

Earth And Aquatic Resources Information System (EARIS) : Pengembangan Bank Data Digital Dan Aplikasi GIS Berbasis Web.

I. Hadi S., Agus Men Riyanto & Bambang Setiadi
Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,

ABSTRAK: Paper ini menjelaskan mengenai studi kasus pengembangan Bank Data Digital dan Aplikasi Web GIS yang merupakan bagian dari sistem informasi ilmu kebumian di lingkungan Kedeputian Ilmu Kebumian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (IPK LIPI). Sistem informasi ini diberi nama *Earth and Aquatic Resources Information System (EARIS)*. Analisis terhadap hasil kegiatan pengembangan sistem informasi tahun sebelumnya telah kami lakukan untuk mengidentifikasi kendala-kendala yang ditemui dan hasil yang berhasil diraih. Kegiatan studi kasus ini melibatkan pula proses analisis kebutuhan, studi literatur dan pengembangan sistem informasi. Berdasarkan hasil analisis diperoleh fakta bahwa organisasi membutuhkan lebih dari sekedar website dan aplikasi sistem informasi yang berkonteks ilmu kebumian. Sudah saatnya kedeputian IPK LIPI memiliki sebuah sistem *corporate knowledge management* yang dapat membantu beradaptasi terhadap dunia penelitian yang dinamis dimana teknologi dan inovasi terus berubah. Karena itu tahun ini dilakukan sebuah upaya untuk memulai proses pengembangan sistem *knowledge management* dalam bentuk pengembangan Bank Data Digital yang merupakan sebuah *knowledge repository* yang berlingkup *corporate*. Selain itu, dikembangkan pula aplikasi Web GIS yang merupakan aplikasi spesifik ilmu kebumian untuk menjawab kebutuhan organisasi dalam pengelolaan data spasial. Aplikasi Bank Data Digital dan Aplikasi Web GIS sesungguhnya merupakan sebuah inisiatif untuk menyediakan sebuah media berbasis teknologi informasi dan komunikasi bagi individu organisasi IPK LIPI untuk melakukan eksternalisasi pengetahuan yang mereka miliki dalam bentuk dokumen digital. Adanya fasilitas ini juga diharapkan akan mendorong tumbuhnya budaya *sharing* ilmu pengetahuan serta menghindari penumpukan ilmu pengetahuan yang tidak termanfaatkan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Earth and Aquatic Resources Information System (EARIS) adalah sebuah kegiatan yang dicanangkan pada lingkungan Kedeputian Ilmu Pengetahuan Kebumian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (IPK-LIPI) sejak tahun 2003. Kegiatan ini bertujuan menjadikan Kedeputian IPK-LIPI sebagai *center of excellence* dalam ilmu-ilmu kebumian khususnya di Indonesia dan di dunia pada umumnya, dengan memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sebagai pendukungnya.

IPK LIPI sebagai sebuah organisasi yang memiliki otoritas kenegaraan dalam melakukan penelitian ilmu-ilmu kebumian di Indonesia dan banyak menghasilkan produk berupa ilmu dan teknologi. Untuk dapat bermanfaat dan terus dikembangkan, ilmu dan teknologi yang dihasilkan ini tentu saja

harus disebarakan kepada sesama ilmuwan, akademisi, pelajar dan mahasiswa, pemerintah dan masyarakat pada umumnya. Namun demikian, penyebaran hasil penelitian tidak serta-merta dapat dilakukan dengan mudah dan cepat mengingat budaya dan kebiasaan sumber daya manusia kita yang masih mengandalkan teknologi tradisional dalam bertukar informasi.

Berkembangnya TIK membuat penyebaran informasi dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan efektif. Adopsi TIK di lingkungan kerja organisasi LIPI ditandai dengan adanya Local Area Network (LAN) di lingkungan pusat-pusat penelitian, penggunaan email untuk berkomunikasi, adanya akses Internet (terutama World Wide Web) di masing-masing satker serta didirikannya WAN LIPI dengan aplikasi Intranet LIPI sebagai motornya serta sejumlah inisiatif penggunaan TIK lainnya. Hingga saat ini kurang lebih 80 persen dari satker yang ada

di LIPI sudah terhubung ke WAN. Artinya boleh dikatakan penghalang bagi seseorang civitas untuk mengakses internet bisa dikatakan minimal.

Awalnya TIK dianggap sebagai sesuatu hal yang merepotkan karena seseorang membutuhkan perangkat komputer untuk dapat memanfaatkannya, padahal untuk menggunakan komputer seseorang tentunya harus mau belajar terlebih dahulu. Namun seiring dengan berjalannya waktu, harga perangkat komputer semakin lama semakin murah dan cara menggunakannya juga semakin mudah. Oleh karena itu, saat ini dapat dikatakan hampir tidak ada civitas yang tidak pernah menggunakan komputer untuk membantu menyelesaikan pekerjaannya.

Saat ini (2007) akses ke email dan internet (terutama WWW) sudah menjadi sebuah kebutuhan, jika akses ke internet terganggu, orang akan segera mengeluh kepada pengelola TIK di satkernya. Artinya, manfaat dari fasilitas komputer dan jaringan internet sudah merasuk kedalam budaya kerja SDM di LIPI, sehingga mereka akan merasa jalur komunikasi terganggu jika tidak dapat mengakses email, tidak dapat mengakses detik.com sebagai sumber berita sehari-hari dan tentu saja tidak dapat mengakses jurnal-jurnal yang tersedia di website PDII maupun website penerbit jurnal lainnya.

EARIS sebagai sebuah kegiatan yang menitikberatkan pada pengembangan infrastruktur sistem informasi yang memiliki tujuan yang lebih tinggi dari sekedar membuat civitas LIPI terbiasa menggunakan komputer dan internet. EARIS memiliki visi bahwa adanya fasilitas TIK yang ada dapat digunakan untuk menjadi motor perubahan dan inovasi di lingkungan IPK LIPI yang pada akhirnya akan mendorong meningkatnya inovasi di lingkungan LIPI secara korporat.

Pada tahun pertama sampai dengan tahun ketiga, kegiatan telah dititikberatkan pada pembangunan instalasi infrastruktur jaringan komputer, pengadaan sejumlah perangkat keras komputer dan pengadaan perangkat lunak serta pengembangan perangkat lunak database spasial. Selain itu juga telah dilakukan pula upaya pengembangan situs web IPK dan situs web sejumlah pusat penelitian di bawah Kedepuitan IPK yakni Puslit Geoteknologi, Puslit Oseanografi, Puslit Limnologi dan Puslit Metalurgi. Dilakukan pula kegiatan pembinaan sumber daya manusia untuk pengelola sistem informasi dan untuk pengguna sistem informasi itu sendiri. Pada tahun keempat, selanjutnya dilakukan upaya pengimplementasian sejumlah fasilitas seperti e-training, e-transaction dan portal earis.

Permasalahan utama yang ditemui dalam implementasi EARIS adalah isi (*content*). Untuk dapat ditarik manfaat, sebuah sistem informasi tergantung kepada pengelola dan penggunanya. Pengguna akan aktif jika mereka merasakan manfaatnya, dalam kasus EARIS, manfaat akan diharapkan datang dari isi EARIS sendiri. Pengelola

EARIS mengalami kesulitan untuk menyediakan isi yang menarik karena kurangnya partisipasi dari pengguna. Selain itu terdapat kesulitan dalam upaya menarik minat peneliti agar mau memasukkan datanya ke dalam sistem.

Di tahun kelima telah dilakukan pengkajian terhadap kegiatan yang telah dilakukan, serta evaluasi terhadap tujuan dan sasaran kegiatan dan metodologi dalam pelaksanaan kegiatan. Pada tahun kelima ini kegiatan selain menitikberatkan pada pengembangan perangkat lunak, juga memulai inisiatif pengumpulan isi dan sosialisasi kepada pengguna. Diharapkan dengan cara ini, data yang terkumpul akan menjadi contoh untuk calon pengguna, selain itu juga dapat menjadi perangsang tumbuhnya minat pengguna untuk memasukkan data dan mendayagunakan aplikasi ini secara aktif.

Tujuan

Secara internal, kegiatan EARIS memiliki tujuan:

1. Mengembangkan kemampuan pelayanan publik yang berbasis teknologi informasi, khususnya pelayanan dalam sumberdaya kebumih dan akuatik.
2. Mendukung serta mengimplementasikan upaya LIPI dalam proses pengembangan budaya korporat dan transformasi budaya kerja berbasis teknologi informasi
3. Mendukung sistem pengambilan keputusan berbasis teknologi informasi

Sedangkan secara eksternal tujuannya antara lain:

1. menyajikan paket-paket data dan informasi berkenaan dengan sumberdaya kebumih dan akuatik secara digital dalam penggunaan format yang komunikatif
2. memberikan pencerahan dan diseminasi ilmu pengetahuan dan teknologi melalui media maya berupa sejumlah paket e-training, e-learning dan e-consulting kepada beragam pengguna di dalam dan di luar negeri
3. menyediakan media interaksi digital berbasis teknologi internet yang memungkinkan terjadinya transaksi interaktif (baik yang bersifat non-komersial maupun komersial) antara pengguna jasa informasi dengan LIPI

Sasaran

Pada tahun 2007 kegiatan ini memiliki sasaran sebagai berikut:

1. Pengembangan perangkat lunak bank data digital (*Digital Repository*).
2. Pengembangan perangkat lunak GIS berbasis Web (*Web GIS*).

3. Mengkoordinasikan proses pengumpulan isi bank data.
4. Pengembangan kemampuan sumberdaya manusia pengelola.
5. Sosialisasi kepada pengguna di lingkungan IPK.

Metodologi

1. Analisis pengembangan sistem yang akan diimplementasikan
2. Pengembangan aplikasi Bank Data Digital
3. Pengembangan aplikasi web GIS
4. Pengumpulan dan penyusunan informasi
5. Sosialisasi

KEGIATAN EARIS 2007

Pengembangan Bank Data Digital

Repository Data Digital adalah salah satu aplikasi yang dikembangkan pada kegiatan EARIS tahun 2007 yang fungsinya menampung berbagai macam dokumen yang ada di lingkungan Kedepuitan IPK LIPI.

Tujuan

Tujuan pengembangan aplikasi Repository Data Digital adalah sebagai berikut:

1. Menjadi *corporate memory* yang dapat memfasilitasi terkumpulnya pengetahuan yang dimiliki oleh individu di organisasi.
2. Menjadi fasilitas yang mendukung interaksi antara pengetahuan yang *tacit* dan *explicit* dapat berjalan secara terus-menerus sehingga menghasilkan sejumlah pengetahuan yang baru (Nonaka and Takeuchi, 1995).

Metode

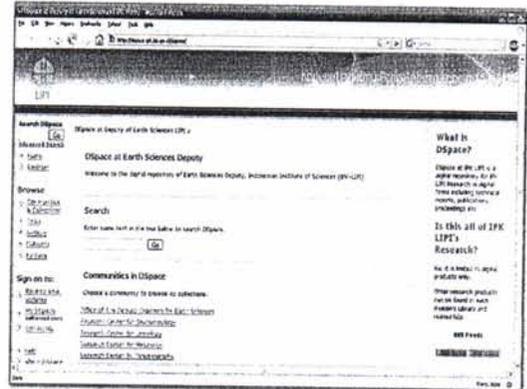
Metode yang digunakan dalam pengembangan Repository Data Digital adalah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan, adalah proses yang dilakukan untuk memperoleh informasi berupa kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dikembangkan.
2. Desain Solusi, adalah kegiatan yang dilakukan untuk membuat rancangan solusi dari masalah / kebutuhan yang teridentifikasi pada tahapan analisis kebutuhan.
3. Pengembangan Sistem, adalah kegiatan untuk mengimplementasikan solusi.
4. Instalasi, karena sistem yang dikembangkan adalah sebuah perangkat lunak, maka

sebelum dapat digunakan harus dilakukan proses instalasi terlebih dahulu.

Hasil

Hasil yang dicapai dalam pengembangan aplikasi Repository Data Digital adalah berupa website Repository Data Digital Kedepuitan IPK LIPI dengan alamat <http://dspace.ipk.lipi.go.id>, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Tampilan halaman muka aplikasi Bank Data Digital

Fitur Sistem

Berikut fitur-fitur aplikasi ini:

1. Menjadi tempat penyimpanan yang berlingkup organisasi yang dapat diakses menggunakan lewat jaringan komputer menggunakan browser Internet
2. Mampu menampung dokumen digital dengan berbagai jenis format dan content type. Berikut contoh data yang dapat disimpan:
 - a. Dokumen seperti: artikel, preprint, working paper, technical report, conference paper
 - b. Buku
 - c. Thesis
 - d. Data Set
 - e. Program komputer
 - f. Visualisasi, simulasi dan model-model
 - g. Dataset bibliografi
 - h. File gambar
 - i. File audio dan video
 - j. Obyek untuk pembelajaran
 - k. Website
3. Pelestarian Data Digital
 - a. Aplikasi mampu menyediakan lokasi penyimpanan fisik dan manajemen data digital untuk jangka panjang. Proses *backup*, *mirroring* dan *disaster recovery* dapat dilakukan terhadap *repository* ini

- sebagai bagian dari pengelolaan yang profesional.
- b. Tiap item data digital memiliki identifier yang persistent sehingga dapat diacu dan diambil sesuai kebutuhan.
 - c. Menyediakan sistem mekanisme yang berjenjang sesuai dengan kebutuhan para kontributor.
4. Fasilitas Kontrol Akses membuat kontributor dapat membatasi akses terhadap item yang tersimpan didalamnya. Akses dapat dibatasi pada level koleksi dan level item.
 5. Memiliki fasilitas pencarian dan pengambilan data yang membuat pengguna dapat mencari item data dengan menggunakan item skema metadata yang tersedia. Aplikasi ini menggunakan standard metadata *Dublin Core*.

Pengembangan

Berikut ini sejumlah pengembangan yang dapat dilakukan dimasa mendatang:

1. Peningkatan jumlah koleksi.
Peningkatan jumlah koleksi menjadi salah satu tugas berat yang harus dilakukan oleh pengelola. Target akhirnya adalah bagaimana agar setiap individu dalam organisasi mau menjadi kontributor yang bersikap aktif dengan cara memasukkan datanya sendiri. Pihak pengelola bank data hanya menjadi administrator yang melakukan proses editing dan kontrol kualitas isi yang telah masuk ke dalam sistem.
2. Penerjemahan abstrak ke bahasa Inggris.
Dalam rangka memperluas basis pengguna dan pengakses informasi, maka data yang tersimpan dalam bank data harus dibuat supaya memiliki terjemahan dalam salah satu bahasa internasional terutama bahasa Inggris.
3. Peningkatan jumlah koleksi yang dapat menyertakan fulltext. Adanya akses ke isi dokumen lengkap (*full text document*) terutama untuk dokumen-dokumen publikasi ilmiah menjadi salah satu daya tarik agar pengguna dari berbagai kalangan mau dan tertarik menggunakan sistem ini. Karena itu, harus dilakukan usaha untuk meningkatkan jumlah koleksi yang menyertakan fulltext. Adanya pencantuman fulltext diharapkan dapat mendorong peningkatan kualitas dokumen dari segi konteks isi serta mendorong proses pertukaran pengetahuan menjadi lebih cepat.
4. Tukar menukar metadata/data dengan koleksi di organisasi lain. Repository data digital di

IPK LIPI hanyalah merupakan salah satu dari sekian banyak sistem yang memfasilitasi penampungan hasil-hasil riset. Organisasi-organisasi lain juga memiliki fasilitas serupa dimana berbagai publikasi ilmiah tersimpan di dalamnya. Karena tidak mungkin koleksi yang ada di luar dimasukkan seluruhnya ke dalam repository lokal secara manual, maka perlu dilakukan proses tukar menukar metadata dengan repository-repository lain, sehingga data di dalam repository menjadi lebih lengkap. Adanya teknologi informasi semakin mempermudah proses tukar menukar metadata ini. Selain itu, sudah ada pula protokol yang bernama *Open Archive Initiative* yang membuat metadata antar repository dapat dipertukarkan dengan lebih mudah.

Aplikasi Web GIS

Semakin banyaknya kegiatan penelitian yang dilakukan pada lingkungan Kedeputian Ilmu Pengetahuan Kebumihan-LIPI sudah barang tentu akan menghasilkan data dan informasi dalam bentuk laporan penelitian maupun tulisan ilmiah yang semakin menumpuk. Data dan informasi hasil-hasil penelitian dapat berbentuk data tekstual, tabular maupun spasial yang tersusun dalam bentuk digital maupun hard copy. Tumpukan dokumen hasil-hasil penelitian tersebut jika tidak ditangani dengan baik tentu akan semakin menimbulkan masalah manakala dokumen tersebut diperlukan kembali.

Menyadari akan keadaan tersebut, - *data dan informasi hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan yang semakin menumpuk, memerlukan ruangan yang cukup, belum terorganisir sesuai dengan kaidah penyimpanan data* - sudah saatnya untuk mendokumentasikan seluruh hasil-hasil penelitian dalam suatu bank data. Dengan tujuan menghindari menumpuknya data dalam bentuk *hard-copy* maka diprioritaskan untuk mendokumentasikan data-data dan informasi yang sudah memiliki format digital, artinya data-data terbaru dikumpulkan terlebih dahulu karena hampir dapat dipastikan memiliki format digital, baru kemudian data yang lebih lama. Apabila data lama tidak memiliki format digital, maka akan dibuat format digital yang sesuai dengan sumbernya.

Khusus data-data dan informasi yang berbentuk spasial (data-data yang memiliki/mengikuti kaidah-kaidah pada sistem informasi geografis - SIG) data-data tersebut didokumentasikan dalam bentuk WebGIS. Dalam hal ini WebGIS merupakan bank data spasial yang sekaligus dapat menampilkan informasi yang berbasis spasial kepada penggunaannya. Sistem yang dibangun dalam WebGIS

menggunakan sistem kode terbuka (*open source*) berbasis Java yang dikemas dalam bentuk Java Applet. Engine database yang digunakan juga sangat fleksibel, kita dapat menentukan sendiri apakah akan menggunakan engine database yang komersial ataupun yang kode terbuka. Pada sisi tampilan pemrograman yang dapat dilakukan tidak rumit sehingga programmer pemula sekalipun sudah dapat mengelola sistem ini.

Tujuan

Seperti yang direncanakan, WebGIS dalam hal ini dibuat untuk tujuan mendokumentasikan data-data dan informasi spasial hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti di lingkungan Kedepuitan Ilmu Kebumihan. Disamping menyimpan dalam suatu bank data spasial juga dapat ditampilkan langsung untuk memenuhi fungsi-fungsi pencarian kembali.

Metode

Beberapa tahapan yang dilakukan untuk membangun WebGIS antara lain Penentuan system yang akan digunakan, penentuan engine database, penyiapan data dan informasi spasial serta desain dan layout web gis.

- a. Penentuan perangkat lunak GIS berbasis web yang akan digunakan. Dilakukan survey dan uji coba untuk memperoleh sistem yang dapat memenuhi kebutuhan untuk penyimpanan dan penampilan data spasial. Pertimbangan lain adalah kemudahan dalam pengelolaan sistem dan data yang ada di dalamnya. Selanjutnya Sistem perangkat lunak yang dipilih adalah AlovMap ang merupakan aplikasi Web GIS Java yang dapat digunakan untuk publikasi data vektor dan raster di Internet. ALOVMap dapat bekerja dengan cara multi-layer, peta-peta tematik, mendukung *hyperlink* dan data atribut.
- b. Penentuan Engine Database yang berkaitan dengan perkiraan berapa besaran data yang akan ditampung mengingat data spasial memiliki karakteristik yang berbeda dengan data tekstual. Mudahnya pengelolaan engine database juga menjadi bahan pertimbangan.
- c. Penyiapan data dan informasi spasial. Tahapan ini merupakan tahapan yang sangat penting karena data spasial yang dikumpulkan dari para peneliti atau dari penanggung-jawab kegiatan harus harus diperiksa kaidah GIS, format data dan sistem proyeksinya. Dalam kegiatan ini dilakukan proses penyeragaman format data.
- d. Desain dan layout tampilan yang bertujuan menarik minat pengguna untuk mengeksplorasi informasi yang disajikan. Desain sedapatnya dibuat sederhana (tidak rumit) dan menarik dan *user friendly*.

Hasil

Aplikasi Web GIS yang telah dikembangkan dapat diakses di internet dengan alamat: <http://www.ipk.lipi.go.id/webgis>. Saat ini aplikasi membutuhkan browser internet yang dilengkapi dengan *Java Runtime Engine* untuk menjalankan program applet. Contoh tampilan halaman muka aplikasi Web GIS ada pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan halaman muka aplikasi Web GIS.

Fitur Sistem

- a. Menampilkan layer dalam peta.
- b. Mencari atribut sebuah obyek spasial.
- c. Navigasi: *zoom-in, zoom-out, pan, query info*.

Pengembangan

Kedepan pengembangan WebGIS lebih difokuskan pada peningkatan jumlah data yang dapat disimpan dan ditampilkan agar sebanyak mungkin data-data dan informasi spasial hasil penelitian dapat dikoleksi dan didokumentasikan.

Kendala utama dalam pengumpulan data adalah, sulitnya memperoleh data-data spasial yang telah dihasilkan baik langsung dari peneliti atau penanggung-jawab penelitian. Hal lain yang juga memerlukan perhatian adalah data-data spasial hasil penelitian sebagian besar belum memenuhi kaidah data GIS. Beragamnya format dan proyeksi data spasial yang ada juga menambah lamanya waktu pengumpulan data.

Inisiatif Pengumpulan dan Penyusunan Data

Kegiatan ketiga yang dilakukan dalam kegiatan EARIS 2007 adalah inisiatif pengumpulan dan penyusunan data yang akan dimasukkan ke dalam bank data digital. Inisiatif ini berupa kegiatan pengumpulan berbagai jenis dokumen hasil

penelitian, perubahan format menjadi digital dan entry data ke dalam sistem. Dokumen tersebut antara lain artikel ilmiah, proceeding, poster, laporan teknis, peta, gambar dan lain sebagainya. Pada sistem yang berjalan dengan ideal, isi dimasukkan langsung oleh individu dalam organisasi. Namun demikian hal ini belum dapat langsung diterapkan di lingkungan IPK LIPI karena adanya kendala terutama kurangnya minat untuk berbagi pengetahuan dan kurang antusiasnya kegiatan mempublikasikan hasil penelitian.

Tujuan

Inisiatif pengumpulan dan penyusunan data memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menghasilkan sejumlah data awal yang akan dimasukkan ke dalam bank data digital. Dapat menjadi contoh bagi individu dalam organisasi yang ingin memasukkan data baru.
2. Sebagai modal awal untuk mensosialisasikan manfaat adanya bank data digital di lingkungan kerja.

Metode

1. Pengumpulan dokumen *hard copy* dan *soft copy*. Dokumen yang dimaksud antara lain: laporan penelitian, artikel ilmiah, mater training dsb.
2. Melakukan konversi dokumen ke dalam bentuk file digital dengan format yang seragam (dokumen berformat Microsoft Word, PDF, gambar berformat JPG).
3. Penyusunan metadata dari file digital yang telah dibuat. Metadata ini menggunakan skema standar *Dublin Core*.
4. Memasukkan metadata dan file ke dalam bank data digital.

Hasil

Sampai dengan tanggal 13 Desember 2007, berikut ini hasil kegiatan pengumpulan dan penyusunan data yang telah dimasukkan ke dalam bank data digital:

1. 40 buah Poster
2. 55 Artikel Jurnal & Proceeding
3. 54 Laporan Teknis
4. 98% penulis dari Pusat Penelitian Geoteknologi
5. 99% Bahasa Indonesia
6. 99% disubmit oleh tim operator penyusun data
7. Kurang dari 1% item menyertakan fulltext

Kesimpulan

Kegiatan EARIS 2007 mengalami perubahan dari sudut pandang pengembangan sistem dan fokus kegiatan. Tahun ini fokus kegiatan tidak lagi berada pada pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak melainkan pada pengembangan infrastruktur untuk menampung data digital dan kegiatan inisiatif pengumpulan data. Kedua kegiatan ini merupakan awal dari kegiatan pengembangan infrastruktur *Knowledge Management* di lingkungan Kedepuitan IPK LIPI. Diharapkan dengan dimulainya kegiatan pengembangan ini, maka organisasi akan memberikan perhatian penuh pada pentingnya pengelolaan pengetahuan terutama di lingkungan pusat-pusat penelitian pada khususnya dan LIPI pada umumnya.

Daftar Pustaka

- Becerra-Fernandez, I & Sabherwal, R (2006). *ICT and Knowledge Management*, Encyclopedia of Knowledge Management, Hershey: Idea Group Reference.
- Tsui, E (, 2005). The role of IT in KM: where are we now and where are we heading ?, *Journal of Knowledge Management* Vol 9 No.1.
- Clarke, T & Rollo, C (2001). Corporate initiatives in knowledge management, *Journal of Knowledge Management*, Volume 43 Number 4/5, MCB University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.