

**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI**

Jakarta, 9 - 10 Januari 1996

BUKU I

**PROSES RADIASI, INDUSTRI,
DAN LINGKUNGAN**

**BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI**

JL. CINERE PASAR JUMAT KOTAK POS 7002 JKSKL, JAKARTA 12070; INDONESIA
TELP. 7690709 - KAWAT/CABLE: JUMATOM - TELEX 47113 CAIRCA IA FAX. 7691607

Penyunting : Buku I, II, dan III

1. Ir. Munsiah Maha	Ketua merangkap Anggota
2. Ir. F. Sundardi, APU	Wakil Ketua merangkap Anggota
3. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D., APU	Anggota
4. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	Anggota
5. Ir. Elsjje L. Sisworo, M.Si., APU	Anggota
6. Ir. Wandowo	Anggota
7. Dr. Made Sumatra	Anggota
8. Dr. Ir. Mugiono	Anggota
9. Dr. Yanti Sabarinah S.	Anggota

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA)
Risalah pertemuan ilmiah aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 9 - 10 Januari 1996/
Penyunting, Munsiah Maha.-- (et al.)-- Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional,
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1996.
3 Jil.; 30 cm.

Isi : jil. 1. Proses radiasi, industri, dan lingkungan
 jil. 2. Pertanian
 jil. 3. Peternakan, biologi, dan kimia

ISBN 979-8500-11-3 (no. jil. lengkap)
ISBN 979-8500-12-1 (jil. 1)
ISBN 979-8500-13-X (jil. 2)
ISBN 979-8500-14-8 (jil. 3)

1. Isotop - Kongres I. Judul II. Maha, Munsiah

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070

PENGANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk menyebarluaskan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Proses Radiasi, Industri, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Peternakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini dihadiri oleh 183 orang peserta yang terdiri dari para ilmuwan, dan peneliti, serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua makalah utama yang dibawakan oleh pejabat senior, yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional, dan Peranan Sains dan Teknologi Nuklir dalam Menunjang Pertumbuhan Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas sebanyak 77 makalah hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

Penerbitan risalah pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan di masa mendatang.

Penyunting

PENDAHULUAN

Perkembangan pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikatif Laeop dan
Kedinas (APISORA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Laeop dan Riset Badan
Kecergasan Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk memperbaharui infor-
masi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang proses
Kedinas, Industri, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Petar-
nakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang
ini dapat diteliti dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada
umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini dihadiri oleh 100 orang peserta yang terdiri dari para ilmu-
wan dan praktisi serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua masalah utama yang dibawakan oleh pembicara
yaitu yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional dan Program Sains dan Teknologi
Vulfin dalam Menunjang Pembangunan Industri dan Penyelamatan Lingkungan. Selanjutnya, dibar-
uasi sebagai 77 masalah hasil penelitian yang dibahas dalam tiga kelompok dan dipresentasikan
secara paralel.

Keaktifan masalah pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat menambah sumber informasi
dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk
kegiatan penelitian pembangunan di masa mendatang.

Pertemuan

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	ix
Sambutan Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional	xi
 MAKALAH UNDANGAN	
Peranan sains dan teknologi nuklir dalam menunjang pertumbuhan industri dan pengelolaan lingkungan PROF. DR. AZHAR DJALOEIS	1
Program riset unggulan strategis nasional DR. MOHAMMAD RIDWAN	9
 BUKU I : PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN	
Karakteristik kopolimer tempel LDPE-g-PDMAEA MIRZAN T. RAZZAK, A. WIDADI, DARSONO, dan SITI SOEDARINI	13
<u>Crosslinking</u> dan degradasi polietilen oksida dalam larutan air dengan radiasi sinar gamma ZAINUDDIN	21
Kopolimerisasi cangkok 4-vinil piridin pada serat polipropilen dengan metode peroksidasi secara iradiasi untuk penukar ion ITA YULITA, ENDANG ASIJATI W., MIRZAN T. RAZZAK, dan DARSONO	29
Efek iradiasi terhadap kompon polietilen densitas rendah ANIK SUNARNI, ISNI MARLIJANTI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT T.M.	35
Pengaruh <u>flame retardant</u> terhadap kecepatan nyala pada kompon polietilen ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT TRIMULYADI	41
Pengaruh berat molekul oligomer uretan akrilat dan monomer reaktif pada sifat perekat peka tekanan DARSONO, T. SASAKI, YANTI SABARINAH SOEBIANTO, dan MIRZAN T. RAZZAK ..	45
Analisis spektrum NMR proton emulsi karet alam metil metakrilat KRISNA LUMBANRAJA, KADARIJAH, SUDIRMAN, dan BUNJAMIN	53
Identifikasi gugus fungsi kopolimer karet alam-stiren iradiasi berbahan pemeka normal butil akrilat dengan FTIR dan NMR KADARIJAH, SRI PUJIASTUTI, dan MARGA UTAMA.....	61
Sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam stiren hasil iradiasi MADE SUMARTI K., JUNE MELLAWATI, dan MARGA UTAMA.....	67

Analisis residu monomer dalam kopolimer KA-St dan KA-MMA dengan kromatografi gas. HERWINARNI, MARGA UTAMA, MADE SUMARTI, dan RISWIYANTO	73
Pengaruh struktur monomer pada hasil impregnasi dan polimerisasi radiasi kayu karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Agr.) NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA.	81
Kualitas bambu betung (<i>Dendrocalamus asper</i>) yang diimpregnasi polimerisasi radiasi dengan stirena MARGA UTAMA, Y.S. HADI, I. WAHYUDI, F. FEBRIANTO, A. RUSLIADI, dan A. JUNAEDI	87
Sifat-sifat lapisan poliester akrilat hasil iradiasi dengan sinar ultraviolet SUGIARTO DANU, MARSONGKO, M. ARDIARTSI, dan J.K. JULIATI	93
Kopolimerisasi asam laktat dengan beta-propiolakton tanpa katalisator SUHARNI SADI, MASA HARU ASANO, dan MINORU KUMAKURA	101
Karakterisasi hidrogel poli(vinilalkohol) yang dikopolimerisasi radiasi dengan N-isopropil akrilamida ERIZAL, SUNARKO, BASRIL A, DARMAWAN D., R. CHOSDU, dan HASAN R.	109
Studi sifat kompatibilitas darah dan sifat kimia pembalut luka hidrogel poli vinil pirolidon (PVP) DARMAWAN DARWIS RAHAYU CHOSDU, dan NAZLY HILMY	117
Pengaruh iradiasi gamma pada kualitas sediaan kosmetika bayi RAHAYUNINGSIH CHOSDU, DARMAWAN, dan ERIZAL.....	123
Studi air tanah di dataran aluvial Tangerang dengan pendekatan geohidrologi dan isotop lingkungan SIMON MANURUNG, NITA SUHARTINI, dan ALI ARMAN LUBIS	129
Studi air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat dengan isotop alam BAROKAH ALIYANTA SYAFALNI, DJIONO, dan WIBAGYO	139
Penentuan suhu reservoir panas bumi dengan metode geotermometer isotop ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, INDROJONO, DJIONO, ALIP, dan EVARISTA	147
Penentuan rasio isotop $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ standar kerja J-1 dengan spektrometer massa EVARISTA RISTIN P.I., ZAINAL ABIDIN, dan DJIONO	155
Metode flow velocity untuk mengukur debit aliran dan menguji kurva distribusi waktu tinggal dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, PUGUH MARTYASA, DJOLI SUMBOGO, dan SLAMET SUTIKNO	161
Studi potensi mata air di Cimelati dengan metode hidrologi isotop SYAFALNI, SIMON MANURUNG, MURSANTO, DJIONO, dan TOMMY HUTABARAT.....	171
Pengaruh penyepuhan permukaan lumpur terhadap sifat fisik lumpur alam NITA SUHARTINI, SUWIRMA S., TARYONO, dan DARMAN	177
Pembuatan kaca bertanda ^{46}Sc untuk studi pergerakan sedimen MADE SUMATRA, INDROJONO, NITA SUHARTINI, JUNE MELLAWATI, dan SAID ADAM	185

Estimasi pembentukan ozon di dalam ruang iradiasi mesin berkas elektron PUGUH MARTYASA, dan H SUNAGA	189
BUKU II : PERTANIAN	
Evaluasi daya hasil galur padi sawah OBS-1647/PsJ MUGIONO.....	13
Pemetaan gen Gametophyte (ga-2,ga-3) pada RFLP linkage map tanaman padi SOBRIZAL	19
Variasi somaklonal seleksi umur genjah dari galur mutan padi (<i>Oryza sativa</i> L.) varietas Sen- tani ITA DWIMAHYANI dan ISHAK	25
Ketahanan terhadap penyakit karat daun (<i>Phakopsora pachirizi</i> Syd.) dua galur mutan kedelai genjah no. 157/Psj dan no 325/Psj dibandingkan Varietas Lokon serta Tidar RIVAIE RATMA, dan ACHMAD NASROH KUSWADI	31
Seleksi <i>in vitro</i> untuk ketahanan asam dan aluminium pada tanaman kedelai DAMERIA HUTABARAT, dan RIVAIE RATMA	37
Keefektifan simbiotik sejumlah strain Bradyrhizobium pada galur mutan kedelai di lahan masam GANDANEGARA, S., HARSOYO, dan HENDRATNO	43
Korelasi beberapa sifat komponen hasil dengan berat polong isi kacang tanah KUMALA DEWI, MASRIZAL, dan M. ISMACHIN	49
Seleksi lanjutan pada populasi galur mutan tanaman gandum untuk perbaikan produksi biji SOERANTO H.	53
Pengaruh iradiasi gamma pada eksplan terhadap regenerasi tanaman pisang (<i>Musa sp.</i>) varietas Ambon Kuning ISHAK, BOB JAYA BUANA PUTRA, dan ISMIYATI S.	59
Peningkatan keragaman genetik tanaman nilam melalui kultur kalus dan iradasi IKA MARISKA, HOBIR, ENDANG GATI, dan DELIAH SESWITA	65
Mikropropagasi nilam penampakan khimera hasil radiasi pada kalus DELIAH SESWITA, IKA MARISKA, dan ENDANG GATI	73
Enkapsulasi dan daya regenerasi tanaman nilam khimera pengaruh radiasi dan kalus ENDANG GATI, IKA MARISKA, dan DELIAH SESWITA	79
Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan dan produksi jahe SITTI FATIMAH SYAHID., IKA MARISKA, dan YADI RUSYADI	83
Penggunaan batang bawah klonal pada pembibitan durian dan mangga ISMIYATI SUTARTO, M. JAWAL A.S., ELLINA MANSYAH dan SOERTINI GANDANE- GARA	89

Serapan hara P oleh tanaman padi pada beberapa jenis tanah yang dipengaruhi pemberian pupuk hijau kacang panjang HARYANTO dan IDAWATI	95
Serapan hara dan pertumbuhan padi sawah sehubungan dengan status unsur P pada tanah Pusakanegara IDAWATI, HARYANTO, dan HAVID RASJID.....	103
Penggunaan fosfat alam sebagai pupuk P pada budi daya padi sawah HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, dan WIDJANG H. SISWORO	111
Serapan P tanaman padi yang diberi $Ca_3(PO_4)_2$ dan pupuk kandang M.M. MITROSUHARDJO, dan AFDHAL FIRDAUS	117
Upaya peningkatan produksi kedelai dan jagung melalui aplikasi mulsa dan lembaran plastik penutup tanah AFDHAL FIRDAUS, dan M.M. MITROSUHARDJO	123
Tanggapan dua varietas kedelai terhadap cara pengolahan lahan dinyatakan dalam berbagai parameter nitrogen tanaman SRI HARTI SYAUKAT, JOHANNIS WEWAY, dan ELSJE L. SISWORO	129
Penggunaan lapisan Azolla pada padi sawah serta pengaruhnya terhadap efisiensi N urea JOHANNIS WEMAY, ELSJE L. SISWORO, HAVID RASJID, dan WIDJANG H. S.	137
Efisiensi serapan unsur N-urea bertanda ^{15}N dan proporsi fiksasi N setelah pemetikan kotiledon pada budi daya basah kedelai SHOLEH AVIVI, W.Q. MUGNISJAH, K. IDRIS, dan E.L. SISWORO	147
Kemungkinan penggunaan urea bertanda ^{15}N bagi penentuan efisiensi pupuk N pada tanaman kelapa sawit LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN, Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SISWORO	153
Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO	161
Serapan radiofosfor ^{32}P dan radioseng ^{65}Zn pada tanaman cabe (<i>Capsium annum</i> L.) yang ditanam pada larutan hidroponik T. SUGIYANTO	167
Peranan jasad renik pelarut fosfat dalam meningkatkan keefisienan pupuk P dan pertumbuhan tebu M. EDI PREMONO, I. ANAS, G. SOEPARDI, R.S. HADIOETOMO, S. SAONO, dan W.H. SISWORO	177
Variasi ketahanan beberapa galur mutan kacang hijau <i>Vigna radiata</i> L. terhadap hama ulat grayak <i>Spodoptera litura</i> F. A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA	187

BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

Pengaruh temperatur lingkungan pada konsumsi, pencernaan ransum, dan tingkat kebuntingan sapi peranakan ongole (PO), serta pengaruh pemberian mikroba terpilih pada tingkat kebuntingan Sapi Sumba Ongole (SO) M. WINUGROHO, Y. WIBISONO, dan M. SABRANI	13
Penampilan reproduksi domba Merino berlaktasi setelah kelahiran (<u>post partum</u>) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung (<u>bypass</u>) T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH	19
Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <u>bypass</u> sebagai pakan ternak ruminansia SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M.	25
Menggunakan ekstrak metanol daun enterolobium untuk meningkatkan fermentasi pakan dan massa bakteri dengan proses defaunasi protozoa rumen pada kambing R. BAHAUDIN, A. SYAMSI, T. MARYATI, N. LELANINGTYAS, dan S. MARUSIN	31
Pelet kotoran ayam iradiasi sebagai pakan tambahan ikan gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>) HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY	37
Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing <i>Fasciola gigantica</i> BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI	45
Daya perlindungan metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> yang diiradiasi di dalam melawan infeksi cacing pada domba WIEDOSARI, E., S. WIJAYANTI, dan B.J. TUASIKAL	49
Penggunaan nisbah albumin/globulin dan total fraksi protein untuk pendugaan terjadinya kekebalan pada domba SUKARDJI PARTODIHARDJO	53
Studi tanggap kebal pada marmut dan kelinci yang diinokulasi dengan <i>Tripinosoma evansi</i> MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI	57
Kerusakan dan penyembuhan DNA <i>Deinococcus radiodurans</i> setelah diiradiasi ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE	61
Sensitivitas isolat <i>Salmonella sp.</i> terhadap iradiasi, suhu, dan pH ANDINI, L.S., HARSOYO, ROSALINA S.H., dan SRI POERNOMO	69
Pertumbuhan jamur kayu pada beberapa limbah pertanian yang diiradiasi dengan sinar gamma DARMAWI, dan EDIH SUWADJI	77
Tanggapan pertumbuhan protokorm Anggrek <i>Dendrobium</i> terhadap dosis iradiasi sinar gamma SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI	83
Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus <i>Chrysanthemum morifolium</i> Linn. LUKMAN UMAR dan IRWANSJAH	89
Pengaruh iradiasi gamma terhadap penguraian dan penghilangan zat warna disperse blue dalam larutan air AGUSTIN S.M. BAGYO, WINARTI ANDAYANI, dan SURTIPANTI SADJIRUN	95

Pengaruh iradiasi, penambahan <u>sludge</u> kelapa sawit, dan $Al_2(SO_4)_3$ pada zat warna dispersi orange-25 dalam air WINARTI ANDAYANI, AGUSTIN SUMARTONO, dan SURTIPANTI S.	103
Akumulasi, distribusi, dan toksisitas Cd terhadap ikan lele (<i>Clarias batrachus</i>) dalam air YUMIARTI, JUNE MELLAWATI, dan SUWIRMA S.	109
Studi pengaruh pakan terhadap kontribusi mineral dalam darah dan organ hewan JUNE MELLAWATI, SUHARYONO, dan SURTIPANTI S.	115
Penentuan unsur dalam beberapa bahan acuan standar dari IAEA dengan spektrometer pendar sinar-X YULIZON MENRY, JUNE MELLAWATI, dan YUMIARTI	123
Penyerapan dan distribusi monokrotophos dalam tanaman kacang hijau pada fase vegetatif dan generatif M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	133
Studi perilaku residu karbaril (1-naftil-N-metilkarbamat) dalam tanah dengan teknik perunut ^{14}C ERRY ANWAR dan M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	137
Pembuatan formula dan pelepasan terkendali insektisida aseptat ^{14}C menggunakan matriks zeolit dan penerapannya SOFNIE M. CHAIRUL, SULISTYATI, M.M., dan ULFA TAMIN	145
Aplikasi formulasi pelepasan terkendali karbofuran- ^{14}C pada tanaman tomat ULFA TAMIN, SOFNIE M. CHAIRUL, dan M. SULISTYATI	151
Memacu aktivitas sistem SOS- <i>Escherichia coli</i> teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida IRWANSYAH	157

STUDI AIR TANAH DI DATARAN ALUVIAL TANGERANG DENGAN PENDEKATAN GEOHIDROLOGI DAN ISOTOP LINGKUNGAN

Simon Manurung, Nita Suhartini, dan Ali Arman Lubis

Pusat Aplikasi Isotop dan RAdiasi, BATAN

ABSTRAK

STUDI AIR TANAH DI DATARAN ALUVIAL TANGERANG DENGAN PENDEKATAN GEOHIDROLOGI DAN ISOTOP LINGKUNGAN. Penelitian dengan pendekatan geohidrologi dan isotop alam telah dilakukan untuk air tanah di dataran aluvial Tangerang. Dibedakan empat zona akifer, yaitu zona akifer bebas (0—24 m, zona akifer semi tertekan (30—48) m, zona akifer tertekan (60—126) m, dan zona akifer tertekan dalam (> 132 m). Berdasarkan persamaan regresi $DHL = 1,23 Cl + 876,6$ diperoleh batas duga air tanah tawar, payau, dan asin. Analisis unsur isotop stabil oksigen-18 dan deuterium menunjukkan adanya air meteorik yang telah lama tersepak pada endapan lempung dan hal ini diperkuat oleh analisis tritium yang memperlihatkan umur relatif air tanah. Keasinan air tanah disimpulkan sebagai hasil campuran penyusupan air laut dan air tanah asin tersepak yang lepas dari lensa-lensa endapan marin.

ABSTRACT

GROUNDWATER STUDY IN ALLUVIAL PLAIN OF TANGERANG BY USING GEOHYDROLOGY AND ENVIRONMENTAL APPROACHES. Investigation using geohydrology and environmental approaches have been conducted to the groundwater in alluvial plain of Tangerang. Four aquifer zones could be distinguished, i.e. unconfined aquifer zone (0—24) m, semi-confined aquifer zone (30—48) m, shallow confined aquifer zone (60—126) m, and deep confined aquifer zone (>132 m). Using regression equation $DHL = 1.23 Cl + 876.6$, it could be defined the estimation boundary of fresh groundwater, brackish water and salt water. Analysis of stable isotopes of oxygen-18 and deuterium represented the presence of ancient confined meteoric water in clay deposit. This result is accordance with the tritium analysis indicating the relative age of groundwater. The salty groundwater is considered as result of mixing process of sea water intrusion and connate salty groundwater originating from marine clay lenses.

PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk yang cepat dan diikuti pula dengan perkembangan industri yang pesat di daerah Tangerang, telah membawa konsekuensi terhadap peningkatan permintaan air tanah secara drastis. Hal ini akan menimbulkan masalah jika langkah-langkah yang tepat untuk manajemen sumber daya air tanah tidak diambil secara tepat. Untuk memecahkan masalah yang mungkin terjadi, maka diperlukan suatu pendekatan pemecahan masalah yang didukung oleh data yang baik dan lengkap.

Air tanah di daerah Tangerang sebagian besar berada di endapan aluvial pantai (Gambar 1). Kualitas air tanah di daerah pantai dapat dipengaruhi oleh proses penyusupan air laut, sehingga gangguan keseimbangan hidrologi daerah pantai sangat sensitif terhadap proses penyusupan air asin dari laut. Eksploitasi air tanah secara berlebihan, selain dapat mengakibatkan percepatan penyusupan dapat juga menimbulkan kerusakan lingkungan berupa anjlokkan bawah permukaan, seperti diduga telah terjadi di beberapa tempat di Jakarta.

Untuk lebih mengetahui potensi karakteristik air tanah di dataran aluvial Tangerang, telah dilakukan penelitian terhadap air tanah yang diambil dari sejumlah sumur penduduk dan sumur industri di daerah penelitian

(Gambar 1). Sejumlah 101 sumur pengamatan dengan berbagai kedalaman dievaluasi secara hidrogeologi untuk membedakan berbagai zona akifer. Pengukuran daya hantar listrik (DHL) dan analisis isotop alam, baik yang stabil, yaitu oksigen-18 dan deuterium, maupun yang radioaktif (tritium) dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih lengkap. Hasil penelitian dapat mengungkapkan beberapa karakteristik air tanah, antara lain pengelompokan air tanah atas beberapa zona akuifer, umur relatif, dan proses penyusupan yang diduga telah terjadi di daerah pantai.

Hasil penelitian ini sangat bermanfaat bagi para perencana dan pengguna air tanah, agar konservasi air tanah dan pemanfaatan yang terkendali menjadi komitmen semua pihak.

BAHAN DAN METODE

Data penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran beberapa sumur dan wawancara dengan pemilik sumur, sedangkan daya hantar listrik (DHL) air tanah, semuanya diperoleh dengan pengukuran langsung di lapangan. Analisis isotop stabil oksigen-18 dan deuterium serta isotop alam radioaktif (tritium) dilakukan terhadap sampel air

tanah yang diperoleh dari sumur-sumur pengamatan. Penelitian ini juga memanfaatkan data sekunder yang telah tersedia berupa antara lain peta geologi, hidrologi, litologi sumur bor, topografi, dan klimatologi.

Sumur pengamatan meliputi sumur gali, sumur pompa tangan, sumur bor dalam, dan sumur artesis. Pengambilan sampel air diupayakan dari sumur yang tegak lurus ke arah pantai, agar didapatkan variasi litologi yang lebih lengkap dan berguna untuk interpretasi pola penyebaran akuifer di daerah penelitian. Data kedalaman sumur dianalisis secara statistik, kemudian dibuatkan histogram kedalaman versus frekuensi (Gambar 2). Selanjutnya, dengan menggunakan kertas probabilitas normal, data yang telah dihitung probabilitas kumulatifnya diplotkan. Hasil *plotting* adalah zona-zona akuifer (Gambar 3).

Analisis isotop stabil dan radioaktif dilakukan untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap tentang karakteristik air tanah. Oksigen-18 versus deuterium diplot. Pola penyebaran isotop stabil sampel air tanah dibandingkan terhadap air hujan Jakarta, air hujan secara global dan airlaut yang diperoleh dari lokasi sebelah utara Tangerang. Berdasarkan *plotting* data tersebut diperlihatkan berbagai kemungkinan interaksi dan interrelasi berbagai jenis air. Analisis tritium untuk mengetahui umur relatif air dilakukan dengan terlebih dahulu didestilasi dan dielektrolisis. Tujuan destilasi adalah untuk mengendapkan garam-garam terlarut dalam air, sedangkan elektrolisis bertujuan untuk memperkaya kandungan tritium dengan faktor pengaya ± 30 kali. Sampel sebanyak 2 liter diperlukan untuk analisis tritium dan sebanyak masing-masing ± 20 ml untuk oksigen-18 dan deuterium. Interpretasi akhir dilakukan dengan evaluasi seluruh data geohidrologi dan isotop lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian adalah sebagian dari daerah Kabupaten Tangerang yang memanjang mengikuti garis pantai (Gambar 4). Daerah ini merupakan dataran aluvial yang terdiri dari lempung dan batu pasir berumur Kwater Muda, secara morfologi termasuk unit morfologi dataran pantai utara. Distribusi air tanah dalam suatu sistem geohidrologi dikontrol oleh lapisan batuan dan strukturnya. Daerah penelitian yang terdiri dari batuan sedimen merupakan daerah yang potensial sebagai zona akuifer. Hasil diskripsi terhadap data sumur bor menunjukkan daerah ini tersusun dari bermacam-macam material geologi yang belum mengalami pengerasan atau material lepas (*unconsolidated material*) yang umumnya tersusun dari pasir dan kerikil. Lapisan sedimen yang tersusun dari pasir dan kerikil ini diselang-selingi oleh lapisan lain yang berfungsi sebagai pembatas (lapisan impermeabel). Kedudukan dan urutan lapisan seperti ini, kemungkinan terbentuknya lapisan batuan tersebut sebagai penyimpan air (akuifer).

Berdasarkan data litologi yang didapat dari hasil diskripsi inti bor (*core*), dapat dibedakan 4 zona akuifer di daerah penelitian, yaitu:

I. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*), yaitu akuifer yang lapisan bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air, se-

dang bagian atasnya dibatasi oleh muka air tanah (*groundwater table*). Akuifer ini mempunyai kedalaman (0—24) m. Jumlah sumur terbanyak terdapat di daerah penelitian yang mempunyai kedalaman tersebut (72 sumur) dengan kecenderungan semakin kedalam maka frekuensi sumurnya makin kecil (Gambar 2).

II. Akuifer semi tertekan (*semi-confined aquifer*) mempunyai kedalaman (30—48) m merupakan jumlah sumur yang paling sedikit (3 sumur), tetapi sepenuhnya jenuh air. Bagian atas dibatasi oleh lapisan semi-lolos air (*semi pervious*) dan bagian bawah oleh lapisan kedap air (*impermeable layer*).

III. Akuifer tertekan dangkal (*shallow-confined aquifer*) dibatasi oleh lapisan kedap air pada bagian atas dan bagian bawah, mempunyai kedalaman (60—126) m. Air dalam lapisan ini mempunyai tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer, sehingga sumur yang dibuat mencapai lapisan ini akan memancarkan air yang dapat melebihi pizometris. Sumur ini disebut juga sumur artesis, berjumlah 14 buah.

IV. Akuifer tertekan dalam (*deep-confined aquifer*) mempunyai kedalaman > 132 m (12 sumur) mempunyai inti bor seperti akuifer III, tetapi dengan kedalaman yang lebih besar. Keempat akuifer di atas direpresentasikan dalam gambar yang memperlihatkan kedalaman versus probabilitas kumulatif (Gambar 3). Terlihat bahwa akuifer III mempunyai ketebalan yang lebih besar dari akuifer I dan II. Boleh jadi, akuifer IV lebih tebal, namun data yang mencapai dasar cekungan air ini tidak didapat dari sumur bor dalam, sehingga potensinya masih sulit dipastikan perbandingannya dengan akuifer lainnya.

Berdasarkan pengamatan geologi di lapangan, diketahui bahwa daerah penelitian hingga kedalaman kurang dari 20 m, tersusun dari endapan permukaan berupa endapan sungai, rawa, dataran banjir, laut dangkal, dan endapan pantai sekarang. Endapan ini terdiri dari lempung, pasir, kerikil, korsi, dan bongkahan. Endapan ini telah diamati di Desa Ketapang dan Karangserang, Kecamatan Mauk.

Gambaran kondisi keruangan sistem akuifer di daerah penelitian dapat diketahui dengan menggunakan peta penampang melintang yang dibuat tegak lurus terhadap garis pantai. Penampang ini memperlihatkan penyebaran air tanah payau dan air tawar yang tidak teratur. Pengukuran DHL sangat bervariasi dari 929 umhos/cm hingga 6000 umhos/cm dengan kecenderungan harga DHL makin menurun ke arah selatan yang berarti semakin tawar. Pengukuran DHL yang berbeda secara mencolok terdapat pada dua lokasi yang berdekatan, yaitu di desa Mauk 6000 umhos/cm, sementara di desa Tegalkuning hanya 983 umhos/cm. Fenomena ini menunjukkan kondisi lingkungan pengendapan yang berselang-seling antara kondisi marin dan daratan. Pada gambar penampang melintang (Gambar 4) utara-selatan terlihat jenis air payau dan air tawar yang penyebarannya semakin tawar ke arah selatan. Pola penyebaran ini dievaluasi berdasarkan data analisis kimia sepanjang DHL dari sumur-sumur pengamatan penampang utara-selatan. DHL yang tinggi pada

sumur nomor 28, yaitu 6000 umhos/cm hanya bersifat sangat lokal, sehingga belum dapat ditafsirkan sebagai hasil intrusi air laut. Hasil pengukuran DHL pada semua sumur pengamatan menunjukkan penyebaran air tawar, air payau dan air asin yang tidak teratur, baik secara horizontal maupun vertikal. Namun, terdapat kecenderungan umum bahwa DHL air tawar semakin menurun ke arah selatan, yang berarti makin tawar. DHL yang sangat tinggi terdapat pada sumur 9 di desa Kronjo, yaitu 21000 umhos/cm dan digolongkan pada air tanah subtype NaCl. Sumber dari proses keasinan air tanah ini menunjukkan adanya pencampuran air asin yang tersekap dan air laut. Air asin yang tersekap terlepas dari lapisan lempung yang mengandungnya dan kemudian bercampur dengan air asin yang berasal dari laut.

Analisis isotop stabil oksigen-18 dan deuterium serta tritium sejumlah sampel air tanah telah dilakukan (Gambar 5 dan 6). Air tanah dari zona akifer tertekan/dalam menunjukkan adanya air meteorik yang telah lama tertekan sejak zaman Kwartar Muda (*palaeowater*), sedangkan oksigen-18 dan deuterium air tanah bebas/dangkal telah mengalami proses pertukaran dengan H_2O dari lempung. Satu-satunya air tanah yang berada pada garis pencampuran air hujan-air laut adalah sampel no.9. Sampel ini memperlihatkan kandungan isotop oksigen-18 dan deuterium, masing-masing -2,99 permill dan -20,0 permill. Harga ini jelas menunjukkan kisaran air laut-air hujan. Kandungan tritium yang menunjukkan umur 21 tahun berarti bahwa proses pencampuran itu relatif baru. Isotop stabil air tanah dari sumur-sumur lain membentuk pengelompokan yang kurang teratur, namun masih memperlihatkan hubungan dengan tipe akuifernya. Air tanah dengan kisaran isotop stabil antara -5,5 permill dan -7,0 permill, dan antara -40 permill dan -47,5 permill masing-masing untuk oksigen-18 dan deuterium merupakan kelompok air tanah dalam (sumur-sumur 29, 30, 37, 39, 40, dan 56) dengan kedalaman rata-rata diatas 100 m. Air tanah dengan kisaran isotop antara -4,3 permill dan -5,3 permill, dan antara -40,0 permill dan -42,5 permill, masing-masing untuk oksigen-18 dan deuterium merupakan kelompok air tanah dangkal dengan rata-rata kedalaman kurang dari 20 m (sumur-sumur 38, 41, 47, 53, 62, 67, 81, dan 96). Pada Gambar 6 diperlihatkan hubungan antara kandungan oksigen-18 dan kandungan khlorida air tanah

sejumlah sampel. Isotop oksigen-18 berada pada kisaran antara -3,5 permill dan -6.5 permill dan tidak terlihat adanya sampel air tanah yang terletak pada garis pencampuran air hujan-air laut, kecuali sumur 18 dan umumnya sampel air tanah tersebut berada pada bidang pertukaran, mineralisasi, serta pelarutan garam-garam evaporit.

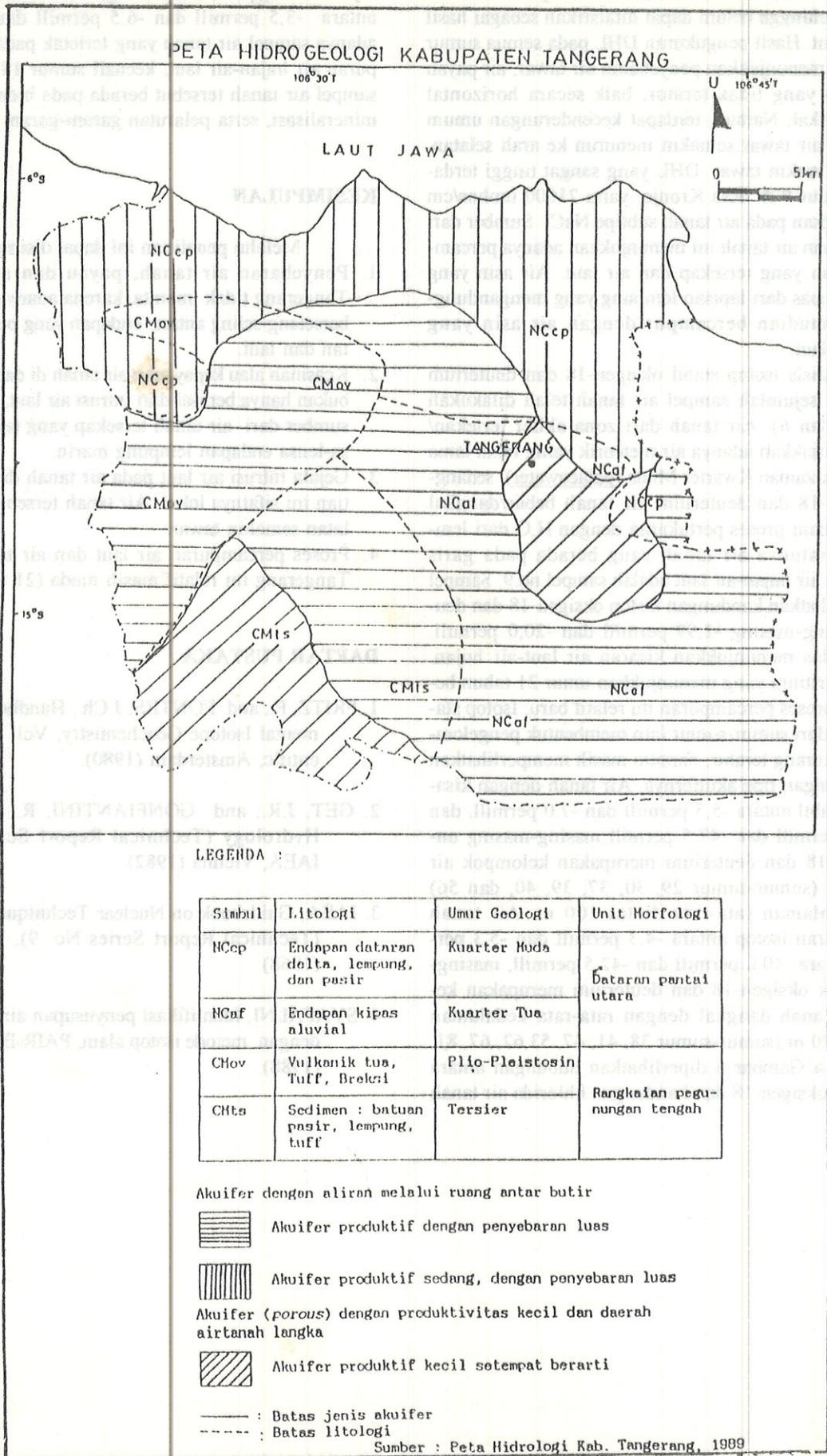
KESIMPULAN

Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Penyebaran air tanah, payau dan asin di daerah Tangerang tidak merata, karena adanya endapan yang berselang-seling antara endapan yang berasal dari daratan dan laut.
2. Keasinan atau kepayauan air tanah di daerah Tangerang bukan hanya berasal dari intrusi air laut, tetapi juga bersumber dari air tanah tersekap yang tersedot dari lensa-lensa endapan lempung marin.
3. Gejala intrusi air laut pada air tanah di daerah penelitian ini sifatnya lokal. Air tanah tersebut makin ke selatan semakin tawar.
4. Proses pencampuran air laut dan air tawar di daerah Tangerang ini relatif masih muda (21 tahun).

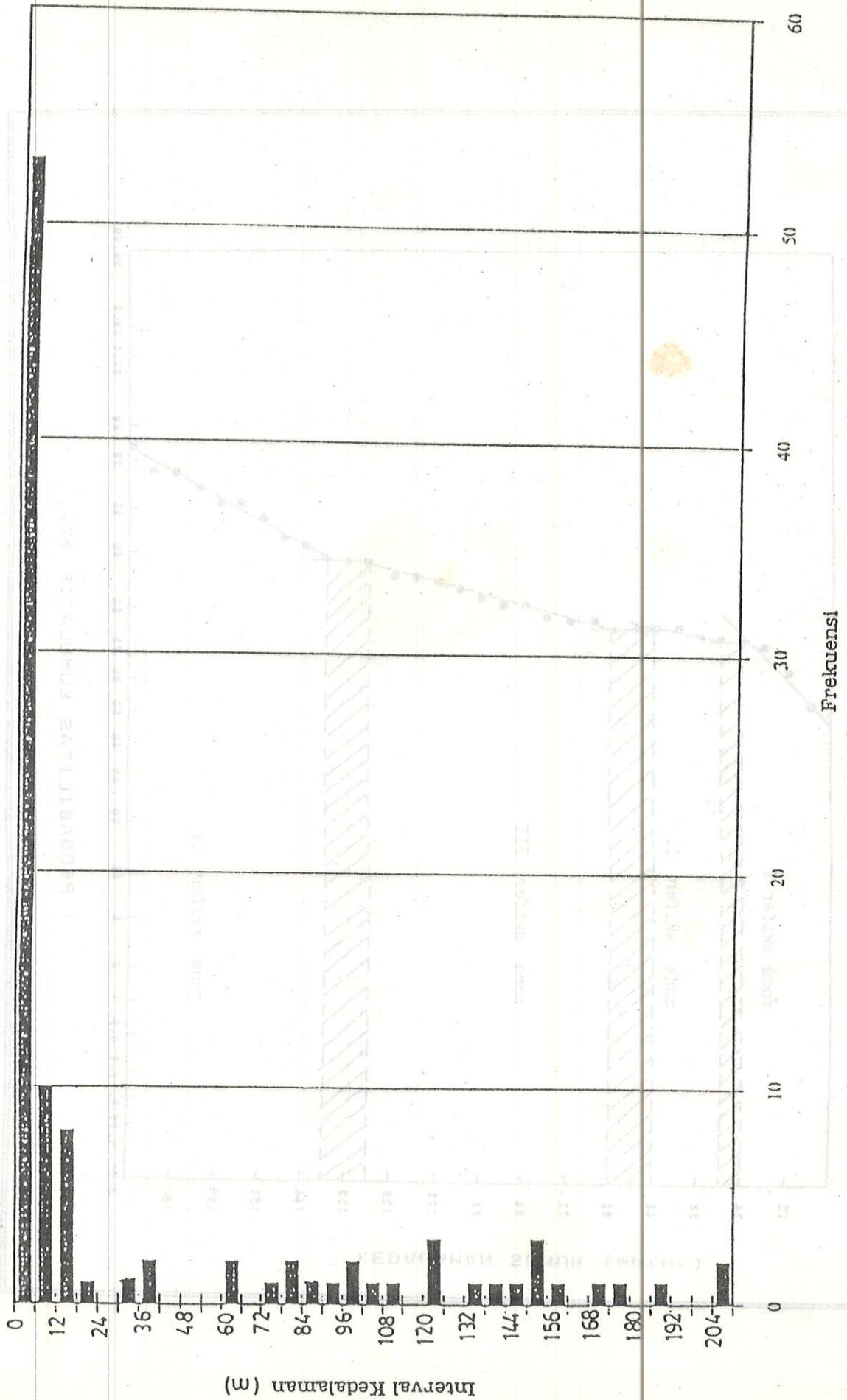
DAFTAR PUSTAKA

1. FRITZ, P., and FONTES, J.Ch., Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Vol. I, Elsevier Scientific, Amsterdam (1980).
2. GET, J.R., and GONFIANTINI, R., Stable Isotope Hydrology (Technical Report Series No. 210), IAEA, Vienna (1982).
3. IAEA, Guidebook on Nuclear Techniques in hydrology (Technical Report Series No. 9), IAEA, Vienna (1968).
4. SYAFALNI, Identifikasi penyusupan air laut di Jakarta dengan metode isotop alam, PAIR-BATAN, Jakarta (1988).

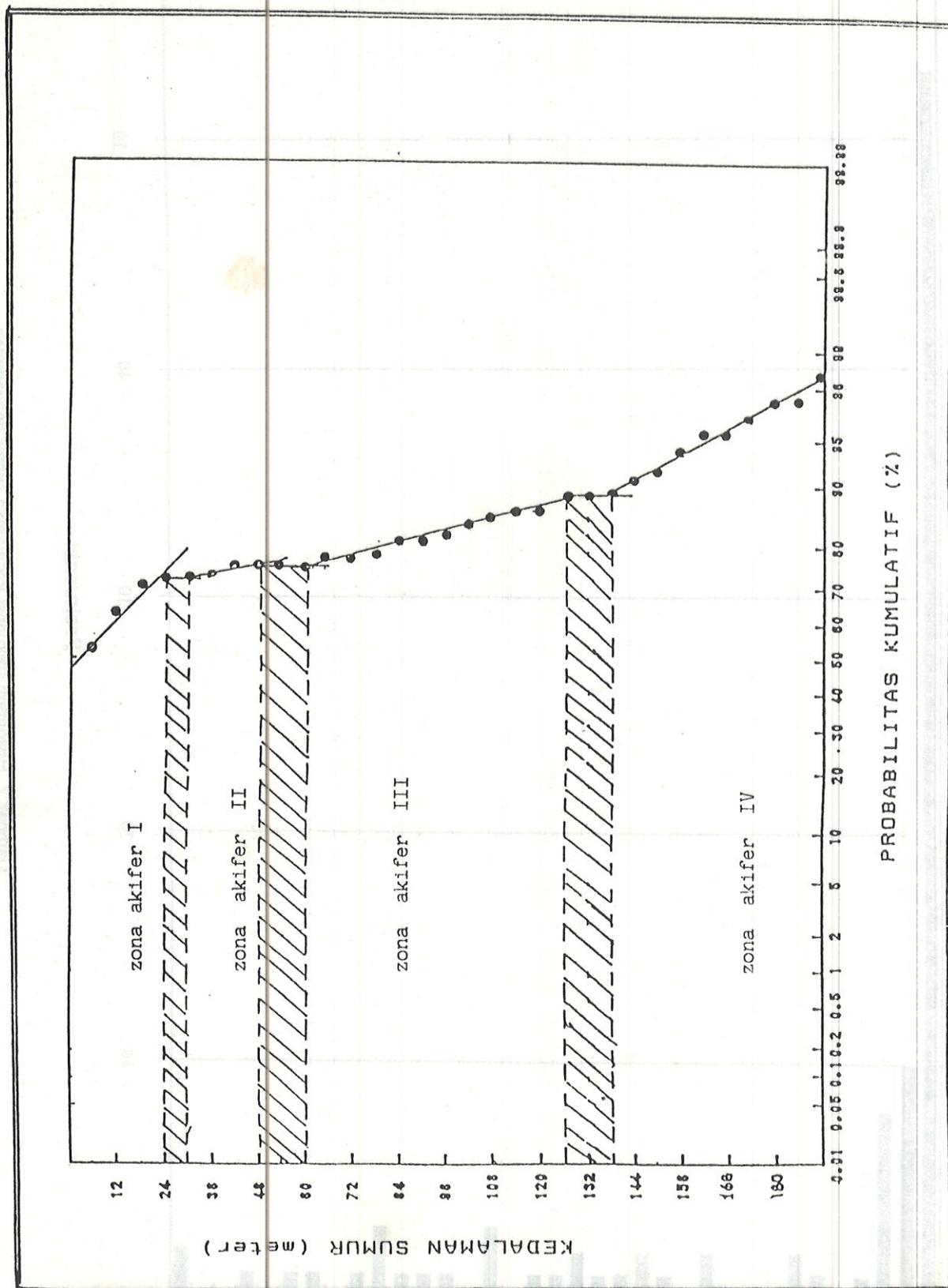


Gambar 1. Peta hidrologi daerah penelitian

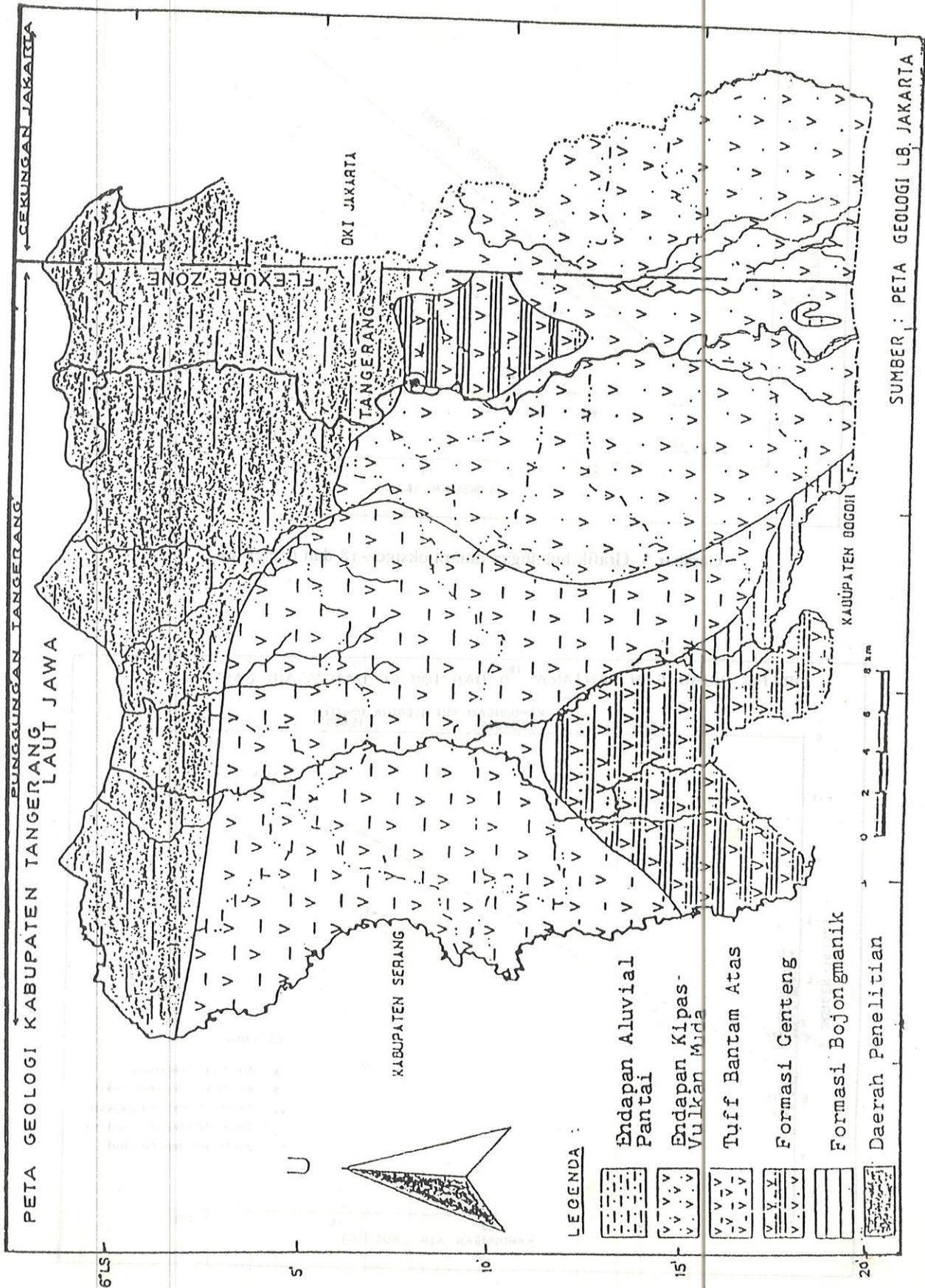
Histogram Frekuensi Kedalaman Sumur



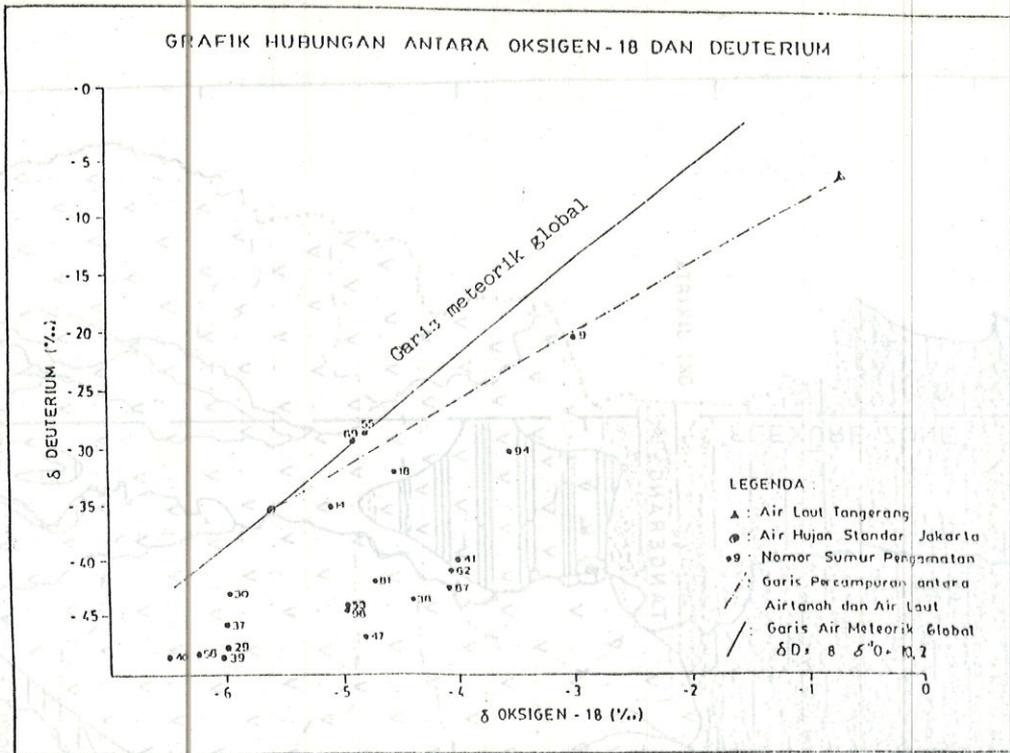
Gambar 2. Histogram frekuensi kedalaman sumur pengamatan



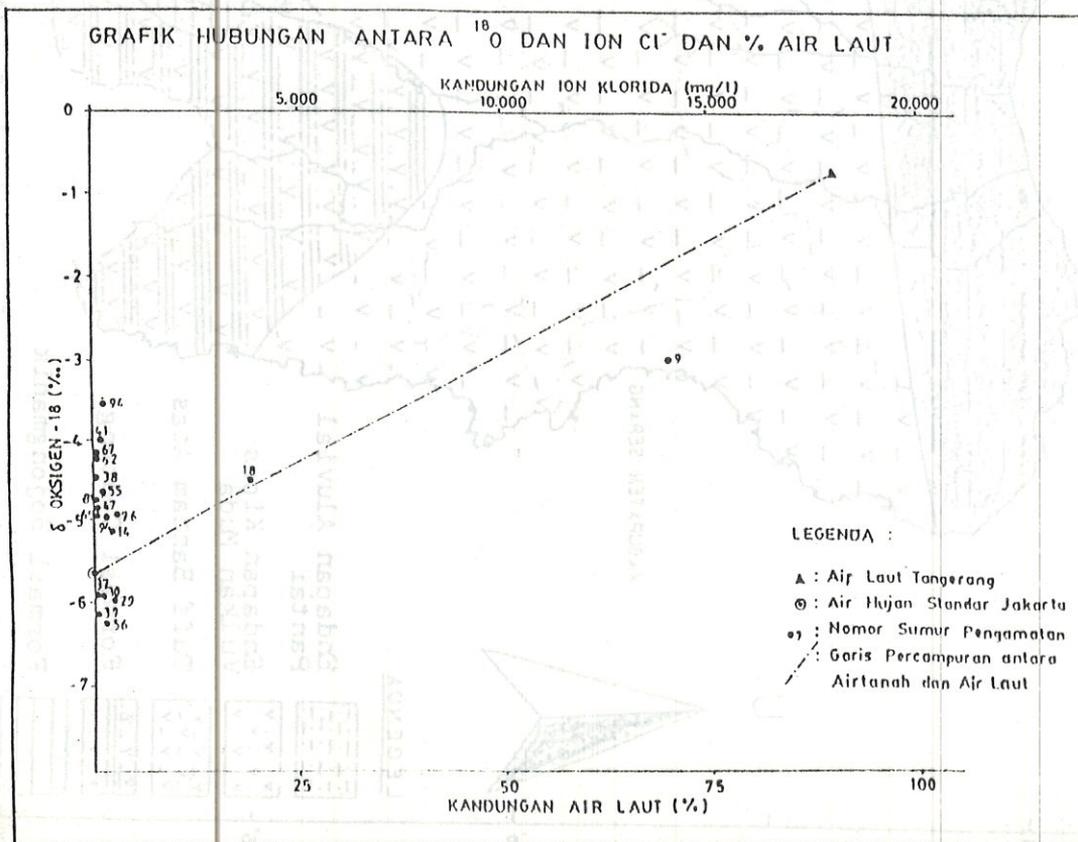
Gambar 3. Kurva probabilitas kumulatif kedalaman sumur



Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian



Cambar 5. Grafik hubungan antara oksigen-18 dan deuterium



Gambar 6. Grafik hubungan antara oksigen-18 terhadap ion Cl dan %-air laut

DISKUSI

WAHLAN

Bagaimana cara menanggulangi penyusupan air asin, tanpa menghambat pembangunan?

SIMON MANURUNG

Penanggulangan penyusupan air asin menyangkut dua aspek yang saling berkaitan, yaitu aspek teknis dan aspek legal. Aspek teknis, misalnya secara ideal adalah membuat barrier yang mencegah kemungkinan aliran air laut ke arah daratan (lanward), tetapi membangun konstruksi seperti ini hampir tidak mungkin. Oleh karena itu, maka langkah yang paling praktis adalah menerapkan asas legalitas secara konsisten dan konsekuen, misalnya pengamanan terhadap peraturan-peraturan yang berlaku tentang penggunaan sumber daya air, antara lain mencegah eksploitasi air tanah secara berlebihan dan memberikan sanksi terhadap pelanggar peraturan.

ZAINAL ABIDIN

Bagaimana perkiraan daerah recharge ground water Tangerang menurut pandangan isotop alam?

SIMON MANURUNG

Daerah penelitian hanya meliputi sebagian kecil daerah Kabupaten Tangerang. Untuk daerah penelitian air tanah yang terdapat di sana, sebagian besar air tanah berasal dari air hujan yang mengalami infiltrasi secara cepat pada daerah penelitian yang relatif belum terkonsolidasi.

Namun, komposisi isotop beberapa sumur dalam (>132m) memberikan indikasi daerah recharge berasal dari arah selatan.

AMIR FAUZI

1. Bagaimana pengamatan dilapangan secara fisikal (misal adanya penyedotan air tanah besar-besaran) yang mendukung konklusi adanya intrusi air laut?
2. Bagaimana tritium dapat dijadikan sebagai salah satu parameter untuk konklusi tersebut di atas kalau dihubungkan dengan tritium air laut?

SIMON MANURUNG

1. Angka yang pasti mengenai jumlah air tanah yang dieksploitasi tidak tercatat secara baik, namun diduga kuat bahwa jumlah air yang dieksploitasi jauh lebih banyak dari yang tercatat secara resmi. Dugaan ini didasarkan pada kenyataan bahwa permukaan air tanah (ground water table) cenderung menurun di beberapa lokasi. Kekosongan pada akifer akan terjadi akibat eksploitasi berlebihan tersebut yang pada akhirnya menimbulkan ketidak seimbangan. Daerah yang kosong akan cenderung diisi oleh air laut atau air dari akifer yang lebih tinggi akan turun ke akifer yang lebih dalam. Variasi komposisi isotop alam baik yang stabil maupun yang radioaktif (tritium) pada sumur-sumur memperkuat ke arah dugaan tersebut.
2. Namun, karena jumlah sampel air yang diukur masih terbatas, maka konklusi terhadap intrusi air laut masih memerlukan, penelitian yang lebih lanjut, termasuk pengukuran kandungan tritium air laut yang belum dilakukan.

