# PENDEKATAN DAN METODOLOGI

**3**

1. **Pendekatan Model Dinamika Sistem**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kajian teoretis pemodelan dengan pendekatan Dinamika Sistem*.* Baik dari pengertian awal dan mendasar mengenai Dinamika Sistem*,* proses pemodelan dalam Dinamika Sistemdan bagaimana memvalidasi, verifikasi, dan simulasi model.

* 1. **Pengertian Sistem dan Model**

Pendekatan sistem dalam pemecahan masalah-masalah sosial maupun pembangunan pada dasarnya merupakan pemanfaatan sebuah pendekatan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi berbagai komponen dalam yang saling mempengaruhi dalam satu feomena yang terjadi, memperhitungkan besaran dan keterkaitan tersebut sehingga mampu diperkirakan komponen-komponen yang dominan berpengaruh dalam sebuah sistem. Hal ini diperlukan untuk menciptakan kebijakan yang efektif untuk mempengaruhi kondisi.

Pengertian sistem sendiri banyak diungkapkan oleh para ahli,

*“Pengertian Sistem Menurut Jerry FutzGerald, (1981 : 5) Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu”*

*“Definisi Sistem Menurut Dr. Ir. Harijono Djojodihardjo (1984: 78) “Suatu sistem adalah sekumpulan objek yang mencakup hubungan fungsional antara tiap-tiap objek dan hubungan antara ciri tiap objek, dan yang secara keseluruhan merupakan suatu kesatuan secara fungsional.”*

*“Pengertian Sistem Menurut Jogianto (2005: 2) mengemukakan bahwa*[*sistem*](http://www.sarjanaku.com/2010/10/tinjauan-hukum-islam-terhadap-sistem.html)*adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. sistem ini menggambarkan suatu kejadian-kejadian dan kesatuan yang nyata adalah suatu objek nyata, seperti tempat, benda, dan orang-orang yang betul-betul ada dan terjadi.”*

*“Pengertian Sistem Menurut Murdick, R.G, (1991 : 27) Suatu sistem adalah seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau procedure-prosedure/bagan-bagan pengolahan yang mencari suatu tujuan bagian atau tujuan bersama dengan mengoperasikan data dan/atau barang pada waktu rujukan tertentu untuk menghasilkan informasi dan/atau energi dan/atau barang.”*

Walaupun banyak yang mendefenisikan mengenai sistem, namun secara umum sistem memiliki beberapa karakteristik, antara lain adanya komponen-komponen pembentuk, hubungan antarkomponen, dan tujuan dari sistem itu sediri.

Jogianto (2005: 3) *(dari* [*http://www.sarjanaku.com/2012/11/pengertian-sistem-menurut-para-ahli.html*](http://www.sarjanaku.com/2012/11/pengertian-sistem-menurut-para-ahli.html)*)* mengemukakan sistem mempunyai karekteristik atau sifat-sifat tertentu, yakni :

* + - 1. Komponen

Suatu sistem terdiri dari sejumlah komponen yang saling berinteraksi, yang artinya saling bekerja sama membentuk satu kesatuan. komponen-komponen sistem atau elemen-elemen sistem dapat berupa suatu subsistem atau bagian-bagian dari sistem. setiap subsistem mempunyai sifat-sifat dari sistem untuk menjalankan suatu fungsi tertentu mempengaruhi proses sistem secara keseluruhan.

* + - 1. Batasan sistem.

Batasan sistem (*boundary*) merupakan daerah yang membatasi antara suatu sistem dengan sistem yang lainnya atau dengan lingkungan luarnya. batasan suatu sistem menunjukan ruang lingkup dari sistem tersebut.

* + - 1. Lingkungan Luar Sistem.

Lingkungan luar (*envinronment*) dari suatu sistem adalah apapun diluar batas sistem yang mempengaruhi operasi. Lingkungan luar sistem dapat bersifat menguntungkan dana dapat juga bersifat menguntungkan sistem tersebut. Lingkungan luar yang menguntungkan berupa energi dari sistem dan dengan demikian harus tetap dijaga dan dipelihara. sedang lingkunagn luar yang merugikan harus ditahan dan dikendalikan, kalau tidak maka akan menggangu kalangsungan hidup dari sistem.

* + - 1. Penghubung Sistem

Penghubung (*interfance*) merupakan media penghubung antara satu subsistem dengan subsistem yang lainya. melalui penghubung ini memungkinkan sumber-sumber daya mengalir dari satu subsistem ke subsistem yang lainya. Dengan penghubung satu subsistem dapat berintegrasi dengan subsistem yang lainya membentuk satu kesatuan.

* + - 1. Masukan (*Input*) Sistem

Masukan system adalah energi yang dimasukkan kedalam system. Masukan dapat berupa masukan perawatan maintenance input) dan masukan sinyal (signal input). Maintanance input adalah energi yang dimasukan supaya system tersebut dapat beroperasi. Signal input adalah energi yang diproses untuk didapatkan keluaran. Sebagai contoh didalam system computer, program adalah maintenance input yang digunakan untuk mengoperasikan komputernya dan data adalah siganal input untuk diolah menjadi informasi.

* + - 1. Keluaran (*Output*) Sistem

Keluaran system adalah hasil dari energi yang diolah dan diklasifikan menjadi keluaran yang berguna dan sisi pembuangan. Keluaran dapat merupakan masukan untuk subsistem yang lain atau kepada supersistem. Misalnya untuk system computer, panas yang dihaislkan adalah keluaran yang tidak berguna dan merupakan hasil sisa pembuangan, sedang informasi adalah keluaran yang dibutuhkan.

* + - 1. Pengolah (*Process*) Sistem

Suatu system dapat mempunyai suatu bagian pengolah yang akan merubah masukan menjadi keluaran. Suatu system produksi akan mengolah masukan berupa bahan baku dan bahan-bahan yang lain menjadi keluaran berupa barang jadi. Sistem akuntansi akan mengolah data-data transaksi menjadi laporan-laporan keuangan dan laporan-lpaoran lain yang dibutuhkan oleh manajemen.

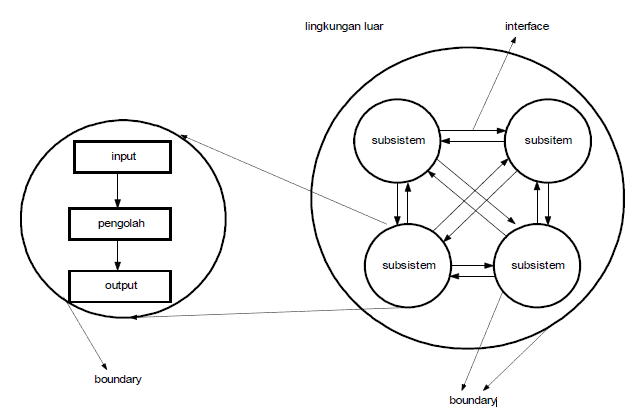
* + - 1. Sasaran (*Objectives*) atau Tujuan (*Goal*)

Tujuan Sistem merupakan target atau sasaran akhir yang ingin dicapai oleh suatu system. Suatu system pasti mempunyai tujuan atau sasaran. Kalau suatu system tidak mempunyai sasaran, maka operasi system tidak akan ada gunanya. Sasaran dari system sangat menentukan sekali masukan yang dibutuhkan system dan keluaran yang akan dihasilkan system. Suatu system dikatakan berhasil bila mengenai sasaran atau tujuannya.

Dalam pendekatan sistem umumnya ditandai oleh dua hal, yaitu (1) pencarian semua faktor penting dalam mendapatkan solusi yang baik untuk menyelesaikan masalah dan (2) pembuatan suatu model untuk membantu mengambil keputusan secara baik.

Untuk dapat terlaksananya mekanisme pekerjaan dengan suatu pendekatan sistem mempunyai beberapa unsur yang harus diperhatikan antara lain (1) metodologi dan tahapan pelaksanaan yang jelas, (2) terdiri dari berbagai keahlian yang multidisipliner, (3) koordinasi dan pengorganisasian baik, (4) komunikasi antar disiplin yang menguasai bidang kuantitatif dan non-kuantitatif, (5) ahli pemodelan dan aplikasi komputer. Fasilitas komputer memudahkan penggunaan model dan teknik simulasi dalam sistem, terutama dalam menghadapi masalah yang cukup luas dan kompleks dimana banyak sekali peubah, data dan interaksiinteraksi yang mempengaruhi, seperti halnya dalam perencanaan pembangunan wilayah.

**Gambar 3. 1 Karakteristik Sistem**



*Sumber : konsultan, 2013*

Dalam pelaksanaannya, pendekatan sistem memerlukan kerja lintas disiplin dan atau suatu tim yang multidisipliner. Tim ini terdiri dari beberapa pakar dan praktisi berbagai fungsi yang berlainan. Tim ini secara bersama-sama melaksanakan pendekatan sistem untuk memecahkan perihal yang dihadapi. Dengan adanya berbagai disiplin atau keahlian yang berbeda fungsi yang kemudian membentuk suatu tim yang multidisipliner, maka agar tersebut bekerja secara sempurna perlu adanya komunikasi interpersonal dan pengorganisasian. Adanya pengorganisasian yang sempurna menyebabkan tim tersebut dapat melaksanakan aktivitas secara efektif, terutama dalam alokasi sumber daya manusia dan potensi fisik selama menjalankan suatu perencanaan dari operasi sistem.

Suatu sistem didefinisikan sebagai himpunan atau kombinasi dari bagian-bagian yang membentuk sebuah kesatuan yang kompleks. Namun tidak semua kumpulan dan gugus bagian dapat disebut suatu sistem kalau tidak memenuhi syarat adanya: 1) kesatuan (unity), 2) hubungan fungsional, dan 3) tujuan yang berguna. Perilaku sistem diartikan sebagai status sistem dalam suatu periode waktu tertentu. Perubahan status sistem tersebut dapat diamati melalui dinamika outputnya. Status sistem dapat berkeadaan transien yaitu adanya perubahan output di setiap satuan waktu atau berkeadaan berkesinambungan (*steady state*) yaitu adanya keseimbangan aliran masuk dan keluar. Status sistem juga berkaitan dengan apakah tertutup (*closed system*) dimana interaksi dengan lingkungan sangat kecil sehingga bisa diabaikan, dan atau terbuka (*open system*) dimana paling sedikit satu elemennya berinteraksi dengan lingkungannya.

Model adalah pola (contoh, acuan, ragam) dari sesuatu yang akan dibuat ataudihasilkan (Departemen P dan K, 1984:75). Definisi lain dari model adalah abstraksidari sistem sebenarnya, dalam gambaran yang lebih sederhana serta mempunyai tingkat prosentase yang bersifat menyeluruh, atau model adalah abstraksi dari realitas dengan hanya memusatkan perhatian pada beberapa sifat dari kehidupan sebenarnya (Simamarta, 1983: ix – xii).

Model adalah representasi dari suatu objek, benda, atau ide-ide dalam bentuk yang disederhanakan dari kondisi atau fenomena alam. Model berisi informasi- informasi tentang suatu fenomena yang dibuat dengan tujuan untuk mempelajari fenomena sistem yang sebenarnya. Model dapat merupakan tiruan dari suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya yang hanya berisi informasi- informasi yang dianggap penting untuk ditelaah.

Berdasarkan tujuannya, model dapat melakukan pekerjaan simulasi suatu model realitas yang dapat dibagi menjadi tiga macam: (1) untuk pemahaman proses (*process understanding*), (2) prediksi (*prediction*) serta (3) untuk keperluan manajemen (*management*). Model pertama yang ditujukan untuk pemahaman proses, cenderung bersifat mekanistik yaitu menjelaskan mekanisme proses yang terjadi dalam sistem yang dimodelkan. Dalam penjelasan proses tersebut diperlukan pengetahuan yang sesuai dengan bidang ilmu yang terkait.

Sasaran utama model ditujukan untuk keperluan prediksi adalah ketepatan hasil prediksi. Model yang bersifat mekanistik tidak selalu memberikan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan model empirik. Namun demikian model mekanistik lebih bersifat umum yaitu dapat diterapkan pada lingkungan yang berbeda-beda. Kelemahan model mekanistik umumnya sangat rumit, dan kadang kurang menarik para pengguna model yang tidak terlalu banyak berkecimpung dengan analisis numerik. Model yang menjelaskan proses terjadinya secara deskriptif dan numerik terdiri dari: (1) model empirik dan model mekanistik, (2) model deskriptif dan model numerik, (3) model dinamik dan model statik, dan (4) model deterministik dan model stokastik.

* 1. **Pemodelan Dinamika Sistem**

Dinamika Sistem – yang untuk pertama kali diperkenankan oleh Jay W. Forrester di MIT pada dekade lima puluhan – adalah suatu metode pemodelan (modeling method) yang penggunaannya erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamik sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu. Asumsi utama dalam paradigma Dinamika Sistem adalah bahwa tendensi-tendensi dinamik yang persistent pada setiap sistem yang kompleks bersumber dari struktur kausal yang yang membentuk sistem itu. Keberadaan struktur itu merupakan suatu konsekuensi dari adanya interaksi antara kendala-kendala fisik dan tujuan-tujuan sosial, penghargaan (pujian) dan tekanan yang menyebabkan manusia bertingkah laku dan membangkitkan secara kumulatif tendensi-tendensi dinamik yang dominan dari sistem total (secara keseluruhan). Oleh karena itulah model-model Dinamika Sistem dalam bentuk ekspresi matematik didasari oleh dalil hubungan-hubungan kausal yang terdapat dalam fenomena yang diteliti.

Ide-ide (konsep-konsep) yang menjadi dasar dalam metodologi Dinamika Sistem diperoleh dari teknik pengendalian (*control engineering, the concepts of feedback and system self-regulation*),sibernetika (*cybernetics, the nature of information and its role in control systems*),dan teori organisasi (*organizational theory, the structure of human organizations and the forms of human decision making*). Adapun peran konsep-konsep tersebut dalam pemodelan kebijakan dengan metodologi Dinamika Sistem dilukiskan dalam Gambar berikut.

**Gambar 3. 2 Peran Beberapa Ide dalam Metodologi Ide dalam Metodologi Dinamika Sistem**

***Feedback theory and cybernetics***

***Principles of Selecting Information***

***Computer Simulation***

***Principles of Structure***

***Dynamic behavior and improvement of policies***

***Information,***

***experience,***

***judgment***

***Traditional management and political leadership***

***Low-cost computation***

***MODEL***

*Sumber : Forrester, 1979*

Manajemen tradisional (*traditional management*) berserta pengalamannya tentang dunia nyata merupakan sumber informasi yang mendasar untuk membuat struktur model suatu sistem. Karena semua informasi yang terkandung dalam suatu sistem. Karena semua informasi yang terkandung dalam suatu model mental tidak dapat dimasukkan ke dalam suatu model eksplisit, informasi itu perlu dipilih berdasarkan tingkat kepentingan dalam fenomena atau gejala yang dianalisis. Teori umpan-balik beserta sibernetika (*feedback theory dan cybernetic*) memberikan prinsip-prinsip untuk memilih informasi yang relevan dan menyingkirkan informasi yang tidak mempunyai hubungan dengan dinamika-dinamika persoalan. Informasi-informasi yang terpilih kemudian diintegrasikan secara bersama mengikuti suatu kumpulan aturan yang spesifik. Sekali suatu model dapat diformulasikan, perilaku dinamisnya dapat dipelajari menggunakan simulasi dengan komputer. Simulasi ini sangat membantu dalam upaya kita untuk membandingkan struktur model beserta perilakunya dengan struktur dan perilaku sistem yang sebenarnya, yang pada gilirannnya akan meningkatkan keyakinan kita terhadap kemampuan model di dalam mengungkapkan sistem yang diwakilinya. Kenyakinan ini menjadi dasar bagi kesahihan model. Bila kesahihan model telah dapat dicapai, simulasi selanjutnya dapat digunakan untuk merancang kebijakan-kebijakan yang efektif.

Pada Mulanya Forrester menerapkan metodologi Dinamika Sistem untuk memecahkan persoalan-persoalan yang terdapat dalam industri (perusahaan). Model-model Dinamika Sistem pertama kali ditujukan kepada permasalahan manajemen yang umum seperti fluktuasi inventori, ketidakstabilan tenaga kerja, dan penurunan pangsa pasar suatu perusahaan (lihat Forrester 1961). Perkembangannnya terus meningkat semenjak pemanfaatannya dalam persoalannya sistem-sistem sosial yang sangat beragam, yang anatara lain dapat disimak dari tulisan Forrester dan Hamilton (Forrester 1969, Hamilton et al.1969 dan Forrester 1971).

Dalam pendekatan Dinamika Sistem*.*Suatu fenomena menyangkut dua hal yaitu struktur dan perilaku. Struktur merupakan unsur pembentuk fenomena dengan pola keterkaitan antar unsur yang dipengaruhi oleh: (1) *feedback* (*causalloop*); (2) *stock* (*level*) dan *flow* (*rate*); (3) *delay*; dan (4) *nonlinearity*. Sedangkan perilaku (behaviour) merupakan perubahan suatu variabel dalam suatu kurun waktu tertentu (pertumbuhan, penurunan, osilasi, stagnan, atau kombinasinya). Pemahaman hubungan struktur dan perilaku sangat diperlukan dalam mengenali suatu fenomena.

* + - 1. ***Feedback* (*Causal Loop*) atau Hubungan *Causal*.**

Permodelan sistem dinamik mengasumsikan bahwa perilaku sistem terutama ditentukan oleh mekanisme *feedback*. Oleh sebab itu, setelah mendefinisikan batas sistem (yang dibedakan antara variabel eksternal dan internal), deskripsi *feedback loops* merupakan langkah selanjutnya dalam proses pemodelan sistem dinamik.

Pembuatan diagram lingkar sebab-akibat adalah proses perumusan mekanisme peubah-peubah yang bekerja dalam suatu sistem ke dalam bahasa gambar, sekaligus merupakan langkah awal identifikasi sistem yang digunakan untuk menyederhanakan kerumitan dalam rangka menciptakan sebuah konsep model.

Prinsip dasar pembuatan diagram lingkar sebab-akibat adalah dengan logika, proses sebagai sebab yang menghasilkan keadaan (proses 🡪 keadaan), atau sebaliknya keadaan sebagai sebab yang menghasilkan proses (keadaan 🡪 proses). Dengan pengaruh sebab-akibat yang dihasilkan dapat berupa pengaruh searah (+) maupun berlawanan arah (-). Dalam pemodelan sistem dinamik, proses umpan balik positif dan negatif sering digambarkan melalui diagram lingkaran kausal (*causal loop diagrams*), yang mengilustrasikan hubungan-hubungan sebab akibat antara komponen sistem yang apabila dihubungkan akan membentuk suatu lingkaran tertutup.

Suatu struktur umpan–balik harus dibentuk karena adanya hubungan kausal (sebab-akibat). Dengan perkataan lain, suatu struktur umpan-balik adalah suatu causal loop(lingkar sebab-akibat). Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkar umpan-balik (*feedback loop*) tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan manyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik.

Hubungan sebab-akibat antar sepasang variabel harus dipandang bila hubungan variabel lainnya terhadap variabel tersebut di dalam sistem dianggap tidak ada. Sedangkan suatu korelasi statistik antara sepasang variabel diturunkan dari data yang ada dalam keadaan variabel variabel tersebut mempunyai hubungan dengan variabel lainnya di dalam sistem dan kesemuanya berubah secara simultan.

Rancangan *causal-loop* diagram (CLD) biasanya digunakan dalam system thinking (berpikir sistemik) untuk mengilustrasikan hubungan *cause-effect* (sebab-akibat). Hubungan *feedback* (umpan-balik) bisa menghasilkan perilaku yang bervariasi dalam sistem nyata dan dalam simulasi sistem nyata.

* + - 1. ***Stock* (Level) dan *Flow* (Rate)**

Dalam merepresentasikan aktivitas dalam suatu lingkar umpan-balik, digunakan dua jenis variabel yang disebut sebagai *stock* (level) dan *flow* (rate). Level menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Dalam kerekayasaan (*engineering*) level sistem lebih dikenal sebagai state variable system. Level merupakan akumulasi di dalam sistem.

Persamaan suatu variabel rate merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan kepada informasi yang tersedia di dalam sistem. Rate inilah satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi level.

* + - 1. ***Delay* (tunda)**

*Delay* terjadi dimanapun di dunia nyata. Adanya *delay* menghasilkan sesuatu hal yang menarik pada perilaku kompleks sistem, ketika sistem tersebut tidak memiliki *feedback* dan kompleksitas *cause*-*effect* yang terbatas.

* + - 1. ***Non-linearity***

Pendekatan *systemdynamic*merepresentasikan dinamika perubahan *state* dari sistem dan menghasilkan isyarat-isyarat sebagai keluarannya. Isyarat- isyarat ini diformulasikan ke dalam model keputusan dan kemudian bersama dengan isyarat dari lingkungannya menjadi *feedback* bagi dinamika sistem itu sendiri. Model secara prinsip masih dikatakan berbasis *linearthinking*dimana causalitas diasumsikan terjadi secara serial sehingga penyebab pertama dari rangkaian sebab-akibat ini sering bukanlah sumber masalahnya.

Dengan pendekatan *systemdynamic*, keputusan-keputusan dan kebijakan yang dibuat serta reaksi dari lingkungannya akan direpresentasikan ke dalam *causal*-*loopdiagram*, menggunakan *stock*-*flow* model sehingga akhirnya dapat disimulasikan dengan komputer.

Suatu fenomena dinamis dimunculkan oleh adanya struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan yang saling berinteraksi. Struktur fisik dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran orang, barang, energi, dan bahan. Sedangkan struktur pembuatan keputusan dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran informasi yang digunakan oleh aktor-aktor (manusia) dalam sistem yang menggambarkan kaidah-kaidah proses pembuatan keputusannya. Proses pembuatan keputusan menyangkut fenomena-fenomena yang dinamis.

Secara keseluruhan kerangka pemikiran sistem dinamis dapat dilihat pada berikut dibawah ini:

**Gambar 3. 3 Kerangka Pemikiran *System Dynamic***

**FENOMENA LAIN**

diketahui

Dapat dilacak dan diketahui

Dapat dilacak dan digagaskan cara utk

**FENOMENA**

**STRUKTUR**

* Unsur pembentuk
* Pola keterkaitan

**FUNGSI-FUNGSI YANG DAPAT DITEGAKKAN**

**POLA LAKU** (*behavior pattern)*

* **MEMANFAATKAN**
* **MENGOPERASIKAN**
* **MENGENDALIKAN**
* **MEMBENTUK ATAU MENCIPTAKAN STRUKTUR-STRUKTUR BARU DGN MENGUBAH STRUKTUR ATAU MENSINTESIS DG STRUKTUR LAIN**

**METODOLOGI**

Metode Dinamika Sistem erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamik sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu. Penggunaan metodologi [Dinamika Sistem](http://www.albany.edu/cpr/sds/index.html) lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan peningkatan pemahaman kita tentang bagaimana tingkah laku muncul dari struktur kebijaksanaan dalam sistem itu. Pemahaman ini sangat penting dalam perancangan kebijaksanaan yang efektif.

Persoalan yang dapat dengan tepat dimodelkan menggunakan metodologi Dinamika Sistem adalah masalah yang mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu); dan struktur fenomenanya mengandung paling sedikit satu struktur umpan- balik (feedback structure).

Dalam metodologi Dinamika Sistem yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem yang di dalamnya terdapat aktor-aktor, sumber-sumber informasi, dan jaringan aliran informasi yang menghubungkan keduanya. Analogi fisik dan matematik untuk struktur informasi itu dapat dibuat dengan mudah. Sebagai suatu analogi fisik, sumber informasi merupakan suatu tempat penyimpanan (storage), sedangkan keputusan merupakan aliran yang masuk ke atau keluar dari tempat penyimpanan itu. Dalam analogi matematik, sumber informasi dinyatakan sebagai variabel keadaan (statevariable), sedangkan keputusan merupakan turunan (derivative) variabel keadaan tersebut.

* 1. **Pemodelan Kebijakan Menggunakan Dinamika Sistem**

Pemanfaatan yang prinsip suatu model dinamik adalah untuk mempelajari pengaruh kebijakan-kebijakan terhadap perilaku sistem.Kebijakan merepresentasikan dasar-dasar (basis) pengendalian aliran-aliran pada semua bagian (titik) dalam suatu sistem nyata.Disamping mencakup konsep kebijakan-kebijakan yang berhubungan keputusan manusia dan manajerial, model tersebut harus mencakup pula keputusan-keputusan yang muncul karena adanya kendala-kendala fisik yang bebas dari keputusan manusia. Kategori pertama disebut *overtdecisions* (keputusan yang jelas atau terang) sedangkan kategori kedua disebut implicit decision.

Dalam memformulasikan fungsi-fungsi keputusan (persamaan-persamaan *rate*) kitaharus memperhatikan bahwa keputusan itu dibangkitkan oleh besaran-besaran (variabel-variabel) yang pada kenyataannya harus tersedia pada suatu titik keputusan.

Model yang memenuhi syarat dan mampu dijadikan sarana analisis untuk merumuskan (merancang) kebijakan haruslah merupakan suatu wahana untuk menemukan jalan dan cara intervensi yang efektif dalam suatu sistem (fenomena). Melalui jalan dan cara intervensi inilah perilaku sistem yang diinginkan dapat diperoleh (perilaku sistem yang tidak diinginkan dapat dihindari).

Dengan demikian, model yang dibentuk untuk tujuan seperti di atas haruslah memenuhi syarat-syarat berikut:

* Karena efek suatu intervensi (kebijakan), dalam bentuk perilaku, merupakan suatu kejadian berikutnya, maka untuk melacaknya unsur (elemen) waktu perlu ada (dinamik);
* Mampu mensimulasikan bermacam intervensi dan dapat memunculkan perilaku sistem karena adanya intervensi tersebut;
* Memungkinkan mensimulasikan suatu intervensi yang efeknya dapat berbeda secara dramatik dalam jangka pendek dan jangka panjang (kompleksitas dinamik);
* Perilaku sistem di atas dapat merupakan perilaku yang pernah dialami dan teramati (historis) ataupun perilaku yang belum pernah teramati (pernah dialami tetapi tidak teramati atau belum pernah dialami tetapi kemungkinan besar terjadi); dan
* Mampu menjelaskan mengapa suatu perilaku tertentu (transisi yang sukar misalnya) dapat terjadi.
* Dalam hubungannya dengan kesahihan (*validity*) model, suatu model haruslah sesuai (cocok) dengan kenyataan (realitas) empirik yang ada.
* Model merupakan hasil dari suatu upaya untuk membuat tiruan kenyataan tersebut (Burger, 1966).
* Upaya pemodelan haruslah memenuhi (sesuai dengan) metode ilmiah. Saeed (1984) telah melukiskan metode ilmiah ini berdasarkan kepada konsep penyangkalan (*refutation*) Popper (1969).
* Metode ini menyaratkan bahwa suatu model haruslah mempunyai banyak titik kontak (*pointsofcontact*) dengan kenyataan (reality) dan pembandingan yang berulang kali dengan dunia nyata (*realworld*) melalui titik-titik kontak tersebut haruslah membuat model menjadi *robust*.

Adapun prinsip-prinsip untuk membuat model dinamik dengan ciri-ciri seperti yang diuraikan di atas menurut Sterman (1981) adalah sebagai berikut:

* 1. Keadaan yang diinginkan dan keadaan yang sebenarnya terjadi harus dibedakan di dalam model;
  2. Adanya struktur stok dan aliran dalam kehidupan nyata harus dapat direpresentasikan di dalam model;
  3. Aliran-aliran yang berbeda secara konseptual, di dalam model harus dibedakan;
  4. Hanya informasi yang benar-benar tersedia bagi aktor-aktor di dalam sistem yang harus digunakan dalam pemodelan keputusannya;
  5. Struktur kaidah pembuatan keputusan di dalam model haruslah sesuai (cocok) dengan praktek-praktek manajerial; dan
  6. Model haruslah robust dalam kondisi-kondisi ekstrim.

Dalam hubungannya dengan kesahihan (validity) model, suatu model haruslah sesuai (cocok) dengan kenyataan (realitas) empirik yang ada. Sehingga suatu model haruslah mempunyai banyak titik kontak (points of contact) dengan kenyataan (reality) dan pembandingan yang berulang kali dengan dunia nyata, melalui titik-titik kontak tersebut haruslah membuat model menjadi robust.

* 1. **Simulasi dan Variabel dalam Kaitannya dengan Analisis/Intervensi Kebijakan**

Perilaku model Dinamika Sistem ditentukan oleh keunikan dari struktur model, yang dapat dipahami dari hasil simulasi model. Dengan simulasi akan didapatkan perilaku dari suatu gejala atau proses yang terjadi dalam sistem, sehingga dapat dilakukan analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan.

Simulasi dilakukan dengan memasukkan faktor kebijakan/intervensi kebijakan (sesuai skenario yang diinginkan) kedalam model yang telah dibangun. Perubahan kebijakan akan berpengaruh terhadap variabel yang lain sehingga secara keseluruhan akan mempengaruhi kinerja sistem. Kondisi ini merupakan gambaran tentang kondisi riil yang mungkin terjadi. Hasil dari perubahan ini akan diamati pada tabel atau grafik variabel yang diinginkan.

Teknik simulasi biasanya berguna bila ahli sistem memiliki program komputer atau model fungsi lainnya dimana dapat menyusun suatu rancangan strategi untuk melaksanakan manajemen. Simulasi merupakan salah satu kegiatan dalam analisis sistem yang secara garis besar meliputi tiga kegiatan:

* + - 1. Merumuskan model yang menggambarkan sistem dan proses yang terjadi di dalamnya;
      2. Melakukan eksperimen; dan
      3. Menggunakan model dan data untuk memecahkan masalah. Simulasi digunakan untuk membuat peramalan secara terintegrasi mengenai fenomena perilaku sistem yang akan terjadi berdasarkan nilai-nilai peubah dari model (Pramudya, 1989).
  1. **Validasi, Verifikasi, dan Simulasi**

Validasi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Model dapat dinyatakan baik jika kesalahan atau simpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang terjadi di dunia nyata relatif kecil. Hasil simulasi yang sudah divalidasi tersebut digunakan untuk memahami perilaku gejala atau proses serta kecenderungan di masa depan, yang dapat dijadikan sebagai dasar bagi pengambil keputusan untuk merumuskan suatu kebijakan di masa mendatang.

Suatu model dikatakan valid jika struktur dasarnya dan polanya dapat menggambarkan perilaku sistem nyata, atau dapat mewakili dengan cukup akurat, data yang dikumpulkan sehubungan dengan sistem nyata atau asumsi yang dibuat berdasarkan referensi sesuai cara sistem nyata bekerja. Walaupun validasi suatu sistem sangat dibatasi oleh mental model dari pemodel, namun demikian untuk memenuhi kaidah keilmuan, pada suatu sistem dinamik tetap tetap harus dilakukan uji validasi. Dalam pengujian validasi suatu model, saat ini terdapat beberapa teknik.

Selain itu, validasi model ini dilakukan pula terhadap kinerja atau keluaran model, yaitu membandingkan hasil keluaran model yang dirancang dan data lapangan pada periode waktu selama 10 tahun. Validasi kinerja ini dapat dilakukan dengan memverifikasi grafik keluaran model dan membandingkannya dengan grafik kecenderungan (*trend*) perubahan dari data lapangan berdasarkan suatu seri data, atau dengan memverifikasi data lapangan berdasarkan perhitungan standar penyimpangan data (*rootmeansquareerror*) pada masing-masing level keluaran model dengan tingkat perbedaan maksimal dari nilai rata-rata data empirik sebesar 10% berdasarkan persamaan:



Dimana:

*Ei* = Standar penyimpangan *(RMSE)*

*n* = Jumlah simulasi

*P(ij)* = Nilai data simulasi

*Tj* = Nilai rata-rata data empirik

Model dinyatakan valid jika hasil pengujian (verifikasi) sesuai dengan data lapangan. Hasilnya dianggap dapat digunakan untuk mensimulasikan atau memproyeksikan keadaan perubahan yang diperkirakan terjadi untuk periode selama 10 tahun ke depan.

Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah uji keyakinan yang dipaparkan oleh (R.G Coyle, 1996):

* + - 1. *CausalLoop* diagram harus berhubungan dengan permasalahan,
      2. Persamaan harus disesuaikan dengan *causalloop* diagram khususnya tanda + atau – harus konsisten diantara persamaan dengan *causalloop*.
      3. Dimensi dalam model harus valid,
      4. Model tidak menghasilkan nilai yang tidak masuk akal, seperti stok negatif,
      5. Perilaku model harus masuk akal, artinya apabila ada sesuatu yang seharusnya terjadi, maka harus sesuai dengan apa yang diharapkan dari model tersebut,
      6. Massa model harus *balance*, artinya total kuantitas yang telah masuk dan keluar dari proses sistem tetap dapat dijelaskan.

1. **Pengembangan Model Dinamika Sistem**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai proses pengembangan model *systemdynamics* (dinamika sistem) Kawasan Prioritas Investasi (KPI) Bali yang memanfaatkan model *systemdynamic* utilisasi data spatial untuk perencanaan pengembangan wilayah beberapa waktu yang lalu yang menitik beratkan pada karakteristik sosial budaya masyarakat Bali. Pengembangan model ini, termasuk pembangunan struktur model Dinamika Sistem, meliputi; (1) pemahaman ladasan filsafat pembangunan Propinsi Bali; (2) sektor-sektor yang terkait dengan KPI Bali sesuai dengan MP3EI; (3) penentuan tujuan, batasan dan ruang lingkup model; (4) acuan tiga sub model (ekonomi, sosial-budaya dan linkungan) KPI Bali.

Secara umum langkah dalam penyusunan model *systemdynamics* sebagai berikut ini:

**Gambar 3. 4 Langkah Penyusunan Model Dinamika Sistem Bali\:**

**Pemahaman akan fenomena dunia nyata**

**Penentuan tujuan pemodelan**

**Penentuan batasan dan ruang lingkup model**

**Stock & Flow Diagram**

**Non-Linearity**

**Causal Loop**

**Delay**

**Simulasi Model**

**Input Data**

**TIDAK**

**Historical Data**

**Validasi**

**YA**

**Simulasi Pemodelan *System Dynamics* masa depan**

*Sumber : tim konsultan, 2013*

Tahapan pemodelan dilakukan dengan terlebih dahulu memahami fenomena pembanguan di Bali yang akan dimodelkan dalam sudut pandang sistem di mana terdapat faktor-faktor yang saling terkait dan berpengaruh satu sama lain. Dalam konteks ini, pemodelan yang dilakukan terkait pada issu pelaksanaan MP3EI khususnya pengembangan kepariwisataan di Kawasan Bali bagian Utara, terhadap perkembangan wilayah di Bali secara keseluruhan, baik dipandang dari sisi ekonomi, sosial-budaya, lingkungan maupun perubahan guna lahan.

* + 1. **Kerangka Berpikir Sistem Wilayah Provinsi Bali**

Secara sederhana, tujuan pekerjaan Penyusunan Model Dinamika Spatial Kawasan Perhatian Inestasi (KPI) ini sebagai Sistem pendukung pengambilan kebijakan spasial MP3EI di Koridor Ekonomi MP3EI di Propinsi Bali. Pola hubungan timbal balik antara program-program MP3EI dan Spatial Plan akan berimplikasikan pada keharusan untuk perumusan prasyarat dan *constraint* serta *input* bagi pemanfaatan model dinamika spasial dalam mendukung MP3EI di Koridor Ekonomi Indonesia Bagian Tengah.

Pemahaman tentang percepatan pertumbuhan pembangunan ekonomi sesuai dengan tujuan MP3EI dengan pandangan hidup masyarakat Bali yang dikenal dengan Tri Hita Karana menjadi fokus dari penyusunan dan pengembangan model dinamika spasial untuk Koridor Ekonomi Indonesia Bagian Tengah (KEIBT). Terkait dengan upaya mempercepat pertumbuhan ekonomi wilayah, konsep Tri Hita Karana yaitu mengandung pengertian tiga penyebab kesejahteraan hidup yang bersumber pada keharmonisan hubungan antara Manusia dengan Tuhan, Manusia dengan Alam lingkungannya dan Manusia dengan Manusia merupakan penerapan konsep pembangunan berkelanjutan. Pemodelan yang dilakukan akan terkait tiga aspek yang merupakan pilar dari pembangunan keberlanjutan yakni Nilai Tri Hita Karana Sosial (relegi) , Hubungan Antar Manusia (ekonomi), dan Hubungan Manusia dengan Alam Lingkungannya (ekologi) serta satu aspek lainnya yang menopang ketiga aspek tersebut yakni infrastruktur. Keterkaitan antara keempat subsistem yang menjadi komponen penyusun sistem dinamis digambarkan pada gambar berikut ini.

**ambar 3. 5 Keterkaitan Antar Sistem Ekonomi MP3EI, Sumberdaya Alam, SDM, dan infrastruktur**

*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

Pemodelan yang dikembangkan didasarkan kepada aspek yang berkembang dalam pelaksanaan MP3EI di Koridor Ekonomi Indonesia Bagian Tengah. Aspek perekonomian, sosial, lahan yang selama ini berkembang akan berubah seiring dengan intervensi kebijakan dalam MP3EI dalam penyediaan infrastruktur maupun pengembangan sektor ekonomi unggulan.

Yang diketahui 3 aspek penting ddalam kehidupan masyarakat Bali yang tiddak boleh diabaikan dalam setiap usaha pembangunan yaitu nilai Kebahagian yang diakibatkan oleh adanya hubungan Manusia dengan Tuhan, Manusia dengan Alam Lingkungannya, dan Manusia dengan Sesamanya, berikut penjelasannya:

**Manusia dengan Tuhan**

Manusia adalah ciptaan [Tuhan](http://id.wikipedia.org/wiki/Tuhan), sedangkan Atman yang ada dalam diri manusia merupakan percikan sinar suci kebesaran Tuhan yang menyebabkan manusia dapat hidup. Dilihat dari segi ini sesungguhnya manusia itu berhutang nyawa terhadap Tuhan. Oleh karena itu setiap manusia wajib berterima kasih, [berbhakti](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Berbhakti&action=edit&redlink=1) dan selalu sujud kepada [Tuhan](http://id.wikipedia.org/wiki/Tuhan) Yang Maha Esa. Rasa terima kasih dan sujud bhakti itu dapat dinyatakan dalam bentuk puja dan puji terhadap kebesaran Nya, yaitu :

* Dengan beribadah dan melaksanakan perintahnya.
* Dengan melaksanakan *TirthaYatra* atau *DharmaYatra*, yaitu kunjungan ketempat-tempat suci.
* Dengan melaksanakan *YogaSamadhi*.
* Dengan mempelajari, menghayati dan mengamalkan ajaran-ajaran agama.

**Manusia dengan Alam Lingkungan**

Manusia hidup dalam suatu lingkungan tertentu. Manusia memperoleh bahan keperluan hidup dari lingkungan sumberdaya alam yang dimilikinya. Manusia dengan demikian sangat tergantung kepada ketersediaan sumberdaya alam dan lingkungannya. Oleh karena itu manusia harus selalu memperhatikan potensi ketersediaan sumberdaya alamnya dan harus selalu dijaga dan dipelihara serta tidak dirusak. Lingkungan harus selalu [bersih](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bersih&action=edit&redlink=1) dan [rapi](http://id.wikipedia.org/wiki/Rapi) karena hukumnya adalah teratur dan tertib. Lingkungan tidak boleh dikotori atau dirusak. Sumberdaya hutan tidak boleh dieksploitasi melebihi kelestariannya, binatang-binatang tidak boleh diburu melebihi tingkat pertumbuhannya karena dapat menganggu keseimbangan alam. Lingkungan justu harus dijaga kerapiannya, keserasiannya dan kelestariannya. Lingkungan yang ditata dengan rapi dan bersih akan menciptakan keindahan. Keindahan lingkungan dapat menimbulkan rasa tenang dan tenteram dalam diri manusia.

**Manusia dengan Sesamanya**

Sebagai mahluk sosial, manusia tidak dapat hidup menyendiri yang memerlukan bantuan dan kerja sama dengan orang lain. Hubungan antara sesamanya yang saling menghargai, saling tolong menolong kemudian dapat dipakai sebagai ukuran saling menguntungkan secara ekonomis harus dijaga selalu secara baik dan [harmoni](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Harmoni&action=edit&redlink=1). Hubungan antar manusia yang menciptakan nilai-nilai ekonomi harus diatur dengan dasar saling asah, saling asih dan saling asuh,yang artinya saling menghargai, saling mengasihi dan saling membingbing. Hubungan antar [keluarga](http://id.wikipedia.org/wiki/Keluarga) dirumah harus [harmoni](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Harmoni&action=edit&redlink=1). Hubungan dengan [masyarakat](http://id.wikipedia.org/wiki/Masyarakat) lainya juga harus [harmoni](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Harmoni&action=edit&redlink=1). Hubungan baik ini akan menciptakan [keamanan](http://id.wikipedia.org/wiki/Keamanan) dan [kedamaian](http://id.wikipedia.org/wiki/Kedamaian) lahir batin di masyarakat. [Masyarakat](http://id.wikipedia.org/wiki/Masyarakat) yang aman dan damai akan menciptakan [Negara](http://id.wikipedia.org/wiki/Negara) yang [tenteram](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Tenteram&action=edit&redlink=1) dan [sejahtera](http://id.wikipedia.org/wiki/Sejahtera).

Dalam konteks penyusunan model dinamis ini maka Tri Hita Karana dapat diterjemahkan dalam Sub Model Sosial-budaya, Sub Model Ekonomi dan Sub Model Lingkungan.

**Gambar 3.6 *Causal Loop* Total**

****

*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

Dalam pekerjaan dinamika spasial KPI Bali ini, tri hita karana juga menjadi pusat dalam pembangunan Bali. Dengan menggunakan suatu perhitungan indeks komposit, indeks tri hita karana menjadi umpan balik penyeimbang terhadap daya dukung sumber daya alam dan kunjungan wisatawan (ekspor), dengan kata lain intervensi dari indeks tri hita karana dalam pembangunan Bali akan diarahkan untuk dalam bentuk kontrol terhadap pemanfaatan sumber daya alam dan kunjungan wisatawan.

Input perhitungan indeks tri hita karana sendiri tetap mengacu kepada visi, misi, dan sasaran pembangunan Provinsi Bali yang terdapat dalam RPJP 2005-2025 yaitu “Bali Dwipa Jaya Berlandaskan Tri Hita Karana” yang terdiri dari tiga unsur yaitu parahyangan, pawongan, dan palemahan.”Pertama, untuk unsur parahyangan dalam model sebagaimana terlihat dalam mental model diatas akan diwakili oleh variabel upacara budaya, semakin banyak pelaksanaan upacara budaya maka diindikasikan aspek parayangan ini tetap terjaga. *Kedua*, unsur pawongan dalam indeks tri hita karana diwakilkan oleh tingkat IPM Provinsi Bali, semakin tinggi nilai IPM nya diasumsikan semakin baik pula hubungan manusia dengan sesama manusia. *Ketiga*, palemahan dimaknai dengan pemanfaatan dan ketersediaan sumber daya alam yang mencakup air dan lahan. Penggunaan air dan lahan yang sesuai dengan daya dukung lahan dipercaya akan mampu mewujudkan keserasian dan keseimbangan dalam pembangunan Bali di masa mendatang. Dalam model ini ketersediaan air yang akan dihitung didekati dengan debet air baku dan ketersediaan lahan akan didekati dengan luas lahan hutan sesuai dengan kebijakan RTRW.

* + 1. **Kajian Teoritis dan *Causal Loop* Ekonomi Wilayah**

Subsistem ekonomi wilayah adalah subsistem inti dalam program Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Subsitem ini tentu tidak dapat berdiri sendiri, dengan kata lain akan terjadi saling kebergantungan antar subsistem. Subsistem ekonomi wilayah akan bergantung pada subsistem lainnya begitu pula subsistem lain akan bergantung pada subsistem ekonomi wilayah. Dalam kajian ini akan memodelkan hubungan ketergantungan di dalam subsistem ekonomi itu sendiri juga hubungan ketergantungan antar subsistem.

Dalam MP3EI 2011 – 2025 dinyatakan pembangunan model koridor ekonomi dilakukan berdasarkan potensi dan keunggulan dari masing-masing daerah di seluruh Indonesia. Tujuan dari kebijakan MP3EI adalah untuk mendorong pusat perekonomian lama dan baru di suatu wilayah. Usaha untuk mendorong pusat pertumbuhan ekonomi maupun memperbaiki ketimpangan sosial akan berdampak pada ruang atau wilayah tempat dilaksanakan kebijakan tersebut. Sesuai dengan MP3EI, Provinsi Bali masuk kedalam koridor ekonomi Bali-Nusa Tenggara. Koridor ini direncakan menjadi pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan nasional.

Pengembangan ekonomi wilayah sendiri merupakan suatu usaha untuk meningkatkan hubungan interdependensi dan interaksi antara sistem ekonomi, sistem masyarakat, dan lingkungan hidup, dan sumber daya alam yang bertujuan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan mendorong pemerataan pertumbuhan dengan mengurangi kesenjangan wilayah (Tukiyat, 2002). Pengembangan ekonomi wilayah juga dapat diartikan sebagai kombinasi antara bentuk kualitatif dan kuantitatif dari ekonomi suatu wilayah, sehingga pengembangan wilayah tidak hanya dilihat dari dimensi kualitatif, tapi juga kuantitatif. Dimensi kuantitatif melihat pada manfaat terukur yang diperoleh melalui peningkatan kesejahteraan dan tingkat pendapatan, tersedianya barang dan jasa, peningkatan keamanan finansial, dan sebagainya. Dimensi kualitatif dapat diperoleh melalui peningkatan keadilan sosial dalam pencapaian pembangunan yang berkelanjutan.

Blakely (1994) dalam Stimpson (2006) menyatakan bahwa pengembangan ekonomi wilayah dapat dipandang sebagai proses dan produk. Pengembangan ekonomi sebagai proses adalah proses dimana pemerintah lokal maupun organisasi diikutsertakan untuk menstimulus atau mengurus aktivitas bisnis dan atau lapangan pekerjaan. Selain itu, sebagai suatu proses pengembangan ekonomi wilayah dapat memberikan perhatian pada kebijakan, strategi, cara, dan sumber daya yang digunakan untuk meningkatkan output yang diharapkan termasuk dalam pengaturan institusional. Sedangkan, sebagai produk, pengembangan ekonomi wilayah memberikan perhatian pada output yang dihasilkan, baik kualitatif maupun kuantitatif. Selain itu, Stimpson (2006) juga mengatakan bahwa suatu produk pengembangan ekonomi memberikan perhatian pada output, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Produk dalam pengembangan ekonomi wilayah sendiri dapat berupa ketenagakerjaan, kesejahteraan, investasi, infrastruktur, kualitas hidup, dan lain sebagainya. Oleh karenanya dalam kajian ini lebih melihat perkembangan ekonomi sebagai produk dan berfokus pada pertumbuhan ekonomi.

Pertumbuhan ekonomi sendiri merupakan unsur yang penting dalam pengembangan wilayah di Indonesia karena seringkali pertumbuhan ekonomi yang tinggi dapat berimplikasi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Pertumbuhan ekonomi ini merupakan pertambahan pendapatan masyarakat secara keseluruhan yang terjadi di wilayah tersebut, yaitu kenaikan nilai tambah yang terjadi di suatu wilayah (Tarigan, 2005). Hal yang hampir sama diungkapkan oleh Budiono (1985) dalam Kuncoro (2004) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi merupakan proses kenaikan output per kapita dalam jangka panjang. Jadi, prosentase penambahan output ini harus lebih tinggi daripada pertumbuhan jumlah penduduk dan ada kecenderungan dalam jangka panjang bahwa pertumbuhan ekonomi ini akan berlanjut.

Fokus sub sistem kajian ekonomi wilayah ini akan berfokus pada output pertumbuhan ekonomi serta struktur ekonomi wilayah. Output dari pertumbuhan ekonomi ini penting dikaji untuk mengetahui seberapa besar hasil dari pengembangan ekonomi di suatu wilayah yang dapat berpengaruh pada peningkatan standar hidup masyarakat. Lalu, perubahan struktur ekonomi ini sendiri dikaji mengingat dalam jangka panjang pertumbuhan ekonomi ini akan diikuti dengan perubahan struktur ekonomi kepada struktur ekonomi yang modern.

**Output Pertumbuhan Ekonomi**

*Output* pertumbuhan ekonomi dapat dihitung dengan menggunakan indikator Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). PDRB mengukur pendapatan dan pengeluaran total yang dihasilkan perekonomian untuk membeli barang dan jasa. PDRB sendiri memiliki beberapa komponen, yakni konsumsi, investasi, belanja pemerintah, dan ekspor netto, yang dapat digambarkan dengan persamaan.

Y = C + I + G + X – M

Dimana Y = PDRB, C = konsumsi rumah tangga, I = pembentuka modal tetap bruto, G = konsumsi pemerintah, X = ekspor, dan M = impor

PDRB dapat dihitung dengan berdasarkan harga berlaku dan harga konstan. PDRB harga konstan merupakan nilai PDRB yang telah memperhitungkan inflasi, sehingga baik dalam mengukur tingkat perekonomian di suatu wilayah. Dalam penelitian ini digunakan laju PDRB Non Migas dan PDRB Per Kapita untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan ekonomi. Berikut adalah rumus perhitungan laju pertumbuhan PDRB, yaitu:

Dimana = PDRB ADHK pada tahun t dan = PDRB ADHK pada tahun sebelumnya (t-1)

Berikut adalah perhitungan PDRB Per Kapita yang digunakan dalam analisis.

Ukuran PDRB per kapita juga dapat digunakan sebagai tolak ukur kemakmuran ekonomi suatu wilayah. Semakin tinggi PDRB per kapita suatu wilayah, maka semakin tinggi pula kegiatan ekonomi yang terjadi di wilayah tersebut. Selain itu, juga dapat diartikan bahwa masyarakatnya hidup pada tingkat yang lebih sejahtera (Tangkilisan, 2005)

**Struktur Ekonomi**

Struktur ekonomi dapat diartikan sebagai komposisi peranan masing-masing sektor dalam perekonomian baik menurut lapangan usaha maupun pembagian sektoral ke dalam sektor primer, sekunder, dan tersier. Gambaran kondisi struktur ekonomi dapat dilihat melalui kontribusi setiap sektor ekonomi terhadap pembentukan Pendapatan Domestik Bruto. Menurut Sukirno (2006), struktur ekonomi dalam perekonomian di Indonesia dapat dibedakan menjadi tiga kelompok utama, yaitu:

1. Struktur agraris yang meliputi sektor pertanian, peternakan, kehutanan, perikanan, pertambangan, dan penggalian. Suatu wilayah dikatakan berstruktur agraris apabila sektor pertanian dan sub sektornya dominan dalam membentuk PDB di wilayah tersebut.
2. Struktur industri yang terdiri dari industri pengolahan, listrik, gas, dan air, bangunan. Apabila peran sektor industri dominan dalam membentuk PDB wilayah maka dapat dikatakan wilayah tersebut memiliki struktur industri.
3. Sektor tersier yang terdiri dari perdagangan, hotel, restoran, pengangkutan, dan komunikasi, keuangan, sewa dan jasa perusahaan, jasa lain-lain (termasuk pemerintahan)

Untuk menggambarkan struktur ekonomi, salah satu model yang dapat digunakan adalah model InputOutput. Model ini menyajikan informasi tentang transaksi barang dan jasa serta saling keterkaitan antar satuan kegiatan ekonoi utnuk suatu waktu tertentu yang disajikan dalam bentuk tabel. Isian sepanjang baris menunjukkan alokasi output dan isian menurut kolom menunjukkan pemakaian input dalam proses produksi (BPS, 2000)

Model I-O ini diperkenalkan oleh Wassily Leontief pada tahun 1930-an untuk menjelaskan bagaimana interaksi antara pelaku ekonomi. Model I-O dapat menunjukkan keterkaitan antar sektor dan pengaruh timbal balik yang menyeimbangkan penawaran dan permintaan dalam perekonomian. konsep I-O Leontief berdasarkan:

1. Struktur perkenomian tersusun dari berbadai sektor yang saling berinteraksi melalui transaksi jual beli.
2. *Output* suatu sektor dijual pada sektor lainnya untuk memenuhi permintaan akhir rumah tangga, pemerintah, pembentukan modal dan ekspor.
3. Impor suatu sektor dibeli dari sektor-sektor lainnya, dan rumah tangga dalam bentuk jasa dan tenada kerja, pemerintah dalam bentuk pajak tidak langsung, penyusutan, surplus usaha dan impor.
4. Hubungan *input*-*output* bersifat linier.
5. Dalam suatu kurun waktu analisis, biasanya satu tahun, total *input* sama dengan total *output*.
6. Suatu sektor terdiri dari satu atau beberapa perusahaan. Suatu sektor hanya menghasilkan suatu *output* dan *output* tersebut dihasilkan oleh suatu teknologi.

Dalam model I-O pengaruh interaksi ekonomi dapat diklasifikasikan kedalam tiga jenis, (1) *directeffect* yaitu pengaruhnya dirasakan langsung oleh suatu sektor yang outputnya digunakan sebagai input dari produksi sektor yang bersangkutan, (2) *indirecteffect* adalah ketika digunakan dalam menunjukkan pengarh tidak langsung yang dirasakan oleh suatu sektor yang ouputnya tidak digunakan sebagai input dari sektor yang bersangkuran. Dan yang terakhir adalah pengaruh total (*totaleffect*) adalah pengaruh secara keseluruhan dalam perekonomian dimana sektor yang bersangkutan berada. Sebagai suatu model yang bersifat kuantitatif, I-O bisa juga memberikan gambaran mengenai (BPS,1995);

1. Struktur perekonomian nasional atau regional yang mencakup struktur *output* dan nilai tambah masing-masing sektor.
2. Struktur *input* antara, yaitu penggunaan berbagai barang dan jasa oleh sektor-sektor produksi.
3. Stuktur penyediaan barang dan jasa, baik berupa produksi dalam negeri maupun barang-barang yang berskala impor.
4. Struktur permintaan barang dan jasa, baik permintaan antara oleh sektor-sektor produksi maupun permintaan akhir untuk konsumsi investasid an ekspor.

Manfaat analisis *InputOutput* (I-O), adalah sebagai berikut.

1. Menggambarkan kaitan antar industri atau sektor.
2. Mengidentifikasi *direct* dan *indirectdemand* dalam suatu industri.
3. Mengetahui *backward* dan *forwardlinkage* setiap sektor.
4. Meramalkan pertumbuhan ekonomi dan tingkat kemakmuran.
5. Menghitung kebutuhan tenaga kerja dan modal.

**Tabel III. 1 Kerangka Model Input-Output Daerah/Nasional**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **PermintaanAntara** | | | | ***Permintaan***  ***Akhir*** | ***Total***  ***Output*** |
| *Input* | *Sektor* | 1 | 2 | ... | n |
| *Input*  *Antara* | 1 | x11 | x12 | ... | x1n | F1 | X1 |
| 2 | x21 | x22 | ... | x2n | F2 | X2 |
| ... | ... | ... | ... | ... |  |  |
| ... | ... | ... | ... | .... | - | - |
| n | xn1 | xn2 | ... | xnn | Fn | Xn |
| *Input* Primer/NTB | | V1 | V2 | .... | *Vn* |  |  |
| Total Input | | X1 | X2 | .... | Xn |  |  |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa *output* yang diproduksi oleh sektor 1 (X1) didistribusikan ke dua macam pemakai. Pemakai pertama adalah sektor produksi yang terdiri dari sektor 1 sampai dengan sektor n. Sektor 1 sendiri menggunakan sebesar x11, sektor 2 menggunakan sebesar x12, sektor 3 menggunakan sebanyak x13 dan seterusnya hingga sektor n menggunakan sebesar x1n. Bagi sektor produksi, output yang diproduksi oleh sektor 1 tersebut merupakan bahan baku atau *Input* Antara (*termediateinput*) yang digunakan dalam proses produksi lebih lanjut. Pemakai kedua adalah para pemakai akhir dan bagi mereka output sektor 1 digunakan sebagai Permintaan Akhir (*finaldemand*). Permintaan Akhir terdiri dari empat komponen yaitu:

* Konsumsi rumah tangga(C),
* Pembentukan modal tetap bruto atau investasi(I),
* Pengeluaran konsumsi pemerintah(G),
* Ekspor(X) dan Impor (M).

Komponen F1 menunjukkan nilai Permintaan Akhir atas *input* sektor 1 dan Fn menunjukkan nilai Permintaan Akhir atas *output* sektor n. *Output* suatu sektor seluruhnya habis digunakan untuk Input Antara dan permintaan Akhir. Maka total *output* sektor 1 (X1) adalah sejumlah *output* sektor yang digunakan sebagai *Input* Antara oleh sektor 1 sampai dengan n ditambah dengan Permintaan Akhir. Dengan demikian maka total *output* sektor i (Xi) adalah jumlah *output* sektor i yang digunakan sebagai *input* antara oleh sektor n (n = 1, 2,n) ditambah dengan Permintaan Akhir sektor i.

x11 + x12 + x13 +....x1n+ F1 = X1

x21 + x22 + x23 +....x2n+ F2 = X2

x31 + x32 + x32 + ....xij + Fj = Xj .....................................................(1)

Persamaan (1) dapat disederhanakan menjadi persamaan dibawah ini.

............................................................ (2)

Untuk i = 1,2,3.

Xj = Nilai output sektor i yang digunakan sebagai input oleh sektor j

Fj = Permintaan Akhir terhadap output sektor i

Xj = Total output sektor i

Mj = Total ouput sektor i yang diimpor

Dalam konsep keseimbangan umum di dalam model I-O, Total *input* suatu sektor harus sama dengan total *input* sektor tersebut. Oleh karena itu Total *Output* sektor 1 bernilai sama dengan Total *Input* sektor 1. Namun *input* yang diperlukan dalam proses produksi sektor 1 bukan hanya *input* antara, tetapi diperlukan juga *input* lain yang disebut *input* primer. *Input* primer disebut juga sebagai Nilai Tambah Bruto (NTB) atau gross value added, NTB ini adalah balas jasa yang diterima oleh faktor produksi yang terlibat dalam proses produksi. NTB sendiri terdiri lima komponen yaitu: (1) upah dan gaji, (2) plus usaha (keuntungan), (3) depresiasi barang modal, (4) pajak tak langsung, dan (5) subsidi. Dimana xij adalah banyaknya *output* sektor i yang dipergunakan sebagai *input* sektor j, dan Fi adalah permintaan akhir terhadap sektor i. Isian secara v vertikal atau kolom terutama di sektor produksi, menunjukkan struktur *input* suatu sektor. Komponen V1 diartikan sebagai nilai tambah yang dihasilkan oleh sektor 1, kemudian nilai tambah yang dihasilkan oleh sektor i adalah Vi. Dengan mengikuti cara membaca seperti di atas, persamaan aljabar secara keseluruhan dapat dirumuskan sebagai berikut :

x11 + x12 + x13 +......x1n + V1 = X1

x21 + x22 + x23 +....x2n + V2 = X2 .........................................................(3)

x31 + x32 + x33 + ....xij+Vj = Xj

Persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi persamaan dibawah ini.

............................................................................(4)

Untuk i = 1,2,3.

xij = nilai *output* sektor i yang digunakan sebagai *input* antara oleh sektor j

Vj = *Input* Primer (nilai tambah) sektor j

Xj = Total *Input* sektor yang digunakan oleh sektor j

Dalam analisa*input*-*output* sistem persamaan-tersebut di atas memeganng peranan penting sebagai dasar analisa ekonomi yang akan dibuat . Apabila aij = xij/Xj (aij = koefisien *input*) atau xij =aijXj, maka persamaan (1) dapat disubstitusikan menjadi :

a11X1 + a12X2 + a13X3 + F1 = X1

a21X1 + a22X2 + a23X3 + F2 = X2 ................................................................. (5)

ai1X1 + ai2X2 + aijXj + Fj = Xj

Apabila persamaan (5) dituliskan dalam bentuk matriks maka,

+ = ....................................................(6)

Jika,

= A, = X dan = F, maka ;

= Koefisien Input Antara (koefisien teknis) sektor i yang digunakan oleh sektor j.

= Nilai *output* sektor i yang digunakan sebagai *input* oleh sektor j.

= Total *Input* sektor yang digunakan sektor j.

A X + F = X.......................................................................................(7)

atau

(I - A) X = F

X = F/(I– A)-.......................................................................................(8)

Dari persamaan (8) ini terlihat bahwa *output*.mempunyai hubungan fungsioal terhadap permintaan akhir, dengan (I-A)–1 sebagai koefisien arahnya. Selanjutnya disebut sebagai matriks pengganda *output* dan menjadi dasar pengembangan model *Input*-*Output*.

(I – A)-1 disebut Matriks Kebalikan Leontif atau Matriks Invers Leontief yang berfungsi sebagai pengganda *output* (*outputmultiplier*). Dengan matriks ini kita dapat meramalkan perubahan setiap variabel eksogen dalam permintaan akhir, seperti pengeluaran pemerintah, terhadap sistem perekonomian secara simultan. Matriks ini juga memberikan informasi tentang dampak keterkaitan antarsektor produksi, diantaranya *backward*linkage*effect* (dampak keterkaitan ke belakang) dan *forwardlinkageeffect* (dampak keterkaitan ke depan). Kenaikan permintaan akhir suatu sektor tidak hanya berpengaruh langsung terhadap kenaikan total *output* sektor itu sendiri tetapi juga sektor lainnya. Besar kecilnya dampak kenaikan total *output* akibat kenaikan perrmintaan akhir bergantung dari elemen-elemen matriks (I – A)-1 . Matriks Kebalikan Leontief dapat digunakan untuk mengukur dampak perubahan permintaan akhir terhadap pendapatan melalui *incomemultiplier* dan kesempatan kerja melalui *employmentmultiplier*.

Model regional *InputOutputInterregion* (IRIO) merupakan pengembangan dari model *input*-*output* (I-O). Jika model I-O merangkum keterkaitan antarsektor di dalam satu wilayah, artinya hanya berbicara satu wilayah saja, maka IRIO berbicara keterkaitan antarsektor lebih dari satu wilayah. Dengan demikian di dalam IRIO dapat dilakukan analisis keterkaitan antarsektor dalam satu wilayah (intraregional) dan antarwilayah (*interregion*al). Jika dengan model I-O dapat dilakukan analisis ekonomi sektoral, maka dengan model IRIO dapat dilakukan analisis ekonomi sektoral dan spasial. Dalam tabel model IRIO dicantumkan *output* sektor produksi 1 dari suatu wilayah yang di konsumsi oleh wilayah itu sendiri maupun wilayah lainnya, baik itu dikonsumsi sebagai permintaan akhir ataupun sebagai permintaan antara. Oleh karena itu dalam model IRIO dalam dilihat efek sebar dari suatu sektor produksi. Bila dilihat dari kontribusi suatu sektor terhadap perekonomian suatu wilayah cukup besar, namun hal ini tidak berarti suatu sektor dapat memberikan efek sebar yang besar juga dalam perekonomian wilayah.Ada perbedaan antara pengertian kontribusi dalam perekonomian dengan efek sebar yang diberikan suatu sektor.Kontribusi terhadap perekonomian berarti efeknya yang diperhatikan hanya sebatas pada efek langsung saja, biasanya dilihat pada kontribusi sektor terhadap penciptaan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto). Padahal dampak pembangunan suatu sektor ekonomi tidak bisa dilihat sebatas pada kemampuan PDRB sajam Namun hal lain yang lebih penting lagi, bagaimana sektor tesebut mampu menggerakan seluruh roda perekonomian wilayah. Dengan kata lain bagaimana pembangunan sektor tersebut dapat memberi efek lanjut kepada aktivitas pembangunan sektor-sektor lain.

**Tabel III. 2 Kerangka Dasar Tabel *InputOutputInterregion* (Daryanto dan Hafizrianda, 2010)**



Dari tabel III.2 diatas dapat diketahui beberapa informasi penting mengenai keterkaitan antarindustri dan antarwilayah. Pertama, notasi atau merupakan suatu petunjuk adanya keterkaitan antara industri i dengan industri j dalam suatu wilayah A atau B. Keterkaitan ini dapat diistilahkan sebgai interindustry dan intraregion. Dalam hal ini sebenarnya ada juga intraindustry dan intraregion yang dinotasikan atau . Kemudian notasi atau memberi petunjuk adanya keterkaitan antara industri i di wilayah A dengan industri j di wilayah B, atau keterkaitan antara industri i di wilayah B dengan industri j di wilayah A. Dapat dikatakan terjadi interindustry dan interregion. Disini ada juga keterkaitan yang bersifat intraindustry dan interregion atau dinotasikan sebagai atau .

Kedua, notasi atau menunjukkan permintaan akhir untuk komponen i yang berasal daru wilayah A sendiri atau wilayah B sendiri, dengan kata lain komponen permintaan akhir i terjadi pada kondisi intraregion. Kemudian notasi dan mempunyai makna bahwa permintaan akhir unutk komponen i pada wilayah A yang berasal dari wilayah B, atau permintaan akhir komponen i pada wilayah B yang berasal dari wilayah A. Dengan kata lain ada permintaan akhir yang timbul karena terjadinya hubungan *interregion*.

**Causal Loop Model Ekonomi Dan Penjelasannya**

**Gambar 3. 7 *Causal Loop* Ekonomi**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

*Causal Loop* diatas menggambarkan bahwa permintaan akhir bergantung pada pengeluaran pemerintah, investasi, konsumsi, ekspor dan impor. Permintaan akhir akan meningkat ketika pengeluaran pemerintah, investasi, konsumsi dan ekspor meningkat. Sedangkan unsur impor akan meberikan perungaruh negatif terhadap permintaan akhir, ketika impor semakin tinggi maka akan mengurangi permintaan akhir. Sementara itu permintaan akhir dapat dikatakan sebagai GDP atau PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) dari wilayah tersebut. PDRB tersebut akan mempengaruhi pengeluaran pemerintah. Semakin besar pengeluaran PDRB makan pengeluaran pemerintah akan semakin tinggi. Dan pada akhinya akan mempengaruhi permintaaan akhir kembali.

Besarnya ekspor selain dipengaruhi ekspor yang diinginkan juga dipengaruhi PDRB. Semakin besar dua komponen tadi maka kemampuan untuk eksport akan semakin tinggi. Dalam perhitungan ekonomi, pengeluaran wisatawan akan masuk dalam kolom ekspor jasa, sehingga berbagai dinamika yang terjadi dalam kunjungan dan pengeluaran wisatawan bali akan tetap dihitung sebagai bagian dari ekspor.Selain itu besarnya ekspor juga dipengaruhi oleh ketersediaan stok, bila ketersediaan stok meningkat maka besarnya ekspor pun akan meningkat juga.

Komponen impor juga akan dipengaruhi oleh ketersediaan stok, semakin tinggi ketersediaan stok semakin kecil kebutuhan untuk impor. Ketersediaan stok juga tentunya mempengaruhi besarnya konsumsi oleh masyarakat. Semakin besar ketersediaan stok semakin besar juga konsumsi masyarakat. Tentu saja konsumsi juga dipengaruhi oleh banyaknya penduduk.

Nilai investasi juga sangat dipengaruhi oleh ketersediaan stok, semakin tinggi ketersediaan stok semakin tinggi pula nilai investasi. Sehingga akan menambah nilai pada komponen permintaan akhir.Sedangkan ketersediaan stok dipengaruhi oleh output yang dihasilkan. Selain dipengaruhi oleh input, ketersediaan stok dipengaruhi juga oleh kebutuhan stok, semakin besar kebutuhan stok, artinya ketersediaan stok rendah. Kebutuhan stok akan mempengaruhi positif komponen penambahan stok yang diinginkan. Selain oleh kebutuhan stok, penambahan stok yang diinginkan juga dipengaruhi oleh output yang dihasilkan, semakin besar output yang dihasilkan maka semakin kecil kebutuhan stok yang diinginkan. Output yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh unsur-unsur diluar sektor ekonomi, seperti infrastruktur, tenaga kerja serta lahan yang tersedia. Semakin meningkat unsur-unsur tersebut makan akan meningkatkan output yang dihasilkan.

Seluruh komponen dari investasi, eksport, import, pengeluaran pemerintah, konsumsi yang diinginkan, akan meningkatkan permintaan akhir yang diinginkan. Kemudian permintaan akhir yang diinginkan akan mempengaruhi agregat demand yang dihasilkan. Semakin tinggi agregat demand maka akan meningkatkan output yang dihasilkan. Agregat demand pun akan berpengaruh terhadap kebutuhan stok yang diinginkan, kemudian tentu saja akan mempengaruhi penambahan stok yang diinginkan. Peningkatan kebutuhan stok yang diinginkan akan meningkatkan ketersediaan stok. Pada peningkatan agregat demand ini akan meningkatkan permintaan akhir.

* + 1. **Kajian Teoritis dan *Causal Loop* Sosial Budaya**

Gambaran sistem kebudayaan dari satu masyarakat adalah hasil sebuah penafsiran dari studi budaya sebagai sebuah sistem simbolik (Geertz, 1973). Uraian yang tebal (*thick description*), menurut Geertz (1973), adalah hasil interpretasi tentang arti, bentuk, fungsi dan makna budaya (Mudana, 2003). Dalam teori morphogenetik-nya Archer (1988, dalam Ritzer, 1992) yang berasal dari teori sistem, domain budaya adalah pada bagaimana pengkondisian budaya mempengaruhi interaksi sosial-budaya dan bagaimana hal ini menimbulkan elaborasi budaya. Dalam teori ini, unsur waktu diberi tempat utama. Dengan kata lain, kebudayaan suatu masyarakat tidak pernah statis. Dalam teori Archer, ketiadaan perubahan adalah mustahil. Namun demikian pola-pola kebudayaan dalam jangka waktu tertentu dapat bertahan (Ihromi, 1996).

Pandangan Geertz (1973) mengungkapkan bahwa agama dan bahkan ideologi adalah sebuah sistem budaya. Gambaran kehidupan sosial-budaya masyarakat Bali sangat kental dipengaruhi oleh komponen agama. Secara umum masyarakat Bali masih menganut nilai-nilai luhur budaya spiritual (Mayun, et.al. 1990). Secara umum masyarakat Bali memahami bahwa manusia dapat hidup karena kemurahan alam dan alam menjadi lestari karena dilindungi oleh manusia. Manusia mempunyai tugas dan kewajiban memelihara, melestarikan, dan mencintai alam seisinya. Pemahaman spiritual masyarakat Bali sangat dipengaruhi oleh filosofi dari agama Hindu yang dianutnya bercampur dengan budaya lokal Bali.

Pola kehidupan masyarakat Bali masih memperlihatkan sifat kolektif. Bahkan sebagian besar masih homogen dan agraris yang bercorak religius Hindu Bali dengan mempertahankan pola-pola kehidupan tradisional. Dalam mengelola sumber daya alamnya, masyarakat masih menjalankan pengetahuan tradisionalnya yang dikenal sebagai sistem pertanian Subak. Subak adalah organisasi tradisional di bidang tata guna air di tingkat usaha tani pada masyarakat adat di Bali yang bersifat sosio agraris, religius, ekonomis. Sistem subak memiliki nilai-nilai luhur yang bersifat universal dan sangat relevan dengan konsep pembangunan berkelanjutan. Falsafah *Tri Hita Karana* dalam Subak mengandung pesan agar kita mengelola sumber daya alam termasuk air secara arif untuk menjaga kelestarian, senantiasa bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan selalu mengedepankan harmoni dan kebersamaan dalam memecahkan masalah (Windia, 2006). Lembaga Subak yang merupakan bagian dari budaya Bali, sudah menjadi ‘Warisan Budaya Dunia’. Dalam upaya untuk melestarikan kelembagaan budaya agraris ini, Pemerintah Provinsi Bali telah mengeluarkan Peraturan Daerah No.9 tahun 2012 tentang Subak.

Untuk penduduk Hindu Bali, kegiatan sosial kemasyarakatan (adat & tradisi) dan keagamaan berada di Desa Adat/Pakraman dan Pura. Desa adat ini bersifat otonom dan mempunyai fokus menangani bidang adat dan agama (Surpha, 2004). Eksistensi desa adat telah tertuang dalam Perda No.3/2001 tentang Desa Pakraman. Mereka memiliki pranata budaya dan “*awig-awig*” yang memuat aturan dan larangan yang dalam penegakkannya “*di-pasupati-kan*” atau dihidupkan, sehingga warga masyarakat yang melanggarnya akan merasa bersalah.

**Falsafah *Tri Hita Karana***

Masyarakat Bali mempunyai konsep pembangunan yang berlandaskan falsafah *Tri Hita Karana*. Falsafah *Tri Hita Karana* berakar pada kebudayaan Bali yang dijiwai oleh agama Hindu. Arti dari *Tri Hita Karana* ialah ’tiga penyebab kesejahteraan’ – Tri (tiga), Hita (sejahtera), Karana (sebab), Ke-3 penyebab kesejahteraan itu adalah parahyangan (lingkungan spiritual), pawongan (lingkungan sosial), palemahan (lingkungan alamiah) yang merupakan satu kesatuan tak terpisahkan (Pujaastawa, 2005 dalam Ashrama 2005). Falsafah ini berintikan unsur-unsur nilai keseimbangan hubungan antara manusia dengan Tuhan, antara manusia dengan manusia, dan antara manusia dengan alam lingkungannya. Hubungan yang seimbang dan harmonis antar ketiga unsur tersebut diyakini membawa manfaat bagi kesejahteraan hidup manusia lahir dan bathin. Sebaliknya, hubungan yang tak seimbang yang hanya mengutamakan aspek tertentu diyakini dapat mengancam kesejahteraan hidup manusia.

Konsep *Tri Hita Karana* ini pada dasarnya mengandung pengertian tentang pola-pola adaptasi manusia terhadap lingkungannya. Setiap manusia di dunia dalam mempertahankan kehidupannya selalu berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud mencakup lingkungan spiritual, sosial dan alam. Dalam rangka adaptasi itu, manusia memiliki seperangkat model pengetahuan yang digunakan secara selektif untuk menginterpretasikan atau menanggapi ketiga lingkungan tersebut. Dalam hal ini, maka konsep *Tri Hita Karana* merupakan suatu model pengetahuan yang mengajarkan kepada manusia untuk senantiasa menjaga hubungan yang harmonis dan adaptif dengan lingkungannya dalam berbagai dimensi ruang dan waktu. Masyarakat memelihara Bali sebagai makro kosmos, yang diyakini punya kekhasan dari sudut kultural dan religiusitas. Tata ruang Bali adalah tata ruang *Tri Hita Karana*, dimana alam, manusia dan infrastruktur ritualnya merupakan satu-kesatuan.

Selain itu masyarakat Bali mengenal adanya keseimbangan hulu dan hilir, dimana hulu adalah gunung dan hilir adalah laut, sehingga jika dengan adanya keseimbangan antara hulu dan hilir atau gunung dan laut akan melahirkan kebahagiaan. Di gunung terdapat hutan, dimana di Bali hutan itu sebagai yang disucikan, sama dengan laut, danau, mata air sebagai sumber kehidupan, sumber air yang disucikan juga. Sehingga dengan keadaan itu, dimana masyarakat Bali dengan konsep keyakinan tempat-tempat sumber-sumber kehidupan yang ada seperti hutan, gunung, laut dan mata air merupakan suci dan sumber kehidupan, harus dijaga dan dilestarikan maka mereka akan memberikan kemakmuran.

**Eksistensi *Desa* Adat**

Dalam kehidupan bermasyarakat baik ditinjau dari pemerintahan maupun dari sudut pandangan masyarakat, di Bali dikenal istilah desa adat dan desa dinas. Desa adat adalah desa yang dilihat dari fungsinya di bidang adat (desa yang hidup secara tradisional sebagai perwujudan dari lembaga adat). Sedangkan desa dinas dilihat dari fungsi pemerintahan merupakan lembaga pemerintah yang terbawah dalam rangka pelaksanaan otonomi daerah.

Setelah adanya kemerdekaan di Indonesia dan diberlakukannya Undang-undang No. 5 Tahun 1979, adanya penyeragaman desa-desa seluruh indonesia, dimana Bali tetap mempertahankan desa adat dan desa dinas dalam struktur pemerintahannya, karena keduanya memiliki sistem yang berbeda. Dimana desa adat hanya mengurusi hal-hal yang bersifat adat, agama dan budaya sedangkan desa dinas mengurusi hal-hal yang bersifat ketataprajaan, jadi masalah kependudukan di Bali dipimpin oleh pimpinan desa adat dan desa dinas yang saling berkomunikasi, berkoordinasi dan konsultasi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka terdapat perbedaan-perbedaan dari kedua jenis desa ini, antara lain :

1. Di seluruh Bali jumlah desa adat ± 1.305 buah, sedangkan desa dinas ± 600 buah desa adat;
2. Eksistensi desa dinas tergantung kepada kehendak pemerintah, sedang desa adat merupakan lembaga dari masyarakat sendiri (tradisional) sebagai perwujudan dari lembaga adat. Desa adat dalam hubungannya dengan pemerintahan dipimpin oleh pemuka-pemuka adat untuk berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan program kerja pemerintah atasan melalui desa dinas;
3. Potensi desa adat bersifat tradisional, orisinil, dan spesifik, yang cukup besar dalam menunjang pembangunan nasional di Indonesia. Potensi tersebut (Surpha, 2004) dapat dilihat dalam :
4. Bidang sosial budaya

Wadah kebudayaan berperan untuk memelihara dan mengembangkan kebudayaan nasional yang telah ada serta dimiliki sejak dulu, khususnya dalam bidang seni tari, seni lukis, seni ukir, dan lain sebagainya. Dalam peranannya desa adat mempunyai potensi untuk ikut memelihara, mengembangkan dan memajukan pariwisata Bali, yang merupakan salah satu sumber devisa negara. Selain itu desa adat merupakan wahana tumbuh suburnya jiwa kekeluargaan dan gotong royong yang sesungguhnya pencerminan manifestasi dari penghayatan masyarakat terhadap falsafah negara Pancasila.

1. Bidang politik (pemerintahan)

Desa adat memiliki susunan dan personalia kepengurusan sendiri. Di samping mempunyai hak otonomi asli yang dimilikinya sejak dulu, khususnya dalam hal menangani serta menyelesaikan sengketa-sengketa yang timbul di kalangan masyarakat. Dengan peranan tersebut, desa adat mempunyai potensi membantu aparat pemerintah di dalam mempertahankan stabilitas keamanan daerah dan nasional.

1. Bidang ekonomi

Desa adat dengan segala kegiatan yang berhubungan dengan upacara-upacara agama Hindu, kebudayaan dan kesenian, memberikan sumber penghasilan yang sangat besar bagi kas negara dalam pengembangan kepariwisataan Daerah Bali sebagai pusat pengembangan kepariwisataan di Indonesia Bagian Tengah.

1. Desa adat sebagai lembaga masyarakat

Desa adat merupakan tempat hidupnya pengamalan ajaran-ajaran agama Hindu. Hal ini terwujud dalam pelaksanaan adat (kebiasaan) upacara-upacara keagamaan berwujud budaya dan seni. Dengan kenyataan ini jelas bahwa antara adat dengan agama Hindu di Bali terjalin dalam hubungan yang erat dan tidak dapat dipisahkan.

Dengan demikian maka kedudukan adat dalam masyarakat Bali adalah paralel dengan agama Hindu yang diwujudkan dalam bentuk tata kemasyarakatan sehingga oleh Pemerintah Daerah Bali maupun para cendekiawan, masyarakat Bali disebut: ‘masyarakat yang sosial religius *Hinduistis’*.

Desa adat pada dasarnya memiliki fasilitas yang lengkap, karena memiliki perangkat yang lengkap. Dimana desa adat mempunyai kayangan desa, sebagai pengikat batin, pengikat spiritual yang mempersatukan mereka, dimana ada kayangan tiga yaitu pura, pura desa (pura besar) dan pura dalem. Ini sebagai manifestasi bahwa kehidupan manusia itu tidak terlepas dari lahir, hidup dan mati.

Desa adat memiliki fasilitas pertemuan yang disebut dengan wantilan. Mereka dengan adat serta ikatan spiritualnya mudah untuk menggerakan massa, dimana semua program-program pemerintah sebagai aparatur daerah lebih banyak meminta bantuan kepada desa adat. Artinya pemerintah secara struktural memanfaatkan adat untuk mengkomunikasikan program pemerintah, sehingga banyak program-program pemerintah di Bali disukseskan oleh keberadaan desa adat.

Partisipasi warga desa adat dalam usaha menyukseskan program-program nasional terlihat dari program keluarga berencana, pelestarian lingkungan hidup, pembinaan kesejahteraan keluarga, perternakan, pertanian, perkebunan, keamanan dan ketertiban masyarakat, perindutrian kerajinan rakyat, pariwisata, dan lain-lain.

Dalam desa adat ini memiliki aturan yang disebut *awig*-*awig*. *Awig*-*awig* merupakan suatu kesepakatan berupa aturan-aturan yang dibuat untuk mempermudah hidup. *Awig*-*awig*dapat berubah sesuai dengan perkembangan jaman. Masyarakat Bali sudah dibentuk perilaku dan keyakinannya terkait dengan pelestarian alam, dimana tempat-tempat suci itu harus dilestarikan, juga adanya keyakinan mengenai dewa yang memelihara tumbuh-tumbuhan, serta awig-awig dalam menjaga lingkungan, seperti hutan, sehingga masyarakat bali selalu menjaga lingkungan. Dimana ada aturan disitu ada keyakinan. Sehingga tercipta suatu hubungan yang harmonis antara manusia dengan Tuhannya, manusia dengan manusia serta manusia dengan lingkungannya.

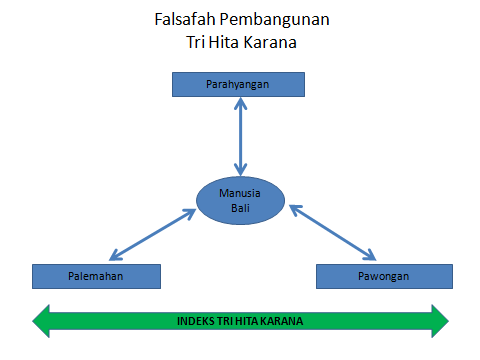
Selain lembaga adat, untuk memelihara kelestarian adat Bali, Prof. Dr. Ida Bagus Mantra selaku Gubernur Bali telah membuat keputusan-keputusan yang berkaitan dengan adat Bali (Surpha, 2004). Keputusan-keputusan tersebut diantaranya adalah :

1. Penetapan bagi warga yang berhak memperoleh hasil maupun manfaat tanah adat ditetapkan oleh paruman desa adat atau pengempon pura dengan tetap memperhatikan ikatan antara tanah dengan desa adat atau pura, yang bersangkutan, serta kepentingan umum dan dalam hal tertentu dengan memperhatikan jangka waktu yang diperlukan.
2. Bagi anggota krama Banjar yang tidak beragama Hindu kalau ada keluarganya yang meninggal agar dikuburkan pada kuburan menurut agamanya.
3. Bagi krama banjar/krama desa adat yang diberhentikan karena masalah awig-awig, hendaknya diperbolehkan menguburkan jenazah pada setra desa adat yang bersangkutan dengan syarat membayar penanjung batu/petukon juru yang layak dan memiliki rasa kemanusiaan.
4. Bagi krama banjar/krama desa adat yang telah diberhentikan/disisihkan karena suatu alasan, diberikan kesempatan untuk minta maaf dan kembali menjadi krama banjar/desa, setelah yang bersangkutan menempuh upaya adat (membayar denda) dan bersedia melaksanakan awig-awig yang dilanggar.
5. Terhadap masalah-masalah yang tidak dapat diselesaikan karena permasalahannya tidak tercantum dalam awig-awig, banjar/desa adat supaya memberikan jalan keluar sesuai dengan kehidupan bangsa berdasarkan Pancasila dan UUD 1945.
6. Cara-cara penyelesaian sengketa adat dilakukan sebagai berikut :
7. Melalui lembaga-lembaga;
8. Berdasarkan asas kerukunan, keputusan dan keselarasan dengan dilandasi ajaran agama Hindu;
9. Dalam penyelesaian sengketa adat oleh lembaga-lembaga adat, diharapkan agar para pejabat instansi pemerintah ikut membantu dan diharapkan pengayoman.

Adanya keseimbangan dengan adat, wilayah serta agama, maka tuntutan-tuntutan hidup membentuk perilaku serta keyakinan masyarakat Bali menjadi selaras dan harmonis. Begitu pula halnya, masyarakat Bali dalam melaksanakan program pemerintah dimulai dengan keyakinan *Tri Hita Karana*, dimana ada 3 penyebab kebahagiaan. Desa adat telah berperan mengusung nilai-nilai budaya spiritual untuk diwujud-nyatakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Bali, sehingga perilaku dan tindakan masyarakat Bali khususnya yang beragama Hindu-Bali dipastikan mempunyai latar belakang filosofi dan nilai-nilai spiritual.

Dari pemahaman budaya Bali ini, maka dapat digambarkan falsafah *Tri Hita Karana* yaitu ada unsur parahyangan (hub manusia-Tuhan), unsur pawongan (hub antar manusia), dan unsur palemahan (hub manusia-alam). Efektifitas dari 3 komponen tentunya akan dicirikan oleh yang disebut indikator *Tri Hita Karana* yang mencerminkan tanda-tanda kebahagiaan (*Happiness Index*) terwujud seperti yang terlihat dalam Gambar 3.1. Indeks *Tri Hita Karana* ini dengan sendirinya akan menggambarkan hubungan yang seimbang dan harmonis antar ketiga unsur yaitu unsur parahyangan, Palemahan dan Pawongan. Indikator ini selanjutnya menjadi landasan kunci dari pengembangan model Causal – *Loop* Sub Model Sosial Budaya seperti terlihat dalam Gambar 3.8.

**Gambar 3. 8 Falsafah Pembangunan Tri Hita Karana**

****

*Sumber : interpretasi tim konsultan, 2013*

Sub Model Sosial Budaya menggambarkan interaksi sosial-budaya dengan 2 komponen utama yaitu penduduk Hindu Bali dan Indeks *Tri Hita Karana*. Sub Model ini juga terkait dengan Sub Model Lahan, Sub Model Ekonomi dan Sub Model Proyek Investasi. Komponen penduduk Hindu Bali terkait dengan komponen lain seperti:

1. Desa Adat/Pakraman : terkait erat dengan kegiatan tradisi/adat dan keagamaan namun mempunyai kaitan lemah dengan komponen tenaga kerja aktif.
2. Kegiatan Tradisi/adat dan keagamaan: terkait erat dengan Kawasan suci/pura dan pertanian sawah Subak tetapi mempunyai kaitan lemah dengan komponen tenaga kerja aktif. Namun di sisi lain, Kawasan suci/pura dan Pertanian sawah Subak mempunyai kaitan dengan Sub Model Lahan.
3. Tenaga Kerja Aktif: timbul dari angkatan kerja, terkait langsung dengan komponen penyerapan tenaga kerja dan IPM, tidak terkait langsung dengan komponen perdagangan dan jasa dan Sub Model Ekonomi dan Sub Model Proyek Investasi

Indeks *Tri Hita Karana* dalam bingkai sub model sosial budaya ini merupakan indeks komposit yang diturunkan dari:

1. Kawasan suci Pura dan Kegiatan Tradisi/Adat serta keagamaan yang merupakan pengejawantahan dari komponen parahyangan
2. Desa Adat/Pakraman dan IPM yang merupakan pengejawantahan dari komponen pawongan
3. Pertanian Sawah Subak merupakan pengejawantahan dari komponen palemahan

Terkait kasus KPI Bali dalam kegiatan pariwisata, maka kunjungan wisatawan yang muncul karena proyek investasi memberikan kaitan langsung komponen Desa Adat/Pakraman, Kegiatan Tradisi/Adat serta Keagamaan, Pertanian Sawah Subak sekaligus komponen perdagangan, jasa dan komponen obyek wisata non-budaya. Walaupun pembangunan kepariwisataan Bali berbasis kebudayaan, terdapat fenomena kegiatan wisatawan yang tidak terkait dengan budaya Bali. Komponen obyek wisata non-budaya terkait langsung dengan Sub Model Lahan.

**Gambar 3. 9 *Causal Loop* Sub Model Sosial Budaya**

****

*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

Sebagaimana yang tampak pada *causal loop* diatas, dalam perspektif sosial budaya, indeks tri hita karana dapat juga dihitung dari berbagai faktor penyusun, antara lain pertanian sawah subak, IPM, desa adat/pekraman, kawasan suci pura, dan kegiatan tradisi/adat keagamaan. Berbagai faktor-faktor tersebut dapat berpengaruh dalam menentukan tingkat pembangunan berlandaskan tri hita karana di Provinsi Bali.

* + 1. **Kajian Teoritis dan Causal Loop Lingkungan**

Dalam mengembangkan dan membangun KPI Bali tidak terlepas dari konsep *sustainable development*, karena dalam pengembangan pembangunan KPI Bali akan memberikan dampak terhadap lingkungan baik berupa dampak langsung maupun dampak tidak langsung. Oleh karena pengelolaan dan pengendalian lingkungan secara berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk mempertahankan kondisi lingkungan Bali. Prinsip keberlanjutan yang dapat dikembangkan di KPI Bali adalah dengan menggunakan prinsip ekologi, sosio-politik (kebijkan) dan prinsip konsep budaya Bali dalam melestarikan lingkungan dengan menggunakan konsep Tri Hita Kirana yang dijadikan sebagai faktor pembatas dalam pemanfaatan sumberdaya alam (sumber daya air, sumber daya lahan) di Bali. Adapun prinsip ekologi dimaksudkan untuk melindungi dan menjaga keberlanjutan ekosistem dalam mendukung kehidupan. Sedangkan prinsip sosio politik yang dimaksudkan disini adalah kebijakan dari pemerintah daeerah Bali dalam memanfaatkan dan mengelola sumberdaya alam dan lingkungan secara berkelanjutan, misalnya kebijakan tentang pengelolaan lahan pertanian “subak”. Prinsip ekologi dan sosio-politik yang dikembangkan ini untuk mendukung keberlanjutan ekonomi dan sosial KPI Bali di masa yang akan datang.

Konsep *sustainable development* tersebut di atas, memberikan kerangka pendekatan yang memandang integrasi sistem ekonomi, sosial dan lingkungan untuk keberlanjutan pembangunan KPI Bali. Dalam pelaksanaannya, konsep pembangunan berkelanjutan diterjemahkan ke dalam green construction (konstruksi hijau). Konsep ini bertujuan agar dalam desain fasilitas dan konstruksinya dikembangkan dan diarahkan pada konsep ramah lingkungan. Prinsip-prinsip dalam desain konstruksi yang berkelanjutan, antara lain : (1) Minimalisasi penggunaan sumberdaya; (2) Memilih material-material yang tahan lama, dan memaksimalkan penggunaan kembali sumberdaya (reuse); (3) Menggunakan sumberdaya yang dapat diperbaharui dan dapat didaur ulang (renew/recycle); (4) Melakukan proteksi terhadap lingkungan alam (protect natural); (5) Menciptakan lingkungan yang sehat dan bebas dari bahan-bahan yang berbahaya (non-toxit); dan (6) Mengintegrasikan disain infrastruktur dan bangunan dengan lingkungan manusia dan alam. Konsep ini yang dijadikan sebagai dasar pemikiran dalam pembangunan sub model lingkungan dalam kegiatan penyusunan pemodelam KPI Bali.

Berdasarkan pada prinsip keberlanjutan sebagaimana yang telah dijelaskan, merupakan dasar pemikiran dalam mengembangkan konsep pemodelan untuk KPI Bali. Pembangunan sub model lingkungan KPI Bali dikembangkan dari model yang KEIBTT dengan mempertimbangkan beberapa faktor sebagai berikut :

1. Kebijakan KPI Bali
2. Karakteristik wilayah KPI Bali mencakup aspek sosial, ekonomi, infrastruktur dan lahan
3. Karakteristik budaya yang ada di Bali dalam pemanfaatan sumberdaya alam dan pengelolaan lingkungan
4. Konsep Tri Hita Kirana yang dikembangkan di Bali

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas, sub model lingkungan yang dikembangkan adalah sub sub model ketersediaan air, kebutuhan air, sampah, limbah cair, pencemaran udara. Sub model lingkungan digerakkan oleh penduduk yang dalam hal ini adalah budaya masyarakat Bali, dan wisatawan serta konsep tri hita kirana yang menjadi faktor pembatas dari pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya alam.. Variabel sosial budaya penduduk dan wisatawan akan memberikan pengaruh terhadap lingkungan. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap lingkungan dapat pengaruh positif dan pengaruh negatif. Pengembangan kearifan budaya lokal masyarakat Bali akan memberikan pengaruh positif terhadap lingkungan, disisi lain pengembangan wisata yang tidak memperhatikan kearifan budaya lokal, akan memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan. Secara keseluruhan sub model lingkungan KPI Bali dapat digambarkan dalam *causal loop* berikut.

**Gambar 3. 10 *Causal Loop* Diagram Sub Sistem Lingkungan KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

Dari diagram *causal loop* dari sub model lingkungan yang dibangun untuk KPI Bali sebagaimana digambarkan diatas, dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengurangan sumberdaya air dipengaruhi oleh peningkatan kebutuhan sebagai akibat dari penambahan jumlah penduduk dan jumlah wisatawan, sehingga akan membentuk *loop* negatif
2. Pengurangan kualitas air dipengaruhi oleh peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan dari konsumsi penduduk dan konsumsi wisatawan, sehingga membentuk hubungan *loop* negatif
3. Pengurangan kualitas udara dipengaruhi oleh peningkatan jumlah kendaraan untuk memenuhi kebutuhan penduduk dan wisatawan, sehingga membetuk hubungan *loop* negatif
4. Peningkatan volume timbulan sampah dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk dan wisatawan, sehingga membentuk hubungan *loop* positif
5. Daya dukung air baik, jika konsep tri hita kirana dipertahankan untuk pengelolaan sumberdaya dan lingkungan, sehingga membentuk hubungan lopp positif.

Secara detilnya sub-sub model yang dikembangkan dari sub model lingkungan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sub-sub Model Daya Dukung Air

Sub sub model daya dukung air dibangun dari sub model ekonomi, sub model sosial penduduk, sub model lahan. Masing-masing sub model memberikan kontribusi yang mempengaruhi pada daya dukung air pada KPI Bali secara timbal balik. Yang dijadikan sebagai faktor pembatas yang sangat mempengaruhi pada daya dukung air di Bali adalah indeks Tri Hita Kirana.

1. Sub-sub Model Permintaan Air

Sub-sub model permintaan air dibangun dari sub model ketersediaan air yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan jumlah wisatawan serta luas lahan yang dijadikan sebagai lahan pertanian abadi “subak”. Permintaan akan air untuk mendukung pemenuhan kebutuhan dalam menopang kegiatan di Bali tetap memperhatikan dari ketersediaan sumberdaya yang ditentukan dari indeks tri hita kirana yang dijadikan sebagai faktor pembatas. Permintaan akan sumbedaya air ini dipengaruhi oleh kebutuhan air untuk masing-masing kegiatan yang dikembangkan, sehingga *loop* yang terbentuk antara permintaan dan kebutuhan akan air merupakan *loop* positif. Sedangkan hubungan antara permintaan air dengan dengan ketersediaan air merupakan *loop* negatif.

**Gambar 3. 11*Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Daya Dukung Air KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

**Gambar 3. 12*Causal Loop* Diagram Sub-sub Sistem Permintaan Air KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

1. Sub-sub Model Kualitas Air

Sub-sub model kualitas air dibangun berdasarkan pada konsumsi air yang digunakan untuk mendukung kegiatan KPI Bali. Peningkatan konsumsi air akan meningkatkan volume limbah cair dan mengakibatkan kualitas lingkungan menurun, sehingga *loop* yang terbentuk adalah *loop* negatif. Hal ini bisa dikendalikan dengan menerapkan konsep Tri Hita Kirana yang dijadikan sebagai pembatas dalam pengendalian kualitas lingkungan, sehingga hubungan *loop* yang terbentuk adalah *loop* positif.

1. Sub-Sub Model Kualitas Udara

Sub-sub model kualitas udara digerakkan dari jumlah penduduk dan jumlah wisatawan. Dalam studi ini yang menjadi pertimbangan dan indikator dalam menentukan kualitas udara adalah jumlah kendaraan bermotor yang mempengaruhi, sehingga mempengaruhi pada kualitas lingkungan, sehingga *loop* yang terbentuk adalah hubungan *loop* negatif. Jumlah kendaraan bermotor juga dipengaruhi oleh *income* per kapita dari penduduk, yang membentuk *loop* positif.

1. Sub-sub Model Sampah

Sub-sub model sampah dibangun dari bangkitan jumlah penduduk dan jumlah wisatawan yang mempengaruhi pada peningkatan volume sampah, dan membentuk hubungan *loop* positif. Dalam mengelola sistem persampahan di KPI Bali dalam rangka mengelola lingkungan kawasan KPI Bali, ada kebijakan dalam pengelolaan sampah dengan sistem 3 R, sehingga sampah yang dihasilkan mempunyai nilai tambah terhadap *income* per kapita, sehingga *loop* yang terbentuk adalah *loop* positif.

**Gambar 3. 13 *Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Kualitas Air KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

**Gambar 3. 14 *Causal Loop* Diagram Sub-sub Sistem Kualitas Udara KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

**Gambar 3. 15 *Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Sampah KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

* + 1. **Kajian Teoritis dan *Causal Loop* Infrastruktur Wilayah**

Infrastruktur merupakan elemen yang berguna untuk berfungsinya perekonomian dengan memfasilitasi sirkulasi barang, manusia, dan ide. Setiap usaha untuk meningkatkan dan mendiversifikasi produksi, memperluas perdagangan, menyebarkan penduduk, mengurangi kemiskinan, serta memperbaiki kondisi lingkungan membutuhkan prasarana infrastruktur.

Menurut *Macmillan Dictionary of Modern Economics (*1996), infrastruktur merupakan elemen structural ekonomi yang memfasilitasi arus barang dan jasa antara pembeli dan penjual. Kamus Besar Bahasa Indonesia menyatakan bahwa infrastruktur dapat diartikan sebagai sarana dan prasarana umum. Sedangkan *The Routledge Dictionary of Economics* (1995) memberikan pengertian yang lebih luas yaitu bahwa infrastruktur merupakan pelayan utama dari suatu negara yang membantu kegiatan ekonomi dan kegiatan masyarakat, sehingga dapat berlangsung melalui penyediaan transportasi dan fasilitas pendukung lainnya. Larimer (1994) mendefinisikan infrastruktur sebagai pondasi atau rancangan kerja yang mendasari pelayanan pokok, fasilitas, dan institusi dimana bergantung pertumbuhan dan pembangunan dari suatu area, komunitas dan siste, infrastruktur meliputi variasi yang luas dari jasa, institusi, dan fasilitas yang mencakup sistem transportasi dan sarana umum untuk membiayai sistem, hukum, dan penegakan hukum pendidikan dan penelitian.

Terkait penggolongan infrastruktur, *World Bank* (1994) membagi infrastruktur menjadi 3 golongan, yaitu sebagai berikut.

1. Infrastruktur Ekonomi, yaitu merupakan aset fisik yang menyediakan jasa dan digunakan dalam produksi dan konsumsi final meliputi public utilities (telekomunikasi, air minum, sanitasi dan gas), public works (bendungan, saluran irigasi dan drainase) serta sektor transportasi (jalan, kereta api, angkutan pelabuhan dan lapangan terbang).
2. Infrastruktur Sosial, yaitu merupakan aset yang mendukung kesehatan dan keahlian masyarakat meliputi pendidikan (sekolah dan perpustakaan), kesehatan (rumah sakit, pusat kesehatan) serta untuk rekreasi (taman, museum, dan lain-lain).
3. Infrastruktur Administrasi/Institusi, yang meliputi penegakan hukum, kontrol administrasi dan koordinasi serta kebudayaan.

Selain itu ada yang membagi infrastruktur menjadi infrastruktur dasar dan pelengkap (Jacobs et al, 1999). Infrastruktur dasar merupakan sektor-sektor yang memiliki karakteristik public dan kepentingan mendasar untuk sektor perekonomian lainnya, tidak dapat diperjual belikan, dan tidak dapat dipisahkan baik secara teknis maupun spasial, missal jalan raya, kereta api, pelabuhan, dan lain-lain. Sementara infrastruktur pelengkap seperti gas, listrik, dan telepon. Penggolongan ini dapat berubah menurut waktu, missal listrik yang dulu merupakan infrastruktur pelengkap, kini digolongkan sebagai infrastruktur dasar.

Pemerintah melalui PP NO. 42/2005 tentang KPPI, menjelaskan beberapa jenis infrastruktur yang penyediaannya diatur oleh pemerintah, yairu infrastruktur transportasi, jalan, pengairan, air minum, dan sanitasi telematika, listrik dan pengangkutan migas. Penggolongan ini dapat dikatagorikan sebagai infrastruktur dasar karena sifatnya merupakan kepentingan umum dan dibutuhkan masyarakat luas, sehingga perlu diatur oleh pemerintah. Pengertian diatur ini tidak sama dengan dibangun oleh pemerintah karena penyediaan infrastruktur ini dapat dikerjasamakan pembangunan dengan badan usaha, seperti yang diatur dalam PP No. 67/2005 tentang kerjasama pemerintah dengan badang usaha dan penyediaan infrastruktur. Adapun infrastruktur yang dapat dikerjasamakan pembangunannya adalah infrastruktur transportasi (pelabuhan, bandara, rel, stasiun), infrastruktur jalan (jalan tol dan jembatan tol), infrastruktur pengairan, infrastruktur air minum, infrastruktur air limbah, infrastruktur telekomunikasi, infrastruktur ketenagalistrikan, dan infrastruktur minyak dan gas.

Dalam hubungannya dengan ekonomi pembangunan, beberapa ekonomi juga memberikan pendapatnya mengenai infrastruktur. Hirschman (1958) mendefinisikan infrastruktur sebagai sesuatu yang sangat dibutuhkan yang mencakup pada transportasi, komunikasi, energy, irigasi, drasinase yang tanpanya kegiatan produksi pada berbagai sektor ekonomi tidak dapat berfungsi. Todaro (2006) juga mendefinisikan infrastruktur sebagai salah satu faktor penting yang menentukan pembangunan ekonomi.

*“The underlying amount of physical and financial capital embodied in roads, railways, waterways, airways, and other forms of transportation and communication plus water supplies, financial institutions, electricity, and public services such as healt and education. The level of infrastructural development in a country is a crucial factor determinimg the pace and diversity of economic development”*

Untuk menciptakan dan meningkatkan kegiatan ekonomi diperlukan sarana infrastruktur yang memadai. Oleh karena itu, untuk mempercepat pemulihan ekonomi dan memperkuat landasan ekonomi yang berkelanjutan diperlukan dukungan penyediaan infrastruktur yang dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu:

1. Penyediaan infrastruktur berdasarkan kebutuhan (*demandapproach*), termasuk kebutuhan untuk memelihara prasarana yang telah dibangun.
2. Penyediaan infrastruktur melalui penyediaan prasaran untuk mendorong tumbuhnya kegiatan ekonomi pada suatu daerah tertentu (*supply* side)

Dalam konteks ekonomi, infrastruktur merupakan modal sosial masyarakat (social overhead capital) yaitu barang-barang modal esensial sebagai tempat bergantung bagi perkembangan ekonomi dan merupakan prasyarat agar berbagai aktivitas masyarakat dapat berlangsung. Dengan kata lain, infrastruktur merupakan katalisator di antara proses produksi, pasar dan konsumsi akhir dan keberadaan Infrastruktur memberikan gambaran tentang kemampuan produktivitas masyarakat dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Dengan demikian, pertumbuhan ekonomi yang tinggi tidak mungkin dicapai apabila tidak ada ketersediaan infrastruktur yang memadai atau dengan kata lain infrastruktur adalah basic determinant atau kunci bagi perkembangan ekonomi.

Secara tidak langsung, pembangunan infrastruktur sarana dan prasarana permukiman akan mendukung produktivitas sektor ekonomi lainnya sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kondisi sosial-budaya kehidupan masyarakat melalui efek berganda. Sedangkan secara langsung terkait sektor konstruksi, infrastruktur/saranadan prasarana perkotaan juga akan menciptakan kesempatan kerja dan usaha. Oleh karena itu, keberadaan infrastruktur yang baik akan dapat mendorong terciptanya stabilitas berbagai aspek kebutuhan masyarakat guna menunjang laju pembangunan nasional.

Ketersediaan infrastruktur, seperti jalan, pelabuhan, bandara, sistem penyediaan tenaga listrik, irigasi, sistem penyediaan air bersih, sanitasi dan lain-lain terkait erat dengan tingkat perkembangan wilayah. Daerah yang mempunyai kelengkapan sistem infrastruktur yang lebih baik, akan memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat yang lebih baik pula. Ketersediaan infrastruktur kota, mendukung peran kota sebagai pusat pelayanan jasa distribusi, sebagai penggerak kegiatan ekonomi, dan sebagai sumber kehidupan berbagai kelompok masyarakat. Sedangkan ketersediaan infrastruktur perdesaan, akan mendukung pemasaran produk pertanian dan pemberian nilai tambah produksi masyarakat perdesaan. Sebaliknya, keberadaan infrastruktur yang kurang berfungsi dengan baik akan dapat mengakibatkan problem sosial dan lingkungan yang sangat serius. Oleh karenanya, dapat dikatakan bahwa penyediaan infrastruktur merupakan faktor kunci dalam mendukung pembangunan.

**Sistem Jaringan Jalan**

Menurut Undang-Undang Nomor 13 tahun 1980, jalan adalah suatu prasarana darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Jalan berfungsi untuk pergerakan manusia, barang, dan sumber daya lain secara aman, efisien dalam kehidupan sosial ekonomi.

Jalan merupakan prasarana yang paling penting. Hal ini didukung oleh adanya data yang menunjukan bahwa pada jalan raya dapat mencapai 80% sampai dengan 90% perjalanan masyarakat perkotaan. Jaringan jalan memiliki hubungan dapat mempengaruhi dan saling mempengaruhi terhadap fungsi guna lahan dan aktivitas penduduk perkotaan dimana setiap lahan maupun fungsi lahan dan bangunan memiliki akses pada jalan, dan setiap aktivitas akan selalu terhubung oleh jaringan jalan. Pada jaringan jalan pula terdapat berbagai jaringan utilitas umum, seperti jaringan pipa distribusi air bersih, air limbah dan drainase, jaringan listrik dan gas, jaringan telepon dan telekomunikasi lain.

Berdasarkan status ruas jalannya, jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe jalan, yaitu jalan nasional, jalan propinsi, dan jalan kota. Sementara berdasarkan hirarkinya, jalan dapat dikatagorikan menjadi jalan arteri yang terdiri dari arteri primer dan sekunder; jalan kolektor yang terdiri dari jalan kolektor primer dan kolektor sekunder; dan jalan lokal. Berdasarkan Undang-Undang No. 13 tahun 1980, jalan primer adalah sistem jalan yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi yang meliputi hubungan kota jenjang satu, kota jenjang dua, kota jenjang tiga dan kota di bawahnya, dan jalan sekunder adalah sistem jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, sekunder ke satu, sekunder ke dua, sekunder ke tiga dan seterusnya. Sedangkan jalan arteri adalah jalan utama yang melayani angkutan utama, dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk sangat dibatasi sementara jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan umum pengumpulan dan atau pembagian dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata- rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi, dan jalan lokal adalah jalan angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk yang tidak dibatasi Undang-Undang No. 13 tahun 1980.

**Pelabuhan**

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Adapun beberapa jenis pelabuhan meliputi sebagai berikut.

1. Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang diselenggarakan untuk kepentingan pelayanan masyarakat umum.
2. Pelabuhan khusus merupakan pelabuhan yang dibangun dan dijalankan guna menunjang kegiatan yang bersifat khusus dan pada umumnya untuk kepentingan individu atau kelompok tertentu.
3. Pelabuhan laut merupakan tempat yang digunakan untuk melakukan pelayanan angkutan laut.
4. Pelabuhan penyebrangan merupakan pelabuhan yang digunakan khusus untuk kegiatan penyebrangan dari satu pelabuhan dengan pelabuhan yang lainnya yang mempunyai keterkaitan.
5. Pelabuhan sungai dan danau merupakan pelabuhan yang melayani kebutuhan angkutan di sebuah danau ataupun sungai.
6. Pelabuhan daratan adalah suatu tempat tertentu di daratan dengan batas-batas yang jelas, dilengkapi dengan fasilitas bongkar muat, lapangan penumpukan dan gudang serta prasarana dan sarana angkutan barang dengan cara pengemasan khusus dan berfungsi sebagai pelabuhan umum.

Dalam hal otoritas pengelolaannya, pelabuhan dikelola dengan beberapa jenis pengelolaan sesuai dengan fungsi dan hirarkinya. Pelabuhan laut lokal yang diselenggarakan oleh Pemerintah (unit Pelaksana Teknis/Satuan Kerja Pelabuhan), diserahkan kepada Pemerintah Kabupaten/Kota di lokasi pelabuhan laut tersebut berada sebagai tugas desentralisasi. Kemudian pelabuhan laut regional yang diselenggarakan oleh Pemerintah (Unit Pelaksana Teknis/satuan Kerja Pelabuhan), dilimpahkan kepada Pemerintah Propinsi di lokasi pelabuhan laut tersebut berada, sebagai tugas dekosentrasi. Untuk pelabuhan dengan skala kecil seperti pelabuhan sungai dan danau diselenggarakan oleh Kabupaten/Kota yang pelaksanaannya dilakukan oleh Unit Pelaksana Teknis Kabupaten/Kota atau Badan Usaha Pelabuhan Daerah. Sedangkan untuk pelabuhan yang berfungsi sebagai Pelabuhan penyeberangan diselenggarakan oleh Pemerintah yang pelaksanaannya diserahkan kepada Badan Usaha Milik Negara atau oleh Kabupaten/Kota yang pelaksanaannya oleh Unit Pelaksana Teknis kabupaten/Kota atau Badan Usaha Pelabuhan Daerah.

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam hal pengelolaan pelabuhan, yaitu ;

1. Pelabuhan harus terletak pada lokasi yang dapat menjamin keamanan dan keselamatan pelayaran serta dapat dikembangkan dan dipelihara sesuai standar yang berlaku;
2. Pelabuhan harus mempertimbangkan kemudahan pencapaian bagi pengguna;
3. Pelabuhan harus mudah dikembangkan, untuk memenuhi peningkatan permintaan akan jasa angkutan laut;
4. Pelabuhan harus menjamin pengoperasian dalam jangka waktu panjang;
5. Pelabuhan harus berwawasan lingkungan;
6. Pelabuhan harus terjangkau secara ekonomis bagi pengguna dan penyelenggara pelabuhan.

**Energi Listrik**

Infrastruktur perkotaan listrik meliputi Pembangkit, Gardu, dan Jaringan kabel. Sistem kelistrikan ini memiliki berbagai fasilitas sesuai dengan fungsi masing- masing sarana sistem, kapasitas sistem dan tingkat pelayanan sistem. Maka hal ini merupakan kerjasama dari berbagai sistem sarana yang menuntut adanya ’interconnection’ yang mampu menjamin tingkat layanan sistem. Pembangkit sebagai sumber daya listrik diantaranya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan lainnya.

**Telekomunikasi**

Pengertian telekomunikasi adalah setiap alat perlengkapan yang digunakan dalam bertelekomunikasi. Perangkat telekomunikasi adalah sekelompok alat telekomunikasi yang memungkinkan bertelekomunikasi. Telekomunikasi saat ini telah menjadi kebutuhan vital dalam aktivitas, karena perkembangan teknologi komunikasi telah mempengaruhi perkembangan wilayah dengan pesat. Seperti halnya pada masa transportasi menjadi penggerak kehidupan di suatu wilayah, maka jaringan jalan dan sistem transportasi menjadi sangat dominan. Begitu pula pada era telekomunikasi dan era informasi yang saat ini mulai mewarnai perkembangan dan pertumbuhan wilayah, baik secara fisik maupun sosial ekonomi masyarakatnya. Bersamaan dengan berkembangnya teknologi informasi, maka sistem telekomunikasi perlu mempertimbangkan infrastruktur telekomunikasi yang saling melengkapi antara sistem kabel, sistem nir kabel, sistem mobile maupun sistem satelit.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, dalam kajian teori ekonomi pembangunan dijelaskan bahwa untuk menciptakan dan meningkatkan kegiatan ekonomi diperlukan sarana infrastruktur yang memadai. Infrastruktur merupakan modal sosial masyarakat (*socialoverheadcapital*) yaitu barang-barang modal esensial sebagai tempat bergantung bagi perkembangan ekonomi dan merupakan prasyarat agar berbagai aktivitas masyarakat dapat berlangsung. Pada causal loop, hal ini ditunjukkan oleh adanya variabel kegiatan penduduk dan industri/bisnis. Oleh karena itu, dengan adanya kegiatan-kegiatan ini, muncul kebutuhan (*demand*) akan infrastruktur dalam rangka mempercepat pemulihan ekonomi dan memperkuat landasan ekonomi yang berkelanjutan. Kebutuhan infrastruktur kemudian dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kebutuhan infrastruktur dasar yang bukan merupakan infrastruktur program MP3EI dan kebutuhan lainnya adalah kebutuhan infrastruktur yang berasal dari adanya program MP3EI. Dalam hal ini, infrastruktur dasar adalah infrastruktur dasar/normal yang dibutuhkan oleh penduduk dalam suatu wilayah. Sedangkan infrastruktur MP3EI adalah infrastruktur yang menunjang percepatan ekonomi di wilayah Provinsi Bali, yaitu infrastruktur transportasi, infrastruktur energi dan sumber daya air, infrastruktur telematika, serta infrastruktur lainnya.

**Gambar 3. 16 Causal Loop Infrastruktur Dan Penjelasannya**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

Dalam dunia nyata, akan ada gap akibat dari ketidakseimbangan antara kebutuhan infrastruktur dengan ketersediaan infrastruktur. Sehingga, untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur ini, maka adanya gap ini akan dipenuhi dengan adanya investasi yang berasal dari investasi pemerintah (normal) dan investasi program MP3EI. Penyediaan infrastruktur berdasarkan kebutuhan (*demandapproach*) dipenuhi oleh investasi yang kemudian masuk menjadi biaya infrastruktur secara keseluruhan, termasuk kebutuhan untuk memelihara prasarana yang telah dibangun (*maintenancecost*). Ketika infrastruktur yang ada telah terpenuhi, maka diharapkan hal ini akan membawa peningkatan pada kapasitas yang disediakan oleh infrastruktur tersebut. Sehingga, jika kapasitas yang ada semakin besar, maka akan semakin kecil gap yang dihasilkan dari perbandingan antara kebutuhan dan kapasitas penyediaan infrastrukturnya. Pada akhirnya, kapasitas ini akan memberi pengaruh pada kegiatan ekonomi yang pada causal loop ditunjukkan oleh variabel output. Output ini akan berpengaruh pada GDP yang dimiliki oleh suatu wilayah. Untuk itu, dapat dikatakan bahwa daerah yang mempunyai kelengkapan sistem infrastruktur yang lebih baik, diharapkan akan mempunyai tingkat pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat yang lebih baik pula. Dengan kata lain, infrastruktur merupakan katalisator di antara proses produksi, pasar dan konsumsi akhir dan keberadaan infrastruktur memberikan gambaran tentang kemampuan produktivitas masyarakat dan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Selanjutnya, dalam sub model infrastruktur ini kemudian akan dibagi lagi menjadi beberapa sub model lainnya. Dari berbagai sub model infrastruktur yang akan dikembangkan, pada laporan ini hanya akan ditunjukkan salah satu sub modelnya saja, yakni sub model infrastruktur transportasi, yaitu jalan, bandara dan pelabuhan. Untuk itu, penjelasan causal loopnya pun akan mencakup ketiga infrastruktur transportasi tersebut.

**Gambar 3. 17*Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Jalan KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

Pada gambar di atas, dapat diketahui bahwa sub model jalan, baik itu pembangunan jalan nasional/negara, jalan provinsi dan jalan kabupaten/kota dipengaruhi oleh alokasi dana yang ada guna pembangunan panjang jalan tersebut. Semakin tinggi alokasi infrastruktur jalan, maka akan semakin tinggi pula alokasi dana potensial guna pembangunan di masing-masing tipe jalan tersebut. Selain alokasi dana, pembangunan jalan juga akan terkait dengan biaya produksi yang dibutuhkan oleh jalan tersebut untuk memenuhi kebutuhan pemeliharaannya. Semakin panjang suatu jalan, maka akan semakin tinggi pula biaya yang dibutuhkan untuk pemeliharaan jalan tersebut. Berkaitan dengan kegiatan ekonomi, maka dengan semakin meningkatnya dan beragamnya kegiatan penduduk, hal ini menyebabkan adanya permintaan yang meningkat pula pada infrastruktur. Dengan permintaan kebutuhan infrastruktur, khususnya infrastruktur jalan yang semakin meningkat, maka hal ini akan terkait pada perubahan lahan.

Secara umum, causal loop yang membangun sub model pelabuhan dan bandara adalah sama. Seiring dengan kegiatan ekonomi yang semakin meningkat, maka permintaan akan infrastruktur pelabuhan dan bandara pun akan semakin meningkat. Adapun pembangunan kedua infrastruktur ini akan dipengaruhi oleh dana yang tersedia. Dana yang ada dapat diperoleh dari alokasi infrastruktur yang diberikan oleh pemerintah maupun investasi dari pihak swasta. Pembangunan pelabuhan dan bandara juga dapat dipengaruhi oleh kondisi normal kebutuhan pelabuhan dan bandara tersebut. Jika kegiatan ekonomi semakin banyak, maka kapasitas bongkar muat di kedua infrastruktur ini harus tinggi. Hal inilah yang menjadi salah satu alasan peningkatan kebutuhan infrastruktur akibat adanya percepatan ekonomi.

**Gambar 3. 18*Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Pelabuhan KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

**Gambar 3. 19*Causal Loop* Diagram Sub-Sub Sistem Bandar Udara KPI Bali**



*Sumber: Intepretasi Hasil Analisis Tim, 2013*

1. **Pemodelan Dinamika Spatial**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pendekatan pemodelan dinamika spatial yang digunakan, diawali dengankonsep model dinamika spatial, pendekatan dalam pemodelan spatial yang digunakan, serta basis data spatial yang dikembangkan.

* 1. **Konsep Model Dinamika Spatial**

Pengembangan Model Spasial Dinamika sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan. untuk memperoleh hubungan/keterkaitan atau bahkan dampak dari suatu kebijakan baik itu dalam bentuk kebijakan ekonomi, kebijakan kependudukan, kebijakan berkait dengan lingkungan dan kebijakan ketetaruangan dengan kemampuan daya dukung lahan dan sebaliknya, pada suatu waktu tertentu melalui hubungan variabel-variabel, parameter-parameter, dan indikator-indikator yang dipilih. Selain itu model dan aplikasi ini juga dibuat untuk menganalisis dan memvisualisasikan perubahan-perubahan spasial dari kegiatan-kegiatan pembangunan baik ekonomi, sosial maupun lingkungan.

Berangkat dari pemahaman bahwa peta (peta rupa bumi) merupakan model (ikonik) yang masih dianggap terbaik untuk merepresentasikan (sebagian atau seluruh) permukaan bumi dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah difahami, serta dimana Badan Informasi Geospasial merupakan lembaga yang resmi secara konstritusi sebagai pengendali kebijakan berkait dengan lingkup perpetaan, maka untuk pemodelan Provinsi Bali ini dirancang untuk meningkatkan peran peta dalam permodelan spasial.

Tidak sebagaimana pada model-model sebelumnya, bahwa porsi model spasial hanya dikembangkan untuk menempatkan kebutuhan lahan yang telah dihitung oleh model dinamik, maka pada model Provinsi Bali ini, model spasial diperankan lebih aktif, yaitu selain mencari lokasi dari kebutuhan lahan hasil proses model dinamik, juga menentukan apakah kebutuhan tersebut dapat dipenuhi atau tidak.

Landasan pemikirannya, bahwa model spasial perlu diperankan dalam pengalokasian kebutuhan lahan dari hasil proses pemodelan dinamik, antara lain adalah sebagai berikut :

1. Peta adalah model permukaan bumi yang terbaik,
2. Kesulitan untuk menggambarkan permukaan bumi dengan bentuk model lainnya secara lebih baik, untuk dimodelkan dalam bentuk apapun, khususnya dalam model dinamik.
3. Keilmuan mengenai pemodelan spasial sudah cukup berkembang, dengan banyak metoda yang dapat dipilih.

Secara konsepsi model spasial yang akan dikembangkan untuk Provinsi Bali ini akan menggunakan metoda kesesuaian lahan dan ditambah dengan beberapa kaidah berdasarkan kebiasaan, budaya dan pemikiran-pemikiran para pakar. Keuntungan menggunakan model ini adalah bahwa pola alih fungsi lahan dapat disesuaikan dengan kondisi lokalita.

Sejalan dengan dua tipe data spasial yang dimiliki oleh sistem informasi geografis (SIG), maka secara garis besar terdapat 2 (dua) alternatif teknik pemodelan distribusi spasial, yakni: (1) Model berbasis data vektor dan (2) Model berbasis data raster (grid/cell). Masing-masing tipe pemodelan memiliki keunggulan dan kelemahan yang spesifik. Namun alternatif teknik yang lebih sesuai untuk mendukung kegiatan ini adalah teknik pemodelan dengan data raster atau cell (*Grid-Based Spatial Analysis*).

* 1. **Pendekatan dalam Pemodelan Dinamika Spatial**

Sebagaimana telah diutarakan diatas, bahwa model spasial akan dikembangkan berdasarkan kesesuaian lahan (untuk guna lahan tertentu), dan ditambah dengan kebiasaan, budaya dan pemikiran para pakar, maka setiap satuan permukaan bumi harus didentifikasikan faktor-faktornya. Jumlah faktor yang ditetapkan menjadi identitas dari permukaan bumi ini tergantung kepada tingkat kepentingan faktor tersebut dalam proses pemodelan, dan juga dipengaruhi oleh ketersediaan data.

Dari peta rupa bumi (RBI) saja, suatu tempat dipermukaan bumi dapat diidentifikasikan dengan sejumlah faktor, seperti; ketinggian, kemiringan, jenis tutupan lahan, jarak dari sungai, jarak dari jalan, jarak dari laut dan sebagainya. Sehingga untuk menetapkan suatu tempat dipermukaan bumi sesuai dalam memenuhi kebutuhan guna lahan tertentu akan memerlukan sejumlah langkah dengan mengacu pada kriteria tertentu, dan jika diinginkan kesesuaian yang lebih tepat, maka jumlah kriteria yang diperlukan akan lebih ketat dan lebih banyak.

Metoda yang telah umum digunakan oleh ilmuwan ataupun praktisi dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria, adalah *Multicriteria Decision Making* (MCDM) yang juga telah banyak digunakan dalam pemodelan spasial.

Kombinasi pilihan yang didasarkan kriteria tertentu atas beberapa faktor, dimana antara faktor dengan faktor tertentu tidak selalu memiliki prioritas yang sama, maka masing-masing faktor harus diberikan bobot yang proporsional terhadap tingkat kepentingannya. Metoda *Analytic Hierrarchy Process* (AHP) merupakan cara yang dianggap terbaik untuk menentukan bobot dari faktor-faktor penentu tersebut (Novaline et al. 1996, Deekshatulu et. al. 1999).

Adapun kriteria dari satuan lahan dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok besar, yaitu kriteria karakterisitik keruangan dan kriteria Karakteristik pola aktivitas penempatan ruang, sebagaimana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel III. 3 Pengelompokan faktor penggerak spasial berdasarkan karakteristik utama yang terkait masing-masing kriteria**

| ***No*** | **Kriteria Utama** | | | **Kriteria penjelas** | **Data spasial terkait** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I | Karakteristik keruangan (*Spatial characteristics*) | | | | |
| 1 | Karakteristik fisik (*Spatial characteristics*) | Kondisi Topografi, Kualitas Lingkungan, Kerawanan. | | Peta kemiringan lahan, peta lokasi rawan bencana |
| 2 | Karakteristik lokasi  (*Locational*  *characteristics*) | * Kemudahan akses * Ketersediaan fasilitas, * Ketersediaan utilitas, * Kondisi sosial. | | * Jaringan Jalan, * Rute Angkutan Umum, * Fasilitas Lingkungan, * Jaringan Listrik , * Telepon, * Air Bersih, * Kepadatan Penduduk |
| 3 | Karakteristik  kelembagaan  (*Institutional*  *characteristics*) | * Kesesuaian dengan RTRW, * Kepemilikan lahan | | * Rencana pemanfatan ruang, * Status tanah |
| II | Karakteristik pola aktivitas penempatan ruang (*Locating activity characteritics*) | | | | |
| Pola aktivitas pemanfaatan ruang | | | Dominasi penggunaan lahan yang ada | Penggunaan tanah eksisting |

*Sumber: Laporan Pemanfaatan Model Dinamika Spasial Sebagai Sistem Pendukung Pengambilan Kebijakan Spasial MP3EI di Koridor Ekonomi Indonesia Bagian Tengah dan Timur, PT. Rensa Kerta Mukti, 2012*

Lebih lanjut karakterisitik satuan lahan ini akan dikembangkan sebagai faktor penentu (driving factor) proses alih fungsi lahan. Sifat dari faktor penentu ini dapat bersifat sebagai faktor pendorong maupun juga dapat bersifat sebagai faktor penolak. Jika pada umumnya faktor penolak, memberi pengurangan skore, pada model ini, faktor penolak akan tetap memberi nilai positif, namun dibagian yang tolakannya lebih besar akan diberi nilai yang lebih kecil dari pada bagian yang tolakannya lebih kecil.

Mengingat bahwa pendekatannya adalah kesesuaian, maka satuan lahan (yang dalam hal ini diwakili oleh pixel) akan dihitung jumlah skorenya dan pemilihan kesesuaian akan dimulai dari jumlah skore yang paling tinggi. Perhitungan jumlah skore, tidak diberlakukan secara penjumlahan arithmatik, namun karena ada faktor yang sifatnya mutlak, maka perhitungan dilakukan secara matematik, sedemikian sehingga ada pixel yang akan memiliki nilai 0 *(nol)* untuk peruntukan lahan tertentu. Misalnya, secara budaya, masyarakat bali sangat menghormati keberadaan mata air, sehingga disekitar mata air, dengan radius tertentu tidak boleh dikembangkan menjadi fasilitas tertentu.

* + - 1. Selular Automata Berbasis Kesesuaian

Sistem *Selular Automata* yang lebih canggih untuk simulasi perkembangan perkotaan menggunakan konsep “Probabilitas Pertumbuhan” dan “Kesesuaian Pertumbuhan” (White et al. 1997). Simulasi ini didasarkan hubungan antar keadaan (state) pada tahun yang berbeda, yang diekstrak dalam bentuk “Probabilitas Pertumbuhan” dan “Kesesuaian Pertumbuhan” :

St+1{x,y} = f(Pt{x,y)}

Pt{x,y} = f’(DSt{x,y})

Dimana S{x,y} adalah keadaan pada lokasi {x,y}; P{x,y} adalah probabilitas perubahan dari keadaan S pada lakasi tersebut; dan DS{x,y} adalah kesesuaian perubahan untuk keadaan S. F dan f’ adalah fungsi Perubah.

Kriteria konversi adalah sel yang memiliki nilai kesesuaian yang tinggi akan dipilih untuk diubah lebih awal. Cukup banyak yang sudah dilakukan pada evaluasi kesesuaian lahan, yang biasanya meliputi teknil evaluasi multi kriteria (Novaline et al., 2001).

Kesesuaian lahan, yang digambarkan sebagai sel potensial untuk tipe gunalahan tertenu, dapat digunakan sebagai batasan penting dalam model SA. Sebagai contoh, kita dapat memodelkan lahan kering akan lebih cepat rudak daripada lahan yang tertutup oleh vegetasi. Dengan demikian, kesesuaian memiliki peran penting untuk mempengaruhi keadaan atau perubahan sel kebentuk yang lebih ideal (sesuai kondisi). Nilai kesesuaian harus dihitung ulang pada setiap iterasi untuk memperoleh gunalahan yang sesuai.

Salah satu yang berkembang SA berdasarkan kesesuaian adalah Teknik Evaluasi Kriteria Jamak untuk Analisa Kesesuaian Lahan (*Multi Criteria Evaluation Technique for Land Suitability Analaysis*). Masalah dari pengambilan keputusan dengan kriteria jamak adalah adanya sejumlah pilihan yang (harus) dievaluasi terlebih dahulu dari sejumlah kriteria evaluasi. Analisa keputusan kriteria jamak telah menjadi perhatian dalam GIS pada masa kini. Menggabungkan beberapa faktor, memerlukan pembobotan.

Pilihan pendekatan untuk GIS berdasar analisa kriteria jamak untuk memecahkan masalah pembobotan adalah menggunakan *Analytic Hierachy Process* (AHP).

* + - 1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

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. 20 Hirarki Keputusan Dari AHP**

****

*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

*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 III. 4 Skala Perbandingan Berpasangan**

|  |  |
| --- | --- |
| **Intensitas Kepentingan** | **Definisi** |
| 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 A1, A2,…,An maka hasil perbandingan dari elemen-elemen operasi tersebut akan membentuk matriks A berukuran n × n sebagai berikut:

**Tabel III. 5 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 III. 6 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. **Basis Data Spatial**

Pemodelan spasial memerlukan beberapa data spasial sebagai bahan untuk melakukan pengolahan data pemodelan spasial. Data spasial ini dihimpun dari data utama dan data turunan. Data spasial sedapat mungkin adalah peta dengan skala 1:50.000 atau lebih besar lagi. Data ini akan diolah untuk memperoleh data turunan dan diubah untuk menjadi data raster dengan resolusi hingga 100 m.Data utama yang diperlukan adalah:

**Tabel III. 7 Data Dasar untuk Basisdata Spasial**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jenis Peta** | **Skala** | **Sumber** |
| Peta RBI | 1 : 25.000 | Badan Informasi dan Geospasial |
| Peta RTRW Provinsi Bali | 1 : 50.000 | Bapeda Bali |
| Peta TGHK Provinsi Bali | 1 : 50.000 | Kemenhut |
| Peta Kerawanan Bencana | 1 : 250.000 | BNPB |
| DEM |  | Aster |
| Data Statistik Kepadatan Penduduk | Tabular | BPS |

*Sumber : tim konsultan, 2013*

Proses *overlay* antar peta dilakukan untuk mendapatkan peta turunan yang dibutuhkan untuk pemodelan spasial. Untuk mendapatkan Peta Penggunaan Lahan yang sesuai dengan kebutuhan, Peta RBI dan Peta TGHK. Beberapa informasi dari peta RBI diperkaya dengan informasi yang berasal dari peta TGHK, khususnya untuk lahan hutan dan perkebunan.

**Gambar 3. 21 Penyusunan Penggunaan Lahan dari Data RBI dan TGHK**



Perbandinngan ketersediaan informasi antara peta RBI dan peta TGHK dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel III. 8 Perbandingan Informasi Peta TGHK dan PETA RBI**

|  |  |
| --- | --- |
| **Peta TGHK BALI** | **Peta RBI 1 : 25.000** |
| Air Tawar | Danau |
| Belukar/Semak | Semak Belukar |
| Dermaga | - |
| Empang | Empang/Tambak |
| Gedung | - |
| Hutan | Hutan |
| Hutan Rawa | Hutan Rawa |
| Kebun/Perkebunan | Perkebunan |
| Pasir Darat | Pasir |
| Pasir Pantai | Pasir Pasut |
| Pemukiman | Permukiman |
| Penggaraman | Penggaraman |
| Rawa | Rawa |
| Rumput/Tanah kosong | Rumput/tanah kosong |
| Sawah Irigasi | Sawah Irigasi |
| Sawah Tadah Hujan | Sawah Tadah Hujan |
| Tanah Berbatu | - |
| Tegalan/Ladang | Tegal/Ladang |

*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

Penggabungan kedua peta tersebut untuk menghasilkan kelas lahan sebagai berikut:

**Tabel III. 9 Luas Penggunaan Lahan**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Luas Landuse** | | | |
| **VALUE** | **NAMA\_UNSUR** | **Luas m2** | **Ha** |
| 1 | Pasir / Bukit Pasir Laut | 2,571,450 | 257 |
| 2 | Perkebunan Rakyat | 1,653,627,987 | 165,363 |
| 3 | Padang Rumput | 90,683,217 | 9,068 |
| 4 | Sawah Tadah Hujan | 386,549,514 | 38,655 |
| 5 | Sawah | 808,552,270 | 80,855 |
| 6 | Tegalan / Ladang | 815,735,918 | 81,574 |
| 7 | Hutan Bakau | 22,033,133 | 2,203 |
| 8 | Semak Belukar / Alang Alang | 303,193,992 | 30,319 |
| 9 | Air Penggaraman | 3,707,134 | 371 |
| 10 | Hutan Konversi | 429,780,682 | 42,978 |
| 11 | Air Danau / Situ | 27,464,299 | 2,746 |
| 12 | Air Tawar Sungai | 9,213,531 | 921 |
| 13 | Hutan Tanaman Produksi | 52,964,594 | 5,296 |
| 14 | Pasir / Bukit Pasir Darat | 25,278,602 | 2,528 |
| 15 | Bandara | 3,835,090 | 384 |
| 16 | Hutan Lindung | 452,924,000 | 45,292 |
| 17 | Permukiman Jarang | 471,500,285 | 47,150 |
| 18 | Permukiman Sedang | 19,533,166 | 1,953 |
| 19 | Permukiman Padat | 18,223,907 | 1,822 |
| 20 | Perkebunan / Kebun | 4,535,961 | 454 |
| Jumlah | | 5,601,908,729 | 560,191 |

*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

Selain peta penggunaan lahan, basisdata spasial dilengkapi juga dengan dengan peta-peta batasan-batasan lahan yang dapat diubah (dikonversi) seperti:

1. Ketentuan Adat, seperti :
   * Radius tertentu dari Pura,
   * Radius tertentu dari muara sungai,
   * Radius tertentu dari Pertemuan sungai,
   * Radius tertentu dari mata air.
2. Peraturan/Perundangan, seperti :
   * Rencana tata ruang
3. Ketentuan lain, seperti :
   * Sawah Irigasi SUBAK, sebagai Herritage

Beberapa peta turunan yang diolah dengan menggunakan data utama seperti terlihat pada gambar-gambar berikut:

**Gambar 3. 22 Diagram Data Turunan dari Data RBI**



*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

**Gambar 3. 23 Data Ketinggian dan Elevasi dari Data DEM**



*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

**Gambar 3. 24 Data Klasifikasi Kepadatan Permukiman dari Data Batas Administrasi dan Data Kepadatan Penduduk**



*Sumber : Tim Konsultan, 2013*

Pemodelan spasial dapat memanfaatkan basisdata spasial dengan menggunakan peta dalam format raster, sehingga peta-peta yang digunakan dalam aplikasi yang akan dikembangkan diubah ke dalam format raster. Resolusi format raster adalah 200 m dan 100 m. Semakin besar resolusi raster (semakin kecil ukuran raster), data peta akan semakin besar. Ukuran peta raster yang besar akan membebani komputer dalam melakukan pemodelan spasial. Peta dengan ukuran raster 100 m diharapkan dapat memenuhi kebutuhan informasi dalam aplikasi ini.

Dengan peta dengan ukuran raster 100 m, maka obyek lahan dengan ukuran 100 m x 100 m akan diwakili oleh satu raster. Dengan pembagian kelas lahan seperti yang tersebut di atas, maka resolusi raster 100 m dapat memberikan informasi yang memadai.

**Gambar 3. 25 Contoh Peta Penggunaan Lahan Resolusi Raster 200 m**



*Sumber : tim konsultan, 2013*