

Pengelolaan Wilayah Pesisir

**Belajar dari Proyek-Proyek
ICM Skala Lokal di Indonesia**

Lessons from Local Scale ICM Projects in Indonesia

**Proceeding dari Lokakarya di Manado
7 – 10 April 1997**

Dicetak di : Jakarta, Indonesia

PROYEK PESISIR (2000) Belajar dari Proyek-Proyek ICM Skala Lokal di Indonesia, Penerbitan khusus 127 halaman

Style Editor : Kun S. Hidayat

Lay out : Alpha Graphics

Penerbitan ini didanai oleh Coastal Resources Management Project (CRMP) yang merupakan bagian dari Natural Resources Management Program (NRM) sebagai implementasi kerjasama Amerika Serikat-Indonesia melalui USAID-BAPPENAS.

Isi prosiding ini bebas untuk dikutip dan didistribusikan untuk keperluan pendidikan, pelatihan, dan riset, dengan syarat mencantumkan nama penulis dan penerbitnya.

Program Buginesia WOTRO-UNHAS: Menuju Pengelolaan Kawasan Pesisir yang Berkelanjutan di Kawasan Barat Daya Sulawesi

**Oleh : Bert W. Hoeksema dan Alfian Noor
Program Buginesia WOTRO-UNHAS**

Pengantar

Program Buginesia ini mencakup riset ilmiah di kawasan pesisir Barat Daya Sulawesi yang meliputi Kepulauan Spermonde seluas 40-50 kilometer persegi. Karang penghalang dan terumbu lepas di Spermonde ditandai oleh organisme yang keanekaragamannya sangat tinggi.

Di lain pihak bisa dilihat juga tekanan yang diakibatkan oleh tindakan manusia terhadap ekosistem ini. Ujung Pandang, ibukota Sulawesi Selatan yang terletak di kawasan riset, mulai menarik perhatian banyak orang dari kawasan di sekelilingnya. Proses urbanisasi ini tentunya disertai dengan pembangunan prasarana untuk meningkatkan aksesibilitas dari pelabuhan dan jaringan jalan darat. Dampak langsung dari sektor urban-industri ini termasuk pelimpahan limbah dan sampah rumah tangga ke air laut di kawasan pesisir.

Pada musim hujan sungai Jeneberang menjadi tempat penampung utama sedimen. Kekeuhan airnya sangat berpengaruh terhadap padang lamun dan terumbu karang yang terdapat di sekitarnya. Hutan bakau telah ditebangi untuk memberi ruang bagi kolam yang berisi air keruh yang digunakan untuk pengembangan budi daya udang. Kegiatan pemanfaatan lahan yang mengakibatkan erosi tanah di daerah aliran sungai merupakan penyebab utama terjadinya sedimentasi. Bendungan yang saat ini sedang dibangun di wilayah Ujung Pandang akan mempengaruhi aliran air dan sedimentasi. Konsekuensinya terhadap morfologi kawasan pesisir belum diketahui.

Penangkapan ikan merupakan sumber pendapatan yang penting bagi sebagian besar penduduk Kepulauan Spermonde. Eksploitasi persediaan ikan yang berkelanjutan sangat bergantung pada pelestarian kawasan pembiakan yang tersedia di kawasan terumbu karang, padang lamun dan jalur hutan bakau. Jumlah spesies ikan ukuran besar dan timun laut semakin menurun akibat penangkapan ikan yang berlebihan. Hasil tangkapan ikan biasanya mencakup anak ikan yang usianya masih muda. Metode penangkapan ikan yang destruktif seperti yang menggunakan bahan peledak dan racun sianida merupakan metode yang sering digunakan dan bisa mengakibatkan perusakan kawasan terumbu karang dan fauna ikan yang terdapat di sana.

Kepulauan Spermonde dan pantai yang letaknya dekat dengan Ujung Pandang memang belum merupakan tujuan utama bagi wisatawan domestik maupun mancanegara, tapi saat ini pemerintah daerah sedang berusaha untuk mengembangkan pariwisata dan menarik investasi dari sektor swasta untuk dapat meningkatkan jumlah hotel dan fasilitas rekreasi.

Lingkungan kelautan Ujung Pandang terdiri dari paparan benua kecil yang dikelilingi oleh terumbu karang yang memiliki keanekaragaman kelautan yang tinggi. Berbagai anak sungai dan populasi manusia mungkin akan menimbulkan ancaman terhadap pemanfaatan sumber daya kelautan yang berkelanjutan. Adanya interaksi yang rumit antara sistem biologis, fisik, sosio-ekonomis dan sosiokultural kawasan pesisir Ujung Pandang sangat ideal sebagai kawasan contoh sehubungan dengan berbagai aspek dalam riset pengelolaan kawasan pesisir.

Kerjasama Bilateral Riset Kelautan yang Multidisipliner

Kawasan pesisir Ujung Pandang mendapat perhatian yang cukup banyak dalam buku-buku ilmiah tentang kelautan. Umbgrove (1930) memberi kajian tentang sejarah geologisnya, dan ia juga memberi catatan geomorfologis tentang pulau karangnya. Tidak lama kemudian riset kelautan dimulai di Universitas Hassanudin (UNHAS), universitas negeri yang terdapat di Ujung Pandang (de Neve, 1982; Hoeksma & Moka, 1994).

Minat ilmiah ilmuwan internasional terhadap kawasan ini baru muncul pada akhir tahun 1930-an (Wijsman-Best 1977, Wijsman, Best, et al, 1981). Riset ini dilaksanakan sebagai program Buginesia yang ditemukan oleh Profesor J.I.S. Zonneveld dan Dr. Maya Borel Best (Best & Zonneveld, 1989, Best et al. 1992, Zonneveld, (1994), Best et al. 1992, Zonneveld 1994. Pada awalnya program ini bukan ditujukan sebagai proyek pengelolaan kawasan pesisir, tapi lebih sebagai program kerja sama ilmiah.

Sejak tahun 1978, ilmuwan Belanda dari berbagai lembaga riset dan universitas telah membina kerjasama dengan UNHAS di bidang ilmu kelautan. Salah satu alasannya adalah karena Kepulauan Spermonde merupakan tempat yang ideal untuk melaksanakan riset kelautan yang lokasinya dekat dengan kota besar seperti Ujung Pandang. Lebih lagi UNHAS juga memusatkan perhatiannya ke arah riset kelautan dan pendidikan ilmu kelautan. Oleh karena itu UNHAS menjadi basis logistik yang ideal bagi riset yang akan dilaksanakan dan juga dapat berfungsi sebagai sponsor lokal. LIPI di Jakarta dapat membantu dalam pengurusan visa dan izin riset yang diperlukan.

Pendanaan riset yang direncanakan merupakan faktor yang masih belum jelas, karena setiap proyek harus mencari dana yang hanya bisa diperoleh melalui usulan riset. Usulan ini diajukan ke *Netherlands Foundation for the Advancement of Tropical Research* (WOTRO), sebuah lembaga pemerintah nir-laba yang merupakan bagian dari *Netherlands Organization for Scientific Research* (NWO). Proyek yang berhasil (Tabel 1) harus dilaksanakan oleh ilmuwan muda yang bersedia untuk bekerja di lapangan selama 24 bulan di Sulawesi Barat Daya dengan kontrak kerja selama 3-4 tahun untuk menulis thesis S3-nya. Baru-baru ini proyek pasca-S3 juga telah diberikan. Dana tambahan serta dukungan logistik telah diberikan oleh lembaga ilmiah di mana riset dilaksanakan dan pernah juga sekali diberikan oleh *Netherlands Marine Science Foundation*. Lebih-lebih, mahasiswa Belanda juga diperbolehkan ikut bergabung dalam berbagai proyek. Bahkan, beberapa mahasiswa tersebut berhasil mendapatkan beasiswa, biasanya dari dana yang dimiliki pemerintah Belanda untuk melaksanakan riset di pusat kelautan biologis negara lain yang administrasinya dilaksanakan oleh *Royal Netherlands Academy of Sciences* (KNAW).

Kerjasama antara UNHAS dengan lembaga riset Belanda juga memudahkan penyelidikan yang dilaksanakan selama ekspedisi Belanda-Indonesia Snellius II pada tahun 1984-1985, terutama sehubungan dengan terumbu karang (Best et al. 1989, Hoeksma & Moka 1989).

Riset Interdisipliner dan Terpadu Pengelolaan Zona Kawasan Pesisir

Pada tahun 1993, WOTRO mengundang para ilmuwan Belanda untuk mengajukan usulan riset interdisipliner mengenai pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan di kawasan tropis, khususnya di Indonesia. Usaha dari WOTRO ini bertujuan untuk membina kerjasama antara para pendidik Belanda dan Indonesia dari berbagai disiplin ilmu agar dapat mengembangkan solusi terhadap masalah lingkungan kawasan pesisir di mana sejumlah penduduk bermukim.

Tabel 1:
Berbagai proyek riset individual
 (yang sudah selesai atau masih dalam proses)
 yang dilaksanakan di Sulawesi Selatan, hasil kerjasama dengan UNHAS
 yang diberi pendanaan dari WOTRO.

- Penelitian lapangan : Judul proyek atau thesis
 Masa kerja : Proyek S3 atau Paska S3; thesis di universitas mana
 dan tanggal presentasinya
 Nama penulis serta lembaganya
- 1979 - 1980 : **Tinggi Permukaan Air Laut, Terumbu Karang, dan Lembah di Barat Daya Sulawesi, Indonesia: satu Studi Morfogenetis - pedologis** (dalam Bahasa Belanda)
 Thesis-S3, Universitas Utrecht, 1983.
 L.G. de Klerk, Departemen Geografi Fisik, Universitas Utrecht
- 1979 - 1980 : **Zonasi dan Keanekaragaman Scleractinia pada Terumbu di Sulawesi Barat Daya**
 Thesis S-3, Universitas Leiden, 1990.
 H. Moll, Musium Nasional Sejarah, Leiden
- 1984 - 1986 : **Sistematika dan ekologi Karang Jamur (Scleractinia: Fungiidae)**
 Thesis S-3, Universitas Leiden, 1990.
 B.W. Hoeksema, Musium Nasional Sejarah, Leiden
- 1988 -1990: **Tanaman Laut pada Terumbu Karang di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Barat Daya, Indonesia: Aspek Taksonomi, Floristik dan Ekologi.**
 Thesis S—3, Universitas Leiden, 1993.
 E. Verheij, Rijksherbarium/ Horyus Botanicus, Universitas Leiden.
- 1990 - 1992 : **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Penghasilan Padang Lamun Tropis: Dinamika Nutrisi pada Padang Lamun Indonesia**
 Thesis S-3, Universitas Katolik Nijmegen, 1993.
 P.L.A. Erftemeijer, Pusat Ekologi Estuarin dan Pesisir (Institut Ekologi Netherlands), Yerseke.
- 1992 - 1994 : **Dekomposisi Padang Lamun Indonesia: Dinamika Nutrisi dan Regenerasi**
 Thesis S-3, Universitas Katolik Nijmegen, 1997
 J. Stapel, Pusat Ekologi Estuarin dan Pesisir (Institut Ekologi Netherlands), Yerseke.
- 1993 - 1995 : **Sejarah Evolusi dan Keanekaragaman Ekologi pada Terumbu Karang: Ekologi Sejarah Karang Jamur (Scleractinia: Fungiidae) di Sulawesi Barat Daya**
 Proyek Paska S-3
 B.W. Hoeksema, Museum Nasional Sejarah, Leiden

Program ini diberikan kepada satu tim ilmuwan dengan minat khusus di Sulawesi Selatan. Mencakup hal-hal seperti dinamika air, geografi fisik dan manusiawi, antropologi, ilmu perikanan, biologi kelautan dan ilmu pengelolaan. Salah satu tujuannya adalah mengembangkan metodologi untuk pengelolaan Zona Kawasan Pesisir yang berkelanjutan berdasarkan hasil yang diperoleh selama studi lapangan (Kok & Wind 1996, 1996b). Tujuan lain adalah untuk memudahkan integrasi antara ilmu sosial dan alam. Bentuk sistem yang dinamis untuk pengelolaan zona kawasan pesisir menjadi kerangka kerja untuk integrasi yang diperoleh melalui pembahasan antar para peneliti yang terlibat.

Setelah menyelesaikan perencanaan yang dilakukan di negeri Belanda dan Indonesia, studi lapangan yang dilaksanakan oleh ilmuwan Belanda dimulai pada tahun 1995 (Tabel 2). Mitra kerja di UNHAS baru mulai kemudian. Tim UNHAS sudah memperoleh hasil di bidang kimia kelautan, antropologi, geografi fisik, ilmu perikanan, dan ilmu pengelolaan. Topik ini bersama topik lainnya dibahas selama lokakarya tentang hasil awal di UNHAS pada bulan Januari 1997. Tujuannya diberikan oleh para peserta dalam pengantar abstrak lokakarya.

Fokus riset antropologis adalah pada fleksibilitas sehubungan dengan perubahan sosio-ekonomis dan kelembagaan dari masyarakat nelayan pesisir. Satu pulau yang dianggap cukup mewakili kegiatan perikanan skala kecil di daerah tersebut telah dipilih. Wawancara secara mendalam dengan sumber utama juga telah dilaksanakan untuk memperoleh pemahaman mengenai persepsi dan aktor sosial sehubungan dengan solusi potensialnya.

Padang lamun merupakan habitat bagi ikan yang masih kecil maupun ikan yang sudah dewasa. Bentuk komunitas ikan berhubungan dengan struktur sistem lamun. Agar dapat melestarikan peran padang lamun dalam memelihara sumber ikan di Sulawesi Barat Daya, penting sekali untuk menilai bagaimana sistem lamun di wilayah tersebut bereaksi terhadap kegiatan manusia. Di Sulawesi Barat Daya, kegiatan manusia mengarah pada perubahan kandungan nutrisi dan partikel air laut di kawasan pesisir. Hal ini akan memberi dua implikasi pada padang lamun yaitu intensitas air yang ringan dan adanya input dari partikel organis dan anorganik padang lamun akan terpengaruhi. Persyaratan penyinaran yang umum dan akibat dari pengurangan sinar pada spesies lamun yang berbeda akan diselidiki. Studi akibat peningkatan partikel input akan difokuskan pada tingkat kegiatan heterotropis padang lamun. Sebagai tambahan komunitas ikan di setiap padang lamun akan diteliti secara ekstensif dengan tujuan untuk menilai fungsi ekologis padang lamun dalam berbagai keadaan yang dipengaruhi lingkungan.

Tiga lapisan fungsi padang lamun bagi kehidupan fauna ikan akan dipertimbangkan:

1. Fungsinya sebagai tempat pertumbuhan ikan terumbu karang yang masih kecil;
2. Fungsinya sebagai habitat sepanjang kehidupan ikan;
3. Fungsinya sebagai kawasan perlindungan.

Terumbu karang di kawasan ini dipengaruhi oleh tekanan alam maupun yang sifatnya manusiawi sebagai akibat dari tingkat kekeruhan yang tinggi, aliran ombak, praktek penangkapan ikan dan penambangan karang yang merusak dan penangkapan organisme laut untuk kebutuhan perdagangan akuarium. Fokus riset karang adalah pada pengurangan sedimentasi dan regenerasi kapasitas terumbu karang. Lebih lanjut hubungan antara parameter lingkungan (misalnya kekeruhan, salinitas, kedalaman paparan) cakupan terumbu karang, pelimpahan terumbu karang, bentuk-bentuk kehidupan dan keanekaragaman spesies diteliti melalui transek garis. Kerusakan dan pemulihan kembali terumbu karang dan organisme terumbu lain setelah penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak diteliti dengan menggunakan transek di kawasan terumbu karang yang rusak, kawasan pemulihkan diri dan kawasan yang tidak terpengaruh yang

lokasinya berdekatan. Sebagai tambahan kemungkinan adanya pemulihan terumbu karang secara artifisial juga diteliti melalui percobaan transplantasi dan regenerasi.

Tabel 2:

Proyek Riset Program WOTRO-UNHAS Buginesia: "Pengelolaan Kawasan Pesisir Barat Daya Sulawesi secara Berkelanjutan"

- 1995 -1997: **Dinamika Pemanfaatan Sumber Daya di daerah Pedesaan dan Dampaknya terhadap Ekosistem Pesisir Sulawesi Barat Daya.**
Proyek S-3 selesai dalam tahun 1995; diharapkan akan ada kelanjutan dari proyek paska S3. Departemen Geografi Manusia dari Negara Berkembang, Universitas Utrecht
- 1995 -1997: **Mengubah Penangkapan Ikan Menuju ke pengeksploitasian Sumber Daya Laut yang Berkelanjutan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan.**
Thesis S-3 di Universitas Amsterdam.
M.T.W. Meereboer, Pusat Antropologi-Sosiologi, Universitas Amsterdam
- 1995 -1997: **Pengembangan sistem pendukung Keputusan untuk Pengelolaan Bersama Penangkapan Ikan di Terumbu Karang dalam Skala Kecil di sekitar Kepulauan Spermonde, Sulawesi Barat Daya.**
Thesis-S3 di Universitas Pertanian Wageningen
L. Pet-Soede, Departemen Perikanan dan Kultur Ikan, Universitas Pertanian Wageningen.
- 1995 -1997: **Padang Lamun Beserta Kumpulan Spesies Ikan di dalamnya dalam keadaan lingkungan yang sedang berubah.**
Thesis-S3 dari Universitas Katolik Nijmegen
P. van Avesaath, Pusat Ekologi Estuarine dan Pesisir (Institut Ekologi Netherlands), Yerseke
- 1995 -1997: **Hidrodinamika dan transportasi bahan-bahan dalam perairan kawasan peisir Kepulauan Spermonde (Indonesia)**
Proyek S3 selesai pada tahun 1997, dilanjutkan sebagai proyek mahasiswa S-2 Institut Penelitian Laut dan Atmosfer, Universitas Utrecht: Kawasan sumber produksi sedimen pada daerah aliran sungai Jeneberang (Sulawesi Barat Daya, Indonesia)
Proyek mahasiswa S-2 Institut Penelitian Laut dan Atmosfer, Universitas Utrecht: Metodologi Pengelolaan Kawasan Pesisir yang Berkelanjutan dan Penerapannya di Kawasan Pesisir Sulawesi Barat Daya.
Proyek Paska S-3 yang hanya dilaksanakan di Netherlands (hingga 1998)
J.L. de Kok, Departemen Bisnis Administrasi, Sipil dan Pengelolaan, Universitas Twente
- 1995 -1998: **Variasi Paparan dalam pemulihan Terumbu Karang akibat Sedi-mentasi dan Fragmentasi di Sulawesi Barat Daya.**
Proyek Paska S-3 dan Tim Leader Lapangan
B.W. Hoeksema, Museum Nasional Sejarah, Leiden

Riset perikanan diarahkan untuk mempelajari manfaat data komposisi panjang sebagai indikator kunci dari eksploitasi yang berlebihan dari persediaan ikan di kawasan terumbu karang. Hasil tangkapan ikan dan usaha yang dilakukan dicatat setiap bulan saat melakukan survei lapangan dan pengambilan sampel di tempat pemasaran ikan setempat. Pola bentuk dan tata ruang tentang alokasi usaha dan komposisi hasil tangkapan juga diteliti. Dampak dari penangkapan ikan pada struktur komunitas ikan yang ada diperhitungkan sambil memperhitungkan faktor-faktor lain yang mungkin membentuk struktur komunitas ikan yang sedang diteliti, seperti kompleksitas struktur habitat dan posisi topografis dari terumbu karang. Konsekuensinya, akan dihasilkan satu persepsi mengenai keadaan stok ikan yang kemudian akan dibandingkan dengan persepsi para nelayan dan pejabat perikanan. Hipotesanya adalah bahwa sebaiknya ada persetujuan yang dibuat berdasarkan persepsi para nelayan, pejabat dan pelaksana riset, dan bahwa para nelayan harus mengakui adanya hubungan antara kegiatan penangkapan ikan mereka dan persediaan ikan yang ada. Hal ini akan memungkinkan keberhasilan dari beberapa pengukuran pengelolaan. Strategi pengelolaan yang paling baik adalah kompromi antara apa yang dibutuhkan dari segi perspektif biologis dan apa yang bisa diterima oleh para nelayan.

Untuk dapat menjelaskan pola transportasi umum dari sedimen dan bahan polutan ke dan yang terdapat dalam air kawasan pesisir, maka proses transportasi sungai dan dinamika air perlu dipelajari. Riset oseanografis diarahkan pada pengembangan model kuantitatif transportasi sedimen dan polutan di kawasan pesisir Sulawesi Barat Daya. Dampak perubahan pada sedimen sungai merupakan topik studi yang terpisah.

Riset geografi fisik diarahkan untuk memperoleh pemahaman mengenai hubungan antara fisiografi daerah aliran sungai, kondisi hidrologis, dan kolam penampungan sedimen dan air. Kegiatan pertanian di daerah aliran sungai akan mempengaruhi tingkat pelimpahan sedimen (disebabkan oleh erosi tanah) dan nutrisi (sebagai akibat dari penggunaan pupuk) ke daerah drainase sungai. Akhirnya semua ini akan mengalir kelaut di kawasan pesisir. Oleh karenanya satu bentuk contoh hubungan antara fisiografi, tipe pemanfaatan lahan dan emisi sedimen dan polutan (nutrien, limbah beracun) akan dikembangkan yang didasarkan pada teori hidrologi dan informasi empiris mengenai emisi.

Tujuan riset geografi manusia adalah untuk menganalisa pola utama dan determinan pemanfaatan sumberdaya di kawasan pesisir Sulawesi Barat Daya dan daerah pedalamannya. Proyek ini terdiri dari tiga bagian. Bagian yang utama, memfokuskan diri pada pemanfaatan lahan dan pengembangan tingkat regional, dengan penekanan pada pemanfaatan sumberdaya di daerah pedesaan (misalnya untuk pertanian, penangkapan ikan, dan kegiatan pedesaan yang bukan pertanian) oleh karena hal-hal ini secara langsung akan sangat mempengaruhi ekosistem kawasan pesisir. Pada tingkat mikro, penelitian dilaksanakan pada tingkat desa dan rumah tangga, yang memberi wawasan terhadap pilihan yang dimiliki rumah tangga di desa untuk memanfaatkan berbagai macam sumber daya. Di sini penekanannya terletak pada mekanisme dari pertukaran pemanfaatan sumberdaya dengan mempertimbangkan faktor makrostruktural seperti kebijaksanaan pemerintah, dinamika populasi, pengembangan teknologi, pemasaran yang terpadu, serta pertumbuhan ekonomi nasional. Perhatian yang khusus diberikan pada proses intensifikasi atau ekstensifikasi, spesialisasi atau penganebaran, dan bahkan usaha untuk meninggalkan sistem sumberdaya setempat. Bagian ketiga dari riset ini meneliti mengenai pengembangan daerah perkotaan, dan menangani dampak langsung maupun tidak langsung kota Ujung Pandang terhadap ekosistem kawasan pesisirnya. Studi mengenai dampak langsung khususnya dipusatkan

pada perkiraan dari pembuangan limbah padat dan limbah cair oleh rumah tangga di daerah perkotaan, lembaga dan perusahaan. Dampak yang tidak langsung berhubungan dengan adanya kesempatan bekerja dan pemasaran di daerah perkotaan bagi populasi yang tinggal di daerah pedesaan.

Di dalam program Buginesia perbedaan dapat dilakukan antara riset yang monodisipliner seperti yang baru saja dijelaskan di atas, riset interdisipliner dan riset pengelolaan yang diarahkan pada pengembangan metodologi bagi pengelolaan zona kawasan pesisir yang berkelanjutan. Integrasi diusahakan melalui dua cara yang berhubungan. Yang pertama, melalui kerjasama dari kerja lapangan dengan pertukaran konsep antara periset yang disiplin. Yang kedua, melalui pengembangan metodologi pengelolaan yang didasarkan pada bentuk pengelolaan zona kawasan pesisir yang terpadu. Tentu saja riset yang interdisipliner sangat berarti bagi kegiatan yang terakhir ini. Tujuan dari riset pengelolaan yang didasarkan pada pendekatan sistem analisis adalah untuk mengembangkan konsep yang dibutuhkan untuk penerapan hasil riset disiplin dalam kerangka kerja yang menyeluruh sehubungan dengan kebijakan zona kawasan pesisir. Peran yang penting diberikan pada perancangan sistem pendukung keputusan yang merupakan alat yang sangat berguna bagi untuk validitas bentuk dan komunikasi dengan pengguna metodologi pengelolaan. Topik utama dari riset mengenai pengelolaan termasuk alat modeling yang semi-kuantitatif, teknik yang memungkinkan bentuk sistem dinamika integrasi dengan data base tata ruangnya dan metode validasinya.