*, penambahan jumlah *step* tidak mempengaruhi nilai MSD, karena nilai MSD untuk dua simulasi pada Gambar 8 berimpit.

Simulasi Argon Dengan Variasi *Timestep*

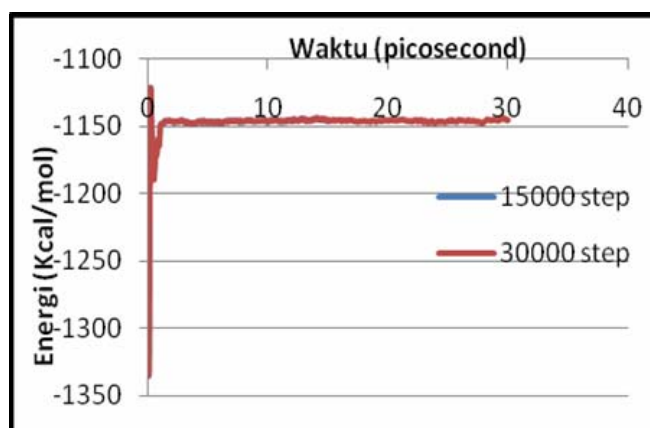
Pada bagian ini dilakukan tiga kali simulasi. Parameter yang tetap pada simulasi adalah: jumlah 100 atom Argon, *cutoff* 7,5 Å. Dalam simulasi ini di samping variasi nilai *step*, juga dilakukan perubahan nilai *step* dengan tujuan agar waktu total simulasi tetap sama, sehingga trajektori energi totalnya dapat dibandingkan. Nilai parameter *step* dan *time-step* untuk ketiga simulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
Parameter *step* dan *timestep* pada simulasi dengan variasi *timestep*

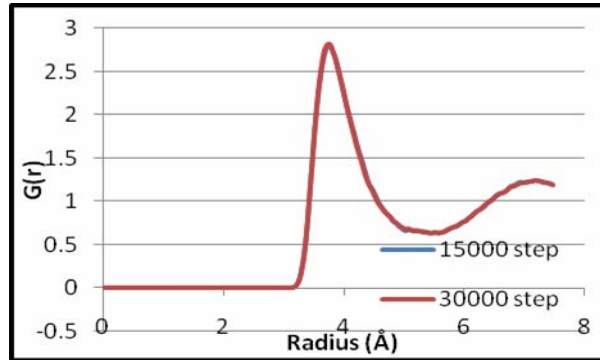
Simulasi	<i>Timestep</i> (picosecond)	<i>step</i>
1	10^{-3}	10000
2	10^{-4}	100000
3	10^{-5}	1000000

Tabel 5.
Nilai RMSFF simulasi dengan variasi *timestep*

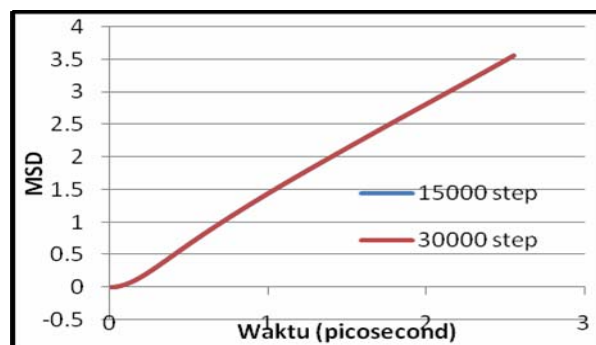
<i>Timestep</i> (ps)	RMSFF
10^{-3}	$3,5713 \times 10^{-2}$
10^{-4}	$1,5361 \times 10^{-2}$
10^{-5}	$1,456 \times 10^{-3}$



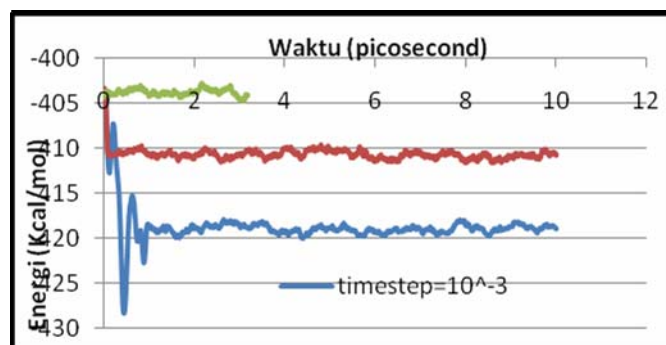
Gambar 6. Grafik trajektori energi simulasi Argon 256 atom



Gambar 7. Grafik RDF simulasi Argon 256 atom



Gambar 8. Grafik MSD simulasi Argon 256 atom



Gambar 9. Grafik trajektori energi total dengan variasi timestep Argon

Gambar 9 adalah kurva trajektori energi simulasi dengan variasi *timestep*. Pada bagian awal terdapat fluktuasi yang besar karena proses *equilibration*. Nilai *root mean squared fluctuation fraction* dari simulasi ini dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai RMSFF pada tabel itu menunjukkan penurunan yang signifikan untuk setiap penurunan *timestep*. Ini berarti ketelitian dari simulasi semakin meningkat dengan diperkecilnya nilai *timestep*.

Setelah simulasi dilakukan, diperoleh tiga buah kurva: trajektori energi total, RDF, dan MSD berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 10 hingga Gambar 12.

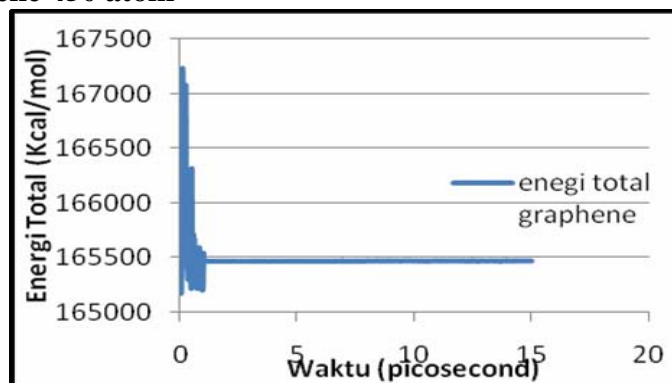
Gambar 10 memperlihatkan nilai trajektori energi yang konvergen. Nilai RMSFF dari simulasi tersebut adalah $1,971 \times 10^{-3}$. Nilai ini menunjukkan ketelitian yang baik. Dengan demikian

berdasarkan hasil trajektori energinya, simulasi ini telah dilakukan dengan benar.

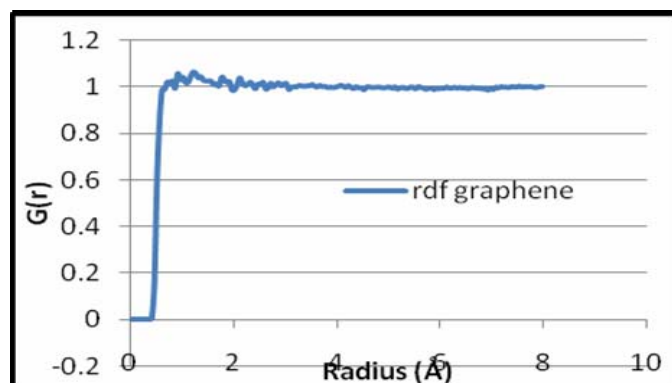
Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan nilai RDF dan MSD yang cukup berbeda dengan simulasi sistem molekul Graphene. RDF dari simulasi Graphene bernilai nol pada 0,5 Å awal, menunjukkan bahwa jarak terdekat antara dua atom karbon pada molekul Graphene tidak dapat lebih dekat dari 0,5 Å. Grafik MSD pada Gambar 12 menunjukkan ada-

nya ketidaklinieran pada rentang waktu yang cukup panjang jika dibandingkan dengan hasil simulasi Argon. Secara teoritikal nilai grafik MSD untuk molekul padatan memiliki kemiringan yang lebih rendah dari molekul cairan. Hasil plot MSD dari simulasi Graphene yang demikian itu dimungkinkan karena sejak awal telah dianggap bahwa potensial yang diterapkan adalah potensial intermolekuler saja.

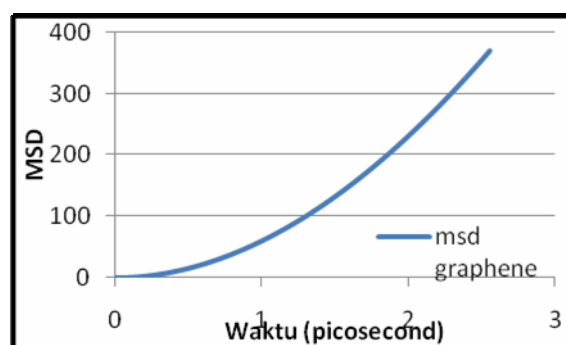
Simulasi Graphene 450 atom



Gambar 10. Grafik trajektori energi total Graphene



Gambar 11. Grafik RDF simulasi Graphene



Gambar 12. Grafik MSD simulasi Graphene

SIMPULAN

1. Simulasi dinamika molekuler merupakan proses penghitungan secara komputasi numerik, nilai-nilai properti mikroskopik atom-atom untuk menghasilkan data statik dan dinamik.
2. Dari hasil beberapa kali simulasi Argon dapat disimpulkan bahwa memperbesar maupun memperkecil nilai parameter cutoff dan step tidak meningkatkan ketelitian hasil simulasi. Ketelitian hasil simulasi dapat diperoleh dengan memperkecil parameter timestep.
3. Hasil simulasi sistem molekul Graphene memperlihatkan trajektori energi total yang konvergen. Trajektori energi total yang konvergen, menunjukkan bahwa simulasi telah dilakukan dengan benar.

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan dirasakan masih perlu dilakukan simulasi pada sistem *cluster*, yaitu untuk simulasi dengan beban komputasi yang berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M.P. 2004 "Introduction to Molecular Dynamics Simulation," in *Computational Soft Matter: From Synthetic Polymers to Proteins, Lecture Notes* John von Neumann Institute for Computing :1-28.
- Gang, C. 2008 *Transpor dan Konversi Energi Nanoskala* Penerbit ITB Bandung.

- IAMS 2011, September [Online]. http://www.iams.sinica.edu.tw/lab/jlli/thesis_andy/node14.html.
- Li, J. 2005 "Basic Molecular Dynamics," in *Handbook of Material Modeling* Netherlands Springer ch.2.8 : 565-588.
- Pascal, T.A. *et al.* 2010 "Quantum Mechanics Based Force Field for Carbon (QMFF-Cx) Validated to Reproduce The Mechanical and Thermodynamics Properties of Graphite" *The Journal of Chemical Physics* 133: 134114.
- Stote, R. 2011 Juli Molecular Dynamics Simulation CHARMM [Online] http://www.ch.embnet.org/MD_tutorial/
- (tanpa nama, UoMCS) (diunduh September, 2011a) The University of Manchester Computer Society. [Online]. <http://www.compsoc.man.ac.uk/~lucky/Democritus/Theory/rdf.html>.
- (tanpa nama, UoMCS) (diunduh September, 2011b). The University of Manchester Computer Society. [Online]. <http://www.compsoc.man.ac.uk/~lucky/Democritus/Theory/rdf.html>.
- Tang, H. *et al.* 2011 "Symmetry and Lattice Dynamics" *Graphene Simulation*.
- Todorov, I.T. and W. Smith, W. 2011 The DL_POLY 4 User Manual.
- Witoelar, A. 2001 "Perancangan dan Analisa Simulasi Dinamika Molekul Ensemble Mikrokanonikal dan Kanonikal Dengan Potensial Lennard Jones" Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung, Laporan Tugas Akhir.