



MODEL INTEGRASI DAYA DUKUNG LINGKUNGAN HIDUP DALAM PENATAAN RUANG WILAYAH PROVINSI JAWA TIMUR

DODI SLAMET RIYADI



**PROGRAM STUDI ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul **Model Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur** adalah benar merupakan karya saya sendiri dengan arahan Komisi Pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal dari atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Dodi Slamet Riyadi
NIM P0602202023

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

DODI SLAMET RIYADI. Model Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur. Dibimbing oleh ERNAN RUSTIADI, WIDIATMAKA, dan AKHMAD FAUZI.

Percepatan pembangunan di Provinsi Jawa Timur telah meningkatkan tekanan terhadap daya dukung lingkungan hidup (DDLH), yang ditandai oleh ekspansi kawasan terbangun, konversi lahan pertanian, deforestasi, dan degradasi kawasan hulu DAS. Kondisi ini menyebabkan penurunan kapasitas ekologis, meningkatnya risiko bencana hidrometeorologis, serta kesenjangan antara rencana tata ruang dan kondisi biofisik aktual. Meskipun DDLH telah diamanatkan dalam regulasi penataan ruang dan lingkungan hidup, implementasinya masih bersifat normatif dan belum menjadi dasar operasional dalam pengambilan keputusan spasial.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model integrasi DDLH sebagai *ecological constraints* dalam penataan ruang wilayah melalui pendekatan yang mengintegrasikan *System Dynamics*, *Spatial Dynamics* Model berbasis *Cellular Automata*-Markov (CA-Makov), MICMAC, MACTOR, dan MULTIPOL. Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis dinamika penggunaan lahan, mengidentifikasi variabel kunci dan aktor strategis, serta mengevaluasi alternatif kebijakan dalam berbagai skenario pembangunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberlanjutan wilayah Jawa Timur sangat dipengaruhi oleh sumber daya air, kemampuan lahan, jasa ekosistem, ekoregion, variabilitas iklim, dan penegakan hukum. Tiga skenario kebijakan dikembangkan, yaitu *business as usual* (BAU), *gradual ecological adaptation* (GEA), dan *progressive ecological control* (PEC). Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario PEC memberikan kinerja terbaik dalam menjaga keseimbangan ekologis melalui pengendalian alih fungsi lahan, perlindungan kawasan lindung, dan konservasi kawasan hulu DAS. Simulasi pola ruang RTRW Jawa Timur tahun 2043 juga menunjukkan peningkatan kawasan lindung secara signifikan pada skenario PEC dibandingkan dengan skenario BAU dan GEA.

Penelitian ini menghasilkan model *Ecological Constraints-Based Spatial Planning* yang menempatkan DDLH sebagai batasan ekologis operasional dalam perencanaan, pemanfaatan, dan pengendalian ruang. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi pendekatan sistem, dinamika spasial, analisis aktor, dan evaluasi kebijakan ke dalam satu kerangka analitis yang mampu menghubungkan kapasitas ekologis dengan keputusan tata ruang secara dinamis. Model ini menawarkan transformasi paradigma dari *demand-based spatial planning* menuju *Ecological Constraints-Based Spatial Planning* untuk mendukung pembangunan wilayah yang berkelanjutan dan berkeadilan ekologis.

Kata kunci: tata ruang, daya dukung lingkungan hidup, *Ecological Constraints-Based Spatial Planning*, *System Dynamics*, *Spatial Dynamics*, CA-Markov, pembangunan berkelanjutan.

ABSTRACT

DODI SLAMET RIYADI. An Integrated Model of Environmental Carrying Capacity in Provincial Spatial Planning of East Java. Supervised by ERNAN RUSTIADI, WIDIATMAKA, and AKHMAD FAUZI.

Accelerated development in East Java Province has increased pressure on environmental carrying capacity (ECC), as reflected in the expansion of built-up areas, agricultural land conversion, deforestation, and degradation of upstream watershed areas. These processes have reduced ecological capacity, heightened the risk of hydrometeorological disasters, and widened the gap between spatial planning objectives and actual biophysical conditions. Although ECC has been mandated by spatial planning and environmental regulations, its implementation remains largely normative and has yet to be operationalized as a fundamental basis for spatial decision-making.

This study aims to develop a model for integrating ECC as an ecological constraint into spatial planning through an approach that combines *System Dynamics*, CA-Markov-based *Spatial Dynamics* Model, MICMAC, MACTOR, and MULTIPOL. These methods were employed to analyze land-use dynamics, identify key driving variables and strategic stakeholders, and evaluate alternative policy options under different development scenarios.

The results indicate that the sustainability of East Java is strongly influenced by several key factors, including water resources, land capability, ecosystem services, ecoregions, climate variability, and law enforcement. Based on these findings, three policy scenarios were developed: business as usual (BAU), gradual ecological adaptation (GEA), and progressive ecological control (PEC). Simulation results demonstrate that the PEC scenario provides the highest level of ecological sustainability through the control of land-use conversion, the protection of conservation areas, and the preservation of upstream watershed functions. Furthermore, the simulation of East Java's spatial structure and land-use allocation for 2043 reveals a substantial increase in protected areas under the PEC scenario compared with the BAU and GEA scenarios.

This study proposes an Ecological Constraints-Based Spatial Planning (ECBSP) model that positions environmental carrying capacity as an operational ecological boundary for spatial planning, land utilization, and development control. The novelty of this research lies in the integration of systems thinking, *Spatial Dynamics*, stakeholder analysis, and policy evaluation within a unified analytical framework capable of dynamically linking ecological capacity with spatial planning decisions. The proposed model represents a paradigm shift from demand-based spatial planning to Ecological Constraints-Based Spatial Planning, thereby providing a foundation for more sustainable, evidence-based, and ecologically just regional development.

Keywords: spatial planning, environmental carrying capacity, Ecological Constraints-Based Spatial Planning, System Dynamics, Spatial Dynamics, CA-Markov, sustainable development.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**MODEL INTEGRASI DAYA DUKUNG LINGKUNGAN HIDUP
DALAM PENATAAN RUANG WILAYAH PROVINSI JAWA TIMUR**

DODI SLAMET RIYADI

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi

1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng
2. Dr. Andrea Emma Pravitasari, S.P., M.Si.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi

1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng
2. Dr. Ir. Suyus Windayana, M.App.Sc.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Disertasi : Model Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam
Penataan Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur

Nama : Dodi Slamet Riyadi

NIM : P0602202023

Disetujui oleh:

Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Ernan Rustiadi, M.Agr

NIP. 196510111990021002



Pembimbing 2

Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA, IPU

NIP 196212011987031002



Pembimbing 3

Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MSc

NIP. 196204211986031003



Diketahui oleh :

Ketua Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya
Alam dan Lingkungan :

Prof. Dr. Lina Karlinasari S.Hut., M.Sc. F

NIP 197311261998022001



Dekan Sekolah Pascasarjana IPB :

Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc.

NIP 196607281991031002



Tanggal Ujian Tertutup : 06 Juni 2026

Tanggal Ujian Promosi : 16 Juli 2026

Tanggal Pengesahan :

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul "Model Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur."

Disertasi ini dilandasi oleh keyakinan bahwa alam semesta diciptakan Allah Subhanahu wa Ta'ala dengan hukum-hukum keseimbangan yang tetap dan teratur (*Sunatullah*). Dalam perspektif tersebut, daya dukung lingkungan hidup tidak hanya dipahami sebagai konsep ilmiah yang mengukur kapasitas lingkungan dalam menopang aktivitas manusia, tetapi juga sebagai manifestasi dari batas-batas ekologis yang telah ditetapkan oleh Sang Maha Pencipta. Oleh karena itu, pembangunan dan penataan ruang seyogianya diselenggarakan dengan menghormati batas-batas ekologis tersebut, sehingga hubungan antara manusia, ruang, dan lingkungan tetap berada dalam keseimbangan yang harmonis, adil, dan berkelanjutan. Berangkat dari landasan filosofis inilah penelitian ini mengembangkan model integrasi daya dukung lingkungan hidup sebagai dasar dalam mewujudkan penataan ruang yang tidak hanya efektif secara ilmiah dan kebijakan, tetapi juga selaras dengan nilai-nilai moral, etika, dan tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi.

Disertasi ini merupakan hasil proses pembelajaran, penelitian, dan pengembangan pemikiran ilmiah yang tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Ernan Rustiadi, M.Agr., Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA, IPU., dan Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.Sc., selaku Komisi Pembimbing, atas segala bimbingan, arahan ilmiah, kesabaran, serta masukan yang sangat berharga sejak penyusunan proposal penelitian hingga terselesaikannya disertasi ini.
2. Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., M.Sc.F., selaku Ketua Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSL), IPB University, atas dukungan akademik, arahan, serta fasilitasi selama penulis menempuh pendidikan doktor.
3. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng., Dr. Andrea Emma Pravitasari, S.P., M.Si., dan Dr. drh. Ardilasunu Wicaksono, M.Si., atas berbagai kritik, saran, dan perspektif ilmiah yang konstruktif sehingga disertasi ini menjadi lebih baik.
4. Segenap jajaran Dirjen Tata Ruang, Dirjen Pengendalian dan Penertiban Tanah dan Ruang Kementerian ATR/BPN, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Kementerian Lingkungan Hidup, Badan Informasi Geospasial (BIG), Ikatan Ahli Perencana (IAP), Alumni Planologi ITB, Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Pemerintah Kabupaten/Kota se-Jawa Timur, serta seluruh pihak yang telah memberikan data, informasi, dukungan teknis, dan kesempatan berdiskusi selama pelaksanaan penelitian.
5. Almarhum Ayahanda dan Almarhumah Ibunda tercinta, istri, anak-anak, cucu-cucu, serta seluruh keluarga besar, atas doa yang tiada putus, kasih sayang, kesabaran, pengorbanan, dukungan moral, dan semangat yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis selama menempuh pendidikan doktor dan menyelesaikan disertasi ini.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

Akhirnya, penulis berharap semoga disertasi ini dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang penataan ruang, pengelolaan lingkungan hidup, dan pembangunan wilayah yang berkelanjutan, serta menjadi salah satu referensi dalam perumusan kebijakan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

"Sunatullah telah menetapkan batas-batas ekologis sebagai hukum keseimbangan alam. Kearifan manusia tercermin dalam kemampuannya untuk memahami, memanfaatkan, dan mengelola ruang serta sumber daya alam secara bijaksana di dalam batas-batas daya dukung lingkungan yang telah ditetapkan oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala. Menjaga keseimbangan tersebut bukan sekadar pilihan kebijakan, melainkan amanah peradaban"

Bogor, Juli 2026

Dodi Slamet Riyadi

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan	5
1.4.2 Manfaat Praktis	6
1.4.3 Manfaat Kebijakan	6
1.5 Kerangka Pikir Penelitian (<i>Conceptual Framework</i>)	6
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	9
II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Tata Ruang (<i>Spatial Planning</i>)	21
2.2 Daya Dukung Lingkungan Hidup (<i>Carrying Capacity</i>)	21
2.3 Batasan Ekologis (<i>Ecological Constraints</i>)	25
2.4 Model Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup sebagai Ecological Constraints dalam Penataan Ruang (<i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i>)	26
2.5 Perubahan Penggunaan Lahan dan Tutupan Lahan (<i>Land Use/Land Cover</i>)	27
2.6 Pengelolaan Lahan Berkelanjutan (<i>Sustainable Land Management</i>)	27
2.7 Keterkaitan Alih Fungsi terhadap Peningkatan Risiko Kebencanaan	28
2.8 Analisis Variabel Keberlanjutan (MICMAC)	29
2.9 Interaksi Aktor dan Tujuan (MACTOR)	31
2.10 <i>System Dynamics</i>	32
2.11 <i>Spatial Dynamics</i>	33
2.12 <i>Cellular Automata</i> -Markov Chain (CA-Markov)	34
2.13 Analisis Multikriteria Kebijakan (MULTIPOL)	35
III METODE PENELITIAN	37
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	37
3.2 Tahapan Penelitian	40
3.3 Pendekatan Penelitian	45
3.3.1 Metode Pengumpulan Data	45
3.3.2 Pendekatan Penelitian	46
3.3.3 Kerangka Operasional Penelitian	49
3.4 Jenis dan Sumber Data	52
IV GAMBARAN UMUM PROVINSI JAWA TIMUR	54
4.1 Kondisi Geografis Wilayah Administrasi	54
4.1.1 Topografi	55
4.1.2 Morfologi	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.1.3	Geologi dan Jenis Tanah	57
4.1.4	Wilayah Sungai (WS) dan Daerah Aliran Sungai (DAS)	60
4.1.5	Kondisi Umum Daerah Rawan Bencana	61
4.1.6	Kondisi Umum Cekungan Air Tanah dan Ketersediaan Air Tanah	62
4.2	Kondisi Sosial dan Ekonomi	64
4.2.1	Sosial	64
4.2.2	Ekonomi	67
4.3	Kebijakan Rencana Tata Ruang Provinsi Jawa Timur	68
4.3.1	Rencana Struktur Ruang	68
4.3.2	Rencana Pola Ruang	69
V	DAYA DUKUNG LINGKUNGAN HIDUP PROVINSI JAWA TIMUR	71
5.1	Pendahuluan	71
5.2	Bahan dan Metode	72
5.2.1	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Kemampuan Lahan	72
5.2.2	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Neraca Lahan	74
5.2.3	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Erosi (USLE) dan Sedimen (SDR)	76
5.2.4	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Neraca Air	86
5.2.5	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Status Penyediaan Air	87
5.2.6	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Status Penyediaan Pangan	93
5.2.7	Metode Perhitungan Daya Dukung Berbasis Jasa Ekosistem	95
5.3	Hasil dan Pembahasan	101
5.3.1	Daya Dukung Berbasis Kemampuan Lahan	101
5.3.2	Daya Dukung Berbasis Neraca Lahan	114
5.3.3	Daya Dukung Berbasis Laju Erosi Potensial (USLE) dan Rasio Pengiriman Sedimen (SDR)	116
5.3.4	Daya Dukung Berbasis Neraca Air	132
5.3.5	Daya Dukung Berbasis Status Penyediaan Air	134
5.3.6	Daya Dukung Berbasis Status Penyediaan Pangan	136
5.3.7	Daya Dukung Berbasis Jasa Ekosistem	139
5.3.8	Dasar Pertimbangan Penetapan Lima Komponen DDLH sebagai <i>ecological constraints</i> dalam Penataan Provinsi Jawa Timur	161
5.4	Simpulan	162
VI	ANALISIS VARIABEL KUNCI SERTA INTERAKSI PARA PEMANGKU KEPENTINGAN MENGGUNAKAN MODEL MICMAC-MACTOR YANG MEMPENGARUHI INTEGRASI DDLH DALAM PENATAAN RUANG PROVINSI JAWA TIMUR	167
6.1	Pendahuluan	167
6.2	Bahan dan Metode	167
6.3	Hasil dan Pembahasan	174
6.4	Simpulan	201
VII	PENGEMBANGAN MODEL <i>SYSTEM DYNAMICS</i> DAN <i>SPATIAL DYNAMICS</i> UNTUK MENGINTEGRASIKAN DDLH SEBAGAI <i>ECOLOGICAL CONSTRAINTS</i> DALAM PENATAAN RUANG WILAYAH PROVINSI JAWA TIMUR	203
7.1	Pendahuluan	203

7.2 Analisis Kebutuhan Pengembangan Model	204
7.2.1 Keterbatasan Pendekatan Penataan Ruang Konvensional	206
7.2.2 Analisis Kebutuhan Pengembangan Model <i>System Dynamics</i>	209
7.2.3 Analisis Kebutuhan Pengembangan Model <i>Spatial Dynamics</i>	211
7.2.4 Analisis Kebutuhan Integrasi <i>System Dynamics</i> , <i>Spatial Dynamics</i> , dan <i>Cellular Automata</i> –Markov (CA–Markov)	213
7.2.5 Sintesis Kebutuhan Pengembangan Model Ecological Constraints-Based Spatial Planning	215
7.3 Arsitektur Pengembangan Model Penataan Ruang Berbasis DDLH sebagai <i>Ecological Constraints</i>	218
7.3.1 Integrasi Lima Komponen DDLH sebagai <i>Ecological Constraints</i> dalam Penataan Ruang Wilayah	219
7.3.2 Sintesis Variabel Strategis dan Aktor Kunci	220
7.3.3 Konsep Penataan Ruang Berbasis Daya Dukung Lingkungan Hidup sebagai <i>Ecological Constraints</i>	221
7.3.4 Tahapan Pembangunan Model	222
7.4 Bahan dan Metode	226
7.4.1 Kerangka Pengembangan Model <i>System Dynamics</i>	226
7.4.2 Kerangka Teori Batas Sistem (<i>System Boundary</i>)	227
7.4.3 Kerangka Teori <i>Black Box</i>	227
7.4.4 Kerangka Teori <i>Input-Process-Output</i> (IPO)	228
7.4.5 Kerangka Teori <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD)	229
7.4.6 Kerangka Teori <i>Stock Flow Diagram</i> (SFD)	230
7.4.7 Kerangka Verifikasi dan Validasi Model <i>System Dynamics</i>	231
7.4.8 Kerangka Pengembangan <i>Spatial Dynamics</i>	232
7.4.9 Kerangka Teori Proyeksi Perubahan <i>Land Use</i> menggunakan CA–Markov	238
7.4.10 <i>Rule-Based</i> Konversi Kelas Tutupan Lahan menjadi Fungsi Kawasan	248
7.5 Hasil dan Pembahasan	251
7.5.1 Pengembangan Model <i>System Dynamics</i>	251
7.5.2 Pengembangan Model <i>Spatial Dynamics</i>	297
7.5.3 Proyeksi Perubahan <i>Land Use</i> Tahun 2033 - 2043 Menggunakan Model <i>Cellular Automata</i> –Markov (CA–Markov)	300
7.5.4 Analisis Kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur Terhadap Proyeksi <i>Land Use</i> Tahun 2043	329
7.5.5 Simulasi Pola Ruang RTRW Provinsi Jawa Timur Tahun 2043 Berbasis DDLH sebagai <i>Ecological Constraints</i>	352
7.6 Simpulan dan Sintesis Model Ecological Constraints-Based Spatial Planning	364
VIII RUMUSAN SKENARIO DAN REKOMENDASI ARAHAN KEBIJAKAN PENATAAN RUANG WILAYAH JAWA TIMUR BERBASIS DAYA DUKUNG LINGKUNGAN HIDUP SEBAGAI BATASAN EKOLOGIS	367
8.1 Pendahuluan	367
8.2 Bahan dan Metode	368
8.3 Hasil dan Pembahasan	370
8.4 Simpulan	385
IX PEMBAHASAN UMUM	387

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

9.1 Keterkaitan Model Analisis untuk Integrasi Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur	387
9.2 Kontribusi Penelitian terhadap Ilmu Pengetahuan	390
9.3 Implikasi Kebijakan dan Praktik Penataan Ruang	391
9.4 Keterbatasan Penelitian	392
9.5 Penelitian Selanjutnya	394
9.6 Sintesis Pembahasan Umum	395
X SIMPULAN UMUM DAN SARAN	398
10.1 Simpulan Umum	398
10.2 Saran	399
DAFTAR PUSTAKA	403
RIWAYAT HIDUP	413
LAMPIRAN	414

DAFTAR TABEL

1.1	Pemetaan penelitian sebelumnya/terdahulu	14
3.1	Rancangan penelitian	47
3.2	Jenis dan sumber data	52
4.1	Luas <i>catchment area</i> (km ²) dan jumlah DAS pada wilayah sungai di Provinsi Jawa Timur	61
4.2	Luas ketersediaan air tanah di Provinsi Jawa Timur	64
4.3	Indikator kependudukan Provinsi Jawa Timur (2019-2025)	65
4.4	Garis kemiskinan, jumlah, dan persentase penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur tahun 2019-2024	67
4.5	Rincian luas rencana pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	70
5.1	Kriteria kuantitatif kemampuan lahan dan faktor pembatas	73
5.2	Kriteria penggunaan lahan yang diperkenankan pada setiap kelas kemampuan lahan	74
5.3	<i>Biophysical table</i> (CSV)	83
5.4	Matriks Risiko Erosi - Sedimen (USLE – SDR)	85
5.5	Klasifikasi Zona Risiko Erosi-Sedimen dan Arahan Pemanfaatan Ruang	85
5.6	Bobot penutupan lahan	91
5.7	Bobot parameter jasa ekosistem	97
5.8	Rekapitulasi pengelompokan lahan di Provinsi Jawa Timur berdasarkan faktor pembatas kemampuan lahan	102
5.9	Rekapitulasi pengelompokan lahan di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Kemampuan Lahan	102
5.10	Kemampuan lahan dan faktor pembatas utama pada masing-masing SPL Provinsi Jawa Timur	104
5.11	Kesesuaian antara kemampuan lahan dengan penggunaan lahan	106
5.12	Kesesuaian antara kemampuan lahan dengan rencana pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	109
5.13	Rekapitulasi kesesuaian antara kemampuan lahan dengan penggunaan lahan dan RTRW Provinsi per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur	111
5.14	Kategori laju erosi potensial di Provinsi Jawa Timur	116
5.15	Tabel sebaran laju erosi potensial (USLE) setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur	118
5.16	Sebaran rasio pengiriman sedimen (SDR) di Provinsi Jawa Timur	121
5.17	Sebaran rasio pengiriman sedimen (SDR) setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur	122
5.18	Distribusi zona risiko erosi berdasarkan hasil analisis risiko erosi sedimen (USLE- SDR) di Provinsi Jawa Timur	130
5.19	Status daya dukung status penyediaan air Provinsi Jawa Timur	135
5.20	Status daya dukung status ketersediaan pangan Provinsi Jawa Timur	138
5.21	Luas kelas jasa ekosistem tutupan vegetasi hutan	140
5.22	Luas kelas jasa ekosistem penyedia pangan di Provinsi Jawa Timur	144
5.23	Luas kelas jasa ekosistem penyedia air bersih di Provinsi Jawa Timur	146
5.24	Luas kelas daya dukung berbasis jasa ekosistem pengaturan iklim di Provinsi Jawa Timur	149

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

5.25	Luas kelas jasa ekosistem pengaturan pencegahan bencana alam	152
5.26	Luas kelas jasa ekosistem pengaturan tata aliran air dan banjir di Provinsi Jawa Timur	155
5.27	Luas kelas jasa ekosistem pengaturan pemurnian air dan pengolahan limbah di Provinsi Jawa Timur	157
5.28	Luas kelas jasa ekosistem pendukung biodiversitas	159
6.1	Matriks perspektif pengaruh langsung	169
6.2	Variabel yang berpengaruh terhadap integrasi DDLH dalam penataan ruang Provinsi Jawa Timur	172
6.3	Matriks MDI	173
6.4	Matriks 2MAO	174
6.5	<i>Matrix Direct Influence</i> (MDI) MICMAC	175
6.6	Tabel daftar pemangku kepentingan (<i>stakeholder</i>)	181
6.7	Daftar <i>objectives</i>	182
6.8	Matrix MDII pengaruh pemangku kepentingan	184
6.9	Tabel <i>matrix</i> 3MAO	189
6.10	Matriks 3CAA	193
6.11	Matriks 3 DAA	197
7.1	Analisis kesenjangan (<i>gap analysis</i>) sebagai dasar kebutuhan pengembangan model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i>	217
7.2	Ilustrasi matriks transisi area/probabilitas	235
7.3	Komponen <i>constraint layer</i>	247
7.4	<i>Rule-based</i> transformasi tutupan lahan menjadi fungsi kawasan	249
7.5	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>population</i>	276
7.6	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>economic growth</i>	277
7.7	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>built-up area</i>	278
7.8	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>non built-up area</i>	278
7.9	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel lahan baku sawah (<i>rice field</i>)	279
7.10	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>forest cover</i>	280
7.11	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>water resources</i>	281
7.12	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>hydrometeorological disaster index</i>	282
7.13	Validasi data <i>System Dynamics</i> variabel <i>Environmental Carrying Capacity</i> (IKLH)	282
7.14	Proyeksi perubahan penggunaan lahan tahun 2033 dan 2043 pada skenario <i>business as usual</i> (BAU)	302
7.15	Proyeksi perubahan penggunaan lahan berdasarkan skenario BAU di Provinsi Jawa Timur	304
7.16	Proyeksi perubahan penggunaan lahan tahun 2033 dan 2043 pada skenario <i>gradual ecological adaptation</i> (GEA)	306
7.15	Proyeksi perubahan penggunaan lahan berdasarkan skenario GEA di Provinsi Jawa Timur	307
7.16	Proyeksi perubahan penggunaan lahan tahun 2033 dan 2043 pada skenario <i>progressive ecological control</i> (PEC)	308
7.17	Proyeksi perubahan penggunaan lahan berdasarkan skenario PEC di Provinsi Jawa Timur	310

7.18	Rekapitulasi Kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> 2043 tanpa implementasi DDLH sebagai batasan ekologis	331
7.19	Rekapitulasi kesesuaian RTRW Provinsi Jawa timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH kemampuan lahan	334
7.20	Rekapitulasi kabupaten/kota kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>landuse</i> tahun 2043 berbasis DDLH status penyediaan pangan	338
7.21	Rekapitulasi kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH status air	342
7.22	Rekapitulasi kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH laju erosi potensial	346
7.23	Rekapitulasi kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH tutupan vegetasi hutan	350
7.24	Rekapitulasi simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 pada skenario <i>Business As Usual</i> (BAU)	355
7.25	Rekapitulasi simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 pada skenario <i>gradual ecological adaptation</i> (GEA)	356
7.26	Rekapitulasi simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 pada skenario <i>progressive ecological control</i> (PEC)	358
7.27	Rekapitulasi simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur berbasis DDLH pada berbagai skenario	359
7.28	Rekapitulasi kawasan lindung dalam simulasi RTRW Jawa Timur berbasis DDLH tingkat kabupaten/kota	360
8.1	<i>Criteria</i> capaian kebijakan integrasi <i>ecological constraints</i> DDLH	371
8.2	<i>Scenario</i> integrasi <i>ecological constraints</i> DDLH dalam penataan ruang wilayah Provinsi Jawa Timur	372
8.3	<i>Policy</i> integrasi <i>ecological constraints</i> DDLH dalam penataan ruang wilayah Provinsi Jawa Timur	373
8.4	<i>Action</i> integrasi <i>ecological constraints</i> DDLH dalam penataan ruang wilayah Provinsi Jawa Timur	374
8.5	Evaluasi <i>action</i> terhadap <i>policy</i>	375
8.6	<i>Matrix result policy to scenario</i>	381

DAFTAR GAMBAR

1.1	Kerangka pikir penelitian	7
1.2	Potongan gambar hasil penelusuran kata kunci dari berbagai jurnal menggunakan aplikasi harzing publish or perish	16
1.3	Potongan gambar hasil keterkaitan kata kunci <i>sustainable land management</i> dengan aplikasi Vos Viewer	17
1.4	Potongan gambar hasil keterkaitan kata kunci <i>land use land cover change (lulc)</i> dengan aplikasi Vos Viewer	17
1.5	Potongan gambar hasil keterkaitan kata kunci <i>carrying capacity</i> dengan aplikasi Vos Viewer	18
1.6	Potongan gambar hasil keterkaitan kata kunci <i>spatial dynamics model</i> dengan aplikasi Vos Viewer	18
1.7	Potongan gambar hasil keterkaitan kata kunci <i>spatial planning</i> dengan aplikasi Vos Viewer	19
1.8	Potongan gambar pencarian jurnal dengan <i>software Mendeley</i>	19
2.1	Perubahan respon hidrologi DAS akibat alih fungsi lahan	29
2.2	Kemungkinan pengaruh antar faktor	30
2.3	Pemerataan faktor dalam MICMAC	30
2.4	Interaksi aktor-faktor	31
2.5	Prosedur pemodelan <i>System Dynamics</i>	32
2.6	Ilustrasi <i>Cellular Automata</i> -Markov Chain (CA-Markov)	34
2.7	Interaksi <i>skenario, policy, dan action</i>	35
3.1	Peta ruang lingkup wilayah penelitian	37
3.2	Peta penggunaan tanah Provinsi Jawa Timur tahun 2024	38
3.3	Kerangka operasional penelitian	52
4.1	Peta batas administrasi Provinsi Jawa Timur	54
4.2	Peta topografi Provinsi Jawa Timur	56
4.3	Peta morfologi Provinsi Jawa Timur	57
4.4	Peta geologi Provinsi Jawa Timur	58
4.5	Peta jenis tanah Provinsi Jawa Timur	59
4.6	Peta wilayah sungai (WS) Provinsi Jawa Timur	60
4.7	Peta Kawasan Rawan Bencana Provinsi Jawa Timur	62
4.8	Peta cekungan air tanah di Provinsi Jawa Timur	63
4.9	Peta ketersediaan air tanah Provinsi Jawa Timur	64
4.10	Tren jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk per tahun, dan kepadatan penduduk	65
4.11	Persentase penduduk miskin Provinsi Jawa Timur tahun 2019-2024	67
4.12	Peta rencana struktur ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	69
4.13	Peta rencana pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	70
5.1	Alur proses penentuan daya dukung berbasis kemampuan lahan	72
5.2	Alur proses penentuan daya dukung berbasis neraca lahan	75
5.3	Alur proses Integrasi <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE) dan <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR) untuk penataan ruang wilayah	76
5.4	Model terintegrasi <i>Universal Soil Loss Equation</i> (USLE) dan <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR) penataan ruang wilayah	79
5.5	Alur proses penentuan daya dukung berbasis neraca air	86

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

5.6	Alur proses penentuan daya dukung berbasis status penyediaan air	87
5.7	Tujuh penampang grid	89
5.8	Aplikasi sistem grid dalam peta administrasi	90
5.9	Alur proses penentuan daya dukung status penyedia pangan	93
5.10	Alur penentuan daya dukung berbasis jasa ekosistem	96
5.11	Peta kemampuan lahan Provinsi Jawa Timur	102
5.12	Kesesuaian antara penggunaan lahan terhadap kemampuan lahan di Jawa Timur	106
5.13	Kesesuaian antara kemampuan lahan dengan penggunaan lahan	108
5.14	Kesesuaian antara RTRW Provinsi terhadap kemampuan lahan	109
5.15	Kesesuaian antara kemampuan lahan dengan rencana pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	111
5.16	Peta analisis kesesuaian kemampuan lahan dengan kawasan rawan bencana Provinsi Jawa Timur	114
5.17	Peta daya dukung berbasis neraca lahan Provinsi Jawa Timur	116
5.18	Peta lajur erosi potensial (USLE) Provinsi Jawa Timur	121
5.19	Peta rasio pengiriman sedimen (SDR) Provinsi Jawa Timur	124
5.20	Peta analisis <i>overlay</i> peta erosi (USLE) dengan peta penggunaan tanah di Provinsi Jawa Timur	125
5.21	Peta analisis <i>overlay</i> peta erosi (USLE) dengan peta pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur	127
5.22	Peta analisis <i>overlay</i> USLE dengan SDR Provinsi Jawa Timur	129
5.23	Peta daya dukung berbasis neraca air Provinsi Jawa Timur	134
5.24	Peta status daya dukung status penyediaan air di Provinsi Jawa Timur	136
5.25	Peta daya dukung status penyedia pangan di Provinsi Jawa Timur	139
5.26	Peta daya dukung jasa ekosistem berbasis tutupan vegetasi hutan Provinsi Jawa Timur	142
5.27	Peta daya dukung berbasis jasa ekosistem penyedia bahan pangan di Provinsi Jawa Timur	146
5.28	Peta daya dukung berbasis jasa ekosistem penyediaan air bersih di Provinsi Jawa Timur	148
5.29	Peta daya dukung berbasis jasa ekosistem pengaturan iklim di Provinsi Jawa Timur	151
5.30	Peta daya dukung berbasis jasa ekosistem pengaturan pencegahan bencana alam di Provinsi Jawa Timur	154
5.31	Peta daya dukung berbasis jasa ekosistem pengaturan tata aliran air dan banjir di Provinsi Jawa Timur	156
5.32	Peta daya dukung jasa ekosistem berbasis pengaturan pemurnian air dan pengolahan limbah di Provinsi Jawa Timur	158
5.33	Peta daya dukung jasa ekosistem berbasis pendukung biodiversitas Provinsi Jawa Timur	161
6.1	Pemetaan variabel-variabel dalam MICMAC	170
6.2	Pengaruh, ketergantungan, dan level MDI	171
6.3	Kerangka kerja MICMAC	171
6.4	Peta pengaruh antar variabel	175
6.5	Grafik pengaruh antar variabel	178
6.6	Peta pengaruh antar para pemangku kepentingan	182
6.7	Histogram MDIs <i>competitiveness</i> antar pemangku kepentingan	187

6.8	Historigram 3MAO	192
6.9	Peta konvergensi antar aktor orde 3	196
6.10	Peta divergensi antar aktor orde 3	199
6.11	Relevansi pemangku kepentingan dengan <i>objectives</i>	200
7.1	Kerangka analisis kebutuhan pengembangan model	206
7.2	Kerangka arsitektur pengembangan model <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i>	224
7.3	Bagan alir metode <i>System Dynamics</i>	232
7.4	Diagram <i>Spatial Dynamics</i>	233
7.5	<i>Flowchart</i> pemodelan prediksi tutupan lahan menggunakan pendekatan <i>Cellular Automata</i> -Markov	235
7.6	Kerangka model <i>Cellular Automata</i> -Markov	238
7.7	Diagram <i>black-box</i> dalam kerangka model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i>	254
7.8	Diagram IPO dalam kerangka model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i>	256
7.9	<i>Causal loop diagram</i> (CLD) dalam kerangka model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i> , Provinsi Jawa Timur	257
7.10	<i>Stock and flow diagram</i> (SFD) dalam kerangka model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i> , Provinsi Jawa Timur	259
7.11	Integrasi delapan submodel dalam kerangka model <i>Ecological Constraints-Based Spatial Planning</i>	260
7.12	Hasil simulasi proyeksi sembilan variabel utama tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	285
7.13	Hasil simulasi proyeksi jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	285
7.14	Hasil simulasi proyeksi pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	287
7.15	Hasil simulasi proyeksi <i>non built-up area</i> Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	288
7.16	Hasil simulasi proyeksi <i>rice field</i> (lahan baku sawah) Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	290
7.17	Hasil simulasi proyeksi <i>forest cover</i> Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	291
7.18	Hasil simulasi proyeksi water resources Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	293
7.1	Hasil simulasi proyeksi <i>Hydrometeorological Disaster Index</i> (HDI) Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	294
7.20	Hasil simulasi proyeksi indeks daya dukung lingkungan hidup (IKLH) Provinsi Jawa Timur tahun 2025–2043 pada skenario BAU, GEA, dan PEC	296
7.21	<i>Spatial Dynamics</i> dalam model ECSP	298
7.22	Kerangka operasional model <i>Spatial Dynamics</i>	299
7.23	Integrasi CA-Markov dalam kerangka model ECSP	301
7.24	Hasil simulasi terintegrasi <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i>	310
7.25	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta <i>land use</i> eksisting tahun 2003 dengan skenario BAU	311

7.26	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta <i>land use</i> eksisting tahun 2013 dengan skenario BAU	312
7.27	Simualasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta <i>land use</i> eksisting tahun 2023 dengan skenario BAU	313
7.28	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan skenario BAU	314
7.29	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan Skenario BAU	315
7.30	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan implementasi DDLH berbasis kemampuan lahan (<i>land capability</i>)	316
7.31	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan implementasi DDLH berbasis kemampuan lahan (<i>land capability</i>)	317
7.32	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan implementasi DDLH status penyediaan pangan	318
7.33	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan implementasi DDLH status pangan	319
7.34	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan implementasi DDLH status penyediaan air	320
7.35	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan implementasi DDLH status air	321
7.36	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan implementasi DDLH berbasis laju erosi potensial	322
7.37	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan implementasi DDLH berbasis laju erosi potensial	323
7.38	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2033 dengan implementasi DDLH jasa ekosistem tutupan vegetasi hutan	324
7.39	Simulasi pemodelan <i>System Dynamics</i> dan <i>Spatial Dynamics</i> : peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan implementasi DDLH jasa ekosistem tutupan vegetasi hutan	325
7.40	Matriks validasi peta komprehensif untuk pemodelan perubahan tutupan lahan	327
7.41	Peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 tanpa penerapan DDLH sebagai <i>ecological constraints</i>	329
7.42	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 tanpa penerapan DDLH sebagai <i>ecological constraints</i>	330
7.43	Proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 dengan integrasi daya dukung kemampuan lahan (<i>land capability</i>)	333
7.44	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH kemampuan lahan	333



7.45	Peta proyeksi <i>land use</i> 2043 dengan integrasi DDLH status penyediaan pangan	336
7.46	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH status penyediaan pangan	337
7.47	Peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH status penyediaan air	340
7.48	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH status penyediaan air	341
7.49	Peta proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH laju erosi potensial (USLE)	344
7.50	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH laju erosi potensial	345
7.51	Peta proyeksi <i>land use</i> Tahun 2043 berbasis DDLH tutupan vegetasi hutan	348
7.52	Peta kesesuaian RTRW Provinsi Jawa Timur terhadap proyeksi <i>land use</i> tahun 2043 berbasis DDLH jasa ekosistem tutupan vegetasi hutan	349
7.53	Kerangka operasional simulasi RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 berbasis DDLH sebagai <i>ecological constraints</i>	353
7.54	Simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur Tahun 2043 pada Skenario <i>Business As Usual</i> (BAU)	354
7.55	Simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 pada skenario <i>gradual ecological adaptation</i> (GEA)	356
7.56	Simulasi pola ruang RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043 pada skenario <i>progressive ecological control</i> (PEC)	357
7.57	Perbandingan peta kawasan lindung antar skenario dalam simulasi RTRW Provinsi Jawa Timur tahun 2043	364
8.1	Kerangka analisis MULTIPOL	369
8.2	Pembobotan MULTIPOL	370
8.3	Peta profil hasil strategi aksi terhadap kebijakan	377
8.4	Peta sensitivitas strategi terhadap kebijakan	379
8.5	Peta kedekatan aksi terhadap kebijakan	380
8.6	Peta profil hubungan kebijakan terhadap scenario	383
8.7	Peta kedekatan kebijakan dengan skenario	384
9.1	Keterkaitan model analisis	389

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tren perubahan penggunaan dan tutupan lahan di Provinsi Jawa Timur tahun 2015-2024	415
2	Jumlah dan persentase penduduk miskin menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur 2019-2024	415
3	Hasil analisis daya dukung lahan berdasarkan ketersediaan lahan di Provinsi Jawa Timur	417
4	Hasil analisis daya dukung neraca air Provinsi Jawa Timur	419
5	Analisis kesesuaian kemampuan lahan dengan kawasan rawan bencana Provinsi Jawa Timur	422
6	Dokumentasi pelaksanaan <i>focus group discussion</i> FGD MICMAC Tanggal 22 Agustus 2025 di Malang	442
7	Dokumentasi pelaksanaan <i>focus group discussion</i> FGD MACTOR dan MULTIPOL, Tanggal 27 Agustus 2025 di Kanwil BPN Jatim, Surabaya	443
8	Dokumentasi hasil survei lapangan	443