

UNDANGAN DAN PEMBERITAHUAN

Kepada seluruh civitas akademika, kami mengundang bisa mengikuti Seminar Nasional Sains dan Teknologi- II 2008 bertema "Peran Strategis Sains dan Teknologi Pasca 100 Tahun Kebangkitan Nasional", yang akan diselenggarakan tanggal 17-18 November 2008.

Puji Syukur kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang telah dapat menyelenggarakan

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.

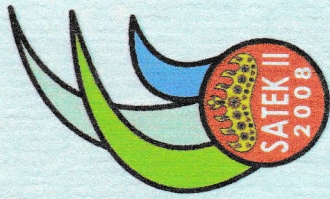
Akhir kata mari kita bersama meningkatkan daya saing bangsa melalui karya nyata dalam bidang sains dan teknologi. Terimakasih ata perhatiannya.

Bandar Lampung, 1 Oktober 2008

Panitia



SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI - II



Sertifikat

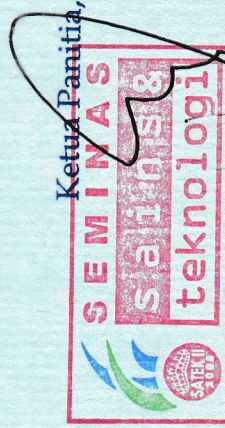
Diberikan kepada :

Ordas Dewanto

Sebagai peserta dalam SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI (SATEK) II TAHUN 2008
dengan tema PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI PASCA 100 TAHUN KEBANGKITAN NASIONAL
yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian Universitas Lampung
Universitas Lampung, Bandar Lampung, 17 - 18 November 2008



Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.
NIP 131129059



Dr. Eng. Admi Syaif, M.Sc.
NIP 131996474



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



MENU UTAMA

-  **PENYUNTING DAN ISBN**
-  **KATA PENGANTAR**
-  **DAFTAR KELOMPOK BIDANG**
-  **DAFTAR ISI MAKALAH**



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



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



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 Widianti, 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⁾ , Frilla 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, Yulianto 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



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



MENENTUKAN KONDISI BATUAN ORGANIK DI DAERAH 'X' SUMATERA TENGAH, BERDASARKAN ESTIMASI KAPASITAS TERMAL BATUAN RESERVOAR

Ordas Dewanto

*Jurusan Fisika FMIPA Unila
Jl. S Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Email: ordas@unila.ac.id*

ABSTRAK

Usaha membangun sebuah metodologi atas penggunaan data akustik laboratorium untuk tujuan estimasi kondisi batuan reservoir di cekungan-cekungan sedimen di Indonesia telah dilaksanakan dengan baik. Penelitian tersebut mendasari riset yang dilakukan ini, yaitu dengan menggunakan konsep dasar aliran panas bumi (*terrestrial heat flow*), yang didukung dengan data-data geologi, data *core* (petrofisika), data log dan data geokimia. Dari hasil pengukuran dan analisa perubahan sifat-sifat fisika dan kimia batuan di laboratorium, dapat diturunkan beberapa metode penentu perubahan material organik dan parameter sifat-sifat elastik yang akan dipakai sebagai indikator untuk memprediksi kondisi batuan organik dan membantu kegiatan eksplorasi. Diharapkan dari penelitian ini akan diperoleh hasil yang cukup akurat dan lebih jelas dalam memahami persoalan-persoalan pada kegiatan eksplorasi hidrokarbon. Peneliti menghitung kapasitas termal yang dimodifikasi dengan memasukkan parameter termal, sehingga total termal pada suatu ruang batuan ini menjadi dasar untuk mengetahui kondisi batuan organik tersebut. Pada setiap sumur diperoleh dua harga kapasitas termal, yaitu berdasarkan konduktivitas panas batuan hasil pengukuran di laboratorium dan berdasarkan konduktivitas panas batuan hasil perhitungan menggunakan parameter petrofisika (ϕ).

Kata kunci: core, batuan organik, kapasitas termal

1. PENDAHULUAN

Cadangan minyak bumi kini semakin terbatas. Sementara harga minyak dunia cenderung meroket dan tak terkendali. Bila bangsa ini terus bergantung pada BBM (bahan bakar minyak), akan bisa membuat persoalan makin rumit. Belum lagi bila dikaitkan bahwa sebagian dari BBM itu masih harus ada yang disubsidi, maka akan menjadi persoalan yang sangat berat bagi negeri ini di masa mendatang, bila tak ada *alternatif* di bidang energi. Semakin tinggi harga minyak di pasaran dunia, akan semakin tinggi beban subsidi yang harus ditanggung oleh negara, yang membawa konsekuensi dana yang seharusnya bisa dimanfaatkan untuk membiayai sektor produktif, tersedot hanya untuk subsidi. Fenomena semacam itu seharusnya tak boleh dibiarkan berlarut-larut tanpa sebuah penyelesaian, apalagi Indonesia bukan penghasil minyak yang besar. Produksi tak lebih dari satu juta barel per hari, sehingga menggantungkan energi pada migas sudah saatnya mulai dikurangi. Dalam posisi cadangan



minyak yang makin menipis dan harga minyak dunia yang terus meroket, seharusnya masyarakat semakin mengurangi ketergantungan pada BBM dan beralih menggunakan energi baru dan terbarukan.

Usaha pencarian sumber energi baru dan terbarukan sampai saat ini masih menjadikan prioritas utama dalam dunia eksplorasi sumber energi. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, analisis terhadap data dan informasi geologi yang tercantum dalam laporan-laporan hasil penelitian yang dilakukan oleh para peneliti terdahulu (Subono dkk, 1995; Widarsono dkk, 1997; dan Dewanto dkk, 2004-2006) memberikan harapan ditemukannya sumber daya energi baru terbarukan yaitu munculnya sumber energi baru berupa serpih material organik yang dapat berubah menjadi zat pengganti migas, karena mengalami reaksi alam tingkat tinggi sehingga menyebabkan perubahan fisika dan kimia.

Berdasarkan analisis terhadap data dan informasi geologi yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, indikasi umum keterdapatannya berbagai sumber daya energi yang tercermin dari beberapa parameter geologis yang terekam, memberikan harapan ditemukannya sumber energi baru terbarukan tersebut. Usaha membangun sebuah metodologi atas penggunaan data akustik laboratorium untuk tujuan perkiraan kematangan material organik dalam batuan induk dari hasil analisa perubahan sifat kimia dalam batuan reservoir di cekungan-cekungan sedimen di Indonesia telah dilaksanakan oleh Subono dan Siswoyo (1995), dan Dewanto dkk (2002, 2004-2006) yang telah berhasil dengan baik. Penelitian tersebut mendasari penelitian yang dilakukan, yaitu dengan menggunakan konsep dasar aliran panas bumi (*terrestrial heat flow*), yang didukung dengan data-data geologi, data *core* (petrofisika), data log dan data geokimia. Dari hasil pengukuran dan analisa perubahan sifat-sifat fisika dan kimia batuan di laboratorium, dapat diturunkan beberapa metode penentu perubahan material organik dan parameter sifat-sifat elastik yang akan dipakai sebagai indikator untuk memprediksi kondisi *batuan organik* dan membantu kegiatan eksplorasi migas.

Disebabkan berbedanya kondisi dan skala pengamatan antara kondisi di laboratorium dan di reservoir, maka akan dilakukan juga penelitian untuk mengkonversikan hasil pemodelan di laboratorium ke kondisi reservoir, dengan bantuan kapasitas panas pada setiap kedalaman dari sumur yang diamati untuk skala laboratorium yang dikalibrasikan, sehingga dapat dianggap berlaku dalam proses perubahan material organik dalam reservoir. Dengan demikian penelitian ini berorientasi pada usaha untuk menghubungkan tingkat perubahan material organik terhadap perubahan sifat-sifat fisika batuan reservoir, sehingga diharapkan terbentuk sebuah metoda yang sistematis untuk mempersiapkan hasil-hasil pengujian laboratorium dan perhitungan yang dapat dianggap siap pakai pada hasil keluaran sumur eksplorasi (misal: jumlah panas dan sifat fisika batuan), sesuai dengan kondisi reservoir yang bersangkutan. Salah satu alternatif dalam penentuan sifat fisika batuan adalah dengan menghitung jumlah kalor yang terjadi pada setiap



kedalaman dari sumur yang diamati. Tingkat perubahan fisika dan kimia material organik pada batuan reservoir bergantung pada beberapa parameter fisika batuan tersebut. Untuk mendapatkan hubungan antara tingkat perubahan fisika dan kimia zat organik pada batuan reservoir dan sifat-sifat fisika batuan yang lain, maka dilakukan percobaan dengan mengukur dan menghitung aliran panas bumi, kapasitas kalor dan sifat fisika batuan reservoir yaitu konduktivitas panas batuan, konduktivitas panas formasi, konduktivitas panas sumur, tekanan, porositas, temperatur, litologi, gradien temperatur dan umur (waktu). Jumlah panas yang terjadi pada setiap kedalaman dari sumur yang diamati dihitung berdasarkan pengukuran konduktivitas panas batuan, porositas, temperatur, gradien temperatur, umur, tekanan, litologi dan aliran panas bumi (Atmojo, 2005 dan Dewanto, 2005-2006). Kemudian dengan menggunakan hasil analisa dan pemodelan matematis, maka selanjutnya dibangun sebuah metoda yang dapat dipakai sebagai landasan teori tentang terapan suatu ilmu pengetahuan dalam skala industri, terutama dalam memprediksi kondisi batuan organik dalam suatu cekungan di Sumatera.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Pengambilan Data

a) Pengukuran Konduktivitas Panas Batuan

Untuk mengukur konduktivitas panas batuan dipergunakan alat yang disebut *three needle device* atau *three needle control box*. Alat pengukur konduktivitas panas batuan *three needle device* adalah modifikasi dari peralatan yang dipergunakan oleh Von Herzen dan Maxwell (1959), yaitu *hot needle device* yang dipakai pada pengukuran sedimen dasar samudera. Alat pengukur konduktivitas panas *three needle device* terdiri dari beberapa blok rangkain antara lain, Sensor, Control BOX, dan Recorder.

b) Pengukuran Porositas

Mengukur porositas yang merupakan salah satu tahapan dalam analisis *core* rutin (*Routine Core Analysis*). Alat yang diperlukan dalam pengukuran porositas ini, yaitu *Helium Gas Porosimeter-HGP 200*. Bersamaan dengan pengukuran porositas, terukur juga harga *bulk volume*, *pore volume* dan *grain density* pada alat tersebut.

c) Pengambilan Data Log Radioaktif

Yaitu harga densitas (RHOB), porositas (NPHI) dan sinar Gamma. Data-data ini digunakan untuk mengukur density, porositas dan menentukan lapisan permeabel.

d) Pengambilan Data Log Akustik (DT)

Log ini berguna untuk mengukur interval transit-time.



e) Pengambilan Data Log Listrik (LLd, LLs, MSFL dan SP)

Yaitu berguna untuk mengukur resistivity dan membantu menentukan lapisan permeabel.

f) Pengambilan Data Log Caliper (Caliper)

Yaitu untuk mengukur diameter lubang sumur dan mengetahui kondisi dinding sumur.

2.2 Metode Pengolahan Data

a) Penentuan Litologi, Umur, Porositas

Menentukan litologi pada tiap-tiap formasi dari masing-masing sumur (2 sumur) dan mengetahui umur serta waktu sedimentasi dari litologi tersebut. Selanjutnya menentukan harga porositasnya, sebagai dasar acuan untuk melakukan pekerjaan pada tahap berikutnya.

b) Penentuan Rumus Termal

Kapasitas kalor ditentukan berdasarkan prinsip dasar TTI, diintegrasikan dengan pengertian dasar 'heat flow' yang menunjukkan banyaknya kalori per satuan luas per satuan waktu. Gradien temperatur tidak diambil sama, tetapi merupakan fungsi heat flow dan daya hantar panas formasi yang diamati secara keseluruhan. Kapasitas termal menunjukkan tingkat kondisi batuan organik, yang diperoleh dari jumlah komulatif banyaknya kalori persatuan volume.

Tahap ini menghitung kapasitas termal pada masing-masing lapisan batuan. Kapasitas termal dihitung berdasarkan kasus sederhana *Lopatin-Waples* dan perhitungan perubahan *Time Temperature Index* (TTI), yang dimodifikasi dengan memasukan parameter *heat flow*. Sehingga total termal pada suatu ruang batuan organik (sedimen, karbonat, serpih), diubah menjadi suatu model termal.

Untuk mengerjakan tahap ini, dilakukan beberapa perhitungan dan pengukuran untuk memperoleh parameter-parameter termal: menghitung konduktivitas panas batuan, gradien temperatur, konduktivitas panas formasi, konduktivitas panas sumur, menentukan heat flow, membuat model geo histories.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menghitung kapasitas termal berdasarkan kasus sederhana *fisika termal* dan perhitungan perubahan *time temperature index*, yang dimodifikasi dengan memasukan parameter termal. Kapasitas termal ditunjukkan dengan satuan kal cm^{-3} , artinya bahwa di dalam ruang batuan tersebut mempunyai jumlah panas sebesar $n \text{ kal cm}^{-3}$. Besarnya harga kapasitas termal ini menjadi dasar untuk memperkirakan tingkat kondisi zat organik dalam batuan reservoir pada masing-masing sumur.

Tabel 1. Hasil Pengolahan Data (Aliran Panas Bumi, Temperatur dan Kapasitas Termal)

Nama Sumur	Q (mW/m ²)	Batuan Organik-1		Batuan Organik-2		Batuan Organik-3	
		Temp (°C)	Kapasitas Termal (x10 ³) (kal/cm ³)	T (°C)	Kapasitas Termal (x10 ³) (kal/cm ³)	T (°C)	Kapasitas Termal (x10 ³) (kal/cm ³)
S-09	188.77	75-85	1-5	95-105	10-15	135-140	50-70
S-10	149.36	75-85	1-5	100-105	10-15	125-145	50-70
S-11	88.84	85-90	1-5	100-105	10-15	135-145	50-70
S-12	111.43	75-95	1-5	100-105	10-15	125-135	50-70

Nilai kapasitas termal yang didukung oleh beberapa hasil pengolahan data seperti aliran panas bumi, vitrinite reflectance, data geologi dan beberapa parameter dasar (K_B , ϕ , umur, litologi dan gradient temperatur), maka dapat ditentukan kondisi batuan organik pada masing-masing sumur. Secara tidak langsung, lapisan hidokarbon juga dapat terdeteksi dari hasil analisa ini. Kedalaman lapisan organik dan lapisan hidrokarbon pada masing-masing sumur ditunjukkan dalam Tabel 1. Nilai temperatur dan kapasitas termal lapisan pada masing-masing sumur ditunjukkan dalam Tabel 1. Hasil pengolahan data yang ditunjukkan dalam Tabel 1 tersebut, selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis penentuan kondisi batuan organik secara akurat pada masing-masing sumur.

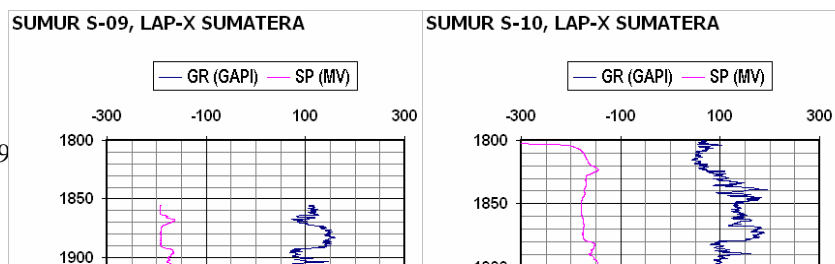
Model grafik tingkat termal pada sumur merupakan hasil analisis penentuan lapisan organik secara rinci. Dalam grafik tersebut, dapat dilihat kondisi sumur pada masa-masa sebelumnya. Hubungan waktu dengan kedalaman menggambarkan grafik lapisan sumur-sumur yang mengandung *zat-zat organik* dengan temperatur tertentu, yang akan sangat membantu proses sejarah geologi energi baru di Indonesia.

Model grafik tingkat termal penentu kondisi batuan organik masing-masing sumur ditunjukkan dalam Gambar 1 dan 2. Masing-masing Gambar mewakili dua sumur yang posisinya berdekatan. Dari hasil analisis diperoleh masing-masing sumur mempunyai lapisan mengandung *organik* yang terletak pada kedalaman dan temperatur tertentu.

Grafik tingkat termal sumur S-09 s/d S-12 mempunyai kedalaman lapisan smos yang berbeda-beda, namun demikian perbedaannya tidak terlalu besar. Pada kedalaman tersebut, ditunjukkan dengan nilai kapasitas termal 1 s/d 5 ($\times 10^3$) kal/cm³, yang didukung oleh data geokimia Ro sekitar 0.34-0.45. Harga kapasitas termal 10-15 ($\times 10^3$) kal/cm³ dan indikator geokimia Ro sekitar 0.70-0.73, ditunjukkan dengan kedalaman lapisan yang lebih dalam dibandingkan lapisan yang mempunyai nilai kapasitas termal lebih kecil. Sedangkan untuk kapasitas termal 50-70 ($\times 10^3$) kal/cm³, hanya terjadi pada sumur-sumur tertentu, di kedalaman dan temperature tertentu juga. Artinya bahwa pada kedalaman tersebut mendekati terjadinya hidrokarbon cair. Hal ini didukung oleh data geokimia Ro sekitar 0.85-0.91.

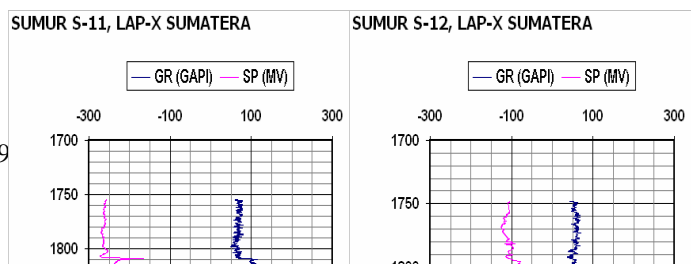


Secara jelas posisi lapisan yang mengandung batuan organik dengan prospek yang cukup bagus ditunjukkan dalam Gambar 1 s/d 2. Gambar tersebut menggambarkan lapisan sumur-sumur yang mengandung batuan organik dengan temperatur tertentu, yang selanjutnya akan dipakai sebagai dasar penentuan daerah hidrokarbon di sekitar sumur-sumur, dengan cara mengkorelasi sumur-sumur tersebut.





Gambar 1. Lapisan organik dan Nilai Temperatur Sumur S-09 dan S-10





Gambar 2. Lapisan *organik* dan Nilai Temperatur Sumur S-11 dan S-12

4. KESIMPULAN

1. Lapisan organik-1, ditunjukkan oleh harga kapasitas termal $1-5 (x10^3)$ kal/cm³, dengan temperatur berkisar 60-85 °C. Kondisi lapisan ini merupakan sumber energi yang harus selalu dipantau dan diteliti, untuk pekerjaan eksplorasi berikutnya.
2. Lapisan organik-2, ditunjukkan oleh harga kapasitas termal $10-15 (x10^3)$ kal/cm³, dengan temperatur berkisar 100-125 °C. Kondisi lapisan ini perlu segera dilaksanakan penelitian yang lebih teliti, karena lapisan tersebut diperkirakan penuh dengan minyak.
3. Lapisan organik-3, ditunjukkan oleh harga kapasitas termal $50-70 (x10^3)$ kal/cm³ dan temperatur berkisar 125-140 °C. Kondisi lapisan ini perlu segera dilaksanakan penelitian yang lebih teliti, karena lapisan tersebut diperkirakan penuh dengan gas cair dan padat.
4. Perubahan parameter sifat-sifat fisika batuan reservoir sangat mempengaruhi tingkat penentuan lapisan organik dalam sumur, sebagai berikut:
 - a. Tekanan, kedalaman dan litologi mempengaruhi nilai porositas batuan.
 - b. Porositas mempengaruhi nilai konduktivitas panas batuan.
 - c. Konduktivitas panas batuan mempengaruhi nilai gradien temperatur dan temperatur.
 - d. Gradien temperatur dan konduktivitas panas batuan mempengaruhi aliran panas bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amdel, 1998, 'Geological Time Scale Chart', The Australian Mineral Development Laboratories.
- Atmojo, JP., 2005, Pemanfaatan Sumber Energi Geothermal Sebagai Solusi Alternatif Untuk Penanggulangan Krisis Energi di Indonesia, Workshop Energi Baru dan Terbarukan, Universitas Andalas, Padang, 28 April.
- Dewanto, O., 2001, Analisa Hubungan Aliran Panas Bumi Terhadap Awal Maturasi Hidrokarbon pada Cekungan Minyak di Jawa Barat-Utara. *Jurnal Sains dan Teknologi Unila ISSN 0853-733X Vol. 7 No. 3, Tahun 2001 hal. 29-42.*
- Dewanto, O., 2002, Analisa Hubungan Porositas Terhadap Konduktivitas Panas Batuan Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak, *Jurnal Sains dan Teknologi Unila ISSN 0853-733X Vol. 8 No. 2, Tahun 2002 hal. 27-41.*
- Dewanto, O., 2004, Estimasi Tingkat Maturasi Hidrokarbon Menggunakan Metode Termal pada Sumur A-1 dan B-1 di Cekungan Sumatera Tengah, *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-29, Yogyakarta 5-7 Oktober 2004". Edisi Oktober Tahun 2004, ISBN 979-95053-4-8.*
- Dewanto, O., 2004, Estimasi Heat Flow Berdasarkan Konduktivitas Panas Sumur Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak di Sumatera Tengah, *Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.3, Desember 2004, ISSN 0853-733X.*
- Dewanto, O., 2005, Estimasi Perubahan Temperatur terhadap Terbentuknya Minyak Bumi pada Batuan Reservoir Migas, *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lampung. Edisi II, September 2005, ISBN 979-8287-82-7.*



- Dewanto, O., 2006, Analisis Pengaruh Perubahan Sifat Fisika Batuan terhadap Tingkat Maturasi Hidrokarbon pada Batuan Reservoir, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Volume 12, No.2, Agustus 2006. ISSN 0853-733X. Terakreditasi Dirjen DIKTI No: 56/DIKTI/Kep/2005.
- Dresser Atlas, Dresser Industries Inc., 1982, 'Well Logging and Interpretation Techniques', The Course For Home Study, p. 22-32, 39-94, 102-129, 165-178.
- Gretener, P.E., 1981, 'Geothermics: Using Temperature in Hydrocarbone Exploration', Short Course San Francisco Annual Meeting May 1981, The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, USA, p.1-67.
- Harsono, A., 1993, 'Pengantar Evaluasi Log', Schlumberger Data Services, Mulia Center L.17, Kuningan, Jakarta, p.19-21.
- Mulyatno, BS. dan Dewanto, O., 2004, Menentukan Konduktivitas Panas Sumur Berdasarkan Konduktivitas Panas Batuan Hasil Pengukuran dan Perhitungan pada Sumur Minyak di Sumatera Tengah, *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-29, Yogyakarta 5-7 Oktober 2004*. Edisi Oktober, ISBN 979-95053-4-8.
- Nakayama, K., and Lerche, I. 1987, 'Basin Analysis by Model Simulation: Effect of Geologic Parameters on 1D and 2D Fluid Flow Systems with Applications to an Oil Field', *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc Trans*, v.37, p.175-184.
- Siswoyo & S. Subono, 1995, 'Heat Flow, Hydrocarbon Maturity and Migration in Northwest Java', *CCOP Technical Bulletin*, March, Vol.25, pp.23 to 36.
- Subono, S. & Siswoyo, 1995, 'Thermal Studies of Indonesian Oil Basin', *CCOP Technical Bulletin*, March 1995, Vol. 25, pp. 37 to 54.
- Widarsono, B. & Saptono, F., 1997, Pendukung Dalam Perkiraan Porositas dan Saturasi Fluida dari Survei Seismik, *Proceeding Simposium dan Kongres V IATMI*, Jakarta, Oktober.