



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI - II

UNIVERSITAS LAMPUNG, 17 - 18 NOVEMBER 2008

TEMA :
PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI
PASCA 100 TAHUN KEBANGKITAN NASIONAL



Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Lembaga Penelitian Universitas Lampung
Pemerintah Provinsi Lampung

ISBN 978-979-1165-74-7



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang telah dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Sains dan Teknologi- II 2008 bertema “Peran Strategis Sains dan Teknologi Pasca 100 Tahun Kebangkitan Nasional”.

Pertama-tama saya ingin mengucapkan terima kasih kepada bapak Rektor Universitas Lampung, Ketua LP Unila, *keynote speakers* (pemakalah utama), pembicara dan peserta seminar Sains dan Teknologi-II 2008 ini.

Atas nama panitia pelaksana seminar, kami sangat berbahagia dan berterima kasih atas sambutan yang sangat baik untuk pelaksanaan seminar ini. Seminar ini diikuti oleh berbagai kelompok diantaranya peneliti, dosen, kalangan industri dan pendidik. Pada seminar ini kami juga mengundang 2 pemakalah utama yang merupakan Deputi Bidang Riset dan Teknologi Kementerian Negara Riset dan Teknologi serta Perwakilan Deputi Sumber Daya Energi KDPT. Kami menerima 445 abstrak dari hampir seluruh wilayah Indonesia (Banda Aceh- Irian Jaya) dimana 296 makalah telah dipresentasikan dan diterbitkan dalam prosiding.

Kepada peserta dari luar Lampung kami berharap seminar ini akan membawa kenangan manis tentang Lampung “Sang Bumi Ruwa Jurai” dan Universitas Lampung dengan “Kampus Hijau”-nya. Kami juga mohon maaf apabila ada hal-hal yang kurang berkenan selama pelaksanaan seminar dan dalam proses pembuatan prosiding ini.

Akhir kata mari kita bersama meningkatkan daya saing bangsa melalui karya nyata dalam bidang sains dan teknologi.

Bandarlampung, Desember 2008
Ketua Panitia,

Dr. Eng. Admi Syarif



PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Teknologi

17- 18 November 2008

Penyunting :

Dr. John Hendri, M.Si

Dr. Eng. Admi Syarif

Dr. Irwan Ginting Suka, M.Sc

Wasinton Simanjuntak, Ph.D

Dr. Suropto Dwi Yuwono, M.T

Drs. Simon Sembiring, Ph.D

Ir. Wahyu Eko Sulistiyo, M.Sc

Drs. Bambang Irawan, M. Sc

Dr. Bartoven Vivit Nurdin

Dr. Ahmad Zakaria

Dr. Sutopo Hadi

Dr. Tugiyono

Penyunting Pelaksana:

Yasir Wijaya, S.Si

Anwar, A.Md

Ardiansyah

Prosiding Seminar Hasil-Hasil
Seminar Sains dan Teknologi :
November 2008 / penyunting,
John Hendri ... [et al.].—Bandar
Lampung : Lembaga Penelitian
Universitas Lampung, 2008.
xii +3029 hlm. ; 21 x 29,7 cm
ISBN 978-979-1165-74-7

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng
Bandarlampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,
Fax. 773798,
e-mail : lemlit@unila.ac.id



DAFTAR ISI MAKALAH

BIDANG I : MATEMATIKA, STATISTIKA DAN RISET OPERASI

BIDANG II : TEKNOLOGI DAN SISTEM INFORMASI

BIDANG III : KIMIA DAN BIOTEKNOLOGI

BIDANG IV : KESEHATAN MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN

BIDANG V : INSTRUMENTASI, MATERIAL DAN GEOFISIKA

BIDANG VI : ENERGI TERBARUKAN

BIDANG VII : AGROINDUSTRI DAN KETAHANAN PANGAN

BIDANG VIII : TEKNIK PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN

BIDANG IX : TEKNOLOGI INDUSTRI

BIDANG X : ELEKTRONIKA DAN ROBOTIKA

BIDANG XI : RANCANG BANGUN DAN REKAYASA INFRASTRUKTUR



DAFTAR PEMAKALAH BERDASARKAN KELOMPOK BIDANG

| Reg | Nama Pemakalah | Bidang |
|-----|---|--------|
| 68 | A. Abdurrochman, S. Perdana dan S. Andhika | 5 |
| 386 | A. Marthin Kalay | 8 |
| 40 | A. Tossin Alamsyah, E. Shintadewi Julian, Djoko Hartanto | 10 |
| 262 | A.Zulfia, A.A. Rizkiyani dan D.Ekawati | 9 |
| 143 | Ade Chandra Iwansyah, Ainia Herminiati, Fitri Setiyoningrum | 8 |
| 418 | Ade Yonata | 4 |
| 372 | Admi Syarif dan Ardiansyah | 2 |
| 408 | Agus R Utomo , M Solikhudin dan Hendri Saputra | 6 |
| 187 | Agus R. Utomo, Linda Pasaribu, Wike Handini | 5 |
| 140 | Agus R. Utomo, Moh. Tresna Wikarsa, Lukman Aditya | 10 |
| 87 | Agus Setyo Muntohar, Anita Widiati, Ikrar **, Edi Hartono, dan Willis Diana | 11 |
| 88 | Agus Setyo Muntohar, Ario Muhammad **, Damanhuri **, dan Setia Dinor ** | 11 |
| 401 | Agus Suyatna | 1 |
| 96 | Agustinus Noertjahyana, Erwin Devin, Ibnu Gunawan | 2 |
| 99 | Agustinus Noertjahyana, Iksan Sutanto, Ibnu Gunawan | 2 |
| 24 | Ahmad Syuhada | 8 |
| 400 | Ahmad Zakaria | 11 |
| 167 | Ainin Niswati, Sutopo Ghani Nugroho dan Dermiyati | 7 |
| 122 | Akari Edy dan Hidayat Pujisiswanto | 7 |
| 204 | Akhmad Muktaf Haifani | 5 |
| 440 | Akmal Junaidi, Admi Syarif, Tristiyanoto, Rico Andrian | 1 |
| 331 | Alba Pidiro dan Pramudiyanti | 3 |
| 330 | Alfian Futuhul Hadi, I Made Sumertajaya, I Made Tirta, Suharsono | 1 |
| 142 | Alvi Yani | 7 |
| 180 | Amien Rahardjo, Adek Purnama, Saleh Siswanto | 3 |
| 274 | Amien Rahardjo, Herlina, Husni Safruddin | 6 |
| 382 | Amrizal Nazar | 7 |
| 422 | Andi Setiawan dan Peni Ahmadi | 3 |
| 339 | Andius Dasa Putra | 11 |
| 425 | Anshori Djausal, Bayzoni, Nur Arifaini | 11 |
| 309 | Ari Rahayuningtyas[1] dan Nok Afifah | 8 |
| 271 | Arie Widyantoro, Panca Nugrahaini Febriningrum dan Ruhendi Tirta | 3 |
| 364 | Arief Sudarmaji | 3 |
| 270 | Arief Suryadi S dan Teguh Praludi | 10 |
| 362 | Arinal Hamni*, Tomi Z | 9 |



| | | |
|-----|---|----|
| 413 | Arizka Warganegara | 2 |
| 137 | Asep Ridwan ¹⁾ , Ratna Ekawati ²⁾ , | 9 |
| 22 | Asnal Effendi | 10 |
| 360 | Asnal Effendi1Arpandi Arif2, | 10 |
| 431 | Aspita Laila dan John Hendri | 3 |
| 108 | Attiya Yuliana dan Wamiliana | 1 |
| 101 | Audyati Gany | 10 |
| 94 | Azlina Heryati Bakrie | 7 |
| 296 | B. M. Wibawa, I M. Joni, F. Faizal, V. Hutabalian, K. Heru dan C. Panatarani | 5 |
| 34 | Bachtiar Anwar | 2 |
| 300 | Bagus | 5 |
| 11 | Bambang E. Yuwono | 11 |
| 6 | Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi | 9 |
| 7 | Bambang Syairudin; Iman Sudirman; T.M.A. Ari Samadhi; Kadarsah Suryadi | 9 |
| 428 | Beni Hidayat | 7 |
| 126 | Bertho Tantular | 1 |
| 370 | Budi Santosa | 1 |
| 259 | Budi Setiawan | 4 |
| 277 | Budiyanto dan Zulman Effendi, Betty Oktaviany | 3 |
| 278 | Budiyanto, Devi Silsia, Zulman Efendi | 8 |
| 295 | C. Panatarani*, I M. Joni, B. M. Wibawa, A. I. Noorwanda A. M. Pradhono dan K. Heru | 5 |
| 416 | Christina Eni Pujiastuti, Doddy Prayitno | 11 |
| 175 | Clara Ardilla Catalia dan Tomy Perdana | 7 |
| 184 | Dadin Mahmudin dan Iip Syarif H | 2 |
| 256 | Daniel Setiadikarunia dan Yohanes Danandy | 5 |
| 156 | Darlen Sikumbang*, Hendri Busman**, | 3 |
| 80 | Darwin Pangaribuan | 7 |
| 269 | Deni S. Khaerudini, K.A. Zaini Thosin, and Muljadi | 7 |
| 114 | Deny Setiawan, Sutardi, Nur Ikhwan | 10 |
| 438 | Desi Aryani, G. Nugroho Susanto, Sumardi, Iswadi | 3 |
| 323 | Dewi Rumbaina Mustikawati dan Ratna Wylis Arief | 7 |
| 423 | Dian Bhagawati,, Muh. Nadjmi Abulias dan Agus Hery Susanto | 3 |
| 336 | Dian Febriani, Rietje J.M Bokau | 7 |
| 388 | Dian Handayani, Noviandi Sayuti, and Dachriyanus | 3 |
| 44 | Diyurman Gea, Johan Setiawan | 2 |
| 66 | Djati Handoko ¹ , Arief S, Hervina M Fitria | 10 |
| 67 | Djati Handoko ¹ , Arief S, Hervina M Fitria | 10 |
| 82 | Djelita Rickum , Kordiyana K. Rangga dan Aprina | 4 |
| 132 | Doddy A. Darmajana | 8 |
| 151 | Doddy A. Darmajana, Wawan Agustina dan Wartika | 8 |



| | | |
|-----|--|----|
| 33 | Dody Prayitno | 5 |
| 48 | Dorrah Azis, Suharsono S, Tiryono R | 1 |
| 178 | Dyah Koesoemawardani ¹⁾ Fibra Nurainy ¹⁾ | 8 |
| 83 | Dyah Respati Suryo Sumunar | 4 |
| 275 | Dyah Suskandari | 1 |
| 427 | Eddy Ibrahim | 5 |
| 426 | Eddy Ibrahim dan R.R Harminuke | 5 |
| 306 | Effendy | 3 |
| 305 | Effendy, Fitrie N. | 3 |
| 315 | Eko Handoyo, Agung Budi Prasetyo, Toni Haryanto | 10 |
| 61 | Eko Susanto | 2 |
| 435 | Elida Purba | 3 |
| 120 | Endah Setyaningrum, Sri Murwani, F.X.Susilo | 3 |
| 138 | Endriani dan Zurhalena ^{*)} | 5 |
| 367 | Erdawati | 3 |
| 171 | Estri Laras Arumingtyas | 3 |
| 411 | Eti Ernawati, Sri Wahyuningsig, Yulianty | 3 |
| 164 | Fajar Nurjaman, Sohip | 8 |
| 424 | Febrianto | 3 |
| 242 | Felix Kasim, M.Kes dan Thomas Anggara | 4 |
| 273 | Fibra Nurainy dan Otik Nawansih | 9 |
| 141 | Fitri Setiyoningrum, Ade Chandra Iwansyah, Ainia Hermiani | 7 |
| 110 | Fitria*, Indah Fitriana S* | 2 |
| 303 | Frilla Renty T.S ¹ , Erfan Handoko ¹ , Bambang Soegijono ² , Umiatin ¹ , Linah ¹ Rizky Agustriany ¹ | 5 |
| 196 | G. Nugroho Susanto | 3 |
| 38 | Gaguk Margono ¹ dan Ratu Amilia Avianti ² | 1 |
| 417 | Gatot Eko Susilo dan Vera Agustriana Noorhidana | 11 |
| 186 | Gloria Doloressa*, Farida Tusafariah**, Anri Amaldi Ridwan*** | 4 |
| 432 | Hairul Abral ^a , Amri Bachtiar ^b , Dedi Prima Putra ^b , Hendery Dahlan ^a dan Mastariyanto ^a | 11 |
| 253 | Hartono ¹⁾ , M.Sadikin ¹⁾ , Yusraini M ²⁾ | 5 |
| 325 | Helen Burhan, Sri Mardiyati | 1 |
| 63 | Hendri Busman | 3 |
| 46 | Henry Nasution | 10 |
| 57 | Henry Nasution ^{a, b} , Md Nor Musa ^b , Hayati Abdullah | 10 |
| 161 | Heri Junedi | 7 |
| 81 | Hidayat Pujsiswanto dan Darwin Pangaribuan | 7 |
| 16 | I Gede Nyoman Mindra Jaya ²⁾ I Made Sumertajaya | 1 |
| 155 | I Gede Tunas ⁽¹⁾ , Arody Tanga ⁽²⁾ dan Surya B. Lesmana ⁽³⁾ | 11 |
| 185 | I Made Ardita, Agung Sulisty, Catur Wahyu Prasetyo | 5 |
| 201 | I Made Ardita, M. Luniara Siregar, Donny Nurmayadi | 6 |



| | | |
|-----|---|----|
| 64 | Icha Agustina | 3 |
| 150 | Ign. Luddy Indra Purnama*, Yosephine Suharyanti** dan Suyoto*** | 2 |
| 369 | Ilim dan Beni Hermawan | 3 |
| 98 | Indrajani | 2 |
| 90 | Ir. Sri Danaryani | 10 |
| 78 | Irnanda Priyadi | 6 |
| 79 | Irnanda Priyadi | 6 |
| 316 | Irwan Ginting Suka, Wasinton Simanjuntak dan Sony Widiarto | 3 |
| 318 | Isdy Sulisty*, Setijanto* & Siti Rukayah# | 7 |
| 192 | Ismujianto dan Isdawimah | 10 |
| 409 | Iyon Titok Sugiarto dan Bambang Widiyatmoko | 5 |
| 149 | Jabang Nurdin ¹⁾ , Jatna Supriatna., Mufti P.Patria ²⁾ , Arie Budiman ³⁾ . | 3 |
| 294 | Jhons Fatriyadi Suwandi ¹⁾ , Mahardika Agus Wijayanti ²⁾ , Mustofa ³⁾ | 4 |
| 379 | John Hendri, Irwan Ginting Suka dan Aspita Laila | 3 |
| 35 | John Maspupu | 1 |
| 74 | John Maspupu | 1 |
| 117 | Joko Triloka | 11 |
| 291 | Junita Barus | 7 |
| 335 | Kamisah D Pandiangan ¹⁾ , Irwan Ginting Suka ¹⁾ , Mita Rilyanti ¹⁾ , Sony Widiarto ¹⁾ , Dian Anggraini ¹⁾ , Syukri Arief ²⁾ , Novesar Jamarun ²⁾ | 3 |
| 62 | Kasam, Luqman Hakim, Evelin Malida | 4 |
| 265 | Khairul Amri | 11 |
| 221 | La Ode Muhammad Musafar K | 10 |
| 439 | La Zakaria dan Agus Sutrisno | 1 |
| 115 | Lasam Soeroso ¹⁾ ; Poniah Andayaningsih ²⁾ ; N. Haska ³⁾ ; Ratu Safitri ⁴⁾ ; Bambang Marwoto ⁵⁾ | 3 |
| 198 | Leo Willyanto Santoso, Johan Saputra, Rolly Intan | 2 |
| 284 | Linah ¹⁾ , Erfan Handoko ¹⁾ , Bambang Soegijono ²⁾ , Widyaningrum ¹⁾ , Filla Renty T.S1, Eny Risnawaty1 | 3 |
| 147 | Lukas B. Sihombing, Budi S. Supandji, Ismeth S. Abidin, Yusuf Latief | 11 |
| 313 | M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu | 6 |
| 314 | M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu | 6 |
| 344 | M. Batubara ¹⁾ , M. Sjarifudin ¹⁾ , A. Kurniawan ¹⁾ , P. Sitompul ¹⁾ , M. A. Aris ¹⁾ , H. Bangkit ¹⁾ , J. R. Roettger ²⁾ | 10 |
| 340 | M. Diza Noviandi | 9 |
| 53 | M. Fanshurullah Asa ¹⁾ , Ismeth S. Abidin ²⁾ | 9 |
| | M. Kartawidjaja, A. Abdurrochman* dan E. Rumeksa | 5 |
| 342 | M. Sjarifudin ¹⁾ , A. Kurniawan ¹⁾ , P. Sitompul ¹⁾ , M. A. Aris ¹⁾ , H. Bangkit ¹⁾ , M. Batubara ¹⁾ J. R. Roettger ²⁾ | 10 |
| 384 | M.Syaiful | 8 |
| 385 | M.Syaiful | 8 |
| 415 | Maimun Barmawi* dan Sulastri Ramli* | 9 |



| | | |
|-----|--|----|
| 42 | Maman Abdurohman ¹⁾ , Kuspriyanto ²⁾ Sarwono Sutikno ³⁾ Arif Sasongko ⁴⁾ | 2 |
| 260 | Maria Ulfah, Shanti Kirana Anggraeni | 3 |
| 261 | Maria Ulfah, Hadi Setiawan | 2 |
| 405 | Maria Erna Kustyawati ^[1] dan Sulastri Ramli ^[2] | 8 |
| 3 | Marina Silalahi*, Juliana Lumbangaol dan Irni | 3 |
| 157 | Martha Lulus Lande ¹⁾ , Suratman Umar ¹⁾ , Bambang Irawan ¹⁾ , Joko Guswanto | 3 |
| 41 | Martina Restuati | 3 |
| 368 | Mita Rilyanti , Zipora Sembiring, R.A. Tri Handayani, EM Subki | 3 |
| 89 | Moekhamad Alfiyan | 4 |
| 235 | Moh. Rangga Sururi ¹ , Matina Solihah ² | 3 |
| 246 | Mohammad Taufik | 11 |
| 247 | Mohammad Taufik | 11 |
| 326 | Montesqrit | 8 |
| 327 | Montesqrit | 8 |
| 194 | Muchiar | 5 |
| 195 | Muchiar | 5 |
| 106 | Muh Sarkowi | 5 |
| 104 | Muh. Nadjmi Abulias dan Dian Bhagawati | 3 |
| 249 | Muhamad Komarudin | 10 |
| 2 | Muhammad Hamzah, S, Santoso., D., Parnadi., W.,W., Sulistijo., B. | 5 |
| 119 | Muhammad Idrus*, Suprpto*, dan Erie Maulana Sy | 11 |
| 197 | Muhammad Yunus ¹ , Santoso ¹ dan Hisan ² | 3 |
| 304 | Muhammad Yusran | 4 |
| 15 | Mukh Syaifudin, Siti Nurhayati dan Devita Tetriana | 4 |
| 239 | Muljadi, K.A. Zaini Thosin, Perdamean Sebayang | 5 |
| 73 | Mulyana | 1 |
| 25 | Mulyanef dan Gusliyadi | 6 |
| 355 | Munti Sarida | 7 |
| 168 | Nadia Anastasia dan Eddy Afrianto | 7 |
| 121 | Nandi Haerudin, Syamsurijal Rasimeng dan Eva Yuliana | 5 |
| 70 | Nelson Saksono*, Setijo Bismo*, Roekmjati Widaningroem Soemantojo*, dan Tri Sutanti Budikania ^Y | 3 |
| 129 | Neti Yuliana ¹⁾ , Fibra Nurainy ¹⁾ Yuyuk Kasmawati ²⁾ | 8 |
| 218 | Nok Afifah ^[1] dan Mirwan A.K ^[2] | 3 |
| 287 | Novie Theresia Br. Pasaribu, Daniel Setiadikarunia, Agus Gustriana | 10 |
| 359 | Novrinaldi, Umi Hanifah | 8 |
| 414 | NUNING NURCAHYANI [*] , M. KANEDI [*] , AKHMAD MAHENDRA [*]) | 3 |
| 289 | Nunung Harijati dan P. J. Keane | 3 |
| 193 | Nurarifaini, Kartini Susilowati, Dyah Indriana K, Amril Ma'ruf Siregar | 11 |
| 374 | Nurhasanah dan Dian Herasari | 3 |
| 244 | Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni | 10 |



| | | |
|-----|--|----|
| 173 | Nyimas Sa'diyah | 7 |
| 209 | Olga Pattipawaej | 11 |
| 301 | Ordas Dewanto | 5 |
| 272 | Otik Nawansih, Tirza Hanum dan Fibra Nurainy | 9 |
| 128 | Oviliani Yenty Yuliana | 2 |
| 236 | P. Sebayang, K.A. Zaini Thosin, Anggito. P. Tetuko | 5 |
| 183 | Panca Nugrahini, T.M.Rizki Habibi dan Anita Dwi Safitri | 3 |
| 190 | Prabowo Puranto dan Bambang Widiyatmoko | 5 |
| 166 | Purnomo, AM. Hariri, Sudiono, dan A. Ferdhinand | 7 |
| 302 | Putiri Bhuana Katili ¹ , Hadi Setiawan ² , Sigit P.Hadi ³ | 9 |
| 268 | Putu F. Kurniawan | 3 |
| 148 | R. Indra Wijaya ¹ , Dadan Muliawandana ² | 3 |
| 45 | R. Ismu Tribowo | 9 |
| 139 | Ratna Ekawati ¹ , Shanti K Anggraeni ² , Hadi Setiawan ³ | 9 |
| 37 | Ratu Amilia Avianti ¹ dan Gaguk Margono ² | 1 |
| 337 | RIETJE J. M. BOKAU dan DIAN FEBRIANI | 7 |
| 263 | Riko Arlando Saragih dan Ery Syahriza | 1 |
| 91 | Rima Kumalasari dan Astrina Yulianti | 8 |
| 224 | Rima Kumalasari dan Rohmah Luthfiyanti | 7 |
| 347 | Rinawati | 3 |
| 419 | Rochmah, AgustrinaRonyus | 3 |
| 421 | Rofandi Hartanto ¹) dan Citra Sianturi ²) | 9 |
| 200 | Rohmah Luthfiyanti, Rima Kumalasari, Doddy A. Darmanjana | 7 |
| 86 | Rudy Situmeang | 3 |
| 407 | Rugayah*, Widho Hanolo*, dan Yohanes C. Ginting* | 7 |
| 51 | Rustina, Suryadi MT, Yudi Satria, dan Alfin Kamali | 1 |
| 245 | S. Imam Wahyudi dan Fauzi Fachrudin | 11 |
| 163 | Saarce Elsy Hatane ** Antonio Sugianto *** Oviliani Yenty Yuliana | 2 |
| 365 | Sarmoko Saroso | 10 |
| 280 | Sarono | 7 |
| 281 | Sarono* dan Yatim R. Widodo | 7 |
| 213 | Sarto, Dedik Rahmat Irmawan, dan Fandi Shidik | 3 |
| 410 | Sepannur Bandri | 10 |
| 112 | Septilia Arfida | 2 |
| 441 | Setijanto dan Isdy Sulisty | 7 |
| 377 | Simon Sembiring | 5 |
| 429 | Sixteen Anitasari ¹ , M. Zen Kadir ² , Sugeng Triyono ² , Ahmad Tusi ² | 7 |
| 307 | Sri Hardiati, Yusuf Nur Wijayanto | 10 |
| 43 | Sri Hidayati*, Illim** dan Pudji Permadi*** | 3 |
| 36 | Sri Maya Utari , Herti Utami, Yuli Darni | 3 |
| 103 | Sri Ramadiana*), Agus Puspita Sari**), Yusnita *)dan Dwi Hapsoro*) | 7 |
| 65 | Sri Ratna Sulistiyanti, dan FX Arinto Setyawan | 10 |
| 59 | Sri Setyani dan Medikasari | 8 |



| | | |
|-----|---|----|
| 373 | Sudarmi | 4 |
| 116 | Sudarto*, Sulistiyoningsih*, Khoirul Huda | 4 |
| 107 | Sudarto, Dyah Kallista, Dedi Hermawan | 4 |
| 95 | Suhandojo | 1 |
| 9 | Suharjito | 2 |
| 10 | Suharjito | 2 |
| 47 | Suharsono S, Dorrah Azis, Tiryono R | 1 |
| 216 | Suhartati Agoes | 9 |
| 29 | Sukono ¹ , Subanar ² & Dedi Rosadi | 1 |
| 28 | Sukono ¹ , Subanar ² & Dedi Rosadi ³ | 1 |
| 345 | Sulistyo Heri Pracoyo | 2 |
| 346 | Sulistyo Heripracoyo | 2 |
| 443 | Sumadi, Yudi Prasetiawan, Yuliarto Raharjo | 10 |
| 389 | Sumardi* ¹ , Ahmad Nugraha ¹ , Iswadi ² , dan Ziska Herman Tobing ¹ | 3 |
| 442 | Sumarna ¹ , A. Susanto. | 8 |
| 39 | Sunarhadijoso Soenarjo, Kadarisman Wisnukaton, Sriyono | 3 |
| 123 | Suprihatin | 5 |
| 308 | Suriani Br Surbakti | 3 |
| 60 | Susilawati ¹ dan Medikasari ¹ | 8 |
| 55 | Syamsu Rosid dan Budi Setiawan | 5 |
| 54 | Syamsu Rosid dan Johan Muhammad | 5 |
| 341 | Syamsurijal Rasimeng*, Andius Dasaputra**, Alimuddin* | 11 |
| 179 | Tamrin dan Lukman Prayitno | 8 |
| 136 | Tanto Pratondo Utomo | 7 |
| 217 | Tas'an Junaedi | 11 |
| 290 | Tedy Murtejo ST,MT | 11 |
| 77 | The Jaya Suteja | 9 |
| 334 | Tintin Kurtini, Muhtarudin, Dian Septinova | 8 |
| 176 | Tiryono | 1 |
| 363 | Tomi Z ¹⁾ , Rawan Utara ¹⁾ , Kamil Hakiki ¹⁾ | 9 |
| 174 | Tomy Perdana ¹⁾ , E. Gumbira-Sa'id ²⁾ , Syamsul Ma'arif ³⁾ , dan Muhammad Tasrif ³⁾ | 9 |
| 361 | Toto Sugiharto S ^{1.} , E. Susy Suhendra, and Budi Hermana | 2 |
| 353 | Tri Pudjadi, Eko Novianto | 2 |
| 354 | Tri Pudjadi, Harto Tom Junior | 2 |
| 420 | Tristiyanto, S. Kom | 2 |
| 105 | Tugiyono | 3 |
| 430 | Tugiyono, G. Nugroho S., Nuning Nurcahyani, Andri Jaya Kesuma . | 4 |
| 177 | Wahyudi Budi Pramono | 9 |
| 182 | Wahyudi Budi Pramono | 9 |
| 109 | Wamiliana, Admi Syarif, and Didik Kurniawan | 1 |
| 376 | Wasinton Simanjuntak, Irwan Ginting, Kamisah D. Pandiangan | 3 |
| 170 | Widodo Hariyono | 9 |



| | | |
|-----|---|----|
| 412 | Widyastuti, Anne Z, Dedi P, Eddy. S. Siradj, Sulistijono | 5 |
| 4 | Wikaria Gazali ¹ dan Willy Raharja ² | 1 |
| 153 | Winastwan Gora Swajati, ST, MT Moch. Taufik, ST, MIT | 2 |
| 154 | Y. Sri Susilo, dan Amiluhur Soeroso | 7 |
| 17 | Yanti Lusiyanti, Masnelly Lubis, Sofiati Purnami, Suryadi dan Vyria Agesti. S | 3 |
| 406 | Yohanes C. Ginting dan Rugayah | 7 |
| 124 | Yudi Arminto | 11 |
| 276 | Yudi Yuliyus M, Yuyu Wahyu, Folin Oktafiani | 2 |
| 5 | Yuli Darni, Chici A, Sri Ismiyati D | 3 |
| 233 | Yulianti Pratama | 4 |
| 232 | Yulianti Pratama ¹ , Achmad Zanbar Soleh ¹ | 4 |
| 188 | Yuliusman dan Muhammad Resya Hidayatullah | 3 |
| 404 | Yusri Heni N.A | 11 |
| 18 | Zaenudin, A. Tamba, R.J, Sule, M.R. | 5 |
| 343 | Zipora Sembiring, Suharso, Regina., Faradila Marta, Murniyarti | 3 |
| 267 | Zulfaidah Penata Gama, Amin Setyo Leksono | 7 |
| 131 | Zuliantoni dan Nurul Iman Supardi | 10 |
| 23 | Zulkarnaini, AL | 10 |
| 210 | Zuriman Anthony *) Refdinal Nazir**) Novi Gusnita, Dahli Marzuki, Oky Saputra, Aditya Gunarsa, Eko Pranachandra, Sanawiyah *) | 10 |



BIDANG I
KELOMPOK : MATEMATIKA, STATISTIKA DAN RISET OPERASI

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| 1. PERANCANGAN PROGRAM OPTIMASI PELETAKAN POLA PADA PAKAIAN Wikaria Gazali dan Willy Raharja | 1 |
| 2. ARTIAL LEAST SQUARE-MIXED AMMI DALAM ANALISIS INTERAKSI GENOTIPE x LINGKUNGAN I Gede Nyoman Mindra Jaya dan I Made Sumertajaya, Ahmad Ansori Mattjik | 9 |
| 3. PERHITUNGAN VaR DATA HARGA SAHAM DENGAN VOLATILITAS MODEL GARCH-M Sukono, Subanar dan Dedi Rosadi..... | 26 |
| 4. PERHITUNGAN VAR DATA HARGA SAHAM DENGAN VOLATILITAS MODEL GARCH DAN EFEK LONG MEMORY Sukono, Subanar dan Dedi Rosadi..... | 37 |
| 5. APLIKASI ANALISIS FAKTOR UNTUK MENENTUKAN VALIDITAS KONSTRUK SKALA SIKAP DIFERENSIAL SEMANTIK TERHADAP KALKULUS Ratu Amilia Avianti dan Gaguk Margono..... | 47 |
| 6. APLIKASI ANALISIS FAKTOR UNTUK MENGESTIMASI RELIABILITAS KONSISTENSI INTERNAL SKALA SIKAP DIFERENSIAL SEMANTIK TERHADAP KALKULUS Gaguk Margono dan Ratu Amilia Avianti..... | 58 |
| 7. REGULARISASI METODE SIMPLEKTIK STUDI KASUS PADA MASALAH KEPLER Suharsono S, Dorrah Azis, Tiryono R..... | 70 |
| 8. MASALAH KEPLER TERMODIFIKASI INTEGRASI DENGAN METODE SIMPLEKTIK Dorrah Azis, Suharsono S, Tiryono R..... | 78 |
| 9. SOLUSI APROKSIMASI PADA MODEL REAKSI OKSIDASI PARSIAL METANA DENGAN METODE NEWTON Rustina, Suryadi MT, Yudi Satria, dan Alfin Kamali..... | 84 |
| 10. PEMODELAN DEBIT AIR SUNGAI STUDI KASUS DAS CIKAPUNDUNG Mulyana..... | 96 |
| 11. KRITERIA EKSISTENSI FUNGSI KONTINYU YANG TIDAK | |



| | |
|--|------------|
| TERDIFERENSIAL DIMANA-MANA | |
| John Maspupu..... | 104 |
| 12. PENENTUAN INTERVAL SEIMBANG DARI HIMPUNAN TITIK TITIK DENGAN DUA WARNA | |
| Attiya Yuliana dan Wamiliana..... | 112 |
| 13. REPRESENTING DEGREE RESTRICTED TREE USING AUGMENTED ADJACENCY MATRIX | |
| Wamiliana, Admi Syarif, and Didik Kurniawan | 125 |
| 14. RANCANG BANGUN TROPONG-LINTASAN BULAN (TRB) UNTUK MENELUSURI LORONG WAKTU DAN MOMEN POTENSIAL PERNIAGAAN | |
| Tiryono..... | 131 |
| 15. PERBANDINGAN ESTIMASI PERIODOGRAM MENGUNAKAN MATRIX PENCIL DAN CEPSTRUM THRESHOLDING | |
| Riko Arlando Saragih dan Ery Syahriza | 141 |
| 16. PEMBENTUKAN EXTENSION FIELD | |
| Helen Burhan dan Sri Mardiyati | 157 |
| 17. AMMI PADA DATA BINOMIAL: MODEL BILINIER LOGIT | |
| Alfian Futuhul Hadi, I Made Sumertajaya dan I Made Tirta..... | 163 |
| 18. PENGEMBANGAN MODEL NONLINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS MENGUNAKAN MATHEMATICAL PROGRAMMING UNTUK KASUS PREDIKSI MULTI KELAS | |
| Budi Santosa..... | 173 |
| 19. PEMANFAATAN MULTIMEDIA UNTUK PEMBELAJARAN SAINS BERMUATAN NILAI | |
| Agus Suyatna..... | 183 |
| 20. PENENTUAN UKURAN SAMPEL DALAM SEM MELALUI ANALISIS POWER BERDASARKAN METODE RMSEA | |
| Dyah Suskandari..... | 189 |
| 21. PERANAN FORMULASI INVERSI PADA FUNGSI KARAKTERISTIK SUATU VARIABEL ACAK | |
| John Maspupu | 216 |
| 22. PEMBELAJARAN POLITIK MASYARAKAT MENGUNAKAN PENERAPAN METODE STATISTIKA | |
| Suhandajo | 222 |
| 23. PENENTUAN UKURAN SAMPEL DALAM ANALISIS DATA | |



MULTILEVEL

Bertho Tantular 230

**24. KONSTRUKSI INTEGRATOR SIMPLEKTIK IMPLISIT
RUNGE-KUTTA ORDE 2 DAN 4**

La Zakaria, Agus Sutrisno, dan Machudor Yusman 239

**25. APLIKASI *GENETIC ALGORITHM* PADA PERSOALAN
*SHORTEST PATH PROBLEM***

Akmal Junaidi, Admi Syarif, Tristiyanto, Rico Andrian..... 248



REGULARISASI METODE SIMPLEKTIK STUDI KASUS PADA MASALAH KEPLER

Suharsono S, Dorrah Azis, Tiryono R¹

¹ Staf pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

ABSTRACT

Regularization procedure is utilized when particle approaches very closely (collision) the central mass and produces large gravitational forces, and sharp bends of orbit. The regularization originates from the singularity given by the Hamiltonian function for $q = 0$. In this respect, we use the coordinate transformation

$S_3 = p_1 f(Q_1, Q_2) + p_2 g(Q_1, Q_2)$ where f and g are conjugate harmonic functions and (Q_1, Q_2) are the new conjugate coordinates. We have the result that the orbit like a torus.

Keyword: regularization

1. PENDAHULUAN

Integrasi Simplektik untuk Masalah Hamiltonian tumbuh pesat selama dua puluh tahun terakhir ini. Sistem Hamiltonian merupakan sistem persamaan diferensial yang digunakan dalam celestial mechanics, yang solusinya dapat dipenuhi oleh transformasi simplektik (kanonik) $(q(0), p(0)) \rightarrow (q(t), p(t))$. Banyak referensi tentang metode simplektik diantaranya Ruth (1983), Neri (1987), Channel & Scovel (1990), Yoshida (1990), Wisdom & Holman (1991), Kinoshita et al (1991), Saha & Tremaine (1992), Suzuki (1992), Sanz-Serna & Calvo (1994), Yoshida (1993). Yoshida telah mengkonstruksi integrator simplektik untuk orde yang lebih tinggi, sementara Mikkola & Wiegert (2002) menyarankan untuk menggunakan transformasi waktu.

Sementara Csillik (2004) memperkenalkan sifat-sifat metode simplektik dan regularisasi.

Regularisasi masalah Kepler untuk kasus pada Runge Kutta orde 4 telah diteliti oleh Csillik (2004).v Selanjutnya pada penelitian ini diselidiki fenomena regularisasi masalah Kepler menggunakan regularisasi metode Simplektik orde 4.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan- tahapan sebagai berikut:

1. Merumuskan Sistem Persamaan Diferensial Biasa (SPDB) Masalah Kepler
2. Merumuskan regularisasi Masalah Kepler
3. Mengkonstruksi integrator rumusan (2) untuk metode simplektik orde 4.
4. Lakukan integrasi Numerik menggunakan Fortran 90 dan Mathematica
5. Lakukan interpretasi atas hasil yang diperoleh.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

1. Regularisasi Masalah Kepler

Masalah Kepler terkait dengan persamaan Hamiltonian. Bentuk dimensional dari masalah ini adalah

$$H = T + V, \text{ dengan: } T = \frac{p_1^2}{2} + \frac{p_2^2}{2} \text{ dan } V = \frac{-1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2}} \quad \dots(1)$$

Untuk merumuskan regularisasi masalah Kepler digunakan transformasi koordinat

$$S_3 = p_1 f(Q_1, Q_2) + p_2 g(Q_1, Q_2) \quad \dots(2)$$

di mana :

$$f(Q_1, Q_2) = (Q_1^2 - Q_2^2)$$

$$g(Q_1, Q_2) = 2Q_1 Q_2$$

Sehingga

$$\begin{aligned} S_3 &= p_1 f(Q_1, Q_2) + p_2 g(Q_1, Q_2) \\ &= p_1 (Q_1^2 - Q_2^2) + p_2 (2Q_1 Q_2) \\ &= p_1 Q_1^2 - p_2 Q_2^2 + 2p_2 Q_1 Q_2 \quad \dots (3) \end{aligned}$$

f dan g adalah fungsi harmonic konjugat, Q_1 dan Q_2 adalah koordinat konjugat baru, sehingga :

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial Q_1} &= \frac{\partial (Q_1^2 - Q_2^2)}{\partial Q_1} = 2Q_1 \\ \frac{\partial f}{\partial Q_2} &= \frac{\partial (Q_1^2 - Q_2^2)}{\partial Q_2} = -2Q_2 \\ \frac{\partial g}{\partial Q_1} &= \frac{\partial (2Q_1 Q_2)}{\partial Q_1} = 2Q_2 \\ \frac{\partial g}{\partial Q_2} &= \frac{\partial (2Q_1 Q_2)}{\partial Q_2} = 2Q_1 \quad \dots (4) \end{aligned}$$

f dan g memenuhi relasi *Cauchy-Riemann*

$$\frac{\partial f}{\partial Q_1} = \frac{\partial g}{\partial Q_2}, \frac{\partial f}{\partial Q_2} = -\frac{\partial g}{\partial Q_1} \quad \dots(5)$$

Selanjutnya akan dicari momentum konjugat baru (P_1, P_2) dari persamaan (5)

$$P_1 = \frac{\partial S_3}{\partial Q_1} = \frac{\partial(p_1 Q_1^2 - p_1 Q_2^2 + 2Q_1 Q_2)}{\partial Q_1} = 2(p_1 Q_1 + p_2 Q_2)$$

$$P_2 = \frac{\partial S_3}{\partial Q_2} = \frac{\partial(p_1 Q_1^2 - p_1 Q_2^2 + 2Q_1 Q_2)}{\partial Q_2} = -2(p_1 Q_2 - p_2 Q_1) \quad \dots(6)$$

Setelah didapatkan (P_1, P_2) kemudian gunakan notasi :

$$\frac{\partial f}{\partial Q_1} = a_{11} \quad , \quad \frac{\partial g}{\partial Q_1} = a_{12} \quad \dots (7)$$

Sehingga

$$P_1 = a_{11} p_1 + a_{12} p_2 \quad \dots (8)$$

$$P_2 = -a_{12} p_1 + a_{11} p_2 \quad \dots (9)$$

Ditulis

$$P = A.p \quad \dots (10)$$

Di mana

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ -a_{12} & a_{11} \end{pmatrix}, \quad p = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix}$$

$$\text{dan } D(Q_1, Q_2) = \det A = \left(\frac{\partial f}{\partial Q_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial Q_1} \right)^2$$

$$= 4(Q_1^2 + Q_2^2) \quad \text{Dari}$$

persamaan (36) diperoleh sifat bahwa :

$$p = \frac{P}{A}$$

$$p^2 = \frac{1}{D} P^2$$

Selanjutnya diperoleh Hamiltonian baru :

$$\bar{H} = \frac{1}{2} \frac{P_1^2 + P_2^2}{D} - \frac{1}{(f^2 + g^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2}$$

2. Konstruksi Integrator Regularisasi Masalah Kepler dengan Metode Simplektik Orde – 4

Setelah diregularisasi bentuk Hamiltonian menjadi

$$\bar{H} = \frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2}$$

Sistem Hamiltonian $H(p,q)$ dapat dicari berdasarkan

$$\frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \quad ; \quad \frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i} \quad \dots (11)$$

Berdasarkan transformasi persamaan (27) didapatkan (Q_1, Q_2) yang merupakan koordinat konjugat baru dan (P_1, P_2) yang merupakan momentum konjugat baru serta didapatkan Hamiltonian yang baru, sehingga persamaan (40) menjadi

$$\frac{dP_i}{dt} = -\frac{\partial \bar{H}}{\partial Q_i}, \quad \frac{dQ_i}{dt} = \frac{\partial \bar{H}}{\partial P_i} \quad \dots (12)$$

Dengan menggunakan persamaan (41) $\frac{\partial V}{\partial q}$ dari regularisasi masalah Kepler dapat dicari

sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dP_1}{dt} &= -\frac{\partial \bar{H}}{\partial Q_1} \\ &= \frac{Q_1(P_1^2 + P_2^2)}{4(Q_1^2 + Q_2^2)^2} - \frac{2Q_1}{(Q_1^2 + Q_2^2)^2} \end{aligned} \quad \dots (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{dP_2}{dt} &= -\frac{\partial \bar{H}}{\partial Q_2} \\ &= \frac{Q_2(P_1^2 + P_2^2)}{4(Q_1^2 + Q_2^2)^2} - \frac{2Q_2}{(Q_1^2 + Q_2^2)^2} \end{aligned} \quad \dots (14)$$

Dengan menggunakan persamaan (14) $\frac{\partial T}{\partial p}$ dari regularisasi masalah Kepler dapat dicari

sebagai berikut

$$\begin{aligned}\frac{dQ_1}{dt} &= \frac{\partial \bar{H}}{\partial P_1} \\ &= \frac{P_1}{4(Q_1^2 + Q_2^2)}\end{aligned}\quad \dots (15)$$

$$\begin{aligned}\frac{dQ_2}{dt} &= \frac{\partial \bar{H}}{\partial P_2} \\ &= \frac{P_2}{4(Q_1^2 + Q_2^2)}\end{aligned}\quad \dots (16)$$

Selanjutnya dicari rumusan persamaan Kepler dengan menggunakan peubah baru

$Q_1 = Q_1(\tau)$ di mana $dt = 4(Q_1^2 + Q_2^2)d\tau$, sebagai berikut

$$\begin{aligned}\frac{dP_1}{d\tau} &= -\frac{\partial \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)}{\partial Q_1} 4(Q_1^2 + Q_2^2) \\ &= 8Q_1 \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)\end{aligned}\quad \dots (17)$$

$$\begin{aligned}\frac{dP_2}{d\tau} &= -\frac{\partial \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)}{\partial Q_2} 4(Q_1^2 + Q_2^2) \\ &= 8Q_2 \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)\end{aligned}\quad \dots (18)$$

$$\begin{aligned}\frac{dQ_1}{d\tau} &= \frac{\partial \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)}{\partial P_1} 4(Q_1^2 + Q_2^2) \\ &= P_1\end{aligned}\quad \dots (19)$$

$$\begin{aligned}\frac{dQ_2}{d\tau} &= \frac{\partial \left(\frac{P_1^2 + P_2^2}{8(Q_1^2 + Q_2^2)} - \frac{1}{Q_1^2 + Q_2^2} \right)}{\partial P_2} 4(Q_1^2 + Q_2^2) \\ &= P_2\end{aligned}\quad \dots (20)$$

Dengan menggunakan skema integrator simplektik orde empat, maka diperoleh integrator rumusan masalah Kepler dalam bentuk:

$$Q_j^i = Q_j^{i-1} + \tau c_i P_j^{i-1}$$

$$P_j^i = P_j^{i-1} - \tau d_i \left(8Q_j^i \left(\frac{(P_1^i)^2 + (P_2^i)^2}{8((Q_1^i)^2 + (Q_2^i)^2)} - \frac{1}{(Q_1^i)^2 + (Q_2^i)^2} \right) \right) \quad \dots(21)$$

dengan i adalah orde integrator yaitu $i = 1, \dots, 4$ dan $j = 1, 2$

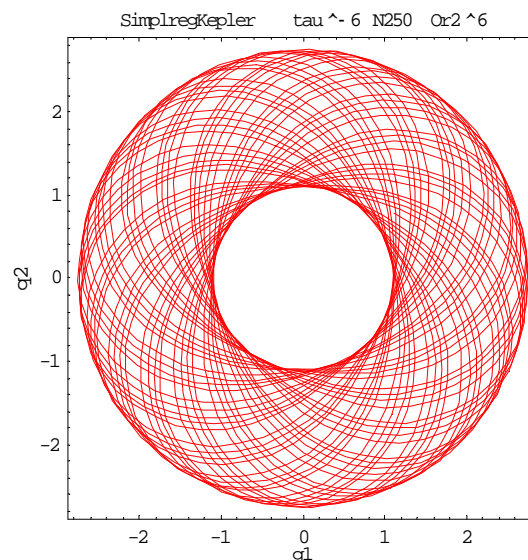
di mana

$$c_1 = c_4 = \frac{1}{2(2 - 2^{\frac{1}{3}})}, \quad c_2 = c_3 = \frac{1 - 2^{\frac{1}{3}}}{2(2 - 2^{\frac{1}{3}})}$$

$$d_1 = d_3 = \frac{1}{2 - 2^{\frac{1}{3}}}, \quad d_2 = \frac{-2^{\frac{1}{3}}}{2 - 2^{\frac{1}{3}}}, \quad d_4 = 0$$

3. Integrasi Numerik Menggunakan *Fortran 90* dan *Mathematica*

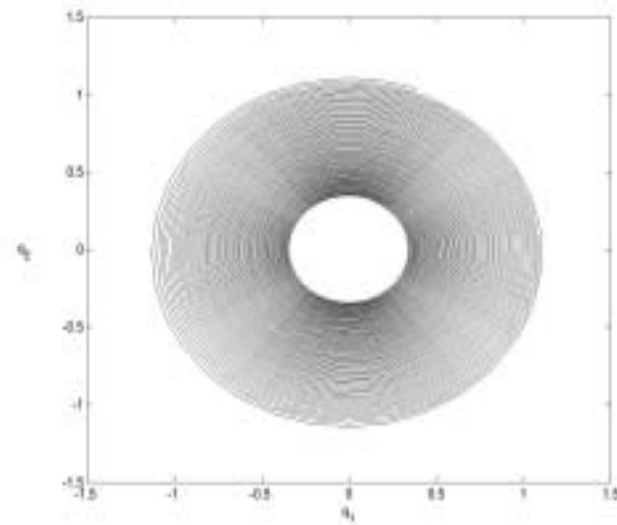
Hasil integrasi numerik dari masalah Kepler dengan regularisasi metode simplektik dengan nilai awal $p_0^1 = -1.1640$, $p_0^2 = 1.6543$, $q_0^1 = 0.8624$, $q_0^2 = 0.5980$, ukuran langkah $\tau = 10^{-6}$ dan iterasi = 2.10^6 , bila titik-titiknya dihubungkan (plot joint) akan menghasilkan gambar seperti di bawah ini :



Gambar 1. Solusi Numerik Masalah Kepler dengan Regularisasi Metode Simplektik $\tau = 10^{-6}$, $N = 250$ dan iterasi = 2.10^6

Hasil ini persis sama dengan integrasi numerik masalah Kepler Termodifikasi bila diintegrasikan menggunakan integrator Integral Preserving (Azis D & S. Suharsono. 2004)

Solusi masalah Kepler dengan regularisasi metode simplektik ini ditampilkan dalam sebuah bidang koordinat dengan q_1 sebagai sumbu-x dan q_2 sebagai sumbu-y. Serupa bentuknya jika dibandingkan dengan masalah Kepler yang didapat dengan menggunakan metode Runge_Kutta dengan nilai awal $p_0^1 = -0.9048$, $p_0^2 = 0.3317$, $q_0^1 = 0.3862$, $q_0^2 = 1.0315$ seperti gambar ini.



**Gambar 2. Solusi Numerik Masalah Kepler dengan Metode RK-4
(J. Csillik, 2004)**

4. KESIMPULAN

Regularisasi metode simplektik merupakan transformasi konjugat dari metode simplektik. Hasil integrasinya ditransformasi balik (inversi). Hasilnya berupa torus, serupa dengan hasil integrasi masalah Kepler termodifikasi dengan integrator Integral Peserving.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari penelitian yang didanai oleh program PHK A2. Untuk itu diucapkan terimakasih



DAFTAR PUSTAKA

- Azis D & S. Suharsono. 2004. *Masalah Kepler Termodifikasi, Integrasi Numerik dengan Integrator Integral Preserving*. Prosiding Seminar Hasil – hasil Penelitian Universitas Lampung, 2004.
- Cartan H., 1971. *Differential Calculus*. Kershaw Publishing Company, Hermann Paris
- Channel, P. J. & Scovel J. C. 1990. *Symplectic Integration of Hamiltonian Systems*. Nonlinearity, 3. 231 – 259.
- Itoh T & Abe K. 1988. *Hamiltonian conserving discrete canonical equations based on variational difference quotients*. J. Comp. Phys. 77 85 – 102.
- J. Csillik. 2004. *Symplectic and Regularization Methods*. Technische Mechanik 24. 67 – 73.
- Kinoshita H, Yoshida H, & Nakai H. 1991. *Symplectic Integrators and Their Application to Dynamical Astronomy*. Celestial Mechanics. 50. 59 – 71.
- Mc Lachlan & Quispell G., R., W., 2001. *Six Lectures on the geometric integration of ODEs*, Foundations of Computational Mathematics. Ed R. A. DE Vore et al (Cambridge: CUP pp 155 – 210)
- Mikkola DS & Wiegert P. *Regulating Time Transformation in Symplectic and Composite Integration*. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 82, 375 – 390.
- Neri F. 1987. *Lie Algebra and Canonical Integration*. Dept of Physics, Unive of Maryland, preprint.
- Ruth R. D., 1983. *A Canonical Integration Technique* IEEE Trans Nucl Sci. NS. 30. 2669 – 2671.
- Saha P. Tremaine S. 1992. *Symplectic Integration for Solar System Dynamic*. Astron J. 104. 1633 – 1640.
- Sanz Serna J. M. & Calvo M. P. 1994. *Numerical Hamiltonian Problem*. Chapman & Hall. London.
- Suzuki M. 1992. *General Theory of Higher Order Decomposition of Exponential Operators and Symplectic Integrators*. Phy. Lett. A. 165. 387 – 395.
- Wisdom J & Holman M. 1991. *Symplectic Maps for the n-body problem*. The Astronomical Journal. 102. 1528 – 1538.
- Yoshida H. 1990. *Construction of Higher Order Symplectic Integrators*. Phys Lett A. 150. 262 – 268.
- Yoshida H. 1993 *Recent Progress in The Theory and Application of Symplectic Integrators*. Celestial Mechanics. 56 27 – 43.