**BAGIAN III**

**PENDEKATAN DAN METODOLOGI**

* 1. **PENDEKATAN MODEL SYSTEM DYNAMICS**
     1. **PENDEKATAN UMUM**

Untuk dapat mencapai tujuan dan sasaran yang diinginkan, konsultan penyedia jasa harus memiliki pemahaman mengenai seluruh aspek kegiatan pengumpulan data serta penyusunan model di Pulau Bali. Pemahaman dari segi substansi teknis, lingkup geografis dan lingkup kegiatan ini selanjutnya dituangkan dalam bentuk pendekatan umum penyusunan model. Berdasarkan pemahaman tersebut, maka pendekatan umum yang digunakan dalam penyusunan model sistem dinamik serta spasial dinamis ini mencakup:

1. **Rancang Bangun Model**

Kegiatan pengembangan model sistem dinamik dan spasial dinamis dalam rencana pembangunan wilayah Pulau Bali dilakukan dengan mengkaji model-model yang sudah ada sebelumnya. Model-model yang dikaji dalam bagian ini dapat dikelompokkan menjadi lima kategori, yaitu model ekonomi, model sosial, model lingkungan (ekologi), model infrastruktur, serta model spasial.

Selanjutnya, dilakukan proses identifikasi untuk mengetahui keterkaitan antarmodel tersebut. Misalnya, keterkaitan antara model ekonomi-sosial, ekonomi-lingkungan, ekonomi-infrastruktur, sosial-lingkungan, sosial-Infrastruktur, lingkungan-infrastruktur, ekonomi-sosial-lingkungan, ekonomi-sosial-lingkungan-infrastruktur, serta ekonomi-sosial-lingkungan-infrastruktur-spasial.

1. **Penentuan Parameter, Indikator Serta Data Dan Informasi Yang Diperlukan**

Berdasarkan pemahaman yang kami miliki, penyusunan model spasial dinamis di Pulau Bali dilakukan melalui gabungan pendekatan perencanaan sektoral dan perencanaan wilayah. Oleh karena itu, analisis akan dilakukan berdasarkan data *supply* dan *demand* pengembangan wilayah yang diperoleh dari kegiatan pengumpulan data.

Indikator pembangunan yang akan digunakan dalam penyusunan model ini diperoleh dari kajian Rencana Pembangunan Regional Indonesia, kajian SENRA, serta kajian IO/ IRIO. Adapun detail pendekatan yang akan digunakan untuk memperoleh informasi mengenai indikator-indikator pembangunan daerah yang akan dimodelkan adalah sebagai berikut:

*Apabila indikator yang digunakan dalam permodelan merupakan indikator kemajuan daerah:*

* + Indikator pertumbuhan (pertumbuhan pendapatan, pertumbuhan investasi, pertumbuhan kesempatan kerja); Indikator pemerataan (distribusi pendapatan, pemerataan akses modal); Indikator kesinambungan (daya dukung lingkungan, daya dukung manusia berkeahlian); serta Indikator pemberdayaan (pemberdayaan ekonomi lemah, pemberdayaan ekonomi lokal) akan diperoleh melalui pengkajian skala kehidupan ekonomi
  + Indikator efisiensi (keterpaduan birokrasi, sanitari birokrasi); Indikator sulfisiensi (ketersediaan kebutuhan dana sosial, ketersediaan infrastruktur); serta Indikator fasilitas (fasilitas partisipasi sosial, kesetaraan gender, fasilitasi resolusi konflik) akan diperoleh melalui pengkajian terhadap kondisi layanan publik di wilayah tersebut
  + Indikator keamanan (keamanan hak sipil, keamanan hak politik, keamanan hak ekonomi); Indikator stabilitas (kesinambungan politik, kesehatan makro ekonomi, integrasi sosial); Indikator Demokrasi (Supremasi hukum, kontrol dan pertimbangan, pertanggungjawaban politik, kebebasan pers); serta indikator otonomi (kemandirian daerah, lokalisme lokal) dapat diperoleh melalui kajian terhadap resiko-resiko lokal.

*Apabila indikator yang digunakan adalah indikator kinerja pembangunan daerah:*

* + Indikator sub model ekonomi dan sosial (tingkat pendapatan rata-rata per kapita per tahun, penurunan angka pengangguran terbuka, kenaikan angka partisipasi kerja, penurunan indeks kemiskinan manusia, kenaikan indeks pembangunan manusia) dapat diperoleh melalui kajian terhadap derajat kesejahteraan umum
  + Indikator sub model infrastruktur, kebutuhan dasar, dan pemerintahan (rasio panjang jalan dengan luas wilayah, rasio panjang jalan dengan kondisi tidak rusak per panjang jalan keseluruhan, rasio panjang jalan dengan jumlah kendaraan roda empat, penurunan persentase penduduk tanpa akses terhadap sanitasi, penurunan angka kematian bayi, penurunan angka kematian ibu, rasio junlah penduduk dengan jumlah rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya, rasio julah murid per sekolah, rasio jumlah murid per jumlah guru, rasio jumlah guru per jumlah sekolah, angka partisipasi sekolah, penurunan angka putus sekolah, nilai rata-rata ebta murni/ UAN, rasio jumlah kendaraan umum roda 4 per 10000 penduduk, rasio jumlah penduduk dengan jumlah PNS Pemda, rasio PAD dengan jumlah penduduk) akan diperoleh melalui kajian terhadap derajat pelayanan publik
  + Indikator politik (rasio jumlah pemilih yang melakukan pemilihan dengan jumlah penduduk yang memiliki hak pilih, rasio jumlah partai politik pemenang pemilu lokal yang memperoleh kursi di legislatif dengan jumlah seluruh peserta pemilu lokal, kejadian politis praktis massa/ demo dalam satu tahun) dapat diperoleh melalui kajian terhadap derajat kehidupan demokrasi lokal.

Sementara itu, pendekatan yang digunakan untuk menentukan kebutuhan data dan informasi yang diperlukan dalam kegiatan ini meliputi proses identifikasi:

* + - * jenis data dan informasi
      * cara pengumpulan data dan informasi
      * sumber data dan informasi
      * cara analisis data dan informasi.

1. **Pengumpulan Data Dan Informasi Secara Partisipatif**

Pengumpulan data dan informasi dari berbagai instansi dilakukan melalui berbagai cara. Cara-cara tersebut diantaranya adalah dengan melakukan lokakarya dan FGD.

1. **Metode Analisis Data**

Data dan informasi yang sudah terkumpul, selanjutnya dianalisis dengan metode analisis tertentu, sehingga menghasilkan input bagi kegiatan penyusunan model perencanaan pembangunan wilayah berbasis spasial di Pulau Bali.

1. **Pembuatan Model**

Indikator-indikator pembangunan yang telah disederhanakan melalui proses analisis selanjutnya digabungkan dengan konsep model dinamis dengan metode statistik, fuzzy, atau model lain jika diperlukan menjadi sebuah model perencanaan pembangunan wilayah.

1. **Uji Coba Model**

Uji coba model dilakukan untuk mengetahui apakah model yang telah didesain sudah fit (memenuhi tujuan dan sasaran yang diinginkan) atau belum

1. **Perbaikan Model**

Merupakan kegiatan yang dilakukan setelah uji coba model. Kegiatan ini dilakukan apabila model yang telah disusun belum memenuhi tujuan dan sasaran yang diinginkan.

* + 1. **PENDEKATAN KEWILAYAHAN**

Kegiatan penyusunan model rencana pembangunan di Pulau Bali ini berbasis wilayah. Oleh karena itu, pendekatan kewilayahan menjadi penting untuk diperhatikan dalam kegiatan pengumpulan data serta penyusunan model sistem dinamik dan spasial dinamis di Pulau Bali.

Pendekatan kewilayahan dalam kegiatan ini dapat didekati dari empat sisi pendekatan, yaitu:

1) Kewilayahan Administratif

Wilayah administratif adalah wilayah yang batas-batasnya ditentukan berdasarkan kepentingan administratif pemerintahan atau politik, seperti: provinsi, kabupaten, kecamatan, kelurahan/ desa, serta RT/ RW.

2) Wilayah Perencanaan

Wilayah perencanaan adalah suatu wilayah yang memperlihatkan koherensi atau kesatuan keputusan-keputusan ekonomi, sosial budaya, lingkungan (ekologi) serta pengembangan infrastruktur.

3) Wilayah Nodal

Wilayah nodal adalah wilayah yang secara fungsional memiliki ketergantungan dengan pusat dan daerah belakangnya. Tingkat ketergantungan ini dapat diidentifikasi berdasarkan arus mobilisasi penduduk, faktor produksi, barang dan jasa, serta komunikasi dan transportasi.

* + 1. **PENDEKATAN SISTEM**

Sistem dapat didefinisikan sebagai himpunan atau kombinasi dari bagian-bagian tertentu yang membentuk sebuah kesatuan kompleks dan memenuhi syarat kesatuan, hubungan fungsional, serta tujuan yang berguna.

Berdasarkan definisi tersebut, sebuah wilayah dengan berbagai aktivitas dan sumber daya di dalamnya merupakan sebuah contoh dari sistem yang kompleks. Hal ini terjadi karena sebuah wilayah mampu memenuhi ketiga syarat pembentukan sebuah sistem.

Suatu wilayah memiliki elemen kesatuan (*unity*) dalam bentuk lahan. Suatu wilayah juga memiliki hubungan fungsional inter dan antar wilayah dari segi ekonomi, sosial, lingkungan, serta infrastruktur. Sementara itu, suatu wilayah juga dikembangkan dengan rencana pembangunan untuk mencapai suatu tujuan yang berguna.

Model merupakan suatu penyederhanan dari realitas yang bersifat kompleks. Sebuah model dikatakan lengkap apabila dapat mewakili berbagai aspek dari realitas yang sedang dikaji. Semakin kompleks sebuah model dibuat, semakin dekat model tersebut dengan realitas yang ada.

Kegiatan perencanaan pembangunan wilayah merupakan sebuah kegiatan yang sangat kompleks, sehingga perlu dilakukan melalui pendekatan sistem. Pendekatan sistem dalam perencanaan pembangunan wilayah merupakan sebuah cara untuk menyelesaikan persoalan pembangunan yang dimulai dengan tahap identifikasi sejumlah kebutuhan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

Pendekatan sistem umumnya ditandai oleh dua hal utama, yaitu: 1) mencari semua faktor penting dari setiap aspek pembangunan untuk mendapatkan solusi terbaik dalam mengatasi persoalan pembangunan, serta 2) membuat sebuah model kuantitatif untuk membantu membuat keputusan pembangunan secara rasional. Untuk dapat bekerja secara sempurna, sebuah pendekatan sistem harus memiliki: 1) metodologi untuk perencanaan dan pengelolaan, 2) suatu tim yang bersifat multidisipliner, 3) pengorganisasian, 4) disiplin untuk bidang yang non-kuantitatif, 5) teknik model matematik, 6) teknik simulasi, 7) teknis optimasi, serta 8) aplikasi komputer yang memadai.

Aplikasi manajerial merupakan salah satu unsur penting yang harus diperhatikan dalam metodologi perencanaan, pengendalian, dan pengelolaan sistem. Proses aplikasi manajerial ini dilakukan melalui beberapa tahapan, seperti mendefinisikan kebutuhan, memformulasikan masalah, mensintesa alternatif pemecahan masalah, menguji kelayakan alternatif, serta menggunakan metode tertentu untuk memperoleh rancangan alternatif yang optimal dalam sebuah sistem.

Dalam pelaksanaannya, pendekatan sistem memerlukan kerja lintas disiplin dan atau suatu tim yang sifatnya multidisipliner. Tim ini terdiri atas beberapa pakar dan praktisi dengan fungsi yang berlainan. Tim ini secara bersama-sama melaksanakan pendekatan sistem untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi. Agar tim ini dapat bekerja secara efektif, diperlukan upaya pengorganisasian yang memadai, khususnya dalam mengalokasikan sumber daya manusia serta potensi fisik yang sesuai selama proses perencanaan dan sistem tersebut beroperasi.

Teknik model matematik merupakan sebuah unsur penting yang harus dipelajari dan diperhatikan dalam penyusunan model abstrak yang representatif bagi sebuah sistem. Teknik ini akan digunakan terutama dalam proses mempelajari perilaku sistem dan menunjang rasionalisasi keputusan yang berhubungan dengan perihal yang dihadapi.

Perilaku sistem didefinisikan sebagai status sistem dalam suatu periode waktu tertentu. Perubahan stataus sistem tersebut dapat diamati melalui dinamika outputnya. Status sistem dapat berada dalam kondisi transien atau dalam kondisi berkesinambungan. Kondisi transien merupakan sebuah kondisi dimana output sistem mengalami perubahan setiap satuan waktu. Sementara itu, kondisi berkesinambungan merupakan sebuah kondisi dimana terdapat keseimbangan aliran masuk dan keluar dalam suatu sistem.

Selain hal-hal nyata yang dikuantitatifkan, sistem juga harus memperhatikan pemikiran-pemikiran yang sifatnya non-kuantitatif. Pemikiran yang bersifat non-kuantitatif ini tidak dapat digantikan oleh suatu model mental tertentu, sehingga perlu diperhatikan dengan pendekatan yang berbeda.

Pendekatan sistem dapat dilakukan dengan atau tanpa menggunakan komputer. Akan tetapi, keberadaan fasilitas ini akan memberikan kemudahan dalam mensimulasikan model yang telah dibuat sebelumnya.

Simulasi pada dasarnya merupakan salah satu kegiatan dalam analisis sistem yang secara garis besar meliputi tiga kegiatan. Kegiatan-kegiatan tersebut diantaranya adalah:

1. merumuskan model yang menggambarkan sistem dan proses yang terjadi di dalamnya,
2. melakukan eksperimen, serta
3. menggunakan model dan data untuk memecahkan masalah,

Tahapan pelaksanaan pekerjaan pengumpulan data untuk membuat model sistem dinamik dan spasial dinamis di Pulau Bali menggunakan tahap-tahapan yang mengikuti metode *Waterfall* (atau biasa disebut sebagai Diagram *System Development Life Cycle*). Lebih jelas mengenai diagram tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

**Gambar 3.1 Diagram System Development Life Cycle**

Sistem Analisis (Kebutuhan Fungsi)

Sistem Desain (Spesifikasi)

Sistem Implementasi (Operasional)

Sistem Operasional dan Pemeliharaan (Uji Sistem/ Model)

Desain Konsep

Desain Logis

Desain Fisik

*Sistem Analisis (Kebutuhan Fungsi)*

Sistem Analisismerupakan tahap awal atau desain konsep dalam pelaksanaan rancang bangun model. Tahap sistem analisis ini terdiri atas kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

* identifikasi pengguna/ stakeholder dalam proses pengumpulan data untuk membuat sistem dinamik dan spasial dinamis di Pulau Bali
* identifikasi kebutuhan pengguna dalam pengumpulan data dari aspek sosial, perekonomian, lingkungan, infrastruktur, serta penggunaan lahan oleh semua stakeholder menggunakan kuesioner
* identifikasi kebutuhan analisa spasial oleh masing-maisng stakeholder
* identfikasi kebutuhan fungsi untuk mendapatkan formulasi permasalahan dalam membangun model sistem dinamik dan spasial dinamis di Pulau Bali

*Sistem Desain (Spesifikasi)*

Sistem Desainmerupakan sebuah proses dinamik modeling dalam pembuatan model sistem dinamik dan spasial dinamis. Proses ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

* Pembuatan mental model
* Pembuatan diagram lingkar sebab-akibat
* Pembuatan diagram kotak hitam
* Pembuatan diagram alir

Dalam sistem desain, identfikasi sistem menjadi masukan bagi pemerintah mengenai keterkaitan antar-aspek pembangunan berkelanjutan. Keterkaitan ini pada akhirnya akan dikembangkan menjadi rencana, program pemerintah, dan atau kebijakan untuk menyelesaikan permasalahan langsung dan tidak langsung yang dihadapi oleh suatu wilayah.

*Sistem Implementasi (Operasional)*

Sistem Implementasi merupakan sebuah proses teknis dalam pelaksanaan model sistem dinamik dan spasial dinamis. Sistem implementasi ini meliputi rangkaian kegiatan sebagai berikut:

* Rancang bangun model
* Penentuan parameter, indikator serta data dan informasi yang diperlukan
* Metode analisa data
* Pembuatan model
* Simulasi model
* Verifikasi dan validasi model
* Perbaikan model
  + 1. **PENDEKATAN INSTITUSIONAL**

Pemahaman terhadap tugas dan fungsi setiap departemen, dinas, badan, lembaga teknis pemerintahan dan instansi swasta yang terkait dengan pekerjaan penggunaan data spasial dalam perencanaan pembangunan wilayah akan menjadi masukan yang sangat berharga dalam penyusunan model perencanaan pembangunan berbasis spasial untuk wilayah Bali. Pemahaman ini akan memudahkan proses sinkronisasi dan koordinasi antar berbagai instansi tersebut dilakukan. Sinkronisasi dan koordinasi ini pada akhirnya akan memberikan dukungan secara nyata terhadap kelancaran pelaksanaan kegiatan ini.

Selama ini, kegiatan penggunaan data spasial untuk perencanaan pembangunan wilayah dilakukan oleh berbagai instansi yang bersifat lintas sektor dan lintas wilayah. Oleh karena itu, kami sebagai calon penyedia jasa konsultan memandang pendekatan institusional sebagai sebuah bagian penting untuk mengkoordinasikan seluruh instansi pengguna data spasial tersebut untuk menyediakan basis data dalam kegiatan permodelan ini.

* + 1. **PENDEKATAN PASRTISIPATIF**

Pendekatan partisipatif merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari keseluruhan kegiatan penyusunan model perencanaan pembangunan wilayah berbasis spasial untuk Pulau Bali. Hal ini terjadi karena pelaksanaan kegiatan penyusunan model ini melibatkan banyak *stakeholder*, baik dari tingkat nasional maupun provinsi. Namun pada prinsipnya, kegiatan ini sangat bertumpu kepada peran aktif provinsi dalam mengidentifikasi potensi daerah dan berbagai dinamika kehidupan, khususnya terkait dengan dinamika spasial, yang akan mempengaruhi implementasi skenario-skenario perencanaan pembangunan di wilayahnya. Oleh karena itu, pendekatan partisipatif dengan melibatkan seluruh stakeholder daerah menjadi sebuah pendekatan yang tepat untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan permodelan ini.

* 1. **PENDEKATAN MODEL SPATIAL DYNAMICS**

Pemodelan spasial dapat digunakan untuk mensimulasikan tujuan dalam pengembangan suatu wilayah yaitu dengan melihat perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu, sehingga dapat digunakan untuk keperluan prediksi kedepan mengenai perubahan yang mungkin terjadi disuatu wilayah. Pemodelan spasial dilakukan terutama untuk mendukung tujuan-tujuan sebagai berikut:

* Model Spasial ditujukan untuk menganalisis fenomena perkembangan ruang berdasarkan variabel yang mewakilinya. Perkembangan ruang yang dimaksud antara lain berupa pola distribusi keruangan. Pemanfaatan variabel terbobot menjadi bagian penting dari model spasial
* Model spasial sangat berguna dalam melakukan prediksi dampak yang mungkin terjadi sebagai akibat dari perubahan suatau faktor yang berpengaruh.

Dalam pemodelan spasial, penggunaan metode-metode statistik sangat besar peranannya, terutama dalam mengukur dan menentukan bobot dari variabel yang digunakan dalam pemodelan. Tujuan lain dari pemodelan spasial adalah untuk menjawab pertanyaan “*What-if:* Dalam hal ini model dapat digunakan dalam menyusun skenario perencanaan pengembangan wilayah, terutama yang berkaitan dengan pola keruangan.

* + 1. **ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS**

Sumber kerumitan masalah keputusan bukan hanya dikarenakan faktor ketidakpasatian atau ketidaksempurnaan informasi saja. Namun masih terdapat penyebab lainnya seperti banyaknya faktor yang mempengaruhi terhadap pilihan-pilihan yang ada, dengan berbagai macam kriteria. Dalam masalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM), pengambil keputusan menilai sekumpulan alternatif keputusan berdasarkan kriteria. Salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk menyelesaikan persoalan MCDM ini adalah dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1991).

Pada dasarnya AHP adalah suatu teori umum tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio terbaik dari perbandingan berpasangan yang diskrit maupun kontiniu. AHP sangat cocok dan *flexibel* digunakan untuk menentukan keputusan yang menolong seorang *decision maker* untuk mengambil keputusan yang efisien dan efektif berdasarkan segala aspek yang dimilikinya. Jenis-jenis AHP antara lain (Bound dalam Setiawan, 2009:4):

* *Single-criteria* adalah memilih salah satu alternatif dengan satu kriteria.
* *Multi-criteria* adalah pengambilan keputusan yang melibatkan beberapa alternatif dengan lebih dari satu kriteria dan memilih satu alternatif dengan banyak kriteria.

1. **Landasan Aksiomatik**

AHP memiliki landasan aksiomatik yang terdiri dari :

1. *Resiprocal Comparison*, yang mengandung arti bahwa matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk harus bersifat berkebalikan. Misalnya, jika A adalah *k* kali lebih penting dari pada B maka B adalah *1/k* kali lebih penting dari A.
2. *Homogenity*, yaitu mengandung arti kesamaan dalam melakukan perbandingan. Misalnya, tidak dimungkinkan membandingkan jeruk dengan bola tenis dalam hal rasa, akan tetapi lebih relevan jika membandingkan dalam hal berat.
3. *Dependence*, yang berarti setiap *level* mempunyai kaitan (*complete hierarchy*) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (*incomplete hierarchy*).
4. *Expectation*, yang berarti menonjolkon penilaian yang bersifat ekspektasi dan preferensi dari pengambilan keputusan. Penilaian dapat merupakan data kuantitatif maupun yang bersifat kualitatif.
5. **Prinsip-Prinsip dasar AHP**

Dalam menyelesaikan persoalan dengan Metode AHP, ada beberapa prinsip dasar yang harus dipahami (Mulyono, 2004:335-337) :

1. *Decomposition*

Prinsip ini merupakan pemecahan persoalan-persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya ke bentuk hirarki proses pengambilan keputusan dimana setiap unsur atau elemen saling berhubungan. Jika ingin mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan yang lebih lanjut sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan yang ada. Struktur hirarki keputusan tersebut dapat dikatakan *complete* dan *incomplete*. Suatu hirarki disebut *complete* bila semua elemen pada suatu tingkat berhubungan dengan semua elemen pada tingkat berikutnya, sementara hirarki keputusan *incomplete* adalah kebalikan dari *complete*.

Bentuk struktur dekomposisi yakni :

Tingkat pertama : Tujuan keputusan (goal)

Tingkat kedua : Kriteria-kriteria

Tingkat ketiga : Alternatif-alternatif

**GAMBAR 3.2 HIRARKI KEPUTUSAN DARI AHP**

****

2. *Comparative judgement*

Prinsip ini memberikan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat yang di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari penggunaan metode AHP. Penilaian ini dapat disajikan dalam bentuk matriks yang disebut matriks *pairwise comparison* yaitu matriks perbandingan berpasangan yang memuat tingkat preferensi beberapa alternatif untuk kriteria. Skala preferensi dengan skala 1 menunjukan tingkat paling rendah sampai dengan skala 9 tingkatan paling tinggi. Untuk skala perbandingan berpasangan disajikan dalam tabel berikut :

**TABEL 3.1 SKALA PERBANDINGAN BERPASANGAN**

|  |  |
| --- | --- |
| Intensitas Kepentingan | Difinisi |
| 1 | Sama pentingnya dibanding dengan yang lain |
| 3 | Moderat pentingnya dibanding yang lain |
| 5 | Kuat pentingnya dibanding yang lain |
| 7 | Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain |
| 9 | Ekstrim pentingnya dibanding yang lain |
| 2, 4, 6, 8 | Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan |
| Reciprocal | Jika elemen i memiliki salah satu angka di atas dibandingkan elemen j, maka j memiliki nilai kebalikannya ketika dibanding dengan i |

Dalam penilaian kepentingan relatif dua elemen berlaku aksioma reciprocal artinya jika elemen i dinilai 3 kali lebih penting dibanding j, maka elemen j harus sama dengan 13 kali pentingnya dibanding elemen i. Di samping itu, bila dua elemen dibandingkan menghasilkan angka 1 berarti sama penting.

3. *Synthesis of priority*

Pada prinsip ini menyajikan matriks *pairwise comparison* yang kemudian dicari eigen vektornya untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priorty* dapat dilakukan sintesa diantara *local priority*.

4. *Logical consistency*

Merupakan karakteristik yang paling penting. Hal ini dapat dicapai dengan mengagresikan seluruh vektor eigen yang diperoleh dari tingkatan hirarki dan selanjutnya diperoleh suatu vektor *composite* tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan.

1. **Tahapan-tahapan AHP**

Tahapan-tahapan pengambilan keputusan dengan Metode AHP adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria, sub kriteria dan alternatif-alternatif pilihan yang ingin diurutkan.
3. Membentuk matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat diatasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan atau *judgement* dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.
4. Menormalkan data yaitu dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
5. Menghitung nilai *eigen vector* dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten pengambil data (preferensi) perlu diulangi. Nilai *eigen vector* yang dimaksud adalah nilai *eigen vector* maximum yang diperoleh dengan menggunakan *matlab* maupun manual.
6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
7. Menghitung *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai *eigen vector* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini mensintesis pilihan dan penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.
8. Menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi dengan *CR*<0,100 maka penilaian harus diulang kembali.
9. **Menetapkan Prioritas**

Dalam menetapkan prioritas dilakukan dengan menyusun perbandingan berpasangan yaitu membandingkan seluruh elemen untuk setiap hirarki Apabila dalam suatu subsistem operasi terdapat *n* elemen operasi yaitu *A*1, *A*2,…,*An* maka hasil perbandingan dari elemen-elemen operasi tersebut akan membentuk matriks *A* berukuran *n* × *n* sebagai berikut:

**TABEL 3.2 MATRIKS PERBANDINGAN BERPASANGAN**



Matriks *A*n×n merupakan matriks *reciprocal*, yang diasumsikan terdapat *n* elemen yaitu *w*1*,w*2*, . . . ,w*n yang membentuk perbandingan. Nilai perbandingan secara berpasangan antara *w*i*,w*j dipresentasikan dalam sebuah matriks wi, wj = *a*ij dengan *ij* = 1*,* 2*,* 3,*…,n* sedangkan nilai *a*ij merupakan nilai matriks hasil perbandingan yang mencerminkan nilai kepentingan *A*i terhadap *A*j bersangkutan sehingga diperoleh matriks yang dinormalisasi. Nilai *a*ij = 1, untuk *i* = *j* (diagonal matrik memiliki nilai 1), atau apabila antara elemen operasi *A*i dengan *A*j memiliki tingkat kepentingan yang sama maka nilai *a*ij = *a*ji = 1. Bila vektor pembobotan elemen-elemen operasi dinyatakan dengan *W*, dengan *W =* (*w*1, *w*2,…,*wn*), maka intensitas kepentingan elemen operasi *A*1 terhadap *A*2 adalah 𝑤1𝑤2=𝑎12, sehingga matriks perbandingan berpasangan dapat dinyatakan sebagai berikut:

**TABEL 3.3**

**MATRIKS PERBANDINGAN INTENSITAS KEPENTINGAN ELEMEN OPERASI**



Berdasarkan matriks perbandingan berpasangan maka dilakukan normalisasi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Bobot setiap kolom j dijumlahkan, total nilai kolom dilambangkan dengan Sij.



1. Nilai setiap kolom dibagi dengan total nilai kolomnya. Hasil dari pembagian itu dilambangkan dengan Vij.



1. Selanjutnya dengan menghitung vektor prioritas relatif dari setiap kriteria dengan merata-ratakan bobot yang sudah dinormalisasi dengan baris ke-i. Prioritas kriteria ke-i dilambangkan dengan



* + 1. **ANALISIS KEBUTUHAN DAN DESAIN SISTEM**

#### A. Analisa Kebutuhan Sistem.

Analisa dilakukan untuk mengetahui secara detil kondisi eksisting sistem yang lama, analisa data serta untuk mengetahui mengenai kebutuhan dan keinginan user.

Langkah pertama dalam analisa adalah memahami dan mengetahui data yang harus disimpan di dalam basis data, aplikasi apa yang harus dibangun di atasnya, dan jenis operasi apa yang lebih banyak digunakan, dan subjek untuk melakukan persyaratan yang ada. Dengan kata lain, disini harus tahu apa yang diinginkan pengguna sistem tersebut. ini adalah sebuah proses informal yang melibatkan partisipasi beberapa kelompok pengguna, studi tentang lingkungan pengoperasian saat ini dan bagaimana perkiraan perubahan lingkungan tersebut, analisis dokumen yang ada dalam suatu aplikasi yang diharapkan akan diganti atau dilengkapi oleh sistem dan seterusnya. Metodologi yang diusulkan untuk menyusun dan menampilkan informasi (visualisasi) yang dikumpulkan pada langkah tersebut. Beberapa alat otomatis pun telah dikembangkan untuk mendukung proses ini.

Metoda analisa sistem yang dilakukan oleh konsultan yaitu Metoda Data Driven dan User Driven. Metoda data driven adalah metoda analisa sistem berdasarkan ketersediaan dan kelengkapan database, sedangkan User Driven adalah metoda analisa berdasarkan analisa kebutuhan *(user need)* dan keinginan pengguna *(user want)*.

B. Analisa Kebutuhan Konfigurasi Sistem

Desain konfigurasi sistem visualisasi data dirancang sedemikian rupa berdasarkan konfigurasi hardware, software dan perangkat jaringan yang sudah, sedang dan akan dibangun sehingga mencapai sasaran yang diharapkan. Desain konfigurasi sistem visualisasi data memperhatikan keinginan pengguna *(user)*.

C. Identifikasi Lingkup Sistem Visualisasi Data

Langkah terpenting dalam melakukan identifikasi lingkup sistem visualisasi data adalah menentukan titik tolak awal masalah-masalah dalam sistem. Tiap masalah dinilai dengan acuan urgensi, visibilitas, manfaat nyata, dan prioritas dari sistem.

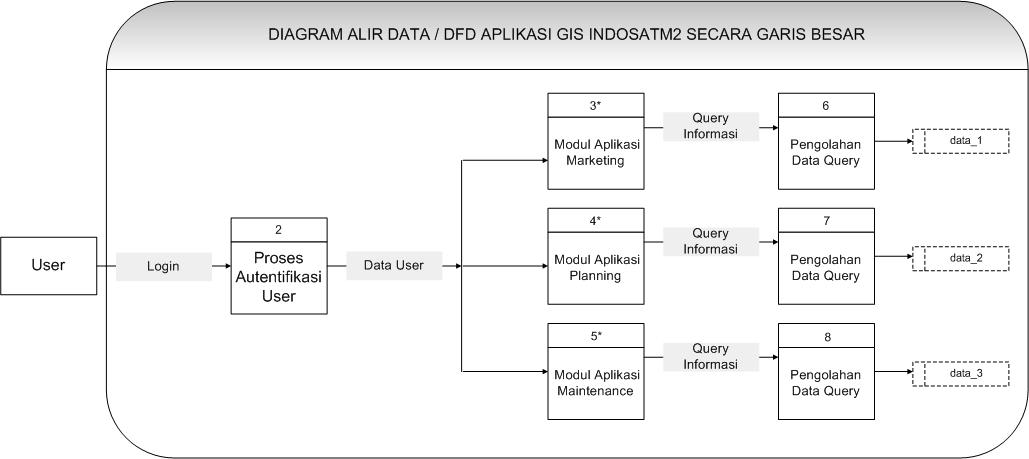
Produk jadi dalam langkah ini adalah mendefinisikan lingkup dengan mudah dalam konteks blok-blok pembangunan sistem. Misalnya, lingkup sistem dapat dideskripsikan dalam artian :

* Tipe-tipe data apa yang mendeskripsikan sistem yang sedang dipelajari?
* Proses-proses bisnis apa yang terdapat dalam sistem yang sedang dipelajari?
* Bagaimanakah sistem visualisasi data harus berantarmuka dengan para pengguna.

D. Identifikasi Lingkup Keluaran Sistem

Identifikasi keluaran *(output)* sistem harus sudah didefinisikan selama analisa kebutuhan sistem. Untuk melakukan pekerjaan ini dapat menggunakan sebuah diagram alir *(flow)* seperti DFD. Diagram alir data fisik merupakan awal yang bagus untuk merancang output sistem.

**GAMBAR 3.3 DFD UNTUK PENGEMBANGAN APLIKASI**



### Overlay

### Layout

### Entry Data

Sesuai dengan aplikasi yang akan dibangun, *Data Flow Diagram (DFD)* diatas adalah proses yang akan terjadi dalam pengolahan data. Proses tersebut diawali dengan Proses Authetifikasi User, kemudian dicocokan dengan data user yang mempunyai hak akses terhadap aplikasi ini. Setelah itu terbagi menjadi 3 proses yaitu Overlay, Layout dan Entry Data. Masing-masing proses ini akan menerima query informasi yang kemudian akan diproses dalam Pengolahan Data Query. Berikutnya Proses Pengolahan Data Query menghasilkan data-data yang diperlukan oleh User. Data-data ini dapat berupa data spasial atau atribut dengan konsep layering data. Dengan konsep ini, maka proses penelusuran dan analisa spasial akan semakin mudah dan efisien.

1. Desain Spesifikasi Sistem

Desain spesifikasi sistem dalam hal ini mencakup Arsitektur Sistem serta Platform *Hardware* dan *Software*.

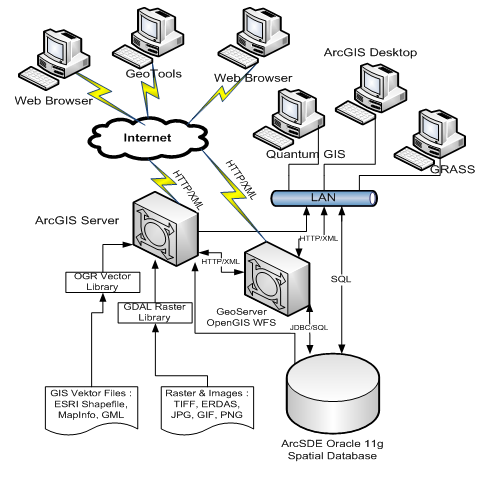
Arsitektur Sistem akan menggambarkan suatu diagram konfigurasi sistem Aplikasi, sistem hubungan koneksi antara *server* dan *client/user*, hak akses pengguna, konfigurasi sistem hardware dan software di sisi *server* maupun *client*.

Selanjutnya dari sisi software akan ditinjau mengenai *source code*, *form*, GUI, kemudian sistem database, *server side* dan *client side*. Sedangkan untuk hardware akan didesain spesifikasi hardware minimum untuk *server* dan *client*.

Penetapan spesifikasi sistem basis data dan hardware-software. Dan software yang digunakan yaitu Orale 11g untuk RDBMS, ArcGIS 9.3 untuk client desktop, ArcSDE 9.3 untuk engine basis data spasial di Oracle, ArcGIS Server untuk visualisasi data berbasis web di sisi client. Sebagai alternative dapat juga menggunakan Mapserver Open Source.

Basisdata yang telah tersimpan dalam sebuah sistem geodatabase dapat diakses oleh banyak pengguna (multi-user) secara visualisasi dengan melalui antar muka aplikasi berbasis web dengan menggunakan fungsi map service yang terdapat dalam software ArcGIS Server 9.3 (berbayar) atau menggunakan Map Server Open Source.

**GAMBAR 3.4 KONFIGURASI SYSTEM TERBARU (ALTERNATIF)**



Aplikasi berbasis web ini dapat menampilkan basisdata spasial dan non spasial (tekstual). Tampilan data spasial berisikan informasi grafis mengenai peta dasar dan data tematik. Pada tampilan ini pengguna diberikan kemudahan dalam melakukan eksplorasi terhadap objek peta dengan adanya tool-tool navigasi yang diletakkan diatas peta. Pengguna juga diberikan kemampuan untuk dapat mengubah tampilan peta dengan menambahkan atau menghapus layer peta sesuai keinginan, kecuali untuk peta dasar. Sedangkan Tampilan data tekstual menyajikan data-data tabular dalam bentuk teks, dalam bentuk kotak dialog (pop up menu).

1. Desain User Interface

Tahap terpenting dalam pembuatan aplikasi berbasis web adalah Desain User Interface. Desain User Interface merupakan tahap untuk merancang antar muka pengguna yaitu tampilan fungsional aplikasi yang akan digunakan oleh user sebagai media untuk melakukan view, query dan analisa database sehingga menghasilkan informasi sesuai dengan yang diinginkan oleh user.

Desain user interface akan memperhatikan identifikasi kebutuhan pengguna, ketersediaan data, kemudahan penggunaan *(user friendly),* dan trend pengembangan ke depan.

Tahap yang akan dilakukan dalam desain *user interface* adalah :

* User Requirement
* Desain GUI Aplikasi mencakup logo, nama aplikasi, menu utama, menu toolbar, space view legenda, space view data geografis dan status bar.
* Desain Navigation Tools mencakup fungsi zoom (in,out,full extent), pan, go back to previous extent, go back to next extent, select element, identity, measure.
* Desain menu pencarian/query
* Desain menu layer peta : fungsi on/of layer
* Desain menu hypelink.
* Desain tampilan penyajian informasi data atribut.
  1. **METODE PENGEMBANGAN MODEL**
     1. **PENGEMBANGAN MODEL SYSTEM DYNAMICS**

1. **INDIKATOR DAN PARAMETER KUNCI**

Peubah yang akan diamati dikelompokkan dalam empat aspek yakni sosial, ekonomi, ekologi dan infrastruktur yang disajikan pada tabel.

**TABEL 3.4. PEUBAH YANG DIAMATI UNTUK MENGETAHUI PERILAKU SISTEM**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sosial** | **Ekonomi** | **Ekologi** | **Infrastruktur** |
| * Jumlah penduduk * Tingkat harapan hidup * Tingkat IPM * Angka partisipasi kerja * Angkatan Kerja | * Angka PDRB * Investasi * Aktivitas ekspor dan impor * Jumlah PDRB/Kapita | * sumber daya yang tidak dapat diperbaharui * luas lahan kritis * kualitas air permukaan dan air tanah * tingkat pencemaran * konservasi | * infrastruktur transportasi darat, laut dan udara * sanitasi * kapasitas listrik |

1. **KEBUTUHAN DATA ASPASIAL PEMODELAN SYSTEM DYNAMICS**

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey instansional di tingkat kementerian/lembaga di pusat: seperti Departemen Kehutanan, Departemen Pertanian, Departemen Kelautan dan Perikanan, Departemen Perindustrian, BKPM, KLH, BPN, BPS, LAPAN dan LIPI. Selain itu dilakukan survey untuk mengumpulkan data di lembaga-lembaga penelitian yang dimiliki oleh Perguruan Tinggi negeri/swasta dan lembaga-lembaga penelitian swasta. Selain itu dilaksanakan lokakarya di tingkat nasional dan Focus Group Discussion (FGD) di tingkat daerah.

Data yang dikumpulkan berupa hubungan antar peubah dalam setiap dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan, juga antar peubah lintas dimensi dan antar peubah dengan aspek spasial. Jenis data yang diperlukan disajikan pada Tabel VI.10 Data dan informasi ini biasanya dalam bentuk hasil analisis.

**TABEL 3.5 DATA SOSIAL YANG DIBUTUHKAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **DATA SOSIAL** | **SATUAN** |
| 1 | Jumlah penduduk | Jiwa |
| 2 | Laju pertumbuhan penduduk | % |
| 3 | kepadatan penduduk |  |
| 4 | jumlah penduduk berdasarkan kelompok umur |  |
| 5 | Angka Buta Aksara penduduk usia 15 tahun keatas | % |
| 6 | Angka Melek Huruf | % |
| 7 | Angka Partisipasi Kasar (APK) untuk setiap jenjang pendidikan | % |
| 8 | Angka Partisipasi Sekolah (APS) untuk setiap kelompok usia sekolah | % |
| 9 | Angka Melanjutkan Sekolah | % |
| 10 | Angka Putus Sekolah | % |
| 11 | Angka Mengulang Kelas | % |
| 12 | Rata-rata Lama Penyelesaian Pendidikan | Tahun |
| 13 | Umur Harapan Hidup (UHH) | Tahun |
| 14 | Angka Kematian Bayi (AKB) | **%** |
| 15 | Angka Kematian Ibu (AKI) | **%** |
| 16 | Prevalensi Gizi Kurang |  |
| 17 | Jumlah penduduk miskin | Jiwa |
| 18 | Unmet need KB | % |
| 19 | Total Fertility Rate/TFR (per perempuan) |  |
| 20 | Partisipasi laki-laki dalam ber-KB | % |
| 21 | *Contraceptive Prevalence Rate*/CPR | % |
| 22 | Penurunan angka penganggura terbuka | % |
| 23 | Kenaikan angka partisipasi kerja | % |
| 24 | Penurunan Indeks Kemiskinan Manusia (IKM) |  |
| 25 | Kenaikan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) |  |
| 26 | Jumlah angkatan kerja |  |
| 27 | Upah tenaga kerja | Rp |
| 28 | Tingkat kesempatan kerja |  |
| 29 | Permintaan terhadap tenaga kerja |  |
| 30 | Kesempatan Kerja dan Tingkat Pengangguran Terbuka |  |

**TABEL 3.6. DATA EKONOMI YANG DIBUTUHKAN**

| **No** | **DATA EKONOMI** | **SATUAN** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Pertumbuhan PDRB |  |
| 2 | Struktur PBRB (sektor-sektor dalam PDRB) |  |
| 3 | PDRB per kapita |  |
| 4 | Investasi dan aktivitas ekspor-impor |  |
| 5 | Peningkatan peran UKM |  |
| 6 | Pertumbuhan Pendapatan |  |
| 7 | Pertumbuhan Investasi |  |
| 8 | Pertumbuhan Kesempatan Kerja |  |
| 9 | Distribusi Pendapatan |  |
| 10 | Pemerataan Akses Modal |  |
| 11 | Pemberdayaan Ekonomi Lemah |  |
| 12 | Pemberdayaan Ekonomi Lokal |  |
| 13 | Pertumbuhan ekonomi daerah |  |
| 14 | Tabel Input Output |  |
| 15 | Sumbangan sektor informal |  |
| 16 | Penerimaan pemerintah dari pajak |  |
| 17 | Nilai subsidi |  |
| 18 | Utang luar negeri |  |
| 19 | Utang dalam negeri |  |
| 20 | Investasi pemerintah |  |
| 21 | Penerimaan rumah tangga |  |
| 22 | Konsumsi rumah tangga |  |
| 23 | Pengeluaran pemerintah untuk kredit usaha kecil |  |
| 24 | Pengeluaran pemerintah untuk kesehatan |  |
| 25 | Pengeluaran pemerintah untuk pendidikan |  |
| 26 | Pengeluaran pemerintah untuk pertahanan dan keamanan |  |
| 27 | Pengeluaran pemerintah untuk pembangunan infrastruktur |  |
| 28 | Pengeluaran pemerintah untuk pelayanan sosial |  |
| 29 | Pengeluaran pemerintah untuk administrasi publik |  |
| 30 | *the income and expenditure sides*) |  |
| 31 | Keseimbangan perdagangan dan agregat lainnya (*trade balance and other aggregates*) |  |
| 32 | Tingkat pengembalian dan indeks (*rates of return, indexation*) |  |
| 33 | Akumulasi investasi-modal (*investment-capital accumulation*) |  |
| 34 | Akumulasi hutang (*debt accumulation*) |  |
| 35 | Perluasan wilayah (*regional extension*) |  |
| 36 | Permintaan margin (*demands for margins*) |  |
| 37 | Harga pembelian (*purchaser’s prices*) |  |
| 38 | Kondisi keseimbangan pasar (*market clearing conditions*) |  |
| 39 | Pajak tidak langsung (*indirect taxes*) |  |
| 40 | GDP dari sisi pendapatan dan pengeluran |  |
| 41 | Komposit komoditi dari output industri (*commodity composites of industry outputs*) |  |
| 42 | Permintaan barang untuk investasi (*demands for investment goods*); |  |
| 43 | Permintaan rumah tangga (*household demands*); |  |
| 44 | Permintaan ekspor dan permintaan akhir lainnya (*export and other final demands*) |  |
| 45 | *Inceremental capital output ratio* |  |
| 46 | Rasio jumlah desa yang memiliki bank/BPR terhadap jumlah desa |  |
| 47 | Permintaan tenaga kerja (*demands for labour*) |  |
| 48 | Permintaan faktor primer (*demands for primary factors*) |  |
| 49 | Permintaan input barang antara (*demands for intermediate inputs*) |  |
| 50 | Permintaan faktor primer komposit dan input barang antara (*demands for composite primary factors and intermediate inputs*) |  |

**TABEL 3.7 DATA LINGKUNGAN YANG DIBUTUHKAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **DATA LINGKUNGAN** | **SATUAN** |
| 1 | Kualitas air permukaan |  |
| 2 | Kualitas air tanah |  |
| 3 | Kualitas udara |  |
| 4 | Tingkat polusi | Skor |
| 5 | Biaya pengurangan polusi | Rupiah |
| 6 | Nilai lahan dan air | Rupiah |
| 7 | Nilai pajak degradasi lahan | Rupiah |
| 8 | Nilai eksternalitas sumberdaya lahan | Rupiah |
| 9 | Tingkat Pencemaran Pesisir dan Laut |  |
| 10 | Angka *Illegal Logging* | Skor |
| 11 | Luas lahan kritis | Ha |
| 12 | Rasio luas kawasan lindung terhadap total luas wilayah |  |
| 13 | Rasio jumlah desa terkena pencemaran air terhadap jumlah desa |  |
| 14 | Rasio jumlah desa terkena pencemaran udara terhadap jumlah desa |  |

**TABEL 3.8 DATA INFRASTRUKTUR YANG DIBUTUHKAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **DATA SOSIAL** | **SATUAN** |
| 1 | Panjang jalan |  |
| 2 | Kondisi jalan |  |
| 3 | Kondisi jalan berdasarkan jenis permukaan |  |
| 4 | Panjang jalan di setiap kecamatan berdasarkan fungsi |  |
| 5 | Kepadatan jaringan jalan |  |
| 6 | Waktu tempuh rata-rata pada setiap ruas jalan |  |
| 7 | Jumlah jembatan |  |
| 8 | Panjang rel kereta api |  |
| 9 | Penurunan peresentase penduduk tanpa akses terhadap sanitasi |  |
| 10 | Pelabuhan Udara |  |
| 11 | Pelabuhan Laut |  |
| 12 | Sarana telekomunikas (telepon seluler) |  |
| 13 | Jalan |  |
| 14 | Sarana telekomunikas (telepon seluler) |  |
| 15 | Prasarana jaringan listrik PLN |  |
| 16 | Kualitas Suplai Listrik |  |
| 17 | Kualitas Jalan |  |
| 18 | Akses dan Tipe Pelabuhan Laut |  |
| 19 | Kualitas Sambungan Telepon |  |
| 20 | Akses dan Tipe Pelabuhan Udara |  |
| 21 | Sarana kesehatan |  |
| 22 | Sarana pendidikan |  |
| 23 | Sarana air bersih |  |
| 24 | Sarana peribadatan |  |

**TABEL 3.12 DATA PENGGUNAAN LAHAN YANG DIBUTUHKAN**

| **No** | **DATA PENGGUNAAN LAHAN** | **SATUAN** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Luas lahan pemukiman | Ha |
| 2 | Laju perubahan luas lahan pemukiman | %/tahun |
| 3 | Faktor yang mempengaruhi konversi lahan pemukiman |  |
| 4 | Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan lahan pemukiman |  |
| 5 | Luas lahan pertanian | Ha |
| 6 | Laju perubahan luas lahan pertanian | %/tahun |
| 7 | Faktor yang mempengaruhi konversi lahan pertanian |  |
| 8 | Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan lahan pertanian |  |
| 9 | Luas lahan pertambangan | Ha |
| 10 | Laju perubahan luas lahan pertambangan | %/tahun |
| 11 | Faktor yang mempengaruhi konversi lahan pertambangan |  |
| 12 | Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan lahan pertambangan |  |
| 13 | Luas lahan kehutanan | Ha |
| 14 | Laju perubahan luas lahan kehutanan | %/tahun |
| 15 | Faktor yang mempengaruhi konversi lahan kehutanan |  |
| 16 | Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan lahan kehutanan |  |
| 17 | Luas kawasan lindung | Ha |
| 18 | Laju perubahan luas kawasan lindung | %/tahun |
| 19 | Faktor yang mempengaruhi konversi kawasan lindung |  |
| 20 | Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan kawasan lindung |  |
| 21 | Luas lahan hutan produksi yang produktif | Ha |
| 22 | Luas lahan hutan tidak produktif dan atau lahan kritis | Ha |
| 23 | Tingkat kerusakan hutan produktif | Ha |
| 24 | Laju efektivitas reboisasi | Ha |
| 25 | Luas lahan pertanian | Ha |
| 26 | Luas perkebunan | Ha |
| 27 | Besaran produksi usaha tani | Ton |
| 28 | Luas wilayah pemukiman |  |
| 29 | Besaran konsesi HTI |  |
| 30 | Besaran produksi bahan kayu *pulp* |  |
| 31 | Besaran biaya produksi bahan kayu *pulp* |  |

1. **KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK**

Untuk melihat perilaku model spasial dinamis atau untuk kebutuhan simulasi model dibutuhkan bantuan perangkat lunak *(software*). Perangkat lunak ini sangat membantu untuk mempelajari dan memahami sistem yang kompleks dan dinamis yang juga dilengkapi dengan kemudahan untuk melakukan perhitungan atau model simulasi dalam bentuk grafik.

Terdapat beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan untuk simulasi sistem dinamis, diantaranya adalah Stella dan PowerSim. Software yang digunakan untuk simulasi sistem dinamis pada kegiatan ini adalah Powersim. Powersim berasal dari *Powerfull Simulation* yang merupakan *software* simulasi untuk sistem dinamik dengan menggunakan metodologi pemodelan berbasis komputer. *Software* ini dirancang bangun untuk simulasi situasi yang kompleks dengan kemampuan untuk menjalankan banyak skenario dengan berbagai parameter yang dapat dikendalikan selama periode simulasi. Hubungan sebab akibat, umpan balik (*feedback*), pengulangan (*loop*), dan penundaan (*delay*) dapat diolah dan ditampilkan dalam bentuk yang mudah untuk dimengerti (Schecker, 1994, 2). PowerSim dipilih karena ia memiliki keunggulan antara lain:(1) mampu untuk memodelkan hubungan-hubungan yang kompleks, (2) model ini dapat digunakan untuk mengembangkan eksperimen sedalam mungkin yang dapat dipikirkan oleh pembuat model. Kemampuan untuk memodifikasi berbagai parameter selama masa simulasi akan membantu memberikan pemahaman mengenai proses yang terjadi dalam berbagai hal, dan kemampuan ini telah digunakan dalam berbagai bidang ilmu.

Pada kegiatan ini digunakan Powersim Studio versi 8. Powersim versi ini lebih mudah digunakan dengan fitur yang lebih lengkap sehingga dapat mengurangi bias dalam penyusunan model dan simulasi. Selain itu menu dan fitur yang ditawarkan lebih variatif dan lengkap dari versi sebelumnya. Dalam perangkat lunak ini juga tersedia fitur berupa artikel mengenai sistem dinamis dan kaitannya dengan pembangunan berkelanjutan serta panduan membuat model sehingga akan memudahkan pengguna dalam memahami dan membangun model spasial dinamis.

* + 1. **PENGEMBANGAN MODEL SPASTIAL**

1. **RANCANGAN KONSTRUKSI SISTEM**
   * **Teknis Akses Aplikasi**

Aplikasi Model Dinamika Spasial Kawasan Perhatian Investasi (KPI) di Koridor Ekonomi MP3EI di Provinsi Bali adalah aplikasi yang dapat diakses melalui jaringan internet/intranet. Aplikasi ini dipasang di Server di Badan Informasi Geospasial (BIG) dan dapat diakses oleh petugas di pemerintah daerah di Provinsi Bali melalu jaringan yang terhubung ke Server.

Aplikasi terdiri dari dua kelompok, yaitu aplikiasi umum dan aplikasi pengguna terbatas. Aplikasi umum adalah aplikasi yang menampilkan informasi yang boleh diketahui oleh umum, sehingga untuk mengaksesnya tidak memerlukan otorisasi level akses. Otorisasi akses ditentukan oleh dengan login dan password dari pengguna.

Untuk aplikasi pengguna terbatas memiliki fitur untuk melakukan pengolahan data dengan parameter-parameter yang dapat diubah sesuai dengan skenario yang dipilih. Hasil pengolahan tersebut dapat disimpan sehingga hasil pengolahan ini dapat dipakai bersama dengan pengguna lain tanpa harus melakukan pengolahan data. Katalog hasil pengolahan ini dapat dilihat sehingga pengguna dapat memilih langsung untuk melihat hasil pengolahan tesebut. Fitur ini dibuat untuk membantu pengguna membandingkan hasil antara satu skenario dengan skenario-skenario lainnya.

Informasi-informasi yang dapat dilihat dari aplikasi ini, berupa:

* Informasi berbentuk tabular dan dapat diunduh dalam format xls
* Informasi berbentuk chart dan dapat diunduh dalam format jpg
* Informasi berbentuk peta dan dapat diunduh dalam format jpg
* Informasi benbentuk laporan untuk dicetak dalam format laporan

**GAMBAR 3.5. FITUR KERAGAMAN BENTUK INFORMASI**

Aplikasi

Informasi Tabular

Informasi Chart

Informasi Peta

Informasi Laporan

Format xls

Format jpg

Format jpg

Format Laporan

* + **Teknologi Pengembangan Aplikasi**

Aplikasi Penyusunan Model Dinamika Spasial Kawasan Perhatian Investasi (KPI) di Koridor Ekonomi MP3EI di Provinsi Bali akan dikembangkan dengan teknologi berbasis web, karena aplikasi akan dipasang pada server di Badan Informasi Geografis di Cibinong dan pengguna berada di pemerintah daerah Provinsi Bali. Untuk dapat mengakses aplikasi in diperlukan koneksi ke server di Cibinong oleh pengguna di Badan Informasi Geospasial. Koneksi ini dapat berupa jaringan internet atau jaringan intranet.

Powersim merupakan aplikasi yang berjalan dengan sistem operasi Windows dan hanya dapat diakses dengan bahasa pemrograman yang dibangun dengan menggunakan ASP.Net. Keterbatasan juga dimiliki oleh Netlogo yang hanya dapat dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java Scala. Dengan demikian aplikasi Penyusunan Model Dinamika Spasial Kawasan Perhatian Investasi (KPI) di Koridor Ekonomi MP3EI di Provinsi Bali akan dikembangkan dengan dua bahasa pemrograman, yaitu: ASP.Net dengan C# dan Java Scala.

Pengembangan aplikasi diusahakan untuk tetap menggunakan satu mesin dengan menggunakan satu sistem operasi yang sama. Alasannya adalah:

* perawatan akan lebih sederhana
* aplikasi Powersim dan Nelogo dapat mengakses berkas yang sama
* sinkronisasi dapat lebih terjaga

Pilihan sistem operasi yang digunakan adalah sistem operasi Windows karena Aplikasi Netlogo dan bahasa pemrograman Java Scala dapat dijalankan dengan sistem operasi Windows selain sistem operasi Linux. Sementara Powersim hanya dapat dijalankan dengan sistem operasi Windows. Percabangan terjadi pada tingkat teknologi web server yang digunakan, yaitu:

* IIS Server untuk ASP.Net
* Apache/Tomcat untuk Java Scala

**TABEL 3. 13 CONFIGURASI SISTEM**

**Web Browser**

**Powersim**

**Openlayers/ ArcGIS**

**JSP**

**Apache/Tomcat**

**Netlogo**

**Windows OS**

**Metadata**

**IIS**

**TABEL 3.14 MATRIKS FUNGSI APLIKASI POWERSIM DAN NETLOGO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponen** | **Masukan** | **Keluaran** | **Bahasa Programming** |
| **Simulasi Powersim** | File sip dari powersim | Luas kebutuhan lahan | powersim |
| **Antar muka** | Masukan dari pengguna | Parameter simulasi | aspx dan c#,net |
| **Pengatur antar aplikasi** | Permintaan dari aplikasi antar muka dan simulasi | Status proses dari pemodelan spasial | Scala dan java |
| **Pemodelan spasial Netlogo** | Luas kebutuhan lahan dan parameter simulasi | Peta pemilihan lokasi lahan | Netogo |

Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur pengelolaan basisdata spasial untuk menyimpan informasi-informasi peta‐peta digital di wilayah Provinsi Bali dengan mengacu pada Fundamental Data Set yang ditetapkan oleh Badan Informasi Geospasial dan basisdata non spasial disusun berdasarkan hasil survei ke daerah dan pengumpulan data ke instansi penyedia data. Basisdata akan dibangun dengan menggunakan basis data Oracle yang memiliki kemamputan untuk menyimpan data spasial dan non spasial. Basisdata ini hanya dapat diakses oleh pengguna yang diberikan tugas untuk mengelola data.

1. **KEBUTUHAN DATA SPASIAL**

Data spasial bersumber pada peta vektor dengan skala 1:25.000. Sesuai jawaban dalam aanwijzing, data vektor diolah menjadi peta raster dengan resolusi 500 m dan 1000 m. Dengan resolusi sebesar ini, obyek dengan ukuran dibawah 500 m tidak dapat diwakilkan. Dengan luas bidang sekitar 160 km x 110 km, maka ukuran peta raster dengan resolusi 500 m adalah 320 piksel x 220 piksel. Ukuran ini dapat ditingkatkan secara operasional hingga 200 m atau ukuran peta raster menjadi sekitar 800 piksel x 550 piksel. Besar peta raster dibawah 1000 piksel masih dapat diolah dengan menggunakan komputer yang memiliki memori standard atau sekitar 4 – 8 GB.

Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur pengelolaan basisdata spasial untuk menyimpan informasi-informasi peta‐peta digital di wilayah Provinsi Bali dengan mengacu pada Fundamental Data Set yang ditetapkan oleh bali dan basisdata non spasial disusun berdasarkan hasil survei ke daerah dan pengumpulan data ke instansi penyedia data. Basisdata akan dibangun dengan menggunakan basisdata Oracle yang memiliki kemamputan untuk menyimpan data spasial dan non spasial. Basisdata ini hanya dapat diakses oleh pengguna yang diberikan tugas untuk mengelola data.

**TABEL 3.15 KEBUTUHAN DATA SPASIAL PETA TEMATIK**

| **No** | **DATA PENGGUNAAN LAHAN** | **SATUAN** |
| --- | --- | --- |
| 32 | Peta jenis tanah |  |
| 33 | Peta geologi |  |
| 34 | Elevasi |  |
| 35 | Slope |  |
| 36 | Peta tutupan lahan *seamless* dari Citra Landset |  |
| 37 | Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional |  |
| 38 | Peta Rencana Tata Ruang Pulau Bali |  |
| 39 | Peta prasarana Wilayah Pulau Bali |  |
| 40 | Jarak dari jalan utama |  |
| 41 | Jarak dari pusat kota |  |
| 42 | Curah hujan |  |
| 43 | Laju perubahan penggunaan lahan |  |
| 44 | *Spatial policy* |  |
| 45 | Exposure |  |
| 46 | Ketinggian |  |
| 47 | Bentuk medan |  |
| 48 | Kelerengan |  |
| 49 | Topografi |  |
| 50 | Angin |  |
| 51 | Iklim |  |
| 52 | Posisi geografis |  |
| 53 | DKAT |  |
| 54 | Lempeng |  |
| 55 | Formasi batuan |  |
| 56 | Permeabilitas |  |
| 57 | Kedalaman efektif tanah |  |

* + 1. **PENGEMBANGAN INTEGRASI APLIKASI DINAMIKA SPASIAL SEBAGAI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN**

1. **INOVASI PENGEMBANGAN APLIKASI**

Pemodelan Dinamika Spasial merupakan interaksi antara simulasi dinamis yang memberikan kebutuhan lahan (demand) dan pemodelan spasial yang memberikan hasil perubahan lahan. Dalam pemodelan dinamika spasial RDP, kebutuhan lahan dihitung secara langsung dari tahun ke 1 hingga tahun akhir simulasi dan diolah oleh pemodelan spasial dari tahun ke 1 hingga tahun akhir simulasi tanpa adanya informasi balik ke simulasi dinamis. Pola ini tidak mendekati keadaan yang sebenarnya, karena hasil pemodelan spasial tidak senantiasa memberikan nilai perubahan lahan sama dengan nilai demand yang diberikan.

Untuk lebih mendekati keadaan yang nyata, pemodelan spasial harus dapat memberikan hasil perubahan lahan ke simulasi dinamis sebagai nilai untuk perhitungan tahun selanjutnya. Demikian selanjutnya hingga tahun akhir simulasi. Hal ini berhasil kami coba dengan cara melakukan simulasi dinamis per tahun untuk diolah oleh pemodelan spasial dan menerima hasil pengolahan untuk dilanjutkan pada simulasi dinamis tahun berikutnya.

Secara matriks, perbandingan Pemodelan Dinamika Spasial untuk waktu 10 tahun antara RDP dan innovasi kami dapat diilustrasikan sebagai berikut:

**GAMBAR 3.6. DIAGRAM PEMODELAN SPASIAL RDP**

Simulasi Dinamis (Powersim)

Daftar Kebutuhan Lahan

Pemodelan Spasial

Daftar Perubahan Lahan

**GAMBAR 3.7. DIAGRAM INTERAKSI SIMULASI DINAMIS DAN PEMODELAN SPASIAL**

Simulasi Dinamis (Powersim)

Kebutuhan Lahan

Pemodelan Spasial (Netlogo)

Perubahan Lahan

Kelebihan dari cara ini adalah:

* Lebih mendekati kondisi nyata dari pemodelan dinamika spasial
* Perhitungan simulasi dinamis mengikuti perubahan lahan setiap tahunnya
* Apabila terjadi penyimpangan perubahan lahan, simulasi dinamis dapat melakukan penyesuaian pada simulasi tahun berikutnya

Proses pemodelan dinamika spasial relatif membutuhkan waktu yang lama terutama untuk ukuran areal yang besar dan waktu simulasi yang panjang. Untuk meningkatkan efektifitas penggunaan waktu, maka proses yang pernah dilakukan disimpan dalam basisdata dan dicatat dalam satu katalog. Apabila diperlukan kembali, pengulangan proses tidak perlu dilakukan.

**GAMBAR 3.8.**

**DIAGRAM ALUR DATA SIMULASI DINAMIS DAN PEMODELAN SPASIAL**

Parameter

Simulasi Dinamis (Powersim)

Driving Factor

(spatial data)

Modelling

(Clue-s

Expert System)

Demand

Landuse t+1 (Perubahan Lahan)

Landuse (t0)

Dengan adanya katalog ini, maka pengguna dapat langsung memilih skenario pemodelan yang dikehendaki dari daftar katalog. Apabila skenario yang dikehendaki tidak ada dalam daftar katalog, pengguna harus melakukan proses pemodelan. Dengan adanya daftar katalog ini, maka pengguna dapat menampilkan lebih dari satu hasil pemodelan untuk melakukan pembandingan. Cara ini akan sangat membantu dalam evaluasi.

Kelebihan dari cara ini adalah:

* Penghematan waktu, karena tidak perlu adanya pengulangan proses
* Pengguna dapat melakukan pembandingan beberapa skenario untuk memudahkan melakukan evaluasi
* Pembatasan akses dapat diterapkan untuk pengguna-pengguna yang tidak dapat memiliki akses melakukan proses dan pengguna yang hanya bisa melihat hasil proses

1. **KEBUTUHAN PENYUSUNAN DATA BASELINE SPASIAL DAN NON SPASIAL PEMAHMAN MASALAH UNTUK PENYUSUNAN DATA BASELINE**

Pelaksanaan kegiatan Penyusunan Model Dinamika Spasial Kawasan Perhatian Investasi (KPI) di Koridor Ekonomi MP3EI di Provinsi Bali ditujukan untuk optimalisasi implementasi program-program yang dilaksanakan di Provinsi Bali dengan melakukan sinkronisasi kebijakan implementasi KPI dengan Kebijakan spasial (ruang) menggunakan model dinamika spasial. Kebijakan pelaksanaan program-program KPI akan memberikan perubahan pada lingkungan dan ruang. Dalam pelaksanaannya, pencapaian target program KPI dapat optimal namun dengan mengorbankan kondisi lingkungan dan melanggar kebijakan spasial (ruang).

Pemodelan dinamika spasial merupakan alat untuk mengurangi pelanggaran kebijakan spasial dari kebijakan KPI yang dilaksanakan. Dengan adanya pemodelan ini, perubahan-perubahan lingkungan dan ruang akibat pelaksanan kegiatan KPI dapat dilihat sehingga penentu kebijakan baik di pusat (Bappenas) maupun di pemerintah daerah (Bappeda dan instansi sektoral terkait) dapat melakukan penyesuaian target dan kegiatan sehingga kebijakan KPI dapat sejalan (sinkron) dengan kebijakan spasial yang ada.

Pemodelan dinamika spasial terdiri dari alat untuk melakukan simulasi pelaksanaan kegiatan KPI yang akan memberikan informasi mengenai kebutuhan-kebutuhan dan pencapaian-pencapaian akibat penerapan kebijakan dalam pelaksanaan kegiatan KPI tersebut. Informasi-informasi ini terdiri dari:

* Informasi ekonomi
* Informasi sosial
* Informasi dampak lingkungan
* Informasi kebutuhan lahan

Untuk membuat alat ini lebih mudah dipahami, maka informasi-informasi tersebut ditampilkan dalam bentuk:

* Tabular, angka dan huruf
* Chart,
* Peta

Informasi kebutuhan (demand) penggunaan lahan merupakan informasi masukan (input) bagi alat pemodelan spasial. Pemodelan spasial akan mencari lahan yang sesuai dengan luas kebutuhan penggunaan lahan tersebut.

Teknik pemodelan ini sesuai dengan kombinasi skenario yang ditentukan. Skenario tersebut adalah:

* skenario kebijakan spasial (dengan memperhatikan RTRW),
* ekonomi (jenis dan besaran investasi),
* lingkungan (memperhitungkan emisi karbon)

Data spasial yang digunakan dalam kegiatan ini adalah Peta Provinsi Bali dengan skala 1:25.000 yang mencakup lokasi KPI-KPI yang ditentukan. Serangkaian data spasial dari tahun 2005 hingga tahun 2012 digunakan sebagai acuan dalam penyusunan model spasial dan juga merupakan bahan validasi hasil pemodelan spasial yang dibuat.