

SKRIPSI

**PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN PERMUKIMAN
AKIBAT PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI TAKALAR
BERBASIS *CELLULAR AUTOMATA*
(STUDI KASUS: KECAMATAN MANGARABOMBANG
DAN SEKITARNYA)**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI ARDIANSYAH

D521 14 504



**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

SKRIPSI

**PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN PERMUKIMAN
AKIBAT PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI TAKALAR
BERBASIS *CELLULAR AUTOMATA*
(STUDI KASUS: KECAMATAN MANGARABOMBANG
DAN SEKITARNYA)**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI ARDIANSYAH

D521 14 504



**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN PERMUKIMAN
AKIBAT PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI TAKALAR
BERBASIS *CELLULAR AUTOMATA*
(STUDI KASUS: KECAMATAN MANGARABOMBANG
DAN SEKITARNYA)**

Disusun dan diajukan oleh

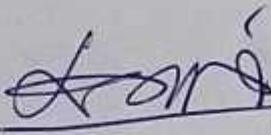
**ANDI ARDIANSYAH
D521 14 504**

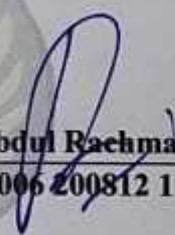
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 03 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Ir. Arifuddin Akil, MT
NIP. 19630504 199512 1 001


Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si
NIP. 19741006 200812 1 002

Ketua Program Studi,
Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si
NIP. 19741006 200812 1 002

**PEMODELAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN PERMUKIMAN
AKIBAT PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI TAKALAR
BERBASIS *CELLULAR AUTOMATA*
(STUDI KASUS: KECAMATAN MANGARABOMBANG
DAN SEKITARNYA)**

**Andi Ardiansyah¹⁾, Arifuddin Akil²⁾, Abdul Rachman Rasyid³⁾
Universitas Hasanuddin, Indonesia**

Email: andiardiansyah10@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan Kawasan Industri Takalar berlokasi di Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar dengan luas pembangunan pertama mencapai 1.000 Ha, yang berpotensi akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan akibat munculnya permukiman tenaga kerja secara sporadik dan acak yang dikhawatirkan akan tidak terkendali. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola perubahan penggunaan lahan tahun 2015-2020, faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman dan pemodelan perubahan lahan dengan batasan perlindungan hingga tahun 2040. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari kuesioner serta data sekunder dengan studi literatur dan survey instansi terkait. Teknik Analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis kebutuhan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri, analisis perhitungan jumlah sel pertumbuhan, Analisis AHP dengan *Expert Choice*, analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif, analisis spasial *overlay*, analisis jarak jangkauan faktor spasial, analisis spasial *overlay* berbobot dan analisis *cellular automata* dengan *LanduseSim*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pertama, karakteristik pola perubahan penggunaan lahan tahun 2015-2020 terbagi atas empat yaitu kesamaan fungsi lahannya, lahan yang terkonversi, wilayah administrasi dan arahnya. Kedua, faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman terbagi atas faktor-faktor pendorong dan faktor-faktor pembatas. Terakhir, hasil pemodelan perubahan penggunaan lahan hingga tahun 2040 terdapat fungsi lahan yang mengalami pertumbuhan yaitu permukiman sebesar 3.268 Ha, banyak dikonversi dari fungsi lahan meliputi sawah, ladang/tegalan, tambak, perkebunan, semak belukar, rawa, dan lahan kosong yang pertumbuhannya berawal di sekitar Kawasan Industri Takalar dengan pertumbuhan terbesar pada wilayah Desa Pattoppakang, Desa Bontoparang dan Desa Panyangkalang di Kecamatan Mangarabombang dan Kelurahan Rajaya, Kelurahan Bontokadatto di Kecamatan Polongbangkeng Selatan, dan Kawasan Industri Takalar sebesar 1.000 Ha yang banyak dikonversi dari fungsi lahan meliputi sawah, tambak, permukiman, perkebunan dan semak belukar, dengan pengembangan kawasan tersebut terjadi pada wilayah Desa Punaga, Desa Laikang dan Desa Cikong di Kecamatan Mangarabombang.

Kata Kunci: *Cellular Automata*, Kawasan Industri Takalar, Pemodelan, Perubahan Penggunaan lahan, Permukiman.

-
- ¹⁾ Mahasiswa Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
 - ²⁾ Dosen Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
 - ³⁾ Dosen Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

**MODELING OF SETTLEMENT LAND USE CHANGE DUE TO THE
DEVELOPMENT OF TAKALAR INDUSTRIAL AREA
BASED ON CELLULAR AUTOMATA
(CASE STUDY: MANGARABOMBANG SUB-DISTRICT AND
SURROUNDINGS AREA)**

**Andi Ardiansyah¹⁾, Arifuddin Akil²⁾, Abdul Rachman Rasyid³⁾
Hasanuddin University, Indonesia**

Email: andiardiansyah10@gmail.com

ABSTRACT

The development of Takalar Industrial Area is located in Mangarabombang, Takalar with the first development area reaching 1,000 Ha, which may have an impact on land use changes due to the emergence of sporadic and random labor that will not be controlled. This study aims to identify the pattern of land use change in 2015-2020, the factors that influence land use change and land change modeling with protection limits to 2040. This study uses primary data obtained from questionnaires and secondary data with literature studies and agency surveys. The analysis techniques used in this study include analysis of residential land requirements due to industrial estate development, growth cell count analysis, Analytic Hierarchy Process by using Expert Choice. quantitative and qualitative descriptive analysis, spatial overlay analysis, distance of spatial factor analysis, weighted spatial overlay analysis. and cellular automata analysis by using LanduseSim. The results of this study indicate that the characteristics of the pattern of land use change in 2015-2020 are divided into four. First, the similarity of land functions, converted land, administrative areas and directions. Second, the factors that influence changes in residential land use are divided into driving factors and constraint factors. And the last, the results of modeling changes in land use until 2040 there are land functions that are experiencing growth, that is settlements of 3,268 Ha, many of which are converted from land functions including rice fields, fields/moorlands, ponds, plantations, shrubs, swamps, vacant land whose growth begins in around the Takalar Industrial Estate with the largest growth in the Pattoppakang Village, Bontoparang Village and Panyangkalang Village in Mangarabombang District and Rajaya Village, Bontokadatto Village in South Polongbangkeng District, and the Takalar Industrial Area of 1,000 Ha which is mostly converted from land function including rice field, ponds, forests, plantations and shrubs, with the development of these areas occurring in the areas of Punaga Village, Laikang Village and Cikong Village in Mangarabombang District.

Key words: Cellular Automata, Takalar Industrial Area, Modeling, Land Use Change, Settlement.

¹⁾ Student of Urban and Regional Planning Department, Faculty of Engineering, Hasanuddin University

²⁾ Lecturer of Urban and Regional Planning Department, Faculty of Engineering, Hasanuddin University

³⁾ Lecturer of Urban and Regional Planning Department, Faculty of Engineering, Hasanuddin University

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi rahmat serta ridha-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada nabi besar Muhammad Sallahu ‘Alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat dan orang-orang yang senantiasa di jalan-Nya hingga akhir zaman.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai syarat akademis dalam mencapai gelar Sarjana Teknik pada Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan tugas akhir dengan judul **“Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman Akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar Berbasis *Cellular Automata* (Studi Kasus: Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya)”**. Penulis mendapatkan banyak pelajaran serta ilmu yang sangat bermanfaat dari para pembimbing yaitu Bapak **Dr. Ir. Arifuddin Akil., MT** dan Bapak **Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si**

Penulis berusaha menyusun skripsi ini dengan sebaik-baiknya agar dapat memberi manfaat bagi banyak pihak. Namun, penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan oleh keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca sangat diharapkan. Sehingga tugas akhir ini dapat menjadi bahan pembelajaran dan dapat dilakukan penyempurnaan pada penelitian selanjutnya. Akhir ka, penulis mengucapkan terima kasih.

Gowa, 03 Agustus 2021


Andi Ardiansyah

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Ardiansyah
Nim : D521 14 504
Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman Akibat
Pengembangan Kawasan Industri Takalar Berbasis *Cellular Automata*
(Studi Kasus: Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya)**

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 04 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Andi Ardiansyah

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa penulis mengirimkan salam dan shalawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT. Penyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah tercinta **Andi Baso, SH.,MH.** dan Ibu tercinta **Idawaty** yang selalu mendoakan setiap waktu, memberikan arahan dan nasihatnya;
2. Tante tercinta **Ernawaty** dan adik tercinta **Andi Firmansyah** yang selalu mendoakan dan mendukung;
3. Rektor Universitas Hasanuddin **Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A.** atas izin penelitian dalam penyusunan tugas akhir;
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.** atas izin penelitian dan fasilitas dalam penyusunan tugas akhir;
5. Ketua Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin **Bapak Dr.Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si.** atas nasihat, bimbingan dan ilmunya;
6. Dosen Penasihat Akademik sekaligus Kepala Studio Akhir **Ibu Dr.techn. Yashinta K. D. Sutopo S.T., MIP.** atas arahan dan nasihat yang telah diberikan selama ini;
7. Dosen Pembimbing I **Bapak Dr. Ir. Arifuddin Akil., MT** atas kesediaan, keikhlasan, kesabaran, waktu yang telah diluangkan dalam memberikan bimbingan, bantuan, arahan, nasehat, saran, dan motivasi yang begitu tulus diberikan selama penyelesaian tugas akhir ini;
8. Dosen Pembimbing II **Bapak Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si** atas kesediaan, keikhlasan, kesabaran, waktu yang telah diluangkan dalam memberikan bimbingan, bantuan, arahan, nasehat, saran, dan motivasi yang begitu tulus, khususnya selama proses pengerjaan tugas akhir ini;

9. Dosen Penguji 1 **Ibu Isfa Sastrawati, ST.,MT** atas kritik dan saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi penulis;
10. Dosen Penguji 2 **Bapak Laode Muh. Asfan Mujahid, ST.,MT** atas kritik dan saran yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi penulis;
11. Dosen yang menerima penulis kerja praktek **Bapak Prof. Dr. Ir. Ananto Yudono, M.Eng.** atas ilmu, pengalaman, bimbingan dan nasihat untuk penulis selama kerja praktek;
12. Seluruh dosen-dosen PWK Universitas Hasanuddin atas waktu dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama menempuh Pendidikan;
13. Seluruh staf administrasi dan pelayanan PWK Universitas Hasanuddin, khususnya **Bapak Haerul Muayyar, S.Sos., Bapak Faharuddin, dan Bapak Sawalli B** atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam bidang administrasi;
14. Teman-teman seperjuangan **ANARCHI14** atas cerita, pengalaman, pengingat dan bantuan yang menemani dan mengisi hari-hari penulis memilih warnanya tersendiri selama 7 tahun terakhir sehingga sangat berarti bagi penulis;
15. Teman-teman **PWK 2014** atas cerita, pengalaman, pengingat dan bantuan yang menemani dan mengisi hari-hari perkuliahan terasa lebih menyenangkan bagi penulis;
16. Teruntuk **Abdul Azis Jamaluddin, ST., Kartika Eka Paksi Chandra, ST., Fitria Khaerunnisa M., ST, Sri Utami, ST., Khaerunnisa Nurul, ST., Novinati Rukka, ST. Andi Starina Fitri, ST. Istiqomah, ST, Muh. Syahrudin Ahsan, C.ST dan Muh. Ikhsan Akbar, C.ST** yang telah memberikan bantuan pengalaman, semangat, ilmunya, keberanian dan pengingat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
17. Kanda-kanda CK-Net **Achmad Setiawan, ST.,MT, Herdy Pratama Putra, ST.,MT. Dana Rezky Arisandhy, ST,** dan **Abdul Azis Jamaluddin, ST** atas pengalaman, ilmu, dan nasihat selama kerja praktek dan proses pengerjaan tugas akhir ini;
18. Teman-teman se-organisasi **HMPWK FT-UH** atas pengalaman dan pembelajaran yang diberikan diluar ruang kelas yang sangat berguna bagi penulis;

19. Seluruh pihak yang telah berkontribusi, mendukung, serta membantu selama ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, terimakasih atas doa dan dukungannya baik moral maupun materi. Semoga Allah membalas seluruh kebaikan kalian dengan kebaikan yang lebih baik.

Akhir kalimat, penulis menyadari ucapan terima kasih tidak akan mampu membalas kebaikan dan keikhlasan seluruh pihak terkait atas segala bantuan. Semoga Allah *Subhana Wa Ta'ala* melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. *Aamiin ya Rabbal 'Alaamiin*.

Gowa, 03 Agustus 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andi Ardiansyah', written in a cursive style.

Andi Ardiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pertanyaan Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 <i>Output</i> Penelitian.....	7
1.6 <i>Outcome</i> Penelitian	7
1.7 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
1.8 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Lahan.....	11
2.2 Penggunaan Lahan/Tutupan Lahan (PL/TL)	11
2.3 Perubahan Penggunaan Lahan/Tutupan Lahan (PL/TL).....	12
2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan PL/TL.....	15
2.4.1 Pertumbuhan Permukiman	16
2.4.2 Jaringan Jalan	22
2.4.3 Fasilitas Sosial.....	25
2.4.4 Sistem Perkotaan Wilayah	26
2.4.5 Kawasan Industri.....	28
2.4.6 Kawasan Hutan	43
2.4.7 Kawasan Sempadan Pantai dan Sungai.....	47
2.4.8 Kawasan Rawan Bencana	48
2.4.9 Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan	50
2.4.10 Topografi dan Kemiringan Lereng.....	54
2.4.11 Kawasan TPA.....	54
2.5 Sistem Informasi Geografis dalam Penggunaan Lahan	55
2.6 Pemodelan Dalam Perubahan Penggunaan Spasial	57
2.7 <i>Cellular Automata</i>	60

2.8	<i>LanduseSim</i>	63
2.9	Penelitian Terdahulu	77
2.10	Kesimpulan Tinjauan Pustaka	84
BAB III METODE PENELITIAN		87
3.1	Jenis Penelitian	87
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	87
3.3	Jenis Data dan Sumber Data	90
	3.3.1 Menjawab Pertanyaan Penelitian 1	90
	3.3.2 Menjawab Pertanyaan Penelitian 2	90
	3.3.3 Menjawab Pertanyaan Penelitian 3	91
3.4	Teknik Analisis Data	91
	3.4.1 Berdasarkan Pertanyaan Penelitian 1	92
	3.4.2 Berdasarkan Pertanyaan Penelitian 2	92
	3.4.3 Berdasarkan Pertanyaan Penelitian 3	93
3.5	Definisi Oprasional	101
3.6	Matriks Penelitian	104
3.7	Kerangka Pikir	110
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		111
4.1	Kabupaten Takalar	111
	4.1.1 Letak Geografis dan Batas Administrasi Wilayah	111
	4.1.2 Topografi dan Kemiringan Lereng	112
	4.1.3 Pertumbuhan dan Distribusi Penduduk	116
	4.1.4 Penggunaan Lahan	119
	4.1.5 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	123
	4.1.6 Fasilitas Sosial dan Ekonomi	124
	4.1.7 Kondisi Infrastruktur	129
4.2	Kawasan Penelitian	134
	4.2.1 Letak Geografis dan Batas Administrasi Wilayah	134
	4.2.2 Pertumbuhan Penduduk	137
	4.2.3 Topografi dan Kemiringan Lereng	140
	4.2.4 Jaringan Jalan	143
	4.2.5 Pengembangan <i>Takalar Integrated Industrial Park (TIIP)</i>	145
	4.2.6 Kawasan Hutan	151
	4.2.7 Kawasan Sempadan Pantai dan Sungai	153
	4.2.8 Kawasan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B)	155
	4.2.9 Kawasan TPA	157
	4.2.10 Kawasan Rawan Bencana	159
	4.2.11 Penggunaan Lahan	163
	4.2.12 Fasilitas Sosial	167
	4.2.13 Sistem Perkotaan Wilayah	171
4.3	Karakteristik Pola Perubahan Penggunaan lahan Tahun 2015-2020	174

4.4	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman	187
4.4.1	Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman Terhadap Faktor-faktor Pendorong	190
4.4.2	Keterkaitan Faktor-faktor Pembatas Terhadap Regulasi Terkait Perlindungan Kawasan.....	202
4.5	Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2040 Berbasis Analisis Spasial <i>Cellular Automata</i>	207
4.5.1	Menentukan Periode Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan	208
4.5.2	Menentukan Prediksi Pertumbuhan Lahan dalam Ukuran Sel	208
4.5.3	Pembentukan Peta Daerah Jangkauan Faktor-Faktor Pendorong	218
4.5.4	Menentukan Bobot Faktor-Faktor Pendorong yang Mempengaruhi Pertumbuhan Lahan Permukiman	226
4.5.5	Pembentukan Peta Kesesuaian Lahan (<i>Suitability Map</i>)	227
4.5.6	Pembentukan Peta Zona <i>Constraint</i>	231
4.5.7	Pembentukan Peta Potensi Transisi Pertumbuhan dengan Zona <i>Constraint (Transition Potential With Zoning)</i>	237
4.5.8	Menentukan <i>Neighborhood Filter</i>	240
4.5.9	Menentukan Elastisitas Perubahan Lahan.....	241
4.5.10	Menentukan Aturan Transisi (<i>Transition Rules</i>).....	241
4.5.11	Pembentukan Peta Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis <i>Cellular Automata</i>	242
	BAB V PENUTUP	259
5.1	Kesimpulan	259
5.2	Saran.....	265
	DAFTAR PUSTAKA	266
	CURRICULUM VITAE	278

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Pemilihan Lokasi	36
Tabel 2.2	Pola Penggunaan Lahan Kawasan Industri	39
Tabel 2.3	Proporsi Luas Lahan Industri Kecil dan Menengah.....	40
Tabel 2.4	Kriteria Teknis Perencanaan Pembangunan Kawasan Industri .	40
Tabel 2.5	Alokasi Peruntukan Lahan Kawasan Industri	41
Tabel 2.6	Kriteria Kemiringan Lereng yang Sesuai Peruntukan Kawasan Permukiman berdasarkan SNI Nomor 03-1733-2004.....	54
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu	77
Tabel 2.8	Kesimpulan Tinjauan Pustaka.....	85
Tabel 3.1	Lokasi Penelitian Kecamatan Manggarabombang dan Sekitarnya.....	88
Tabel 3.2	Skor Intensitas Kepentingan	96
Tabel 3.3	Matriks Penelitian	104
Tabel 4.1	Luas Wilayah dan Jumlah Kelurahan/Desa Menurut Kecamatan di Kabupaten Takalar	111
Tabel 4.2	Topografi dan Kemiringan Lereng di Kabupaten Takalar	112
Tabel 4.3	Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk menurut Kecamatan di Kabupaten Takalar Tahun 2015-2020.....	117
Tabel 4.4	Penggunaan Lahan berdasarkan fungsi lahan pada tahun 2015 dan 2020	120
Tabel 4.5	Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan Menurut Lapangan Usaha di Kabupaten Takalar (miliar rupiah), 2015-2019	123
Tabel 4.6	Jumlah dan Jenis Fasilitas Pelayanan Umum Kabupaten Takalar Tahun 2019	124
Tabel 4.7	Jumlah Sarana Perdagangan Menurut Jenisnya di Kabupaten Takalar	125
Tabel 4.8	Jumlah Fasilitas Pendidikan menurut Tingkat Pendidikan di Kabupaten Takalar Tahun 2019	126
Tabel 4.9	Jumlah Fasilitas Peribadatan Menurut Jenisnya di Kabupaten Takalar Tahun 2019	127
Tabel 4.10	Fasilitas Kesehatan Kabupaten Takalar Tahun 2019	128
Tabel 4.11	Jenis Jalan Berdasarkan Wewenang mengelola, Wewenang Pemerintah Menurut Jenis Permukaannya dan Kondisinya di Kabupaten Takalar Tahun 2019.....	129
Tabel 4.12	Jenis Jalan Berdasarkan Wewenang mengelola, Wewenang Pemerintah Menurut Jenis Permukaannya dan Kondisinya di Kabupaten Takalar Tahun 2019.....	130

Tabel 4.13	Jumlah Pelanggan dan Air yang disalurkan di Kabupaten Takalar Tahun 2015-2019.....	132
Tabel 4.14	Jumlah Pelanggan Listrik Menurut Jenis Tarif di Kabupaten Takalar Tahun 2015-2019.....	133
Tabel 4.15	Daya Terpasang, Produksi, dan Distribusi Listrik PT. PLN (Persero) pada Cabang/Ranting PLN di Kabupaten Takalar Tahun 2016-2018.....	134
Tabel 4.16	Luas Wilayah Menurut Kelurahan/Desa di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitar	134
Tabel 4.17	Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk menurut desa/kelurahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya Tahun 2015-2019	138
Tabel 4.18	Luas Kawasan Rawan Bencana Kelas Bahaya Tinggi Berdasarkan Jenis Bencana di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	161
Tabel 4.19	Penggunaan Lahan berdasarkan fungsi lahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya pada tahun 2015 dan 2020.....	164
Tabel 4.20	Jumlah Fasilitas Sosial berdasarkan Jenis Fasilitas di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya Tahun 2020 ..	168
Tabel 4.21	Sistem Perkotaan Kabupaten Takalar hingga Tahun 2031 di Kecamatan Mangarabombang dan sekitarnya	172
Tabel 4.22	Perubahan Penggunaan Lahan Berdasarkan Fungsi Lahan dalam Periode Tahun 2015-2020	176
Tabel 4.23	Fungsi Lahan yang Dipertahankan dan Perubahan Penggunaan Lahan Berdasarkan Lahan Terkonversi dalam Periode Tahun 2015-2020	179
Tabel 4.24	Matriks Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Fungsi Lahan yang Terkonversi dalam Periode Tahun 2015-2020	180
Tabel 4.25	Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Wilayah Administrasi dalam Periode Tahun 2015-2020.....	183
Tabel 4.26	Kajian Pustaka Terkait Faktor-Faktor Pendorong dan Faktor-Faktor Pembatas yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan	188
Tabel 4.27	Pertumbuhan Lahan Permukiman menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Mangarabombang Dan Sekitarnya.....	191
Tabel 4.28	Keterkaitan Faktor-Faktor Pembatas terhadap Regulasi terkait Perlindungan Kawasan.....	203
Tabel 4.29	Pertumbuhan Lahan Permukiman Berdasarkan Periode Tahun.	209
Tabel 4.30	Prediksi Serapan Tenaga Kerja Pengembangan Takalar <i>Integrated Industrial Park</i>	212

Tabel 4.31	Prediksi Kebutuhan Lahan Permukiman untuk Tenaga Kerja pada Pengembangan Takalar <i>Integrated Industrial Park</i>	213
Tabel 4.32	Prediksi Serapan Tenaga Kerja Pengembangan Takalar <i>Integrated Industrial Park</i> pada Zona Pembangunan Pertama	216
Tabel 4.33	Prediksi Kebutuhan Lahan Permukiman untuk Tenaga Kerja pada Pengembangan Takalar <i>Integrated Industrial Park</i> pada Zona Pembangunan Pertama	217
Tabel 4.34	Prediksi Pertumbuhan Lahan Industri dan Permukiman berdasarkan Periode Tahun	218
Tabel 4.35	Zona <i>Constraint</i> di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	232
Tabel 4.36	Parameter Pembentuk Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan hingga Tahun 2040 berbasis <i>cellular automata</i> di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	243
Tabel 4.37	Matriks Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Fungsi Lahan yang Terkonversi pada Tahun 2020-2023.....	245
Tabel 4.38	Matriks Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Fungsi Lahan yang Terkonversi pada Tahun 2023-2030.....	249
Tabel 4.39	Matriks Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Fungsi Lahan yang Terkonversi pada Tahun 2031-2040	253
Tabel 4.40	Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan Fungsi Lahan Pada Tahun 2020-2040	256

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Perubahan Penggunaan Lahan	13
Gambar 2.2	Hubungan Manusia, Lingkungan dan Perubahan	14
Gambar 2.3	Model Perubahan <i>Landscape</i>	59
Gambar 2.4	Ketetanggan Von Neumann dan Moore.....	63
Gambar 2.5	Tahapan Pemodelan <i>LanduseSim</i>	64
Gambar 2.6	Skema simulasi pada aplikasi <i>LanduseSim</i>	65
Gambar 2.7	Skenario Simulasi Adanya Fungsi Lahan Baru Industri Menggunakan Aplikasi <i>LanduseSim</i>	69
Gambar 2.8	Tipe Ukuran <i>Neighborhood Filter</i>	74
Gambar 2.9	Bentuk dan Bobot <i>Neighborhood Filter 3X3</i>	75
Gambar 2.10	Mekanisme Pengoprasian <i>Landusesim</i> Secara Umum	76
Gambar 3.1	Peta Administrasi Lokasi Penelitian Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	89
Gambar 3.2	Kerangka Pikir	110
Gambar 4.1	Diagram Persentase Luas wilayah Kabupaten Takalar	112
Gambar 4.2	Peta Topografi Kabupaten Takalar	114
Gambar 4.3	Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Takalar.....	115
Gambar 4.4	Grafik Jumlah Penduduk di Kabupaten Takalar Tahun 2015-2020	116
Gambar 4.5	Diagram Distribusi Penduduk di Kabupaten Takalar Tahun 2020	119
Gambar 4.6	Peta Tutupan Lahan Tahun 2015 Kabupaten Takalar.....	121
Gambar 4.7	Peta Tutupan Lahan Tahun 2020 Kabupaten Takalar.....	122
Gambar 4.8	Diagram Jumlah Pelanggan PDAM Kabupaten Takalar Tahun 2015-2019	132
Gambar 4.9	Diagram Jumlah Air Minum yang Disalurkan di Kabupaten Takalar Tahun 2015-2019.....	132
Gambar 4.10	Peta Administrasi Lokasi Penelitian Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	136
Gambar 4.11	Grafik Jumlah Penduduk pada Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya Tahun 2015-2019	137
Gambar 4.12	Peta Topografi Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	141
Gambar 4.13	Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	142
Gambar 4.14	Peta Jaringan Jalan Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	144
Gambar 4.15	Peta Zoning Pengembangan Kawasan Industri Takalar	

	Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	149
Gambar 4.16	Peta Tahapan Rencana Pembangunan Pertama Pengembangan Kawasan Industri Takalar Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	150
Gambar 4.17	Peta Kawasan Hutan Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	152
Gambar 4.18	Peta Sempadan Pantai dan Sungai Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	154
Gambar 4.19	Peta Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	156
Gambar 4.20	Peta Sempadan Kawasan TPA Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	158
Gambar 4.21	Peta Kawasan Rawan Bencana Kelas Bahaya Tinggi Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	162
Gambar 4.22	Peta Tutupan Lahan Tahun 2015 Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	165
Gambar 4.23	Peta Tutupan Lahan Tahun 2020 Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	166
Gambar 4.24	Peta Sebaran Fasilitas Sosial Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	170
Gambar 4.25	Peta Sistem Perkotaan Wilayah Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	173
Gambar 4.26	Peta Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2015-2020 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	175
Gambar 4.27	Peta Analisis Arah Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2015-2020 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	186
Gambar 4.28	Peta Analisis Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman terhadap Permukiman Eksisting di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	193
Gambar 4.29	Peta Analisis Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman terhadap Jaringan Jalan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	195
Gambar 4.30	Peta Penggunaan Lahan Kota Batam Tahun 1997 dan 2007 ..	197
Gambar 4.31	Peta Analisis Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman terhadap Fasilitas Sosial di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	199
Gambar 4.32	Peta Analisis Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman terhadap Sistem Perkotaan Wilayah di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	201
Gambar 4.33	Peta Analisis Daerah Jangkauan Jalan Primer di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	220

Gambar 4.34	Peta Analisis Daerah Jangkauan Jalan Sekunder di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	221
Gambar 4.35	Peta Analisis Daerah Jangkauan Permukiman Eksisting di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	222
Gambar 4.36	Peta Analisis Daerah Jangkauan Kawasan Industri Takalar Pembangunan Pertama di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	223
Gambar 4.37	Peta Analisis Daerah Jangkauan Fasilitas Sosial di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	224
Gambar 4.38	Peta Analisis Daerah Jangkauan Sistem Perkotaan Wilayah di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	225
Gambar 4.39	Faktor Pendorong yang Paling Mempengaruhi Pertumbuhan Lahan Permukiman	227
Gambar 4.40	Peta Kesesuaian Lahan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	229
Gambar 4.41	Peta Kesesuaian Lahan Permukiman di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	230
Gambar 4.42	Peta <i>Zona Constraint</i> Lahan Industri di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	235
Gambar 4.43	Peta <i>Zona Constraint</i> Lahan Permukiman di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	236
Gambar 4.44	Peta Potensi Transisi Pertumbuhan Dengan <i>Zona Constraint</i> Lahan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	238
Gambar 4.45	Peta Potensi Transisi Pertumbuhan Dengan <i>Zona Constraint</i> Lahan Permukiman di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	239
Gambar 4.46	Bentuk dan Bobot <i>Neighborhood Filter 3X3</i>	240
Gambar 4.47	Mekanisme Operasi <i>Sum Neighborhood Filter 3X3</i>	240
Gambar 4.48	Peta Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Periode I pada Tahun 2021-2023 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	246
Gambar 4.49	Peta Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Periode II pada Tahun 2024-2030 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	250
Gambar 4.50	Peta Hasil Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Periode III pada Tahun 2031-2040 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	254
Gambar 4.51	Laju Perubahan Penggunaan Lahan dari Tahun 2020-2040 di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.....	258

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor Industri merupakan salah satu sektor potensial yang memiliki peranan penting dalam pembangunan ekonomi suatu negara, khususnya negara berkembang (Pradani, *et al.*, 2017). Sektor industri juga merupakan salah satu sektor yang dianggap mampu dalam membuka lapangan pekerjaan untuk tenaga kerja dan dapat mendorong pertumbuhan teknologi yang berguna bagi manusia serta dapat memicu pertumbuhan ekonomi di sektor-sektor lain yang saling berkaitan, seperti sektor perdagangan dan jasa. Hampir semua negara memandang bahwa industrialisasi adalah suatu keharusan karena dapat menjamin kelangsungan proses pembangunan ekonomi jangka panjang dengan laju pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan yang menghasilkan peningkatan pendapatan perkapita setiap tahun. Pembangunan ekonomi di suatu negara dalam periode jangka panjang akan membawa perubahan mendasar dalam struktur ekonomi negara tersebut, yaitu dari ekonomi tradisional yang dititikberatkan pada sektor pertanian ke ekonomi modern yang didominasi oleh sektor industri (Tambunan, 2001:15).

Industrialisasi dari sudut pandang ekonomi akan memberikan efek berganda (*multiplier effect*) yang luas bagi perekonomian nasional, mulai dari peningkatan pada nilai tambah bahan baku dalam negeri, penyerapan tenaga kerja lokal, hingga penerimaan devisa dari ekspor. Konsentrasi kegiatan ekonomi akibat industrialisasi tersebut akan mendorong terjadinya urbanisasi yang berkaitan erat dengan kesempatan kerja dan peningkatan jumlah penduduk. Peningkatan jumlah penduduk, baik secara alamiah maupun akibat urbanisasi menuntut adanya peningkatan ruang atau lahan untuk aktivitas masyarakat dan ketersediaan prasarana perkotaan. Kondisi seperti itu pada akhirnya akan berdampak secara fisik, baik pada penggunaan lahan maupun struktur wilayah. Pada sisi sosial, industrialisasi akan memberi pengaruh pada perubahan struktur sosial masyarakat berkaitan dengan aktivitas masyarakat secara makro, seperti berubahnya aktivitas atau mata pencaharian masyarakat dari pertanian/bertani menjadi industri/buruh pabrik. Sementara dari sisi ekologi, pengaruh industrialisasi akan menimbulkan

dampak pencemaran lingkungan serta perubahan penggunaan lahan yaitu konversi lahan dari lahan pertanian menjadi lahan industri dan lainnya. Perubahan penggunaan lahan ini jika tidak dikendalikan akan memberikan dampak negatif. Braissoulis, (2000) berpendapat bahwa dampak perubahan penggunaan lahan secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu dampak terhadap lingkungan (*Environmental Impact*), dan dampak terhadap kondisi sosial ekonomi (*socio-economic impact*). Adapun Dampak perubahan penggunaan lahan akibat aktivitas industrialisasi terhadap lingkungan seperti kerusakan lingkungan, peningkatan risiko pencemaran tanah dan air sedangkan dampak terhadap kondisi sosial ekonomi yaitu menurunnya produktivitas pertanian setempat.

Industri kini mulai banyak didirikan di negara-negara berkembang yang salah satunya di Indonesia. Indonesia memiliki keunggulan dalam pengembangan industri, keunggulan itu antara diantaranya ketersediaan sumber daya alam yang berlimpah sebagai bahan baku industri, memiliki pangsa pasar yang besar dan banyaknya sumber daya manusia. Indonesia sebagai negara berkembang memandang perlunya melakukan hilirisasi sumber daya alam sebagai upaya peningkatan nilai tambah hasil sumber daya alam melalui proses pengolahan sumber daya alam dalam pengembangan kawasan industri. Demi mendorong percepatan pembangunan kawasan industri di Indonesia, setiap perusahaan industri yang akan menjalankan industri wajib berlokasi di kawasan industri dan juga terdapat pengecualian untuk perusahaan industri terhadap kewajiban berlokasi di kawasan industri sesuai amanat Undang-Undang No. 3 Tahun 2014 Tentang Perindustrian. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 142 Tahun 2015 Tentang Kawasan Industri menyebutkan tujuan pembangunan kawasan industri untuk mempercepat penyebaran dan pemerataan pembangunan Industri, meningkatkan upaya pembangunan Industri yang berwawasan lingkungan, meningkatkan daya saing investasi dan daya saing Industri dan memberikan kepastian lokasi sesuai tata ruang.

Menurut PT.KBN, (2020:17) Kabupaten Takalar mempunyai potensi yang mendukung adanya pengembangan kawasan industri, potensi tersebut diantaranya berada pada lokasi strategis yang dilewati oleh alur pelayaran internasional (ALKI

2), dekat dengan pelabuhan internasional dan bandara serta Ibu Kota Negara (IKN), harga lahan yang kompetitif, ketersediaan lahan yang cukup luas dengan jumlah penduduk yang masih sedikit pada lahan peruntukan kawasan industri, upah minimum provinsi yang kompetitif, daya dukung fisik lahan cenderung datar dan keras juga dekat dengan pantai, terdapat infrastruktur pendukung berupa PLTU, Telco, dan Air, sumber daya manusia yang mudah diperoleh, potensi pelabuhan dengan kedalaman 11-29 meter, dan ekosistem industri yang mendukung disebabkan Sulawesi memiliki beberapa industri yang berbasis tambang sehingga diharapkan dapat menjadi kawasan industri yang terintegrasi. Berdasarkan Dinas Koperasi UKM dan Perdagangan Kabupaten Takalar, (2020) Kabupaten Takalar memiliki banyak sektor industri yang terdiri dari industri kecil sebanyak 2.667 unit dan industri menengah sebanyak 284 unit.

Pengembangan Takalar *Integrated Industrial Park* atau Kawasan Industri Takalar ditetapkan dalam Peraturan Presiden No. 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024 sebagai salah satu dari 18 kawasan industri yang dikembangkan. Berdasarkan RIPIN 2015-2035, (2015) Kabupaten Takalar ditetapkan sebagai salah satu Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri (WPPI) yang berperan sebagai penggerak utama (*prime mover*) ekonomi Sulawesi Selatan (WPI), melalui pengembangan industri prioritas; 1) Industri Pangan (Industri Andalan), 2) Industri Tekstil, Alas Kaki Dan Aneka (industri andalan), 3) Industri Hulu Agro, (Industri Hulu) & 4) Industri Logam dasar dan Bahan Galian Bukan Logam/Besi/Baja (Industri Hulu), Berdasarkan RTRW Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2009-2029, Kabupaten Takalar juga sebagai Pusat Kegiatan Nasional (PKN) yaitu PKN Mamminasata yaitu kawasan perkotaan Makassar, Maros Sungguminasa dan Takalar, Kawasan Strategis Nasional dari sudut kepentingan pertumbuhan ekonomi yaitu Kawasan Metropolitan Mamminasata dan Kawasan Strategis Ekonomi dari sudut kepentingan pertumbuhan ekonomi sebagai Kawasan Industri Skala Besar. Keterkaitan peraturan-peraturan tersebut akan menjadi dasar hukum dan memberikan kemudahan dalam pengembangan dan/atau pembangunan kawasan industri di Kabupaten Takalar.

Konsep pengembangan Takalar *Integrated Industrial Park* (TIIP) merupakan kawasan industri yang terintegrasi dengan Pelabuhan dan berkonsep *multi cluster Industries* yang didukung dengan infrastruktur kawasan lengkap (PT.KBN, 2020:7). Pengembangan Takalar *Integrated Industrial Park* (TIIP) atau Kawasan Industri Takalar terletak pada Kecamatan Mangarabombang bagian selatan Kabupaten Takalar dengan luas kawasan sebesar ± 3.500 Ha. Kebutuhan Tenaga kerja yang akan diserap di kawasan industri berdasarkan Permen Perindustrian Nomor 40/M-IND/PER/7/2016 diasumsikan rata-rata 100 tenaga kerja per hektarnya. Pengembangan Kawasan Industri Takalar diproyeksi akan menyerap tenaga kerja sekitar ± 284.550 jiwa (PT.KBN, 2020:236). Pengembangan Kawasan Industri Takalar tahap pertama akan dibangun dengan luas sebesar 1.000 Ha pada zona daur ulang industri pengolahan logam non besi (*Recycling Non ferrous Metals Processing Industry*) yang diprediksi akan selesai pembangunannya dalam waktu 10 tahun dan pengerjaan pembangunan direncanakan pada tahun 2021. Keuntungan-keuntungan yang akan didapatkan dalam pembangunan kawasan industri takalar pada zona daur ulang industri pengolahan logam non besi (*Recycling Non ferrous Metals Processing Industry*) yaitu keuntungan ekonomi meliputi investasi sebesar ± 20 Miliar Yuan, perusahaan yang terlibat sebanyak ± 50 unit, nilai produksi bisa mencapai 100 Miliar Yuan pertahun setelah konstruksi selesai, untuk keuntungan sosial secara langsung menyediakan lapangan pekerjaan, sedangkan untuk keuntungan hubungan hasil produksi dapat mendorong pengembangan industri hilir seperti industri otomotif dll dan untuk keuntungan lingkungan dapat menghemat pertahun 7 juta ton energi batubara, lebih dari 1,5 miliar m^3 air, lebih dari 1 miliar ton emisi limbah padat dan berwawasan lingkungan (PT.KBN, 2020:11).

Pengembangan Kawasan Industri Takalar akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan dan munculnya permukiman tenaga kerja yang dikhawatirkan bertumbuh secara sporadik dan acak pada kawasan-kawasan peruntukan lindung yang tidak sesuai dengan peruntukan kawasan permukiman di Kecamatan Mangarabombang dan sekitarnya. Selain pengembangan Kawasan industri, pertumbuhan jumlah penduduk tiap tahun mengalami peningkatan, dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk dari tahun 2015-2020 di Kabupaten Takalar sebesar

1,20% (BPS Kabupaten Takalar, 2016-2020). Peningkatan jumlah penduduk baik secara alami maupun akibat migrasi dan mobilitas penduduk dalam pemenuhan kebutuhan tenaga kerja industri akan menuntut adanya pertumbuhan lahan permukiman yang dikhawatirkan akan tidak terkendali di sekitar kawasan tersebut. Dalam mengantisipasi pertumbuhan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri yang dikhawatirkan akan terjadi alih fungsi lahan yang tidak terkendali dan berada pada kawasan peruntukan lindung di Kecamatan Mangarabombang dan sekitarnya maka dibutuhkan pemodelan spasial penggunaan lahan dengan melakukan simulasi perubahan penggunaan lahan secara spasial dalam periode waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan dimasa depan. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian terkait pemodelan perubahan penggunaan lahan dalam mengatasi lonjakan pertumbuhan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar dengan adanya batasan perlindungan di Kecamatan Mangarabombang dan sekitarnya hingga 20 tahun kedepan.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Rencana Pengembangan Takalar *Integrated Industrial Park* atau Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan baik dalam kawasan industri maupun di sekitar kawasan tersebut. Pengembangan Kawasan Industri Takalar akan memberi dampak positif meliputi meningkatkan pertumbuhan perekonomian dan penyediaan lapangan pekerjaan. Sedangkan dampak negatif yang didapatkan akibat pengembangan kawasan tersebut dapat menyebabkan permasalahan lingkungan seperti polusi udara, polusi air dan polusi suara di sekitar kawasan tersebut. Pengembangan Kawasan Industri Takalar juga dapat menyebabkan terjadinya migrasi dan mobilitas penduduk yang diproyeksi akan menyerap tenaga kerja sekitar ± 284.550 jiwa, sehingga kebutuhan lahan permukiman akan meningkat di sekitar kawasan tersebut yang dikhawatirkan akan bertumbuh secara sporadik dan acak pada kawasan-kawasan peruntukan lindung yang tidak sesuai dengan peruntukan dalam perencanaan tata ruang. Tumbuhnya permukiman tenaga kerja yang tidak terkendali di sekitar Kawasan Industri Takalar dapat menyebabkan munculnya kawasan permukiman kumuh.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya dari tahun 2015 hingga 2020, sebelum adanya Pengembangan Kawasan Industri Takalar?
2. Bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya?
3. Bagaimana pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar dengan adanya batasan perlindungan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya hingga Tahun 2040?

1.3 Tujuan Penelitian

Menjawab pertanyaan penelitian tersebut, dirumuskan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya dari tahun 2015 hingga 2020, sebelum adanya Pengembangan Kawasan Industri Takalar.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya.
3. Mengetahui pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar dengan adanya batasan perlindungan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya hingga Tahun 2040.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi masyarakat, sebagai referensi terkait adanya Pengembangan Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang serta memberi gambaran pertumbuhan lahan permukiman yang sesuai dengan peruntukan kawasan permukiman dan/atau tidak berada pada kawasan lindung sehingga dapat

dimanfaatkan bagi masyarakat sekitar dan tenaga kerja kawasan tersebut untuk bermukim hingga 20 tahun kedepan.

2. Bagi pemerintah, sebagai memberikan informasi terkait karakteristik pola perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya dari tahun 2015 hingga 2020, menjadi bahan masukan, rujukan dan pertimbangan dalam perencanaan tata ruang meliputi RTRW dan RDTR terkait perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya hingga tahun 2040 dengan harapan agar lebih terarah dan terkendali.
3. Bagi dunia pendidikan, sebagai referensi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri dan pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri berbasis *Cellular Automata*.

1.5 Output Penelitian

Adapun output penelitian yang dihasilkan yaitu:

1. Laporan Penelitian yang termasuk secara sistematis sebagai Latihan pengembangan dan penerapan ilmu perencanaan wilayah dan kota.
2. Jurnal, poster, *summary book*, *power point* presentasi dan peta pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan Kawasan Industri Takalar hingga tahun 2040.

1.6 Outcome Penelitian

Adanya pelaksanaan penelitian ini *outcome* yang diharapkan yaitu:

1. Meningkatkan pemahaman, pengetahuan, dan kesadaran pada masyarakat, pemerintah dan akademis terkait karakteristik pola perubahan penggunaan lahan yang terjadi di sekitar kawasan industri hingga 20 tahun kedepan.
2. Memberikan pemahaman dan pengetahuan pada masyarakat, pemerintah dan akademis terkait faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri.

3. Menjadi masukan, rujukan dan pertimbangan dalam perencanaan penataan ruang meliputi RTRW dan RDTR terkait perubahan penggunaan lahan permukiman akibat pengembangan kawasan industri hingga 20 tahun kedepan dengan harapan agar lebih terarah dan terkendali.

1.7 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibedakan menjadi dua yaitu ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup substansial. Ruang lingkup substansial terkait dalam lingkup materi yang akan dibahas dalam penelitian sedangkan. ruang lingkup wilayah terkait dalam pembatasan wilayah studi yang akan diteliti berdasarkan judul penelitian.

1. Ruang Lingkup Wilayah

Lokasi penelitian dibatasi pada Kawasan Industri Takalar yang berada di Kecamatan Manggarabombang yang akan mempengaruhi kecamatan di sekitarnya. Lokasi penelitian ini disesuaikan dengan batas wilayah administrasi kecamatan yang terdiri dari empat kecamatan yaitu Kecamatan Mangarabombang meliputi Desa Laikang, Desa Banggae, Desa Topejawa, Desa Mangadu, Desa Lakatong, Desa Langkase, Desa Bontomanai, Desa Bontoparang, Desa Payangkalang, Desa Pattoppakang, Desa Punaga, dan Desa Cikong, pada Kecamatan Mappakasunggu meliputi Kelurahan Takalar, Desa Pabatangan, desa Soreang dan Desa Patani, untuk Kecamatan Pattalassang meliputi Kelurahan Pattalassang, Kelurahan Pappa, Kelurahan Pallantikang dan Kecamatan Polongbangkeng Selatan terdiri dari Kelurahan Pabundukang, Kelurahan Canrego, Kelurahan Bontokadatto, Kelurahan Rajaya, dan Kelurahan Bulukunyi.

2. Ruang Lingkup Substansial

Adapun ruang lingkup substansi dalam penelitian ini yaitu:

- a. Karakteristik pola perubahan penggunaan lahan dari tahun 2015 hingga 2020, sebelum adanya Pengembangan Kawasan Industri Takalar yang ditinjau dari aspek kesamaan fungsi lahan, arah perubahan penggunaan lahan, lahan yang dikonversi atau beralih fungsi dan wilayah administrasi pada wilayah penelitian.

- b. Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar yang ditinjau dari aspek faktor-faktor pendorong (*driving factors*) dan faktor-faktor pembatas (*constraint factors*) yang diperoleh dari penelitian terdahulu dan peraturan yang memiliki keterkaitan dengan faktor-faktor tersebut.
- c. Pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman dan Pengembangan Kawasan Industri Takalar dengan adanya batasan perlindungan hingga Tahun 2040 yang ditinjau dari prediksi pertumbuhan permukiman dan Pengembangan Kawasan Industri Takalar, Daerah Jangkauan faktor-faktor pendorong, Pengaruh pertumbuhan lahan permukiman terhadap kedekatan dengan faktor-faktor pendorong dan pembentukan zona *constraint* dari faktor-faktor pembatas dengan berbasis *Cellular Automata*.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini sendiri terdiri atas enam bab dan disusun secara berurutan dan terstruktur yang dijelaskan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan	Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian <i>output</i> penelitian, <i>outcome</i> dan sistematika penulisan;
BAB II Tinjauan Pustaka	Bab ini memuat tentang kajian/studi pustaka, teori-teori, peraturan-peraturan, penelitian terdahulu dan kerangka berpikir yang berkaitan dengan pertanyaan penelitian yang akan dijawab;
BAB III Metode Penelitian	Bab ini menguraikan terkait jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, jenis dan pengumpulan data, teknik pengumpulan data, teknik analisis, definisi operasional, variabel penelitian, dan kerangka penelitian;
BAB IV Hasil dan Pembahasan	Bab ini menjelaskan mengenai lokasi penelitian meliputi letak geografis, kependudukan dan kondisi fisik dan fasilitas umum di lokasi penelitian dan juga memaparkan secara detail mengenai hasil analisis untuk

menjawab pertanyaan penelitian sebelumnya sesuai dengan tinjauan Pustaka dan menggunakan teknik analisis yang telah dirancang;

BAB V Penutup

Bab ini merupakan akhir dari penulisan penelitian yang memuat kesimpulan dari hasil-hasil analisis yang menjadi jawaban terhadap pertanyaan penulis yang diteliti. dan juga berisi saran yang diperoleh dari hasil penelitian serta keterbatasan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan

Lahan merupakan ruang yang terdiri dari seluruh elemen lingkungan fisik sejauh memiliki potensi dan pengaruh terhadap penggunaan lahan (Dent dan Young, 1981). Lahan sendiri merujuk pada tanah yang berhubungan dengan semua faktor yang relevan dari lingkungan biofisik seperti geologi, bentuk lahan, topografi, vegetasi, dan termasuk aktivitas di bawah pada atau di atas permukaan tanah, serta faktor yang berkaitan dengan kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya (Baja, 2012). Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, karena faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

2.2 Penggunaan Lahan/Tutupan Lahan (PL/TL)

Menurut Food and Agriculture Organization (FAO), penggunaan lahan (*land use*) adalah modifikasi lahan yang dilakukan oleh manusia terhadap lingkungan hidup menjadi lingkungan terbangun seperti lapangan, pertanian, dan permukiman. Penggunaan lahan didefinisikan sebagai jumlah dari pengaturan aktivitas dan input yang dilakukan manusia pada tanah tertentu (FAO,1997; FAO/UNEP,1999). Penggunaan lahan merupakan pemanfaatan lahan untuk keperluan yang mendasari dari aktivitas manusia (Deliar, 2010). Berdasarkan SNI 7645-1:2014 tentang Klasifikasi Penutup lahan, Penggunaan lahan merupakan suatu bentuk pemanfaatan atau fungsi dari perwujudan suatu bentuk penutup lahan. Penggunaan lahan mengacu pada aktivitas manusia di darat yang berhubungan langsung dengan lahan (Prakasam, 2010). Penggunaan lahan merujuk pada karakteristik biofisik lahan yang dimanipulasi sesuai dengan tujuan penggunaan. Manipulasi mempunyai pengertian bahwa terdapat suatu perubahan sumber daya lahan menjadi suatu bentuk yang lebih menguntungkan (Deliar, 2010).

Tutupan lahan merupakan fakta dari fenomena sederhana yang dapat diamati di lapangan (Baja, 2012) yang mengacu pada atribut bagian permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi, termasuk biota, tanah, topografi, permukaan dan air tanah, dan struktur manusia (Turner *et al.* 1995). Berdasarkan SNI 7645-1:2014 tentang

Klasifikasi Penutup lahan, Penutup lahan/tutupan lahan merupakan tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan aktivitas dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Penutupan lahan merupakan garis yang menggambarkan batas penampakan area tutupan di atas permukaan bumi yang terdiri dari bentang alam dan/atau bentang buatan (UU No.4, 2011).

Terminologi penggunaan lahan (*land use*) dan penutupan lahan (*land cover*) kadangkala digunakan secara bersama-sama, padahal kedua terminologi tersebut berbeda. Lillesand dan Kiefer, (1979) berpandangan bahwa penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada objek tersebut. Pengertian penggunaan lahan dengan tutupan lahan mempunyai arti yang berbeda, tetapi untuk penelitian ini menggunakan kedua istilah tersebut menjadi satu kesatuan yaitu PL/TL.

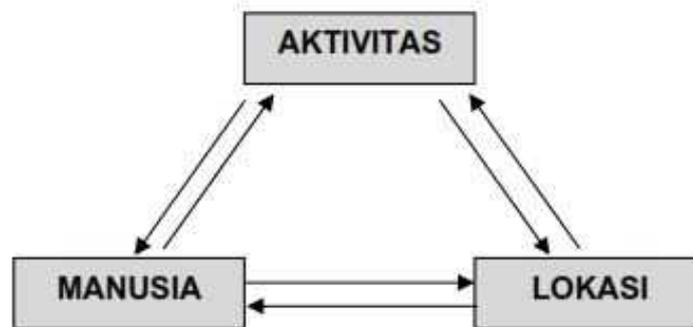
2.3 Perubahan Penggunaan Lahan/Tutupan Lahan (PL/TL)

Perubahan penggunaan lahan mencerminkan dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan global (Houghton *et al*, 1999). Proses penggunaan lahan yang dilakukan dari dampak aktivitas manusia dari waktu ke waktu terus mengalami perubahan seiring dengan perkembangan peradaban dan kebutuhan manusia. Semakin tinggi kebutuhan manusia maka akan semakin tinggi juga kebutuhan lahan. Perubahan penggunaan lahan mengacu pada waktu yang berbeda dan pada lokasi yang sama tentang perbedaan luas area dari tutupan lahan (Turner *et al*. 1995). Yulita, (2011) mendefinisikan bahwa perubahan tutupan atau penggunaan lahan merupakan suatu proses perubahan dari penggunaan atau tutupan lahan sebelumnya ke penggunaan atau tutupan lahan lainnya yang dapat bersifat permanen maupun sementara, dan merupakan bentuk konsekuensi logis adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat yang sedang berkembang.

Secara keseluruhan perkembangan dan perubahan pola tata guna lahan pada kawasan permukiman dan perkotaan berjalan dan berkembang secara dinamis dan natural terhadap alam, dan dipengaruhi oleh sebagai berikut (Yusran, 2006:48):

- Faktor manusia, yang terdiri dari kebutuhan manusia akan tempat tinggal, potensi manusia, finansial, sosial budaya, serta teknologi.
- Faktor fisik kota, meliputi pusat kegiatan sebagai pusat-pusat pertumbuhan kota dan jaringan transportasi sebagai aksesibilitas kemudahan pencapaian.
- Faktor bentang alam yang berupa kemiringan lereng dan ketinggian lahan.

Selanjutnya, Catanase dan Snyder dalam Yusran, (2006:49) mengatakan bahwa dalam penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh manusia, aktivitas dan lokasi, di mana hubungan ketiganya sangat berkaitan, sehingga dapat dianggap sebagai siklus perubahan penggunaan lahan, seperti yang ditampilkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus Perubahan Penggunaan Lahan

Sumber: Catanase dalam Yusran, 2006:48

Terdapat empat proses utama yang menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan (Bourne dalam Yusran, 2006:48) yaitu:

- Perluasan Batas Kota;
- Peremajaan Pusat Kota;
- Perluasan Jaringan Infrastruktur terutama jaringan transportasi;
- Tumbuh dan hilangnya pemusatan aktivitas tertentu, misalnya tumbuh aktivitas industri dan pembangunan sarana rekreasi atau wisata.

Perubahan penggunaan lahan dapat timbul dari suatu aktivitas manusia dengan segala macam bentuk aktivitasnya pada ruang yang menyebabkan perubahan lahan suatu kota. Bintarto, (1977:73), Perubahan tersebut meliputi :

- Proses Perubahan Perkembangan (*development change*) Perubahan yang terjadi tanpa memerlukan suatu perpindahan karena masih terdapat ruang dan fasilitas-fasilitas yang ada pada tempat tersebut.

- Proses Perubahan Lokasi (*locational change*) Perubahan yang mengakibatkan perpindahan sejumlah penduduk ke daerah lain karena suatu tempat tidak mampu menangani suatu masalah serta sumber daya yang ada di tempat tersebut.
- Proses Perubahan Perilaku (*behavioral change*) Pada proses perubahan ini karena adanya perkembangan yang terjadi sehingga sebagian besar penduduknya berusaha untuk mengubah perilaku dan dapat menyesuaikan dengan perubahan yang ada.

Hubungan Manusia, Lingkungan dan Perubahan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hubungan Manusia, Lingkungan dan Perubahan

Sumber: Bintarto, R, Geografi Kota, 1977

Dari beberapa ulasan tentang perubahan penggunaan lahan di atas, tampak bahwa manusia dengan segala kegiatannya sangat berpengaruh terhadap penggunaan lahan suatu wilayah. Namun, hal yang harus diperhatikan adalah lahan pada suatu wilayah adalah sumber daya alam yang memiliki keterbatasan untuk menampung kegiatan manusia. Kesalahan dalam penggunaan lahan akan memiliki dampak negatif yang buruk, seperti erosi, degradasi tanah, pencemaran air tanah, penurunan muka air tanah, berkurangnya ketersediaan air bersih dan lain sebagainya. Sehingga perencanaan penggunaan lahan, harus optimal dengan tetap memperhatikan keseimbangan ekosistem, sehingga tercipta ruang yang aman, nyaman, produktif dan berkelanjutan.

2.4 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Perubahan PL/TL

Secara umum perubahan PL/TL dapat disebabkan oleh banyak faktor (*Driving Factors*), terutama faktor-faktor yang memiliki hubungan terhadap suatu jenis PL/TL. Dalam proses perubahan PL/TL, terdapat faktor yang mempengaruhinya karena faktor ini saling berinteraksi antar satu sama lain. Pada setiap perubahan penggunaan lahan memiliki *Driving Factors* yang berbeda-beda. Pada dasarnya terdapat dua kelompok besar faktor pendorong (*driving forces*) perubahan PL/TL yaitu faktor biofisik dan faktor sosio-ekonomi (Ganasri dan Dwarakish, 2015). Faktor biofisik merupakan karakteristik dan proses yang terjadi di lingkungan alamiah seperti akibat perubahan iklim, perubahan bentuk topografi, proses geomorfologi, bencana alam, dan lain sebagainya. Faktor sosio-ekonomi merujuk pada aktivitas manusia, seperti demografi, sosial, ekonomi, budaya, politik, industri, teknologi, dan lain sebagainya.

Menurut Bogaert & Dendoncker, (2007) terdapat 5 faktor utama yang berpengaruh dalam perubahan penggunaan lahan yaitu: 1) Faktor biofisik (potensi dan penghambat), 2) Faktor ekonomi, 3) Faktor sosial, 4) Kebijakan tata ruang, dan 5) Interaksi keruangan dan karakteristik ketetanggaan. Dalam penelitian Mienmany, (2018) faktor pendorong perubahan penggunaan lahan disebabkan oleh beberapa faktor yang berbeda, tetapi faktor ini saling berkaitan yaitu seperti faktor sosial, politik, ekonomi, teknologi, dan fisik lingkungan. Faktor ini dikategorikan menjadi dua kategori yaitu faktor langsung dan tidak langsung. Faktor langsung merupakan aktivitas yang meliputi urbanisasi, agrikultur, dan pengolahan kayu. Aktivitas ini dipengaruhi oleh variabel demografi, ekonomi, teknologi, kebijakan, kultur, dan kondisi fisik lingkungan yang merupakan faktor tidak langsung. Pada aktivitas urbanisasi mempertimbangkan beberapa variabel yaitu transportasi berupa jalan, permukiman dan komersial. Berdasarkan pendapat para ahli tersebut terdapat kesamaan dalam menentukan faktor-faktor dalam perubahan PLTL, sehingga dalam menentukan *Driving Factors* pada penelitian ini akan mengkombinasikan factor-faktor pendapat para ahli tersebut tanpa terlepas dari latar belakang pengembangan Kawasan Industri Takalar yang akan memicu aktivitas urbanisasi berupa migrasi dan mobilitas penduduk dan dengan mempertimbangkan Kabupaten Takalar sebagai Pusat Kegiatan Nasional dan Kawasan Strategis Nasional dan

Provinsi di dalam Perencanaan Tata Ruang. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan terbagi atas dua faktor, yaitu Faktor Pendorong (*Driving Factors*) dan Faktor Pembatas (*Constraint Factors*).

Faktor Pendorong (*Driving Factors*) merupakan hal-hal yang mempengaruhi sesuatu menjadi berkembang, memajukan, menambah dan menjadi lebih dari sebelumnya. Dalam perubahan penggunaan lahan terdapat faktor pendorong yang akan mempengaruhi perkembangan dan/atau pertumbuhan penggunaan lahan. berikut faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan, meliputi:

2.4.1 Pertumbuhan Permukiman

Undang-undang No. 1 Tahun 2011 yang dimaksud permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan sedangkan untuk kawasan permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan, yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan.

Adisasmita, (2010) mengemukakan bahwa permukiman adalah Sebidang tanah/lahan yang diperuntukkan bagi pengembangan permukiman. Daerah tertentu yang didominasi lingkungan hunian dengan fungsi utama sebagai tempat tinggal yang dilengkapi dengan sarana, prasarana daerah dan tempat kerja yang memberikan pelayanan dan kesempatan kerja guna mendukung penghidupan, perikehidupan sehingga fungsi kawasan dapat berdaya guna dan berhasil guna.

Pembahasan mengenai permukiman tidak hanya ditinjau dari aspek fisik dan teknis saja, tetapi meliputi aspek sosial, ekonomi, dan budaya yang menyebabkan perlunya melakukan penelitian secara mendalam pada lokus penelitian. Budihardjo, (1997) menyatakan bahwa permukiman manusia merupakan masalah yang pelik, yang saling tumpang tindih karena menyangkut wadah dan isi.

Menurut Yunus, (1987) permukiman merupakan tempat tinggal atau yang berkaitan dengan tempat tinggal dan secara sempit berarti daerah tempat tinggal atau bangunan tempat tinggal. Dari berbagai sumber yang telah dipaparkan sebelumnya, permukiman merupakan salah satu wujud aktivitas yang dilakukan manusia pada suatu tempat di muka bumi dan yang menjadi tujuan utama dari penataan kawasan adalah untuk mengembangkan lingkungan permukiman.

Perbedaan nyata antara permukiman dan perumahan terletak pada fungsinya. Pada kawasan permukiman, memiliki fungsi ganda yaitu sebagai tempat tinggal dan sebagai tempat mencari nafkah bagi sebagian penghuninya. Sedangkan pada perumahan, hanya berupa sekumpulan rumah yang berfungsi sebagai tempat tinggal bagi para penghuninya. Fungsi perumahan hanya sebagai tempat tinggal dan tidak merangkap sebagai tempat mencari nafkah (Sadana, 2014:20).

Menurut Peraturan Menteri Perumahan Rakyat No 10 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Perumahan Dan Kawasan Permukiman Dengan Hunian Berimbang, skala Perumahan, permukiman, lingkungan hunian dan kawasan permukiman dalam Penyelenggaraan perumahan dan kawasan permukiman dengan hunian berimbang sebagai berikut:

- Perumahan dengan jumlah rumah sekurang-kurangnya 50 (lima puluh) sampai dengan 1.000 (seribu) rumah;
- Permukiman dengan jumlah rumah sekurang-kurangnya 1.000 (seribu) sampai dengan 3.000 (tiga ribu) rumah;
- Lingkungan hunian dengan jumlah rumah sekurang-kurangnya 3.000 (tiga ribu) sampai dengan 10.000 (sepuluh ribu) rumah; dan
- Kawasan permukiman dengan jumlah rumah lebih dari 10.000 (sepuluh ribu) rumah.

Menurut Doxiadis, (1968) Suatu permukiman terbentuk bilamana kedua aspek di atas dapat terpadu atau saling terjadi keterkaitan. kedua elemen yaitu *isi* dan *wadah*, dapat dijabarkan lagi menjadi beberapa bagian:

- *Nature* (unsur alam), mencakup sumber-sumber daya alam seperti geologi, topografi, hidrologi, tanah, iklim, dan unsur hayati seperti vegetasi dan fauna;

- *Man* (manusia), mencakup segala kebutuhan pribadinya, seperti kebutuhan biologis, emosional, nilai-nilai moral, perasaan dan persepsinya;
- *Society* (masyarakat), manusia sebagai bagian dari masyarakatnya;
- *Shell* (lindungan), tempat manusia sebagai individu dan kelompok melakukan kegiatan dan kehidupannya;
- *Network* (jejaring), merupakan sistem alami atau yang dibuat manusia untuk menunjang berfungsinya lingkungan permukimannya, seperti jalan, jaringan air bersih, listrik, telepon, sistem persampahan dan lain sebagainya.

Menurut Mumford, Lewis, dalam Wesnawa, (2015:27) mengemukakan 6 jenis kota berdasarkan tahap perkembangan permukiman penduduk kota. Jenis tersebut diantaranya:

- Tahap *Eopolis* adalah tahap perkembangan desa yang sudah teratur dan masyarakatnya merupakan peralihan dari pola kehidupan desa ke arah kehidupan kota.
- Tahap *polis* adalah suatu daerah kota yang sebagian penduduknya masih mencirikan sifat-sifat agraris.
- Tahap *metropolis* adalah suatu wilayah kota yang ditandai oleh penduduknya sebagian kehidupan ekonomi masyarakat ke sektor industri.
- Tahap *megapolis* adalah suatu wilayah perkotaan yang terdiri dari beberapa kota *metropolis* yang menjadi satu sehingga membentuk jalur perkotaan.
- Tahap *tryanopolis* adalah suatu kota yang ditandai dengan adanya kekacauan pelayanan umum, kemacetan lalu-lintas, tingkat kriminalitas tinggi
- Tahap *necropolis* (Kota mati) adalah kota yang mulai ditinggalkan penduduknya.

Menurut Wesnawa, (2015:32) mengemukakan tipe permukiman dapat dibedakan menjadi 2 tipe permukiman.

1. Tipe Permukiman berdasarkan waktu hunian

Ditinjau dari waktu hunian permukiman dapat dibedakan menjadi permukiman sementara dan permukiman bersifat permanen. Tipe sementara dapat dihuni hanya beberapa hari (rumah tenda penduduk pengembara), dihuni hanya untuk

beberapa bulan (kasus perumahan peladang berpindah secara musiman), dan hunian hanya untuk beberapa tahun (kasus perumahan peladang berpisah yang tergantung kesuburan tanah). Tipe permanen, umumnya dibangun dan dihuni untuk jangka waktu yang tidak terbatas. Berdasarkan tipe ini, sifat permukiman lebih banyak bersifat permanen. Bangunan fisik rumah dibangun sedemikian rupa agar penghuninya dapat menyelenggarakan kehidupannya dengan nyaman.

2. Tipe permukiman menurut karakteristik fisik dan nonfisik.

Pada hakekatnya permukiman memiliki struktur yang dinamis, setiap saat dapat berubah dan pada setiap perubahan ciri khas lingkungan memiliki perbedaan tanggapan. Hal ini terjadi dalam kasus permukiman yang besar, karena perubahan disertai oleh pertumbuhan. Sebagai suatu permukiman yang menjadi semakin besar, secara mendasar dapat berubah sifat, ukuran, bentuk, rencana, gaya bangunan, fungsi dan kepentingannya. Jadi jika tempat terisolasi sepanjang tahun kondisinya relatif tetap sebagai organisme statis suatu kota besar maupun kecil akan menghindari kemandegan, kota akan berkembang baik kearah vertikal maupun horizontal, fungsi baru berkembang dan fungsi lama menghilang, pengalaman sosial dan transformasi ekonomi mengalami perkembangan pula. Pada akhirnya terpenting untuk dipertimbangkan bahwa semua permukiman memiliki jati diri masing-masing secara khas. Baik tanpa fisik, peranan dan fungsi, sejarah, arsitektur dan perencanaan jalan pada setiap permukiman memiliki keunikan sendiri.

Adapun karakteristik lokasi, kesesuaian lahan, kriteria dan batasan teknis penentuan kelayakan lahan untuk permukiman berdasarkan Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya Modul Terapan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007.diantaranya:

a. Karakteristik lokasi dan kesesuaian lahan permukiman, terdiri atas:

- 1) Topografi datar sampai bergelombang (kemiringan lereng lahan 0 - 25%);

- 2) Tersedia sumber air, baik air tanah maupun air yang diolah oleh penyelenggara dengan jumlah yang cukup. Pada air PDAM suplai air antara 60 liter/org/hari - 100 liter/org/hari;
- 3) Tidak berada pada daerah rawan bencana (longsor, banjir, erosi, abrasi);
- 4) Drainase baik sampai sedang;
- 5) Tidak berada pada wilayah sempadan sungai/pantai/waduk/danau/mata air/saluran pengairan/rel kereta api dan daerah aman penerbangan;
- 6) Tidak berada pada kawasan lindung;
- 7) Tidak terletak pada kawasan budi daya pertanian/penyangga;
- 8) Menghindari sawah irigasi teknis.

b. Kriteria dan Batasan Teknis permukiman, terdiri atas:

- 1) Penggunaan lahan untuk pengembangan perumahan baru 40% - 60% dari luas lahan yang ada, dan untuk kawasan-kawasan tertentu disesuaikan dengan karakteristik serta daya dukung lingkungan;
- 2) Kepadatan bangunan dalam satu pengembangan kawasan baru perumahan tidak bersusun maksimum 50 bangunan rumah/ha dan dilengkapi dengan utilitas umum yang memadai;
- 3) Memanfaatkan ruang yang sesuai untuk tempat bermukim di kawasan peruntukan permukiman di perdesaan dengan menyediakan lingkungan yang sehat dan aman dari bencana alam serta dapat memberikan lingkungan hidup yang sesuai bagi pengembangan masyarakat, dengan tetap memperhatikan kelestarian fungsi lingkungan hidup;
- 4) Kawasan perumahan harus dilengkapi dengan:
 - a) Sistem pembuangan air limbah yang memenuhi SNI 03 - 1733 2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan;
 - b) Sistem pembuangan air hujan yang mempunyai kapasitas tampung yang cukup sehingga lingkungan perumahan bebas dari genangan. Saluran pembuangan air hujan harus direncanakan berdasarkan frekuensi intensitas curah hujan 5 tahunan dan daya resap tanah. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka maupun tertutup.

Dilengkapi juga dengan sumur resapan air hujan mengikuti SNI 03 - 2453 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan dan dilengkapi dengan penanaman pohon;

- c) Prasarana air bersih yang memenuhi syarat, baik kuantitas maupun kualitasnya. Kapasitas minimum sambungan rumah tangga 60 liter/orang/hari dan sambungan kran umum 30 liter/orang/hari;
 - d) Sistem pembuangan sampah mengikuti ketentuan SNI 03 - 3242 1994 tentang Tata Cara Pengelolaan Sampah di Permukiman.
- 5) Penyediaan kebutuhan sarana pendidikan di kawasan peruntukan permukiman yang berkaitan dengan jenis sarana yang disediakan, jumlah penduduk pendukung, luas lantai dan luas lahan minimal, radius pencapaian, serta lokasi dan penyelesaian;
 - 6) Penyediaan kebutuhan sarana kesehatan di kawasan peruntukan permukiman yang berkaitan dengan jenis sarana yang disediakan, jumlah penduduk pendukung, luas lantai dan luas lahan minimal, radius pencapaian, serta lokasi dan penyelesaian;
 - 7) Penyediaan kebutuhan sarana ruang terbuka, taman, dan lapangan olah raga di kawasan peruntukan permukiman yang berkaitan dengan jenis sarana yang disediakan, jumlah penduduk pendukung, luas lahan minimal, radius pencapaian, dan kriteria lokasi dan penyelesaian;
 - 8) Penyediaan kebutuhan sarana perdagangan dan niaga di kawasan peruntukan permukiman yang berkaitan dengan jenis sarana yang disediakan, jumlah penduduk pendukung, luas lantai dan luas lahan minimal, radius pencapaian, serta lokasi dan penyelesaian;
 - 9) Pemanfaatan kawasan perumahan merujuk pada SNI 03 - 1733 – 2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan serta Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 1987 tentang Penyerahan Prasarana Lingkungan, Utilitas Umum, dan Fasilitas Sosial Perumahan kepada Pemerintah Daerah.

Menurut Doxiadis, (1968) disebutkan bahwa perkembangan Pertumbuhan permukiman (*development of human settlement*) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. *Growth of density* (Pertambahan jumlah penduduk)

Dengan adanya pertambahan jumlah penduduk yaitu dari kelahiran dan adanya pertambahan jumlah keluarga, maka akan membawa masalah baru. Secara manusiawi mereka ingin menempati rumah milik mereka sendiri. Dengan demikian semakin bertambahlah jumlah hunian yang ada di kawasan permukiman tersebut yang menyebabkan pertumbuhan permukiman.

2. *Urbanization* (Urbanisasi)

Dengan adanya daya tarik pusat kota maka akan menyebabkan arus migrasi desa ke kota maupun dari luar kota ke pusat kota. Kaum urbanis yang bekerja di pusat kota ataupun masyarakat yang membuka usaha di pusat kota, tentu saja memilih untuk tinggal di permukiman di sekitar kawasan pusat kota (*down town*). Hal ini juga akan menyebabkan pertumbuhan perumahan permukiman di kawasan pusat kota. Menurut Khomarudin (1997: 83-112) bahwa kita harus akui pula bahwa tumbuhnya permukiman-permukiman spontan dan permukiman kumuh adalah merupakan bagian yang tak terpisahkan dari proses urbanisasi.

2.4.2 Jaringan Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU No.38 Tahun 2004 tentang Jalan). Sistem jaringan jalan adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis. Sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan

sedangkan Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

Berdasarkan Peraturan Undang-Undang No.38 Tahun 2004 tentang Jalan mendefinisikan Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status, dan kelas. Jalan umum berdasarkan fungsinya dikelompokkan ke dalam empat fungsi jalan, meliputi:

- Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam lima jenis jalan, meliputi:

- Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal,

- Antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
- Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Berdasarkan Undang-Undang No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menyebutkan Jalan umum menurut kelasnya dikelompokkan ke dalam 4 jenis jalan, meliputi:

- Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) millimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;
- jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) millimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;
- Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) millimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) millimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
- jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) millimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) millimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

2.4.3 Fasilitas Sosial

Menurut Yeates dan Garner, (1980) fasilitas sosial merupakan aktivitas dan materi untuk melayani kebutuhan masyarakat yang memberi kepuasan sosial, mental dan spiritual. Keberadaan fasilitas sosial di lingkungan permukiman berfungsi dalam memberikan pelayanan kepada para penggunanya guna meningkatkan kehidupan sosial masyarakat dan menyelenggarakan kehidupan sosial, ekonomi, dan budaya. Yuan *et al*, (1999:168) mengungkapkan bahwa lingkungan permukiman yang baik adalah lingkungan yang mampu menyediakan kenyamanan, keamanan, dan mampu memberikan kesenangan tersendiri bagi penghuninya. Kenyamanan suatu lingkungan permukiman salah satunya dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas yang lengkap di dalam permukiman tersebut.

Perry, Clarence (1929) mengungkapkan bahwa ketersediaan fasilitas sosial dalam perumahan berfungsi untuk meningkatkan keinginan berinteraksi penghuninya. Dalam menciptakan kondisi *neighborhood* yang ideal, fasilitas-fasilitas tersebut didesain dengan jarak capai tidak lebih dari ¼ mil (400 meter) dari pusat perumahan agar memunculkan dorongan untuk menjangkau fasilitas-fasilitas tersebut dengan berjalan kaki. Sehingga Ketersediaan dan kedekatan dengan fasilitas sosial akan mendorong pertumbuhan lahan permukiman.

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 1 Tahun 1987 Tentang penyerahan prasarana lingkungan, utilitas umum dan fasilitas sosial perumahan kepada pemerintah daerah menyatakan bahwa fasilitas sosial adalah fasilitas yang dibutuhkan masyarakat dalam lingkup permukiman yang meliputi pendidikan, kesehatan, perbelanjaan dan niaga, pemerintahan dan pelayanan umum, peribadatan, rekreasi dan kebudayaan, olahraga dan lapangan terbuka, dan pemakaman umum.

Penyediaan fasilitas sosial perumahan di Indonesia disesuaikan dengan standar yang dikeluarkan yaitu SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan dan SNI 03-6981-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan Sederhana Tidak Bersusun di Daerah Perkotaan. Menurut SNI 03-1733-2004 dan SNI 03-6981-2004 terdapat 7 jenis

fasilitas sosial dalam perencanaan kebutuhan sarana dan prasarana lingkungan perumahan di perkotaan, yaitu:

- Fasilitas/sarana pemerintahan dan pelayanan umum, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi kantor pemerintahan, kantor swasta, balai warga/balai pertemuan, gedung pertemuan/gedung serbaguna, kantor pos dan SPBU;
- Fasilitas/sarana pendidikan, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi TK/PAUD/RA, SD/MI, SMP/mts, SMA/MA/SMK dan Perguruan Tinggi;
- Fasilitas/sarana kesehatan, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi rumah sakit, puskesmas, posyandu, puskesmas pembantu, klinik bersalin, poskesdes, balai pengobatan warga, dan apotik/rumah obat;
- Fasilitas/sarana peribadatan, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi masjid, mushallah, gereja, pura, dan vihara;
- Fasilitas/sarana perdagangan dan niaga, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi toko/warung, pertokoan, pasar tradisional, pusat perdagangan dan niaga/mall;
- Fasilitas/sarana kebudayaan dan rekreasi, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi balai warga/balai pertemuan, gedung pertemuan/gedung serbaguna, dan objek wisata serta kebudayaan.
- Fasilitas/sarana ruang terbuka, yang terbagi atas beberapa jenis sarana meliputi taman, lapangan olahraga, ruang terbuka hijau dan kuburan/pemakaman.

2.4.4 Sistem Perkotaan wilayah

Berdasarkan Peraturan Menteri ATR/BPN No. 1 Tahun 2018 tentang pedoman penyusunan rencana tata ruang wilayah (RTRW) provinsi, kabupaten dan kota, menyebutkan sistem perkotaan wilayah termasuk dalam muatan rencana struktur ruang. Sistem perkotaan wilayah tersebut di atas dapat berupa pusat perekonomian, rencana kota baru, simpul ekonomi baru, dan/atau koridor ekonomi baru yang dibutuhkan untuk menjaga keseimbangan ruang, keberlanjutan pembangunan, dan ketahanan masyarakat. Kawasan perdesaan dalam wilayah pelayanannya adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama pertanian, termasuk pengelolaan sumber daya alam dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perdesaan, pelayanan jasa pemerintah, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Sistem

perkotaan wilayah memiliki keterkaitan dengan pusat-pusat permukiman sehingga akan mendorong pertumbuhan lahan permukiman sesuai di pusat-pusat tersebut.

Pusat kegiatan yang ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Mengadopsi pusat-pusat kegiatan yang kewenangan penetapannya berada pada pemerintah pusat dan pemerintah provinsi yang berada di wilayah kabupaten bersangkutan;
- Memuat penetapan pusat pelayanan kawasan (PPK) serta pusat pelayanan lingkungan (PPL);
- Harus berhirarki (hubungan antara pusat kegiatan dengan pusat kegiatan lain yang lebih tinggi atau lebih rendah) dan/atau berjejaring (hubungan antar pusat kegiatan yang setingkat) di dalam ruang wilayah kabupaten serta saling terkait menjadi satu kesatuan sistem perkotaan; dan
- Mempertimbangkan cakupan pelayanan bagi kawasan perkotaan dan kawasan perdesaan yang berada dalam wilayah kabupaten, yang meliputi pusat layanan dan peletakan jaringan prasarana wilayah kabupaten yang menunjang keterkaitan fungsional antar pusat pelayanan.

Sistem perkotaan wilayah terbagi atas beberapa pusat kegiatan dan pusat pelayanan yang meliputi:

1. PKN yang berada di wilayah kabupaten;
Pusat Kegiatan Nasional (PKN) merupakan kawasan perkotaan yang berfungsi untuk melayani kegiatan skala internasional, nasional, atau beberapa provinsi.
2. PKW yang berada di wilayah kabupaten;
Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) merupakan kawasan perkotaan yang berfungsi untuk melayani kegiatan skala provinsi atau beberapa kabupaten/kota
3. PKSNI yang berada di wilayah kabupaten;
Pusat Kegiatan Strategis Nasional (PKSNI) merupakan kawasan perkotaan yang ditetapkan untuk mendorong pengembangan kawasan perbatasan negara.
4. PKL yang berada di wilayah kabupaten; dan/atau
Pusat Kegiatan Lokal (PKL) merupakan kawasan perkotaan yang berfungsi untuk melayani kegiatan skala kabupaten atau beberapa kecamatan.

5. Pusat-pusat lain di dalam wilayah kabupaten yang wewenang penentuannya ada pada pemerintah daerah kabupaten, yaitu:
 1. Pusat Pelayanan Kawasan (PPK) merupakan pusat permukiman yang berfungsi untuk melayani kegiatan skala kecamatan, yang ditentukan berdasarkan antara lain:
 - 1) merupakan ibukota kecamatan;
 - 2) proyeksi jumlah penduduk;
 - 3) jenis dan skala fasilitas pelayanan; dan/atau
 - 4) jumlah dan kualitas sarana dan prasarana.
 - b. Pusat Pelayanan Lingkungan (PPL) merupakan pusat permukiman yang berfungsi untuk melayani kegiatan skala antar desa, yang ditentukan berdasarkan antara lain:
 - 1) proyeksi jumlah penduduk;
 - 2) jenis dan skala fasilitas pelayanan eksisting;
 - 3) jumlah dan kualitas sarana dan prasarana; dan/atau
 - 4) aksesibilitas masyarakat sekitar terhadap pelayanan dasar.

2.4.5 Kawasan Industri

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 142 Tahun 2015 Tentang Kawasan Industri menyebutkan Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Kawasan Peruntukan Industri adalah bentangan lahan yang diperuntukkan bagi kegiatan Industri berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Kawasan Industri adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan Industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh Perusahaan Kawasan Industri.

Pembangunan Kawasan Industri bertujuan untuk mempercepat penyebaran dan pemerataan pembangunan Industri, meningkatkan upaya pembangunan Industri yang berwawasan lingkungan, meningkatkan daya saing investasi dan daya saing Industri dan memberikan kepastian lokasi sesuai tata ruang. Pembangunan

Kawasan Industri dilaksanakan di Kawasan Peruntukan Industri (KPI) sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Kawasan Industri dibangun dengan luas lahan paling sedikit 50 (lima puluh) hektar dalam satu hamparan sedangkan pada Kawasan Industri yang diperuntukkan sebagai Industri Kecil dan Industri Menengah dapat dibangun dengan luas lahan paling sedikit 5 (lima) hektar dalam satu hamparan.

Infrastruktur Kawasan Industri disediakan oleh pemerintah dan/atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangan yang terdiri atas infrastruktur industri dan infrastruktur penunjang. Penyediaan infrastruktur industri pada kawasan industri meliputi jaringan energi dan kelistrikan, jaringan telekomunikasi, jaringan sumber daya air dan jaminan pasokan air baku, sanitasi dan jaringan transportasi sedangkan untuk penyediaan infrastruktur penunjang pada kawasan industri meliputi perumahan, pendidikan dan pelatihan, penelitian dan pengembangan, kesehatan, pemadam kebakaran dan tempat pembuangan sampah. Infrastruktur Kawasan Industri yang wajib disediakan oleh perusahaan kawasan industri berupa infrastruktur dasar dan infrastruktur penunjang dan sarana penunjang di dalam kawasan industri. Infrastruktur dasar yang wajib disediakan di dalam kawasan industri meliputi instalasi pengolahan air baku, instalasi pengolahan air limbah, saluran drainase, instalasi penerangan jalan dan jaringan jalan.

1. Prinsip-Prinsip Pembangunan Kawasan Industri

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian No. 40/M-IND/PER/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri, menyebutkan dalam pembangunan Kawasan Industri perlu memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

a) Kesesuaian Tata Ruang

Pemilihan, penetapan dan penggunaan lahan untuk Kawasan Industri harus sesuai dan mengacu kepada ketentuan yang ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota, Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi, maupun Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Kesesuaian tata ruang merupakan salah satu syarat bagi perizinan Kawasan Industri.

b) Ketersediaan Infrastruktur Industri

Pembangunan suatu Kawasan Industri mempersyaratkan dukungan ketersediaan infrastruktur industri yang memadai. Dalam upaya mengembangkan suatu Kawasan Industri perlu mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) tersedianya akses jalan yang dapat memenuhi kelancaran arus transportasi kegiatan industri;
- 2) tersedianya sumber energi (gas, listrik, dan lain-lain) yang mampu memenuhi kebutuhan kegiatan industri baik dalam hal ketersediaan, kualitas, kuantitas, dan kepastian pasokan;
- 3) tersedianya sumber air sebagai air baku industri dan air minum baik yang bersumber dari air permukaan atau air tanah; dan
- 4) tersedianya sistem dan jaringan telekomunikasi untuk kebutuhan telepon dan komunikasi data.

c) Ramah Lingkungan

Dalam pembangunan Kawasan Industri, pengelola Kawasan Industri wajib melaksanakan pengendalian dan pengelolaan lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

d) Efisiensi

Aspek efisiensi merupakan landasan pokok dalam pembangunan dan pengembangan Kawasan Industri. Aspek efisiensi dimaksud antara lain meliputi efisiensi dalam aspek lokasi dan infrastruktur serta aspek pelayanan. Bagi tenan akan mendapatkan lokasi kegiatan industri yang sudah tertata dengan baik yang dilengkapi dengan infrastruktur yang mampu meningkatkan daya saing tenan tersebut. Sedangkan bagi Pemerintah dan pemerintah daerah akan menjadi lebih efisien dalam pembangunan infrastruktur yang mendukung dalam pembangunan dan pengembangan Kawasan Industri.

e) Keamanan dan Kenyamanan Berusaha

Situasi dan kondisi keamanan yang stabil merupakan salah satu jaminan bagi keberlangsungan suatu Kawasan Industri sehingga diperlukan adanya jaminan keamanan dan kenyamanan berusaha dari gangguan keamanan

seperti gangguan ketertiban masyarakat, tindakan anarkis, dan gangguan lainnya terhadap kegiatan industri di dalam Kawasan Industri. Dalam menciptakan keamanan dan kenyamanan berusaha, pengelola Kawasan Industri dapat bekerjasama dengan pemerintah daerah setempat dan/atau pihak keamanan. Apabila dipandang perlu, Pemerintah dapat menetapkan suatu Kawasan Industri sebagai Objek Vital Nasional Industri (OVNI) untuk mendapatkan perlakuan khusus.

f) Percepatan Penyebaran dan Pemerataan Pembangunan Industri

Pembangunan Kawasan Industri dilakukan sebagai bagian dari upaya percepatan penyebaran dan pemerataan pembangunan industri ke seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

2. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi pembangunan Kawasan Industri dilakukan dalam dua pendekatan yaitu: (1) bagi daerah yang sudah memiliki pertumbuhan industri berdasarkan orientasi pasar (*market oriented*) digunakan pendekatan permintaan lahan (*land demand*). Ukuran yang langsung dapat dipergunakan sebagai indikasi suatu wilayah layak untuk dikembangkan sebagai Kawasan Industri apabila dalam wilayah tersebut permintaan akan lahan industri rata-rata per tahunnya sekitar 7–10 ha atau perkembangan industri manufaktur dengan tingkat pertumbuhan minimum lima unit usaha karena satu unit usaha industri manufaktur membutuhkan lahan sekitar 1,32–1,34 ha; dan (2) bagi daerah yang memiliki potensi sumberdaya alam sebagai bahan baku industri dalam rangka meningkatkan nilai tambah perlu diciptakan kutub pertumbuhan baru (*growth pole*).

Berkembangnya suatu Kawasan Industri tidak terlepas dari pemilihan lokasi Kawasan Industri yang dipengaruhi oleh beberapa kriteria terkait lokasi. Selain itu dengan dikembangkannya suatu Kawasan Industri juga akan memberikan dampak terhadap beberapa fungsi di sekitar lokasi kawasan. Beberapa kriteria menjadi pertimbangan di dalam pemilihan lokasi Kawasan Industri, antara lain:

a. Jarak ke Pusat Kota

Pertimbangan jarak ke pusat kota bagi lokasi Kawasan Industri dibutuhkan dalam rangka kemudahan memperoleh fasilitas pelayanan baik dari sisi infrastruktur industri, sarana penunjang maupun pemasaran. Pertimbangan tersebut perlu diperhatikan mengingat pembangunan suatu Kawasan Industri tidak harus membangun seluruh infrastruktur dari mulai tahap awal melainkan dapat memanfaatkan infrastruktur yang telah ada seperti listrik dan air bersih yang biasanya telah tersedia di lingkungan perkotaan, karena dibutuhkan kestabilan tegangan (listrik) dan tekanan (air bersih) yang dipengaruhi oleh faktor jarak. Di samping itu dibutuhkan pula fasilitas perbankan, kantor pemerintahan yang memberikan jasa pelayanan bagi kegiatan industri yang pada umumnya berlokasi di pusat perkotaan. Oleh karena itu, idealnya suatu Kawasan Industri berjarak minimal 10 km dari pusat kota.

b. Jarak Terhadap Permukiman

Pertimbangan jarak terhadap permukiman bagi pemilihan lokasi kegiatan industri, pada prinsipnya memiliki tiga tujuan pokok, yaitu:

- 1) memberikan kemudahan bagi para pekerja untuk mencapai tempat kerja di Kawasan Industri;
- 2) mengurangi kepadatan lalu lintas di sekitar Kawasan Industri; dan
- 3) mengurangi dampak polutan dan limbah yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat.

Oleh karena itu, idealnya jarak terhadap permukiman yang ideal minimal 2 (dua) km dari lokasi kegiatan industri.

c. Jaringan Transportasi Darat

Jaringan transportasi darat bagi kegiatan industri memiliki fungsi yang sangat penting terutama dalam rangka kemudahan mobilitas pergerakan dan aksesibilitas logistik barang dan pergerakan manusia yang dapat berupa jaringan jalan dan jaringan rel kereta api. Jaringan jalan untuk kegiatan industri harus memperhitungkan kapasitas dan jumlah kendaraan yang akan melalui jalan tersebut, sehingga dapat diantisipasi sejak awal kemungkinan terjadinya kerusakan jalan dan kemacetan. Hal tersebut penting

dipertimbangkan karena untuk mengantisipasi dampak permasalahan transportasi yang ditimbulkan oleh kegiatan industri. Kawasan Industri sebaiknya terlayani oleh jaringan jalan arteri primer untuk pergerakan lalu-lintas kegiatan industri.

d. Jaringan Energi dan Kelistrikan

Ketersediaan jaringan listrik menjadi syarat yang penting untuk kegiatan industri karena proses produksi kegiatan industri sangat membutuhkan energi yang bersumber dari listrik untuk keperluan mengoperasikan alat-alat produksi. Dalam hal ini standar pelayanan listrik untuk kegiatan industri tidak sama dengan kegiatan domestik, yang perlu kestabilan pasokan daya dan tegangan. Kegiatan industri umumnya membutuhkan energi listrik yang sangat besar, sehingga perlu diperhatikan sumber pasokan listriknya, baik yang bersumber dari perusahaan listrik negara, maupun yang disediakan oleh perusahaan Kawasan Industri. Selain energi listrik terdapat beberapa industri yang memerlukan jenis energi lain (BBM, batubara, dan gas) seperti industri petrokimia dan besi baja. Oleh karena itu, dalam merencanakan Kawasan Industri harus memperhatikan kebutuhan energi dari masing-masing tenan.

e. Jaringan Telekomunikasi

Kegiatan industri tidak akan lepas dari aspek bisnis terkait pemasaran maupun pengembangan usaha, sehingga jaringan telekomunikasi seperti telepon dan internet menjadi kebutuhan dasar bagi pelaku kegiatan industri untuk menjalankan kegiatannya.

f. Pelabuhan Laut

Kebutuhan prasarana pelabuhan menjadi kebutuhan yang mutlak, terutama bagi kegiatan pengiriman bahan baku/bahan penolong dan pemasaran produksi, yang berorientasi ke luar daerah dan keluar negeri (ekspor/impor). Kegiatan industri sangat membutuhkan pelabuhan sebagai pintu keluar-masuk kebutuhan logistik barang.

g. Sumber Air Baku

Kawasan Industri sebaiknya mempertimbangkan keberadaan sungai sebagai sumber air baku dan tempat pembuangan akhir limbah industri yang telah

memenuhi baku mutu lingkungan. Di samping itu, jarak yang ideal seharusnya juga memperhitungkan kelestarian lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS), sehingga kegiatan industri dapat secara seimbang menggunakan sungai untuk kebutuhan kegiatan industrinya tetapi juga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan DAS tersebut. Sumber air baku tersebut harus memiliki debit yang mencukupi untuk melayani kebutuhan Kawasan Industri. Apabila sumber air permukaan tidak memungkinkan dari segi jarak dan topografi dapat menggunakan sumber air tanah sesuai ketentuan yang berlaku, namun bagi tenan dilarang melakukan pengambilan air tanah dalam rangka memperhitungkan neraca air (*water balance*) terhadap kelangsungan sistem IPAL dan gangguan terhadap muka air tanah penduduk sekitar.

h. Kondisi Lahan

Peruntukan lahan industri perlu mempertimbangkan daya dukung lahan dengan kriteria sebagai berikut:

1) Topografi

Pemilihan lokasi peruntukan kegiatan industri hendaknya dipilih pada areal lahan yang memiliki topografi yang relatif datar. Kondisi topografi yang relatif datar akan mengurangi pekerjaan pematangan lahan (*cut and fill*) sehingga dapat mengefisienkan pemanfaatan lahan secara maksimal, memudahkan pekerjaan konstruksi dan menghemat biaya pembangunan. Adapun topografi/kemiringan tanah ideal adalah maksimal 15%.

2) Daya Dukung Lahan

Daya dukung lahan erat kaitannya dengan jenis konstruksi pabrik dan jenis proses produksi yang dilakukan. Mengingat bangunan industri membutuhkan pondasi dan konstruksi yang kokoh maka agar diperoleh efisiensi dalam pembangunannya sebaiknya nilai daya dukung tanah (σ) berkisar antara : 0,7 – 1,0 kg/cm.

3) Kesuburan Lahan

Tingkat kesuburan lahan merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi peruntukan Kawasan Industri. Apabila tingkat kesuburan lahan

tinggi dan baik bagi kegiatan pertanian maka kondisi lahan seperti ini harus tetap dipertahankan untuk kegiatan pertanian dan tidak dicalonkan dalam pemilihan lokasi Kawasan Industri. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya konversi lahan yang dapat mengakibatkan menurunnya tingkat produktivitas pertanian sebagai penyedia kebutuhan pangan bagi masyarakat dan dalam jangka panjang sangat dibutuhkan untuk menjaga ketahanan pangan (*food security*). Sehingga dalam pembangunan Kawasan Industri pemerintah daerah harus bersikap tegas untuk tidak memberikan izin lokasi Kawasan Industri pada lahan pertanian, terutama areal pertanian lahan basah (irigasi teknis).

4) Pola Tata Guna Lahan

Mengingat kegiatan industri selain menghasilkan produksi juga menghasilkan hasil sampingan berupa limbah padat, cair dan gas, Kawasan Industri dibangun pada lokasi yang non-pertanian, non konservasi dan non-permukiman untuk mencegah timbulnya dampak negatif.

5) Ketersediaan Lahan

Kegiatan industri umumnya membutuhkan lahan yang luas, terutama industri-industri berskala sedang dan besar. Adapun skala industri yang akan dikembangkan harus pula memperhitungkan luas lahan yang tersedia sehingga tidak terjadi upaya memaksakan diri untuk konversi lahan secara besar-besaran guna pembangunan Kawasan Industri. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015, luas lahan Kawasan Industri minimal 50 ha atau minimal 5 ha untuk Kawasan Industri khusus industri kecil dan menengah. Ketersediaan lahan harus memasukkan pertimbangan kebutuhan lahan di luar kegiatan sektor industri sebagai efek bergandanya, seperti kebutuhan lahan perumahan dan kegiatan permukiman dan perkotaan lainnya. Sebagai ilustrasi, bila per hektar kebutuhan lahan Kawasan Industri menyerap 100 tenaga kerja, berarti dibutuhkan lahan perumahan dan kegiatan pendukungnya seluas 1–1,5 ha untuk tempat tinggal para pekerja dan berbagai fasilitas

penunjang. Hal ini berarti, apabila hendak dikembangkan 100 ha Kawasan Industri di suatu daerah maka di sekitar lokasi harus tersedia lahan untuk fasilitas seluas 100–150 ha, sehingga total area dibutuhkan 200–250 ha.

6) Harga Lahan

Salah satu faktor utama yang menentukan pilihan investor dalam memilih lokasi peruntukan industri adalah harga beli/sewa lahan yang kompetitif, artinya bila lahan tersebut dimatangkan sebagai kavling siap bangun yang dilengkapi infrastruktur dasar dan penunjang yang harganya dapat dijangkau oleh para pengguna (*user*). Dengan demikian, dalam pemilihan lokasi Kawasan Industri sebaiknya harga lahan (tanah mentah) tidak terlalu mahal. Di samping itu, agar terjadi transaksi lahan yang adil dan menguntungkan semua pihak, masyarakat dapat terlibat menanamkan modal berupa lahan yang dimilikinya dalam investasi Kawasan Industri sehingga membuka peluang bagi masyarakat pemilik lahan untuk merasakan langsung nilai tambah dari keberadaan Kawasan Industri di daerahnya.

Kriteria pertimbangan pemilihan lokasi Kawasan Industri dan lokasi industri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Pemilihan Lokasi

No	Kriteria	Keterangan
1	Jarak ke pusat kota	Minimal 10 km
2	Jarak terhadap permukiman	Minimal 2 km
3	Jaringan transportasi darat	Tersedia jalan arteri primer atau jaringan kereta api
4	Jaringan energi dan kelistrikan	Tersedia
5	Jaringan telekomunikasi	Tersedia
6	Prasarana angkutan	Tersedia pelabuhan laut untuk kelancaran transportasi logistik barang maupun <i>outlet</i> ekspor/impor
7	Sumber air baku	Tersedia sumber air permukaan (sungai, danau, waduk/embung, atau laut) dengan debit yang mencukupi
8	Kondisi Lahan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Topografi maksimal 15% ▪ Daya dukung lahan sigma tanah : 0,7–1,0 kg/cm ▪ Kesuburan tanah relative tidak subur (non-irigasi)

No	Kriteria	Keterangan
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ teknis) ▪ Pola tata guna lahan: non-pertanian, non-permukiman, dan non-konservasi ▪ Ketersediaan lahan minimal 50 ha ▪ Harga lahan relatif (bukan merupakan lahan dengan harga yang tinggi di daerah tersebut)

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40/M-Ind/Per/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri

3. Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Pemerintah Daerah Pembangunan Kawasan Industri

Pembangunan Kawasan Industri akan menciptakan efek berganda bagi lingkungan sekitarnya, sehingga perlu mendapat perhatian serius dari pemerintah daerah setempat dalam merancang penataan tata ruang di sekitar Kawasan Industri. Efek berganda tersebut mencakup 2 aspek yaitu pengaruh terhadap bangkitan lalu lintas dan aspek ketersediaan tenaga kerja dalam kaitannya dengan kebutuhan berbagai fasilitas sosial.

a. Prediksi Jumlah Tenaga Kerja

Diasumsikan rata-rata per hektar lahan di Kawasan Industri menyerap 100 tenaga kerja maka dengan luas 100 ha akan terdapat 10.000 tenaga kerja dengan komposisi sebagai berikut:

- 1) manajer sebesar 3% atau 300 orang,
- 2) staf 20% atau 2.000 orang, dan
- 3) buruh 7.700 orang yang terdiri dari penduduk lokal 500 dan 7.200 adalah buruh pendatang.

b. Prediksi Jumlah Kebutuhan Lahan yang Dibutuhkan

- 1) Asumsi yang digunakan sebagai perhitungan fasilitas umum dan sosial adalah jumlah tenaga kerja pendatang sebesar 7.200 orang.
- 2) Jumlah kebutuhan lahan perumahan
 - a) Jumlah kebutuhan perumahan yang dibutuhkan sebesar 4800 rumah. Diasumsikan tiap 1,5 buruh membutuhkan 1 rumah.
 - b) Jumlah kebutuhan lahan untuk perumahan sebesar 720.000 m² atau 72 ha. Diasumsikan tiap unit rumah membutuhkan lahan 150 m².

- 3) Jumlah lahan untuk fasilitas umum dan sosial sebesar 18 ha. Diasumsikan tambahan kebutuhan lahan untuk fasilitas umum dan sosial adalah 25% dari lahan perumahan,
 - 4) Total kebutuhan lahan untuk perumahan dan fasilitas umum dan sosial menjadi 90 ha.
 - 5) Jumlah lahan untuk kegiatan penunjang, Pengembangan tiap hektar Kawasan Industri membutuhkan lahan untuk kegiatan penunjang dengan luas yang hampir sama, atau dengan perkataan lain setiap hektar kawasan industri akan membutuhkan areal pengembangan seluas 2 ha.
- c. Prediksi Jumlah Infrastruktur Penunjang dan Sarana Penunjang yang Dibutuhkan

Dalam perhitungan kebutuhan fasilitas sosial digunakan asumsi bahwa setiap 1,5 buruh membentuk 1 KK maka jumlah KK sebesar 4.800 KK. Jika 1 KK terdiri dari 4 orang maka jumlah penduduk yang bertambah adalah 19.200 orang, sehingga akan dibutuhkan lingkungan permukiman dengan fasilitas pendidikan dasar dan menengah untuk masing-masing SD, SMP dan SMA/SMK atau yang sederajat sebanyak 3-4 buah, 1 Puskesmas, serta fasilitas umum dan sosial lainnya seperti fasilitas rekreasi, peribadatan, perbelanjaan, dan sebagainya.

4. Analisis dan Penataan Pola Ruang untuk Pengembangan Kawasan Industri
Unsur–unsur yang perlu dipertimbangkan dalam analisis dan penataan pola ruang meliputi kebutuhan lahan, pola penggunaan lahan, penetapan zonasi, dan ukuran kavling.

a. Kebutuhan Lahan

Pembangunan Kawasan Industri minimal dilakukan pada areal seluas 50 ha atau minimal 5 ha untuk Kawasan Industri khusus industri kecil dan menengah. Hal ini didasarkan atas perhitungan efisiensi pemanfaatan lahan atas biaya pembangunan yang dikeluarkan, dan dapat memberikan nilai tambah bagi pengembang. Secara umum dalam perencanaan suatu Kawasan Industri yang akan ditempati oleh industri manufaktur, 1 (satu) unit industri manufaktur membutuhkan lahan 1,34 ha. Artinya, apabila suatu Kawasan

Industri mempunyai rencana untuk dapat menarik industri manufaktur sejumlah 100 unit usaha maka lahan Kawasan Industri yang dibutuhkan adalah seluas 134 ha.

b. Pola Penggunaan Lahan

Pola penggunaan lahan untuk pengembangan Kawasan Industri dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Pola Penggunaan Lahan Kawasan Industri

No	Jenis Penggunaan	Proporsi Penggunaan (%)	Keterangan
1	Kavling Industri	Maksimal 70%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ setiap kaveling harus mengikuti ketentuan KDB sebesar 60:40 ▪ termasuk alokasi lahan untuk industri kecil dan menengah*)
2	Jalan dan Saluran	8 – 10%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jaringan jalan yang terdiri dari jalan primer dan jalan sekunder ▪ saluran drainase;
3	Ruang Terbuka Hijau	Minimal 10%	Dapat berupa jalur hijau (<i>green belt</i>), taman dan perimeter
4	Infrastruktur dasar lainnya, infrastruktur penunjang, dan sarana penunjang	8 - 10 %	<p>Infrastruktur dasar lainnya berupa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalasi pengolahan air baku ▪ Instalasi pengolahan air ▪ Limbah ▪ Instalasi penerangan jalan dapat dikembangkan <p>Infrastruktur penunjang dan sarana penunjang sesuai kebutuhan antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ perumahan ▪ pendidikan dan pelatihan; ▪ penelitian dan pengembangan; ▪ kesehatan; ▪ pemadam kebakaran ▪ tempat pembuangan sampah. ▪ kantor pengelola ▪ sarana ibadah, ▪ sarana olahraga ▪ dll

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40/M-Ind/Per/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri

Keterangan:

*) khusus untuk industri kecil dan menengah maka alokasi lahannya ditentukan secara proporsional berdasarkan luas lahan Kawasan Industri

Ketentuan tentang pemanfaatan tanah untuk bangunan seperti Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisien Lantai Bangunan (KLB), Garis Sempadan Bangunan (GSB) diatur sesuai dengan ketentuan pemerintah daerah yang berlaku.

Tabel 2.3 Proporsi Luas Lahan Industri Kecil dan Menengah

No	Luas Areal Kawasan (ha)	Luas Kavling IKM (ha)
1	50-250	1-3
2	251-500	3-5
3	501-1.000	5-7
4	>1.000	7-10

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40/M-Ind/Per/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri

Berikut ini adalah tabel yang memuat kriteria teknis perencanaan pembangunan Kawasan Industri serta alokasi peruntukan lahan Kawasan Industri dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2.4 Kriteria Teknis Perencanaan Pembangunan Kawasan Industri

No	Kriteria	Kapasitas	Keterangan
1	Luas lahan per unit usaha (Kavling)	0,3 – 5 ha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rata-rata industri manufaktur butuh lahan 1,34 Ha ▪ Perbandingan lebar : panjang 2 : 3 atau 1 : 2 dengan lebar minimum 18 m di luar GSB ▪ Ketentuan KDB, KLB, GSJ dan GSB disesuaikan dengan Perda yang bersangkutan.
2	Jaringan jalan	• Jalan utama	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 jalur satu arah dengan lebar perkerasan 2 x 7 m atau ▪ 1 jalur 2 arah dengan lebar perkerasan minimum 8 m
		• Jalan lingkungan	2 arah dengan lebar perkerasan minimum 7 m
3	Listrik	0,15–0,2 MVA/ha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bersumber dari listrik PLN maupun listrik swasta. ▪ Perlu dialokasikan lahan untuk penempatan transformator listrik ▪ Dilengkapi dengan PJU
4	Air	0,55–0,75 l/dtk/ha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air baku industri berasal dari instalasi pengelolaan air dari perusahaan kawasan. ▪ Air bersih dapat bersumber dari PDAM maupun yang dikelola sendiri oleh pengelola kawasan, sesuai dengan peraturan yang berlaku, dan ▪ dilengkapi <i>valve hydrant</i> di beberapa tempat
5	Telekomunikasi	20 – 40 SST/ha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Termasuk <i>Faximile/telex</i> ▪ Telepon umum 1 SST/10 ha
6	Saluran buangan air hujan (drainase)	Sesuai debit	Ditempatkan di kiri kanan jalan utama dan jalan lingkungan

No	Kriteria	Kapasitas	Keterangan
7	Saluran buangan air Kotor (<i>sewerage</i>)	Sesuai debit	Saluran tertutup yang terpisah dari saluran drainase, dilengkapi bak kontrol di ujung blok jalan
8	Prasarana dan sarana sampah (padat)	1 bak sampah/kaveling 1 armada sampah/20 ha 1 unit TPS/20 ha	Perkiraan limbah padat yang dihasilkan adalah 4 m ³ /ha/hari
9	Kapasitas kelola IPAL	Standar influent: <ul style="list-style-type: none"> • BOD : 400 – 600 mg/l • COD : 600 – 800 mg/l • TSS : 400 – 600 mg/l • pH : 5,5 – 8 	Kualitas parameter limbah cair yang berada di atas standar <i>influent</i> yang ditetapkan, harus dikelola terlebih dahulu oleh pabrik ybs.
10	Kantor Pengelola	Representatif dan didukung dengan sarana dan prasarana perkantoran	Sesuai dengan kebutuhan
11	Penerangan Jalan Umum	Penerangan jalan dibuat pada tiap jalur jalan	Sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku
12	Pemadam Kebakaran	Tersedia	Sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku
13	Sarana Penunjang	Sesuai dengan kebutuhan	Poliklinik, sarana ibadah, fasilitas olah raga, fasilitas komersial seperti fasilitas perbankan, kantin/restorasi, kantor pos, Pos keamanan
14	Tempat Parkir dan Bongkar Muat	Sesuai dengan bangkitan transportasi : <ul style="list-style-type: none"> • Ekspor = 3,5 TEU's/ha/bln • Impor = 3,0 TEU's/ha/bln • Belum termasuk angkutan buruh dan karyawan. 	Penyediaan dan pengaturan tempat parkir kendaraan sesuai kebutuhan

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40/M-Ind/Per/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri

Tabel 2.5 Alokasi Peruntukan Lahan Kawasan Industri

Luas Lahan Dapat Dijual (maksimum 70%)				Jalan, Infrastruktur dan Sarana Penunjang	Ruang Terbuka Hijau (%)
Luas Kawasan Industri (Ha)	Kaveling Industri (%)	Kaveling Komersial (%)	Kaveling Perumahan (%)		
>20–50 *)	65–70	Maks. 10	Maks. 10	Sesuai kebutuhan	Min. 10
>50–100	60–70	Maks. 12,5	Maks. 15	Sesuai kebutuhan	Min. 10
>100–200	50–70	Maks.15	Maks. 20	Sesuai	Min. 10

Luas Lahan Dapat Dijual (maksimum 70%)				Jalan, Infrastruktur dan Sarana Penunjang	Ruang Terbuka Hijau (%)
Luas Kawasan Industri (Ha)	Kaveling Industri (%)	Kaveling Komersial (%)	Kaveling Perumahan (%)		
				kebutuhan	
>200–500	45–70	Maks. 17,5	10–25	Sesuai kebutuhan	Min. 10
>500	40–70	Maks. 20	10–30	Sesuai kebutuhan	Min. 10

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40/M-Ind/Per/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri

Keterangan:

*) areal >20-50 ha untuk menampung kemungkinan aktivitas industri existing yang memohon status Kawasan Industri.

- 1) Kavling komersial adalah kavling yang disediakan oleh perusahaan Kawasan Industri untuk sarana penunjang seperti perkantoran, bank, pertokoan/tempat belanja, tempat tinggal sementara, kantin, dan sebagainya.
- 2) Kavling perumahan adalah kavling yang disediakan oleh perusahaan Kawasan Industri untuk perumahan pekerja termasuk fasilitas penunjangnya, seperti tempat olahraga dan sarana ibadah.
- 3) Infrastruktur dan sarana penunjang, antara lain pusat kesegaran jasmani (*fitness center*), pos pelayanan telekomunikasi, saluran pembuangan air hujan, instalasi pengolahan air limbah industri, instalasi penyediaan air baku/bersih, instalasi penyediaan tenaga listrik, instalasi telekomunikasi, dan unit pemadam kebakaran.
- 4) Persentase mengenai penggunaan tanah untuk jalan dan sarana penunjang lainnya disesuaikan menurut kebutuhan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah Kabupaten/Kota yang bersangkutan.
- 5) Persentase RTH minimal 10% sepanjang tidak bertentangan dengan ketentuan yang ditetapkan oleh pemerintah kabupaten/kota bersangkutan.

Faktor Pembatas (*Constraint Factors*) merupakan hal-hal yang berpengaruh baik sedikit atau bahkan menghentikan sesuatu menjadi lebih dari sebelumnya. Dalam perubahan penggunaan lahan juga terdapat faktor pembatas berupa kawasan

lindung dan kawasan yang perlu dipertahankan sesuai peraturan sehingga akan memengaruhi perkembangan dan/atau pertumbuhan penggunaan lahan agar lebih terkendali. Berikut faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan, meliputi:

2.4.6 Kawasan Hutan

Menurut Undang-undang No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan mendefinisikan Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Sedangkan kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap. Penyelenggaraan kehutanan bertujuan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat yang berkeadilan dan berkelanjutan dengan:

- menjamin keberadaan hutan dengan luasan yang cukup dan sebaran yang proporsional;
- mengoptimalkan aneka fungsi hutan yang meliputi fungsi konservasi, fungsi lindung, dan fungsi produksi untuk mencapai manfaat lingkungan, sosial, budaya, dan ekonomi, yang seimbang dan lestari;
- meningkatkan daya dukung daerah aliran sungai;
- meningkatkan kemampuan untuk mengembangkan kapasitas dan keberdayaan masyarakat secara partisipatif, berkeadilan, dan berwawasan lingkungan sehingga mampu menciptakan ketahanan sosial dan ekonomi serta ketahanan terhadap akibat perubahan eksternal; dan
- menjamin distribusi manfaat yang berkeadilan dan berkelanjutan.

Pemerintah menetapkan hutan berdasarkan fungsi pokok (Peraturan Pemerintah No.44 Tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan), meliputi:

1. Hutan Konservasi

Hutan Konservasi merupakan kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya. Hutan Konservasi terbagi atas:

- a. Hutan Suaka Alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah system penyangga kehidupan. Hutan suaka alam terdiri atas Cagar Alam dan Suaka Margasatwa.
- b. Hutan Pelestarian Alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya Hutan Pelestarian Alam terdiri atas Taman Nasional, Taman Hutan Raya dan Taman Wisata Alam.
- c. Taman Buru adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu.

2. Hutan Lindung

Hutan Lindung merupakan Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Kriteria hutan lindung, dengan memenuhi salah satu:

- a. Kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai (skore) 175 (seratus tujuh puluh lima) atau lebih;
- b. Kawasan hutan yang mempunyai lereng lapangan 40 % (empat puluh per seratus) atau lebih;
- c. Kawasan hutan yang berada pada ketinggian 2000 (dua ribu) meter atau lebih di atas permukaan laut;
- d. Kawasan hutan yang mempunyai tanah sangat peka terhadap erosi dengan lereng lapangan lebih dari 15 % (lima belas per seratus);
- e. Kawasan hutan yang merupakan daerah resapan air;
- f. Kawasan hutan yang merupakan daerah perlindungan pantai.

3. Hutan Produksi

Hutan produksi merupakan kawasan hidup yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan. Hutan Produksi, terbagi atas :

- a. Hutan Produksi Terbatas, memiliki kriteria kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan, setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai antara 125 – 174 (seratus dua puluh lima sampai dengan seratus tujuh puluh empat), diluar kawasan lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam dan taman buru.
- b. Hutan Produksi Tetap memiliki kriteria kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah dan intensitas hujan, setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai di bawah 125 (seratus dua puluh lima), di luar kawasan lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam dan taman buru.
- c. Hutan Produksi yang dapat dikonversi. Kriteria hutan produksi, memiliki kriteria meliputi:
 - 1) Kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah, dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai 124 (seratus dua puluh empat) atau kurang, di luar hutan suaka alam dan hutan pelestarian alam.
 - 2) Kawasan hutan yang secara ruang dicadangkan untuk digunakan bagi pengembangan transmigrasi, permukiman, pertanian, perkebunan.

Menurut Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 tentang kehutanan menyebutkan dalam penyelenggaraan perlindungan hutan dan konservasi alam setiap orang dilarang melakukan kegiatan, meliputi:

1. Setiap orang dilarang merusak prasarana dan sarana perlindungan hutan.
2. Setiap orang yang diberikan izin usaha pemanfaatan kawasan, izin usaha pemanfaatan jasa lingkungan, izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu dan bukan kayu, serta izin pemungutan hasil hutan kayu dan bukan kayu, dilarang melakukan kegiatan yang menimbulkan kerusakan hutan.

3. Setiap orang dilarang:
- a. mengerjakan dan atau menggunakan dan atau menduduki kawasan hutan secara tidak sah;
 - b. merambah kawasan hutan;
 - c. melakukan penebangan pohon dalam kawasan hutan dengan radius atau jarak sampai dengan:
 - 1) 500 (lima ratus) meter dari tepi waduk atau danau;
 - 2) 200 (dua ratus) meter dari tepi mata air dan kiri kanan sungai di daerah rawa;
 - 3) 100 (seratus) meter dari kiri kanan tepi sungai;
 - 4) 50 (lima puluh) meter dari kiri kanan tepi anak sungai;
 - 5) 2 (dua) kali kedalaman jurang dari tepi jurang;
 - 6) 130 (seratus tiga puluh) kali selisih pasang terdiri dan pasang terendah dari tepi pantai.
 - c. membakar hutan;
 - d. menebang pohon atau memanen atau memungut hasil hutan di dalam hutan tanpa memiliki hak atau izin dari pejabat yang berwenang.;
 - e. menerima, membeli atau menjual, menerima tukar, menerima titipan, menyimpan, atau memiliki hasil hutan yang diketahui atau patut diduga berasal dari kawasan hutan yang diambil atau dipungut secara tidak sah;
 - f. melakukan kegiatan penyelidikan umum atau eksplorasi atau eksploitasi bahan tambang di dalam kawasan hutan, tanpa izin Menteri;
 - g. mengangkut, menguasai, atau memiliki hasil hutan yang tidak dilengkapi bersama-sama dengan surat keterangan sahnya hasil hutan;
 - h. mengembalikan ternak di dalam kawasan hutan yang tidak ditunjuk secara khusus untuk maksud tersebut oleh pejabat yang berwenang;
 - i. membawa alat-alat berat dan atau alat lainnya yang lazim atau patut diduga akan digunakan untuk mengangkut hasil hutan di dalam kawasan hutan, tanpa izin pejabat yang berwenang;
 - j. membawa alat-alat yang lazim digunakan untuk menebang, memotong, atau membelah pohon di dalam kawasan hutan tanpa izin pejabat yang berwenang;

- k. membuang benda-benda yang dapat menyebabkan kebakaran dan kerusakan serta membahayakan keberadaan atau kelangsungan fungsi hutan ke dalam kawasan hutan; dan
- l. mengeluarkan, membawa, dan menyangkut tumbuh-tumbuhan dan satwa liar yang tidak dilindungi undang-undang yang berasal dari kawasan hutan tanpa izin pejabat yang berwenang.

2.4.7 Kawasan Sempadan Pantai dan Sungai

Batas sempadan pantai adalah ruang sempadan pantai yang ditetapkan pada daratan sepanjang tepian pantai, yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat (Perpres No 51 Tahun 2016 tentang batas sempadan pantai). Penetapan sempadan pantai juga perlu mempertimbangkan kondisi wilayah untuk perlindungan terhadap risiko bencana, perlindungan dari erosi dan abrasi, perlindungan sumberdaya buatan di pesisir, perlindungan terhadap ekosistem pesisir, pengaturan akses publik dan pengaturan untuk saluran air dan limbah. Penetapan batas sempadan pantai dilakukan dengan tujuan untuk melindungi dan menjaga:

- kelestarian fungsi ekosistem dan segenap sumber daya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil;
- kehidupan masyarakat di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dari ancaman bencana alam;
- alokasi ruang untuk akses publik melewati pantai; dan
- alokasi ruang untuk saluran air dan limbah.

Sempadan sungai adalah ruang kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung sungai untuk sungai tidak bertanggung atau di antara garis sempadan dan tepi luar kaki tanggul untuk sungai bertanggung. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 tentang sungai, membagi sempadan sungai berdasarkan kondisi dan kawasan, meliputi:

- Sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan
- Sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan
- Sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan
- Sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan

Adapun pengaturan sempadan sungai di suatu wilayah mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan, ditentukan:
 - a. Paling sedikit berjarak 10 (sepuluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 (tiga) meter
 - b. Paling sedikit berjarak 15 (lima belas) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 3 (tiga) meter sampai dengan 20 (dua puluh) meter
 - c. Paling sedikit berjarak 30 (tiga puluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 20 (dua puluh) meter.
2. Sungai tidak bertanggung di luar kawasan perkotaan, terdiri atas:
 - a. Sungai besar dengan luas daerah aliran sungai lebih besar 500 km², ditentukan paling sedikit berjarak 100 (seratus) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai
 - b. Sungai kecil dengan luas daerah aliran sungai kurang dari atau sama 500 km², ditentukan paling sedikit 50 (lima puluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai.
3. Sungai bertanggung di dalam kawasan perkotaan ditentukan paling sedikit berjarak 3 (tiga) meter dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai
4. Sungai bertanggung di luar kawasan perkotaan ditentukan paling sedikit berjarak 5 (lima) meter dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai.

2.4.8 Kawasan Rawan Bencana

Bencana merupakan suatu fenomena yang terjadi tanpa kita sadari dan datang secara tiba-tiba. Menurut undang-undang nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mendefinisikan Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis sedangkan Rawan bencana adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis,

klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu.

Kejadian bencana berpotensi terjadi disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya adalah kondisi daerah. Gambaran wilayah berupa keadaan geografis, topografis, demografis dan iklim yang berbeda-beda di setiap daerah memicu suatu jenis bencana. Kondisi kebencanaan suatu daerah akan berbeda dengan daerah lainnya hal ini terkait karakteristik daerah kajian. Faktor penyebab potensi bencana antara lain adalah kerentanan wilayah yang tinggi dan rendahnya kapasitas daerah dalam menghadapi bencana tersebut. Oleh karena itu diperlukan pemaparan keterkaitan kondisi wilayah dengan potensi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya bencana. Selain kondisi daerah sejarah kejadian bencana dan kemungkinan terjadinya bencana juga merupakan faktor penentu potensi bencana. Kondisi-kondisi tersebut disinkronkan dengan metodologi pengkajian resiko bencana dari BNPB.

Pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif yang timbul dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan tersebut. Potensi dampak negatif ini dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan yang terpapar oleh potensi bencana. Keseluruhan hasil dari pengkajian risiko bencana tersebut digunakan sebagai dasar untuk penyelenggaraan penanggulangan bencana di suatu daerah. Pengkajian risiko bencana dilaksanakan dengan mengkaji setiap komponen yang mempengaruhi potensi bencana. Komponen tersebut adalah bahaya, kerentanan dan kapasitas. Pengkajian risiko bencana disesuaikan dengan referensi pedoman yang ada dalam peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. Upaya pengurangan resiko bencana berupa:

- Memperkecil ancaman kawasan
- Mengurangi kerentanan kawasan yang terancam; dan

- Meningkatkan kapasitas kawasan yang terancam.

Indonesia secara garis besar memiliki 13 jenis potensi bencana, yang terdiri dari Gempa bumi, Tsunami, banjir, Banjir Bandang, Tanah Longsor, Letusan Gunung Api, Gelombang Ekstrim dan Abrasi, Cuaca Ekstrim, Kekeringan, Kebakaran Hutan dan Lahan, Kebakaran Gedung dan Pemukiman, Epidemii dan Wabah Penyakit dan Gagal Teknologi. Pengkajian risiko bencana disusun berdasarkan indeks-indeks yang telah ditentukan, salah satunya indeks bahaya.

Analisis indeks bahaya dilakukan untuk setiap jenis bencana di suatu daerah. potensi bencana diperoleh dari sejarah kejadian dan kemungkinan terjadi suatu bencana. Dari potensi bencana yang ada di suatu daerah maka dapat diperkirakan besaran luas bahaya yang akan terjadi di daerah tersebut. Pendekatan ini menghasilkan tingkat/kelas bahaya bencana di setiap potensi bencana yang kemudian disajikan dalam bentuk spasial. Dalam penilaian komponen bahaya diperoleh dari hasil pengkajian bahaya rendah, sedang dan tinggi yang memiliki persentase luas bahaya yang paling besar. Hasil pengkajian bahaya diperoleh dari InaRISK Badan Nasional Penanggulangan Bencana. InaRISK adalah portal hasil kajian risiko yang menggunakan ArcGIS server sebagai data services yang menggambarkan cakupan wilayah ancaman bencana, populasi terdampak, potensi kerugian fisik (Rp.), potensi kerugian ekonomi (Rp.) dan potensi kerusakan lingkungan (ha) dan terintegrasi dengan realisasi pelaksanaan kegiatan pengurangan risiko bencana sebagai tool monitoring penurunan indeks risiko bencana. Skala indeks bahaya dibagi dalam 3 (tiga) kelas bahaya yaitu:

- Rendah (0 - 0,333);
- Sedang (0,333 - 0,666); dan
- Tinggi (0,666 - 1).

2.4.9 Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan

Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah sistem dan proses dalam merencanakan dan menetapkan, mengembangkan, memanfaatkan dan membina, mengendalikan, dan mengawasi Lahan Pertanian pangan dan kawasannya secara berkelanjutan (Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 Tentang

Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan). Dalam perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan dilakukan berdasarkan perencanaan lahan pertanian pangan berkelanjutan yang dilakukan pada Kawasan Pertanian pangan berkelanjutan, lahan pertanian pangan berkelanjutan dan lahan cadangan pertanian pangan berkelanjutan.

Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah wilayah budi daya pertanian terutama pada wilayah pedesaan yang memiliki hamparan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dan/atau hamparan Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan serta unsur penunjangnya dengan fungsi utama untuk mendukung kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan nasional. Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang berada pada kawasan peruntukan pertanian terutama pada Kawasan Perdesaan. Kawasan yang dapat ditetapkan menjadi Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan harus memenuhi kriteria dan persyaratan, meliputi:

- Memiliki hamparan Lahan dengan luasan tertentu sebagai Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dan/atau Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan
- Menghasilkan Pangan Pokok dengan tingkat produksi yang dapat memenuhi kebutuhan pangan Sebagian besar masyarakat setempat, Daerah, provinsi, dan/atau nasional.
- Berada di dalam dan/atau di luar kawasan peruntukan pertanian; dan
- Termuat dalam rencana Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah bidang lahan pertanian yang ditetapkan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan. Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di dalam dan di luar Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang berada pada Kawasan Perdesaan dan/atau pada kawasan perkotaan di Daerah. Lahan yang dapat ditetapkan menjadi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan sebagaimana harus memenuhi kriteria dan persyaratan, meliputi:

- Berada pada kesatuan hamparan Lahan yang mendukung produktivitas dan efisiensi produksi dengan mempertimbangkan aspek ekonomi dan sosial budaya masyarakat.
- Memiliki potensi teknis dan kesesuaian Lahan yang sangat sesuai, sesuai, atau agak sesuai untuk peruntukan Pertanian Pangan dengan mempertimbangkan kelerengan, iklim, dan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang cocok untuk dikembangkan menjadi Lahan Pertanian Pangan dengan memperhatikan daya dukung lingkungan.
- Didukung infrastruktur dasar.
- Telah dimanfaatkan sebagai Lahan Pertanian Pangan dengan pertimbangan, produktivitas, intensitas penanaman, ketersediaan air, konservasi, berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Lahan yang dapat ditetapkan menjadi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan harus memenuhi persyaratan:

- berada di dalam atau di luar Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan; dan
- termuat dalam rencana Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah Lahan potensial yang dilindungi pemanfaatannya agar kesesuaian dan ketersediaannya tetap terkendali untuk dimanfaatkan sebagai Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan pada masa yang akan datang. Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan di dalam dan di luar Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan berasal dari tanah terlantar dan/atau tanah bekas kawasan hutan yang telah dilepas sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan; dan berada pada Kawasan Perdesaan dan/atau pada kawasan perkotaan di Daerah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 1 Tahun 2011 Tentang Penetapan Dan Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan menyebutkan Lahan yang sudah ditetapkan sebagai Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dilindungi dan dilarang dialihfungsikan. Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan merupakan perubahan fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan menjadi bukan Lahan

Pertanian Pangan Berkelanjutan baik secara tetap maupun sementara. Alih fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan hanya dapat dilakukan oleh Pemerintah atau pemerintah daerah dalam rangka:

- pengadaan tanah untuk kepentingan umum, seperti jalan umum, waduk, bendungan, irigasi, saluran air minum atau air bersih, drainase dan sanitasi, bangunan pengairan, Pelabuhan, bandar udara, stasiun dan jalan kereta api, terminal, fasilitas keselamatan umum, cagar alam dan pembangkit dan jaringan listrik. Selain kepentingan umum, alih fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan juga dapat dilakukan untuk pengadaan tanah guna kepentingan umum lainnya yang ditentukan oleh undang-undang dan juga harus sesuai dalam rencana tata ruang wilayah dan/atau rencana rinci tata ruang.
- terjadi bencana, dalam penetapan suatu kejadian sebagai bencana dilakukan oleh badan yang berwenang dalam urusan penanggulangan bencana sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Alih fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dalam rangka pengadaan tanah untuk kepentingan hanya dapat dilakukan dengan persyaratan:

- memiliki kajian kelayakan strategis yang mencakup luas dan lokasi yang akan dialihfungsikan, potensi kehilangan hasil, resiko kerugian investasi dan dampak ekonomi, lingkungan, sosial, dan budaya.
- mempunyai rencana alih fungsi lahan yang mencakup luas dan lokasi yang akan dialihfungsikan, jadwal alih fungsi, luas dan lokasi lahan pengganti, jadwal penyediaan lahan pengganti dan pemanfaatan lahan pengganti.
- pembebasan kepemilikan hak atas tanah dilakukan dengan memberikan ganti rugi oleh pihak yang melakukan alih fungsi
- ketersediaan lahan pengganti terhadap Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang dialihfungsikan harus memenuhi kriteria kesesuaian lahan dan dalam kondisi siap tanam. Lahan pengganti dapat diperoleh dari pembukaan lahan baru pada Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan, pengalihfungsian lahan dari bukan pertanian ke Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan terutama dari tanah terlantar dan/atau tanah

bekas kawasan hutan atau penetapan lahan pertanian pangan sebagai Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Dalam menentukan lahan pengganti Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang dialihfungsikan, harus mempertimbangkan luasan hamparan lahan, tingkat produktivitas lahan dan kondisi infrastruktur dasar.

2.4.10 Topografi dan Kemiringan Lereng

Topografi merupakan gambaran relief permukaan bumi yang memperlihatkan keadaan bentuk dinyatakan dalam meter di atas permukaan laut sedangkan kemiringan lereng merupakan ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. topografi memegang peranan yang paling besar pengaruhnya terhadap kemungkinan erosi, jika dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Sedangkan klasifikasi kemiringan atau kelerengan lahan dibagi menjadi 5 kelas, Berdasarkan SNI No. 03-1733-2004 tahun 2004 tentang tata cara perencanaan permukiman dan lingkungan di perkotaan, kriteria kemiringan lereng yang sesuai peruntukan kawasan permukiman dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.6 Kriteria Kemiringan Lereng yang Sesuai Peruntukan Kawasan Permukiman berdasarkan SNI Nomor 03-1733-2004

No	Kelas Kemiringan Lereng (%)	Deskripsi	Peruntukan Permukiman
1	0 - 8	Datar	Kawasan Permukiman
2	8 - 15	Landai	
3	15 - 25	Agak curam	Dapat digunakan Namun dengan Persyaratan Tertentu
4	25 - 40	Curam	Non Kawasan Permukiman
5	>40	Sangat Curam	Non Kawasan Permukiman

Sumber : SNI Nomor 03-1733-2004 Tahun 2004

2.4.11 Kawasan TPA

Peraturan Menteri PU No. 03/PRT/M/2013 tentang penyelenggaraan prasarana dan sarana persampahan dalam penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga menyebutkan bahwa Tempat Pemrosesan akhir (TPA) merupakan tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan. Pemilihan lokasi TPA harus memenuhi kriteria aspek yang meliputi:

- Geologi, yaitu tidak berada di daerah sesar atau patahan yang masih aktif, tidak berada di zona bahaya geologi misalnya daerah gunung berapi, tidak berada di daerah karst, tidak berada di daerah berlahan gambut, dan dianjurkan berada di daerah lapisan tanah kedap air atau lempung;
- Hidrogeologi, antara lain berupa kondisi muka air tanah yang tidak kurang dari tiga meter, kondisi kelulusan tanah tidak lebih besar dari 10^{-6} cm/detik, dan jarak terhadap sumber air minum lebih besar dari 100 m (seratus meter) di hilir aliran;
- Kemiringan zona, yaitu berada pada kemiringan kurang dari 20% (dua puluh perseratus).
- Jarak dari lapangan terbang, yaitu berjarak lebih dari 3000 m (tiga ribu meter) untuk lapangan terbang yang didarati pesawat turbo jet dan berjarak lebih dari 1500 m (seribu lima ratus meter) untuk lapangan terbang yang didarati pesawat jenis lain;
- Jarak dari permukiman, yaitu lebih dari 1 km (satu kilometer) dengan mempertimbangkan pencemaran lindi, kebauan, penyebaran vektor penyakit, dan aspek sosial;
- Tidak berada di kawasan lindung/cagar alam; dan/atau
- Bukan merupakan daerah banjir periode ulang 25 (dua puluh lima) tahun.

2.5 Sistem Informasi Geografis Dalam Penggunaan Lahan

Secara harfiah sistem informasi geografis mengandung tiga kata yaitu sistem, informasi dan geografis. Sistem mengandung arti suatu lingkungan tempat data untuk dikelola dan ditanyai. Informasi, berarti ada kemungkinan untuk menggunakan sistem untuk menanyakan pertanyaan data basis geografis, dan memperoleh informasi dunia geografis. Geografis berarti sistem yang digunakan berkaitan erat dengan ukuran dan skala geografis, dan merujuk pada sistem koordinat dari lokasi dari permukaan bumi. Hampir semua penelitian atau penyajian informasi yang bersifat keruangan (spasial) menggunakan teknik sistem informasi geografis (Kurniawan, 2012).

Menurut Kurniawan, (2012) Sistem informasi geografis merupakan sistem otomatisasi untuk menangani data spasial. Sistem ini dapat merangkum intelegensi informasi secara geografis (keruangan). Dalam sistem informasi geografis, objek yang ada dalam ruang geografis ditunjukkan oleh dua jenis informasi. Pertama, berkaitan dengan lokasi yang disebut dengan data spasial, dan yang kedua berkaitan dengan identitas dari karakter dari objek tersebut yang disebut dengan data atribut (Unwin, 1981). Pada data spasial merupakan penggambaran objek dalam ruang. Objek dalam ruang tersebut diklasifikasikan empat jenis yaitu titik, garis, area dan permukaan. Data atribut dapat ditunjukkan dengan nominal, ordinal, interval dan skala rasio. Informasi geografis tentang lingkungan disajikan dalam bentuk peta, analog dan digital. Peta analog merupakan penggambaran secara nyata dari kondisi dunia. Kualitas fisik dari garis dan area (panjang, tebal, warna dan sebagainya) digunakan untuk menggambarkan kondisi *feature* dari alam. Lokasi absolut dari ruang didefinisikan dalam sistem koordinat (x,y) yang tidak berkaitan dengan objek yang dipetakan.

Menurut Murai, (1999) mengungkapkan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai suatu sistem informasi yang digunakan untuk menyimpan, memasukan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis hingga menghasilkan data dengan referensi geografis atau data geospasial, tujuannya mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan dan perencanaan penggunaan lahan, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, sumber daya alam, dan pelayanan umum lainnya. Sistem informasi geografis dapat juga sebagai suatu alat yang dapat digunakan untuk perencanaan penggunaan lahan (Trung *et al*, 2006). Marshal, (1994) berpendapat bahwa untuk mengetahui kondisi spasial masa depan suatu wilayah perencanaan maka perencana membutuhkan alat dalam memprediksi dinamika penggunaan lahan termasuk meramalkan perubahan lahan yang terjadi akibat suatu skenario perencanaan spasial. Peramalan perubahan penggunaan lahan merupakan hal yang sangat kompleks sehingga membutuhkan bantuan komputer untuk melakukannya dan alat untuk membantu analisis ini adalah Sistem Informasi Geografis.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Geografis adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mempermudah analisis spasial. Menurut Kurniawan, (2012) Analisis spasial merupakan metode kuantitatif untuk pengaturan spasial dari kejadian-kejadian geografis. Kejadian geografis (*geographical event*) dapat berupa sekumpulan obyek-obyek titik, garis atau areal yang berlokasi di ruang geografis dimana melekat suatu gugus nilai-nilai atribut. Dengan demikian, analisis spasial membutuhkan informasi, baik berupa nilai-nilai atribut maupun lokasi geografis obyek - obyek dimana atribut melekat di dalamnya (Rustiadi *et al.* 2002).

SIG dapat digunakan untuk membantu perencanaan penggunaan lahan (*land use planning*) beserta *land use forecasting*, penentuan lokasi yang terbaik untuk suatu kegiatan tertentu, penentuan persebaran atau distribusi suatu unit kegiatan, dan penentuan pola jaringan. Hasil dari analisis SIG ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk membuat rencana tata ruang wilayah yang nantinya dalam skala lebih detailnya akan diturunkan menjadi peraturan zonasi. SIG memiliki kemampuan untuk analisis namun, karena berfungsi hanya sebagai alat bantu maka perlu *framework* atau model yang digunakan untuk memudahkan analisis yang ingin dilakukan.

2.6 Pemodelan Dalam Perencanaan Spasial

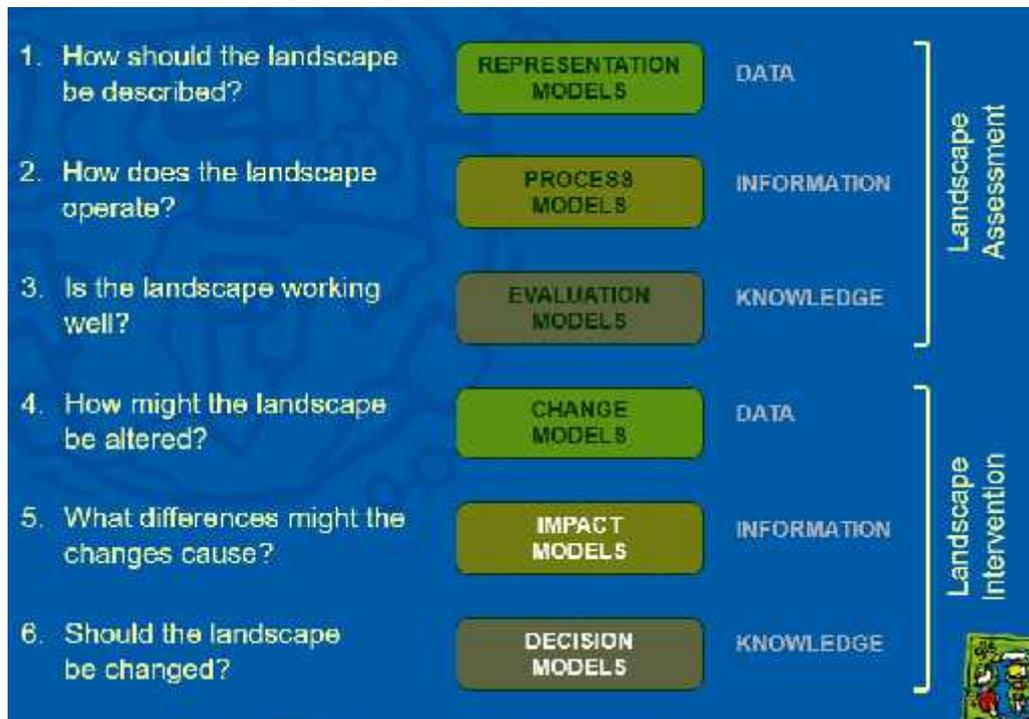
Model merupakan suatu representasi dari fenomena di dunia nyata. Model yang baik harus dapat menggambarkan sifat penting dari sistem yang dimodelkan. Menurut Kurniawan, (2012) mendefinisikan secara umum model merupakan suatu perwakilan atau abstraksi dari sebuah obyek atau situasi aktual. Model merupakan abstraksi dari suatu realitas, maka pada wujudnya kurang kompleks dari pada realitas itu sendiri. Model dapat dikatakan lengkap bila dapat mewakili berbagai aspek dari realitas itu sendiri (Marimin 2005). Contoh model seperti cetak biru arsitektur suatu gedung, dan grafik pekerjaan analisis ekonomi (Ford, 1999).

Menurut Kurniawan, (2012) Klasifikasi dari jenis-jenis model terbagi atas model fisik (model skala), model diagramatik (model konseptual) dan model matematik. Model fisik atau model skala, merupakan perwakilan fisik dari bentuk ideal maupun

dalam skala yang berbeda, misalnya maket suatu bangunan. Model diagramatik atau model konseptual dapat mewakili situasi dinamik (keadaan yang berubah menurut waktu) misalnya kurva permintaan, kurva distribusi frekuensi dan diagram alir. Sedangkan model matematik, dapat berupa persamaan atau formula (rumus). Persamaan merupakan bahasa universal yang menggunakan suatu logika simbolis. Model matematik melibatkan fungsi dan angka dalam menggambarkan sistem, sehingga sering disebut dengan model komputer atau model numerik. Di lain pihak bila solusi analitis yang akan di peroleh dapat digambarkan dengan kombinasi dari berbagai fungsi matematis dasar, model ini disebut dengan model analitik. Model matematis ini dapat dikelompokkan dalam dua bagian yaitu model statik dan dinamik. Model statik memberikan informasi tentang peubah-peubah model dengan tidak mempertimbangan waktu dalam pengolahan datanya sehingga sistem tidak berubah oleh waktu sedangkan model dinamik merupakan model yang dapat dikembangkan untuk menunjukkan perubahan *over time* atas penambahan dan pengurangan dengan mempertimbangan waktu dalam pengolahan datanya sehingga sistem berubah oleh waktu. Model ini juga merefleksikan perubahan melalui simulasi ataupun berdasarkan waktu real dan menghitung komponen secara konstan dengan memasukkan beberapa alternatif Tindakan yang akan datang (Eriyatno 1989). Model dinamik mampu menelusuri jalur waktu dari peubah peubah model tetapi model tersebut lebih sulit dan kompleks dalam pembuatannya, namun memberikan kekuatan yang lebih tinggi pada analisis dunia nyata.

Spatial modelling atau pemodelan spasial merupakan sebuah model yang beroperasi berdasarkan keterkaitan antar komponen dengan waktu. Dalam pemodelan spasial, terdapat dua kategori struktur data dari area yaitu vektor dan raster. Vektor merupakan struktur data yang berdasarkan pada koordinat, sedangkan raster merupakan struktur data yang berdasarkan pada sel. *Spatial Model* dapat disajikan dalam bentuk analog maupun digital. Dalam *spatial model*, resolusi merupakan suatu faktor yang penting dalam menentukan keberjalanan sebuah model. Resolusi data yang buruk, akan mempengaruhi keakuratan model yang diciptakan. *Spatial modelling* dilakukan karena lebih praktis dan lebih mudah dikaitkan dengan fenomena nyata dan dapat berubah seiring dengan berjalannya

waktu (Goodchild, 2004). Terdapat beberapa model yang digunakan dalam pemodelan spasial yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.3 Model Perubahan *Landscape*
 Sumber:., Goodchild, *Introduction to Spatial Modeling*, 2004

Berdasarkan ilustrasi tersebut terdapat beberapa model yang dapat menggambarkan perubahan lanskap. *Representation model* berfungsi untuk mendeskripsikan lanskap yang ada dan dibutuhkan sebuah data untuk melakukan representasi. *Process Model* menggambarkan bagaimana sebuah lanskap beroperasi untuk membuat model ini memerlukan informasi. *Evaluation Model* digunakan untuk mengetahui apakah *landscape* berjalan sesuai semestinya, pada model ini memerlukan *knowledge* yang tepat untuk menentukan variabel yang digunakan pada modelnya sehingga model yang dihasilkan akurat. *Representasion model*, *Process Model*, dan *Evaluation Model* merupakan model yang digunakan untuk menilai sebuah lanskap. Sedangkan terdapat satu kesatuan model lainnya yang berfungsi untuk mengintervensi sebuah lanskap yang terdiri dari *Change models*, *Impact models*, dan *Decision models*. *Change Models* mendeskripsikan bagaimana lanskap akan berubah. *Impact Models* akan menggambarkan dampak apa yang terjadi dengan adanya perubahan lanskap. *Decision Models* membantu untuk

mengambil keputusan apakah sebuah lanskap perlu diganti/berubah (Goodchild, 2004).

Pemodelan dalam perencanaan wilayah dan kota bergantung pada tujuannya. Secara dimensi waktu, dapat digunakan untuk melihat kondisi atau gambaran pada suatu titik di masa lampau lazimnya kita menggunakan penggunaan lahan eksisting, maket, atau gambar yang dapat divisualisasikan. Dalam mengevaluasi suatu fenomena nyata, saat ini dapat mengaitkan berbagai bentuk model fisik dengan dapat digunakan model analitik atau statistik, sedangkan untuk membuat proyeksi perubahan di masa mendatang diperlukan intervensi model yang lebih operasional seperti simulasi. Dalam dunia perencanaan wilayah dan kota, penggunaan model sangat penting sebagai alat bantu membangun kesamaan persepsi dalam merumuskan perencanaan yang dihadapkan dengan berbagai *stakeholders* dengan banyak sudut pandang.

2.7 Cellular Automata

Menurut White dan Shahumyan, (2011) mengungkapkan *Cellular Automata* merupakan teknik pemodelan dinamika penggunaan lahan yang memanfaatkan data spasial (*raster*) dalam bentuk sel (*grid*) sebagai unit analisis terkecilnya. *Cellular Automata* (CA) adalah sistem dinamika diskrit yang ruang dibagi kedalam bentuk spasial sel teratur dan waktu berproses pada setiap tahapan yang berbeda. Setiap sel pada sistem ini memiliki satu kondisi yang akan selalu diupdate mengikuti aturan lokal, waktu yang diberikan, keadaannya sendiri, dan keadaan tetangganya pada saat sebelumnya (Wolfram, 1984). CA adalah model dinamika berbentuk grid, ruang, waktu, dan kondisi dengan interaksi spasial. Model ini mampu mensimulasikan proses evolusi spasial-temporal yang rumit. Dalam proses CA, keadaan setiap sel berubah seiring waktu yang ditentukan dengan ketentuan khusus dalam pemodelannya karena sejumlah besar sel akan berevolusi dari sistem yang dinamis dari interaksi yang terjadi. Penelitian Wolfram membuktikan bahwa model CA dapat mensimulasikan fenomena alam yang kompleks, dan perilaku lokal antar individu dapat mengembangkan perubahan pola waktu dan ruang. CA merupakan salah satu metode terbaik saat ini dalam melakukan simulasi spasial, termasuk

simulasi penggunaan lahan dengan kemampuannya mengakomodasi pendekatan *trend* dan target (Pratomoatmojo, 2014).

Pada awalnya konsep CA dikenalkan sekitar tahun 1940-an oleh Stanislaw Ulam dan John Von Neumann untuk menyediakan kerangka dan menginvestigasi perilaku sistem yang kompleks (Yu, *et al.* dalam Lestari dan Pratomoatmojo, 2019). Kemudian pada tahun 1970 John Horton Conway yang merupakan matematikawan Inggris mengembangkan lebih lanjut CA yang diberi nama *Game of Life* (Gardener dalam Lestari dan Pratomoatmojo, 2019). Pada tahun 1983 Stephen Wolfram dalam bukunya "*A New Kind of Science*" melakukan pengkajian sederhana terhadap CA yang disebut *Elementary Cellular Automata* (Stephen, 1983). Metode CA terus dikembangkan hingga Tobler pada tahun 1979 mulai mengenalkan teknik CA sebagai pemodelan geografis (Tobler, 1979). Pengembangan CA untuk simulasi pertama kali dilakukan pada kasus pengembangan kota untuk mengetahui proses dan evolusi perkotaan yang dilakukan oleh Couclelis pada tahun 1985 dan aplikasi CA untuk studi perencanaan wilayah dan kota oleh White dan Engelen pada tahun 1993 (Lestari dan Pratomoatmojo, 2019). Aplikasi CA diperkenalkan untuk perencanaan *land use* (Li dan Yeh, 2000).

Seiring dengan perkembangan teknologi, model CA telah semakin banyak diterapkan dalam simulasi dan prediksi ekspansi perkotaan dan penelitian yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan dan memperoleh hasil yang signifikan yang menunjukkan bahwa model CA dapat secara efektif mencerminkan fitur kompleks evolusi penggunaan lahan. Dalam model penggunaan lahan, CA memodelkan transisi sel dari penggunaan ke penggunaan lain, tergantung pada penggunaan lahan dalam lingkungan sekitar sel. Dalam model terdapat variasi karena terdapat hubungan antara faktor pendorong (*driving factor*) dan perubahan penggunaan lahan. CA menyediakan komputasi simulasi dinamis kerangka kerja spasial-temporal dengan menggunakan pendekatan *bottom-up* dan dapat mencapai simulasi perubahan penggunaan lahan di bawah dampak komprehensif dari faktor alam dan sosial makroskopis, serta interaksi lingkungan sel lokal. Model CA dapat digunakan untuk melakukan simulasi penggunaan lahan, dan perubahan populasi

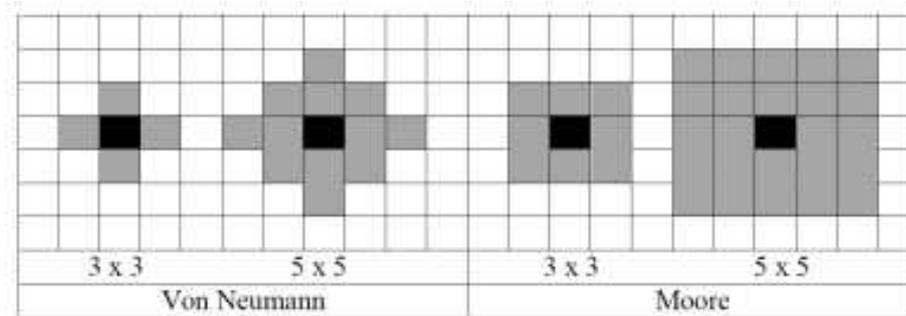
penduduk yang dimodelkan dalam sebuah sel. Sel tersebut dalam secara efektif menggabungkan data ekonomi, demografis dan transportasi (Torrens, 2003).

Berdasarkan penjelasan tersebut, *Cellular Automata* merupakan suatu modeling yang dapat mensimulasikan maupun memprediksi perubahan penggunaan lahan. CA mensimulasikan suatu proses lokal yang melibatkan komponen yang ditetapkan oleh penggunanya. Dalam mensimulasikan prediksi penggunaan lahan diperlukan suatu variabel *driving factor* dan faktor penghambat agar simulasi yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi validasi yang tinggi. Pemodelan dengan menggunakan CA dapat memiliki hasil yang berbeda tergantung dengan *framework* yang digunakan. Framework yang digunakan dapat berbeda, sebagai contohnya pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan mikro akan berbeda dengan pendekatan makro, juga akan berbeda dengan pemodelan penggunaan lahan yang mempertimbangkan kompetisi penggunaan lahan di sekitarnya

Peruge, Arief, dan Sakka, (2013) mengemukakan bahwa *cellular automata* adalah model dalam GIS. Data CA terdiri dari susunan sel-sel, dan masing- masing diatur sedemikian rupa sehingga hanya diperbolehkan berada di salah satu dari beberapa keadaan. Keadaan ini yang nantinya akan berfungsi menjadi dasar dari prediksi/perubahan yang akan terjadi. Perubahan ini didasarkan pada probabilitas atau suatu penentuan yang mengatur perubahan dalam sel atau sel tetangga. Menurut Liu, Y. (2009) elemen dasar pembentuk *cellular automata*, yaitu:

1. Sel (*Cell*), merupakan unit dasar spasial dalam ruang seluler. Sel tersebut diatur dalam *spatial tessellation*, yaitu sebuah grid dua dimensi dari sel merupakan bentuk yang paling umum dari *cellular automata* yang digunakan dalam pemodelan pertumbuhan perkotaan dan alih fungsi lahan.
2. Kondisi (*State*), adalah mendefinisikan atribut dari suatu sistem. Setiap sel hanya dapat mengambil satu kondisi dari serangkaian kondisi pada waktu tertentu. Dalam studi ini, kondisi mewakili jenis penggunaan lahan.
3. Ketetanggaan (*neighborhood*), yang merupakan serangkaian sel yang saling berinteraksi. Dalam ruang dua dimensi terdapat dua tipe dasar ketetanggaan, yakni ketetanggaan Von Neumann (empat sel, meliputi Utara, Selatan, Timur dan Barat), dan ketetanggaan Moore (delapan sel). Definisi lainnya menurut

Peruge, Arief, dan Sakka, (2013) adalah *neighborhood* artinya perubahan penggunaan lahan pada satu piksel akan dipengaruhi oleh penggunaan lahan pada piksel tetangganya. Dalam hal ini yang perlu didefinisikan sebagai jumlah piksel yang dianggap sebagai tetangga. Pada penelitian ini akan digunakan filter 3x3.



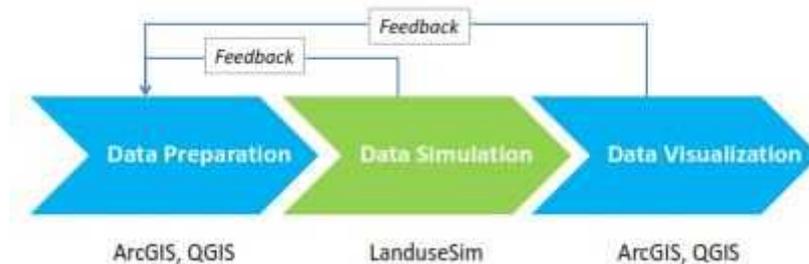
Gambar 2.4 Ketetanggan Von Neumann dan Moore
Sumber: Goodchild. Introduction to Spatial Modeling, 2004

4. Aturan transisi (*Transition Rules*), adalah mendefinisikan bagaimana respon perubahan suatu sel dalam menanggapi kondisi saat ini dan kondisi tetangganya.
5. Waktu (*time-step*), adalah suatu variabel yang menentukan dimensi waktu yang digunakan selama proses perhitungan dan kalkulasi yang didasarkan pada proses *cellular automata*. Waktu di sini dapat juga didefinisikan sebagai periode iterasi.

2.8 LanduseSim

LanduseSim merupakan software simulasi dan pemodelan spasial berbasis grid/cell dengan menggunakan data raster penggunaan lahan sebagai atribut spasial (Pratomoatmojo, 2014). *LanduseSim* dikembangkan oleh Nursakti Adhi Pratomoatmojo yang membantu perencana dalam pemahaman dinamika pola ruang, simulasi dinamika pola ruang, prediksi penggunaan lahan di masa yang akan datang berdasarkan komponen pembentuknya. Cara kerja *LanduseSim* memanfaatkan konsep algoritma *cellular automata* (CA). Data yang digunakan adalah data spasial dalam bentuk raster. *LanduseSim* memiliki potensi adopsi model-model non-spasial Operasional *LanduseSim* memerlukan software GIS lainnya (QGIS, Grass, ArcView, ArcGIS) untuk mengolah data awal yang diperlukan sebagai input pada aplikasi *LanduseSim*.

Implementasi pemodelan perubahan penggunaan lahan berbasis Sistem Informasi Geografis dan menggunakan *LanduseSim*, terdiri dari 3 bagian besar, yaitu tahap persiapan data, tahap simulasi dan tahap visualisasi. Tahap persiapan meliputi persiapan peta dasar (hasil penginderaan jauh) ataupun digitasi, identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan, identifikasi besaran perkembangan (baik melalui target ataupun *trend*). Tahap kedua adalah tahap simulasi data. Pada tahap simulasi, data-data akan diproses lanjut mulai tahap import data, standarisasi data dengan *fuzzy*, *overlay* data untuk mendapatkan peta *initial transition potential map*, pengaturan *rules*, hingga proses simulasi. Tahap kedua akan menggunakan software *LanduseSim* sebagai alat analisis utama yaitu memprediksi secara berbasis raster. Tahap ketiga adalah tahap visualisasi peta dan data, yang hasil output simulasi berasal dari *LanduseSim* dikembalikan kepada aplikasi SIG editor untuk melakukan finalisasi termasuk mempersiapkan layout, grafik, peta, legenda dan lainnya. Adapun pengolahan data tabulasi dapat juga menggunakan Microsoft Excel.



Gambar 2.5 Tahapan Pemodelan *LanduseSim*
 Sumber: Pratomoatmojo, N.A. Materi URGEOS, 2020

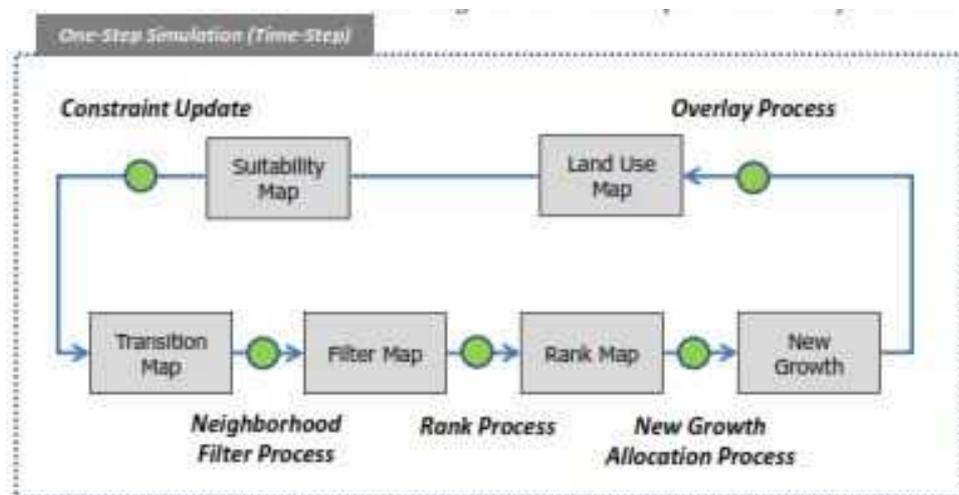
Menurut Pratomoatmojo (2014:71-78), Aplikasi *LanduseSim* memiliki beberapa manfaat dalam praktek perencanaan wilayah dan kota terutama kegunaannya dalam membantu proses penyusunan rencana penggunaan lahan pada dokumen rencana tata ruang, seperti:

1. *LanduseSim* sebagai aplikasi simulasi spasial berbasis grid / raster

Pemodelan dan simulasi berbasis grid telah membuktikan bahwa simulasi dengan sistem grid memiliki beberapa keuntungan, yaitu: entitas geografis dan karakteristik perilaku individu/objek dalam lingkup mikro-spatial dilibatkan, model berorientasi objek dan dapat menyatukan spasial topologi.

2. Teknik dan algoritma *LanduseSim* dalam melakukan simulasi penggunaan lahan

Implementasi simulasi pada aplikasi *LanduseSim* menggunakan teknik Cellular Automata. Implementasi CA dalam memodelkan perubahan penggunaan lahan secara umum telah didemonstrasikan oleh beberapa peneliti (Pratomoatmojo, 2014). Dengan menggunakan teknik komputasi, *Cellular Automata* merupakan metode terbaik saat ini dalam melakukan simulasi spasial, termasuk simulasi landuse dengan kemampuannya mengakomodasi pendekatan *bottom-up* dan *top-down*.



Gambar 2.6 Skema simulasi pada aplikasi *LanduseSim*

Sumber: Pratomoatmojo, N.A., 2014

Pada Gambar 2.6 menjelaskan bahwa algoritma CA pada *LanduseSim* bekerja dengan mekanisme iterasi dimulai dari peta penggunaan lahan, peta kesesuaian suatu penggunaan lahan, *neighborhood operation*, aturan-aturan yang diberlakukan (*transition rules*), kemudian berdasarkan nilai tersebut diurutkan (*rank*) sebelum dilanjutkan alokasi perubahan sesuai dengan jumlah grid yang diekspektasikan. Penetapan *time-step* (banyak iterasi) juga sangat mempengaruhi hasil simulasi spasial yang dihasilkan, terutama kaitannya alokasi lahan per waktu simulasi. Mekanisme tersebut terus berulang dan berurutan pada setiap *land use* yang disimulasikan hingga peta penggunaan lahan akhir didapatkan.

3. *LanduseSim* dalam memenuhi tuntutan simulasi dalam praktek perencanaan wilayah dan kota

LanduseSim merupakan *software* yang didesain dan dikembangkan untuk kebutuhan perencanaan. Perencana memiliki kemampuan guna menentukan faktor-faktor spasial yang digunakan dalam memprediksi masa depan dengan pendekatan perencanaan. Menurut Pratomoatmojo, (2014) bahwa yang dikatakan model perencanaan adalah model yang perencana (*planner*) dapat mengontrol faktor-faktor yang dilibatkan dalam pemodelan. Hal ini dicerminkan oleh aplikasi *LanduseSim* karena perencana dapat menentukan dan berkuasa penuh terhadap simulasi land use yang dihasilkan, mulai dari *driving-factors*, *neighborhood process*, *transition-rules*, zoning, dan besaran simulasi yang diinginkan.

Keterlibatan perencana (*planner*) dalam melakukan perencanaan perlu melakukan tes/simulasi terhadap solusi-solusi yang diperoleh sebelum solusi tersebut diadopsi sebagai suatu rencana yang diputuskan. Tuntutan tersebut sebagaimana yang dijabarkan, dapat berbentuk verbal, fisik maupun matematis. Dengan perkembangan teknologi terutama kemampuan komputasi di era modern ini, maka mekanisme simulasi khususnya kebutuhan bidang perencanaan wilayah dan kota dapat ditemukan dalam beberapa software yang tersedia, termasuk salah satunya adalah *LanduseSim* yang fokus pada mengakomodasi kebutuhan dan memiliki kemampuan untuk melakukan simulasi spasial penggunaan lahan.

4. *LanduseSim* dalam meningkatkan keterlibatan ahli SIG dan perencana dalam proses perencanaan wilayah dan kota

Seringkali dalam perencanaan wilayah dan kota, para ahli SIG diposisikan pada penyedia data spasial yang sifatnya lebih kepada penyusunan data spasial baik berasal dari survey primer maupun survey sekunder. Selain itu para ahli SIG yang memiliki latar belakang perencana wilayah dan kota, terbentur pada ketersediaan tools/aplikasi yang dapat digunakan untuk masuk lebih dalam diranah *planning* dalam proses penyusunan dokumen rencana tata ruang. Batasan-batasan tersebut menjadikan perencana cenderung melalaikan fungsi-fungsi utama dalam proses penyusunan rencana tata ruang, yaitu membuat

skenario perencanaan spasial, mensimulasikan skenario untuk memilih skenario yang terbaik. *LanduseSim* dapat berperan untuk meningkatkan tingkat partisipasi ahli SIG dan juga perencana dalam berkolaborasi dalam ranah perencanaan sebenarnya, yaitu antara lain:

a. Membuat skenario spasial

Perencana dapat melakukan serangkaian uji coba dengan satu atau lebih skenario perencanaan yang akan diusulkan pada suatu dokumen tata ruang, termasuk juga membuat skenario kebijakan. Skenario tersebut mengadopsi pembangunan infrastruktur yang sedang berjalan dan/atau yang akan direalisasikan. *LanduseSim* dalam hal ini mampu mengakomodasi skenario-skenario yang dibuat oleh perencana yang kemudian akan disimulasikan.

b. Mensimulasikan skenario yang diusulkan

Dengan *LanduseSim* maka perencana mampu mensimulasikan perubahan spasial terutama dinamika pola ruang atau perubahan pola pemanfaatan lahan di suatu wilayah dengan mengacu pada pertimbangan skenario yang diusulkan. Perencana akan mampu untuk memprediksi bagaimana skenario perencanaan spasial diterapkan dan melihat perubahan di masa yang akan datang.

c. Perencana dapat bertindak sebagai fasilitator dalam mekanisme perencanaan

Dengan usulan skenario perencanaan, yang kemudian disimulasikan dengan *LanduseSim* untuk melihat efek perubahan *land use* dari skenario perencanaan, maka perencana dapat berlaku sebagai fasilitator yaitu menunjukkan hasil simulasi kepada stakeholder yang terlibat, sehingga stakeholder memahami dan dapat mengambil kesimpulan dari opsi-opsi yang ditawarkan perencana. Dalam hal ini, stakeholder juga mendapat pendidikan tentang perencanaan wilayah dan kota.

d. Memonitor dan mendapat informasi *time-series* terhadap perubahan spasial akibat direalisasinya suatu skenario perencanaan

LanduseSim dapat digunakan untuk observasi perubahan lahan dan menghasilkan prediksi secara *series* dalam mengamati dan mengantisipasi

perubahan-perubahan yang akan terjadi apabila suatu skenario perencanaan direalisasikan.

5. *LanduseSim* mampu mengakomodasi pendekatan *Top-Down* dan *Bottom-Up* dalam perencanaan spasial

Terdapat dua pendekatan utama perencanaan spasial ditinjau dari proses keterlibatannya, yaitu *top-down* dan *bottom-up*.

- a. *LanduseSim* mengakomodasi pendekatan *Top-Down*

Simulasi perubahan penggunaan lahan dalam konteks perencanaan spasial, harus dapat menerjemahkan rencana-rencana pada hirarki yang lebih tinggi untuk tetap diikuti. Sebagai contoh, simulasi perubahan pemanfaatan lahan dapat mengikuti zoning ruang terbuka hijau, karena zonasi tersebut tidak dapat berubah/dikonversi menjadi lahan terbangun. Selain itu dapat juga mengadopsi rencana-rencana pembangunan infrastruktur yang sudah ditetapkan pada suatu perencanaan pembangunan.

- b. *LanduseSim* mengakomodasi pendekatan *Bottom-Up*

Pada proses perencanaan, masukan yang diberikan oleh stakeholder (pemerintah, swasta, ataupun masyarakat) dapat diakomodasi sebagai alternatif-alternatif scenario yang kemudian dapat disimulasikan. Masukan dapat berupa rencana spasial, konservasi area, target pertumbuhan. Dengan hal ini maka alternatif tersebut dapat dibandingkan dengan pendekatan top-down yang telah dihasilkan.

- c. *LanduseSim* mengakomodasi pendekatan *Top-Down* dan *Bottom-Up*

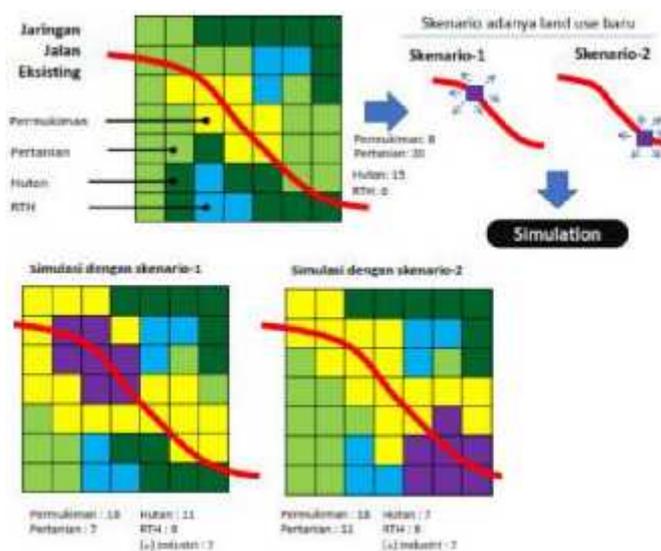
Proses simulasi ini memerlukan gabungan antara pendekatan Top-down (kebijakan) dan partisipasi stakeholder (*Bottom-Up*). Gabungan kedua pendekatan tersebut juga dapat dijadikan sebagai skenario kombinasi yang kemudian dapat disimulasikan untuk melihat prediksi perubahan komposisi unit pemanfaatan lahan di suatu wilayah perencanaan.

6. *LanduseSim* mampu melakukan simulasi spasial secara runtut baik *trend* maupun skenario

LanduseSim dapat memberikan hasil prediksi/peramalan secara runtut dilengkapi dengan pola perkembangan yang terjadi, sehingga pengguna dapat

melakukan pengamatan secara rinci terkait dinamika yang akan terjadi. Dengan mengetahui dinamika masa depan yang lebih detail, maka diharapkan tindakan perencanaan spasial yang berorientasi masa depan dapat lebih sesuai. Hal ini juga akan menjelaskan bagaimana suatu lahan berubah, misal semula adalah sawah, dan 20 tahun adalah menjadi industri, bisa jadi selama proses simulasi berlangsung, lahan sawah tersebut berubah tidak langsung menjadi industri melainkan mengalami beberapa transisi perubahan; sawah lahan kering pemukiman industri. Dalam kasus penyusunan rencana tata ruang yang periode perencanaan pada umumnya adalah 20 tahun, dengan menggunakan *LanduseSim* memungkinkan perencana untuk mendapatkan peta prediksi tahun secara runtut mulai tahun 2010, 2011, 2012, 2013 hingga tahun 2030.

Selain itu ketika aplikasi lain cenderung melakukan peramalan berbasis *trend*, *LanduseSim* dapat sangat fleksibel untuk melakukan prediksi *trend* maupun target (perencanaan). Sebagai contoh prediksi hingga 50 tahun kedepan suatu desa, yang semula tidak pernah memiliki lahan industri dalam sejarahnya, *LanduseSim* dapat mensimulasikan akan tumbuh lahan industri di wilayah tersebut (ketika diinginkan oleh perencana), yang aplikasi sejenis tidak dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut. Adapun skenario simulasi adanya fungsi lahan baru industri menggunakan aplikasi *LanduseSim* dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.7 Skenario Simulasi Adanya Fungsi Lahan Baru Industri Menggunakan Aplikasi *LanduseSim*

Sumber: Pratomoatmojo, N.A. Materi URGEOS2020, 2020

Menurut Pratomoatmojo, (2020) beberapa fitur Unggulan yang dimiliki *LanduseSim*, yaitu:

- Simulasi berbasis Penambahan Infrastruktur, Faktor pendorong dapat berupa apa saja baik sudah ada (actual/eksisting) ataupun masih dalam tahap rencana (belum ada pada kondisi eksisting)
- Simulasi berbasis Zoning, Zoning di sini bermanfaat dalam membatasi perkembangan lahan (seperti konversi ataupun lindung), ataupun dapat pula digunakan untuk memprioritaskan perkembangan di suatu wilayah agar sesuai dengan arahan tata ruang.
- Simulasi Penggunaan Lahan baru, kemampuan memprediksi perkembangan jenis Tutupan Lahan yang baru, walau secara historis disuatu jenis Tutupan Lahan tersebut tidak ada. Hal ini sangat dibutuhkan bagi perencanaan wilayah ditargetkan untuk tumbuh, atau memiliki pertumbuhan cepat.

Menurut Pratomoatmojo, (2020) dalam pengoprasian aplikasi *LanduseSim* membutuhkan beberapa data antara lain:

- Peta Penggunaan Lahan (Format Raster)
- Penentuan *Land use* yang diestimasikan berubah
- Penentuan jumlah sel yang tumbuh
- Peta Transisi Perubahan (Format Raster)
- *Land use constraint*
- *Elasticity of change*
- *Neighborhood filter type and operation*
- *Time-step simulation.*

Dari beberapa data yang dibutuhkan di atas, data primer yang perlu disiapkan adalah Peta penggunaan lahan dan peta transisi perubahan. Dikarenakan *LanduseSim* tidak dikembangkan untuk modifikasi/manipulasi data spasial, maka diperlukan aplikasi GIS yang dapat melakukannya, seperti ESRI ArcGIS (*shareware*) ataupun QGIS (*opensource*). Adapun tahapan dalam Simulasi perubahan penggunaan lahan berbasis *Cellular Automata* sebagai berikut:

1. Menentukan Prediksi Pertumbuhan Lahan dalam ukuran sel (*Growth Cell*)

Menentukan prediksi kebutuhan luas lahan yang ingin disimulasikan untuk bertumbuh, yang perhitungan target mengacu pada pedoman dan/atau aturan seperti Permenperin Nomor 35 Tahun 2010, Permen Perindustrian No. 40/M-IND/PER/7/2016 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri Permen Perumahan Rakyat RI No.10 Tahun 2012, RP4D Kabupaten (Keputusan Menteri Negara Perkim Nomor 09/KPTS/M/IX/1999), dan SNI 03-1733-2004 Tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan. Prediksi pertumbuhan lahan dapat juga di peroleh dari perubahan penggunaan lahan hasil dari *digitation on screen* dengan membandingkan perubahan penggunaan lahan selang *time series* yang kemudian di analisis spasial *overlay* dengan harapan mendapatkan keakuratan data pertumbuhan lahan.

Ukuran sel didapat dengan mempertimbangkan tingkat kedetailan peta yang ingin dihasilkan, atau juga dapat disesuaikan dengan skala peta yang dikehendaki. Pada umumnya studi dengan tingkat pemetaan 1:50,000 dapat menggunakan cell size 25x25 meter, 1:25,000 ~ 12,5x12,5 meter, atau dapat mengacu pada studi-studi pemodelan landuse yang pernah ada. Penentuan sel/grid umumnya dapat ditetapkan mengacu tingkat kedetailan peta *Landuse/Landcover* yang digunakan. Contohnya, apabila peta LU/LC berasal dari citra seperti Landsat yang memiliki ukuran sel sebesar 60mx60m maka raster lainnya dibangun mengikuti ukuran tersebut. Growth Cell memiliki satuan sel yang apabila satuan luasan (Hektar, Meter², dll) yang digunakan maka perlu dikonversi menjadi luasan per 1 sel/grid. Menghitung jumlah per satu sel/grid dalam peta raster memiliki ukuran 2500 m² (50m x 50m), sedangkan dalam prediksi dibutuhkan sebesar 1500 Ha. Maka caranya adalah merubah nilai 1500 Ha atau 15000000 m². Kemudian kebutuhan luasan dibagi dengan satuan luas per grid; $15000000/250 = 60000$. Maka luasan yang diinputkan pada penggunaan yang akan disimulasikan adalah 60000 sel/grid. Adapun *Growth Cell* tidak dapat berupa bilangan desimal, harus merupakan bilangan bulat. Apabila ada angka desimal maka harus dibulatkan terlebih dahulu.

2. Pembentukan Peta Daerah Jangkauan Factor Pendorong (*Driving Factors*)

Pembentukan peta daerah jangkauan dilakukan melalui analisis berbasis jarak menggunakan *tools Euclidean Distance* yang terdapat pada Software ArcGIS. atau *tools distance of spatial factor* yang terdapat pada *landuseSim*. Masing-masing factor-faktor tersebut memiliki pengaruh kedekatan, yang menunjukkan bahwa semakin mendekati nilai 0 maka lahan tersebut semakin cepat tumbuh (Wahyu *et al.*, 2018).

3. Pembentukan Peta Potensi Transisi Pertumbuhan Lahan

Peta inisial potensi transisi pada pertumbuhan lahan adalah hal yang sangat utama karena basis pertumbuhan akan mengikuti nilai transisi tersebut untuk setiap penggunaan lahan. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembentukan peta potensi transisi yaitu dimulai dari peta daerah jangkauan masing-masing faktor pendorong yang kemudian dikonversi dari data cell pada raster ke dalam format ASCII agar dapat terproses pada Software *LanduseSim*. Karena data ASCII (.txt) masih menggunakan sistem ESRI dalam tahapan simulasi perubahan penggunaan lahan pada *LanduseSim*, dari data ASCII tersebut diubah lagi ke dalam format raster (.tif) dengan sistem *LanduseSim*, namun bedanya dalam raster ini masih belum terdapat nilai nyata (Wahyu *et al.*, 2018).

Menurut Wahyu *et al.*, (2018) masing-masing faktor pendorong yang telah diubah kedalam format raster (.tif) akan dianalisis menjadi data raster berbasis bilangan riil menggunakan *tools fuzzy set* pada *LanduseSim*, bernilai antara 0 (jarak terjauh) dan 1 (jarak terdekat). Adapun proses standarisasi pada peta aksesibilitas terbagi atas 2 proses menggunakan *fuzzy set* meliputi *Linear Monotonically Increasing* yaitu nilai berbanding lurus dengan jarak sedangkan *Linear Monotonically Decreasing* yaitu nilai berbanding terbalik dengan jarak.

Selanjutnya mendapatkan peta-peta faktor pendorong hasil analisis *fuzzy set* kemudian dilakukan analisis *overlay* dan memberikan bobot pengaruh tiap peta-peta tersebut dengan rentang 0-1 pada *tools weighted raster* menggunakan *LanduseSim*, semakin besar nilai bobot yang dimiliki oleh sebuah faktor, maka

semakin besar pula faktor tersebut mempengaruhi perubahan lahan (Wahyu *et al.*, 2018). Nilai pengaruh (bobot) masing-masing faktor pendorong diperoleh dari analisis AHP yang didasarkan kuesioner pada stakeholder terpilih (*expert judgement*). Stakeholder yang dipilih merupakan yang memiliki peran dan ahli dalam bidang tata ruang meliputi akademisi dan stakeholder (Sadewo dan Buchori, 2018). Hasil dari analisis tersebut yaitu Peta kesesuaian pertumbuhan lahan (*Suitability Map*). Nilai cell pada peta kesesuaian akan menunjukkan potensi suatu perkembangan/perubahan untuk tiap fungsi penggunaan lahan yang bertumbuh, yang menunjukkan semakin besar nilai cell maka pada lokasi tersebut akan berpotensi terjadi perubahan, sebaliknya jika memiliki nilai yang semakin rendah lokasi tersebut tidak berpotensi untuk terjadi perubahan (Sadewo dan Buchori, 2018). Dalam menunjukkan peta kesesuaian pertumbuhan lahan digambarkan semakin putih rona maka memiliki nilai cell yang tinggi sebaliknya jika semakin hitam memiliki nilai cell rendah.

4. Pembentukan Peta Potensi Transisi Pertumbuhan Dengan Zona *Constraint* (*Transition Potential with Zoning*)

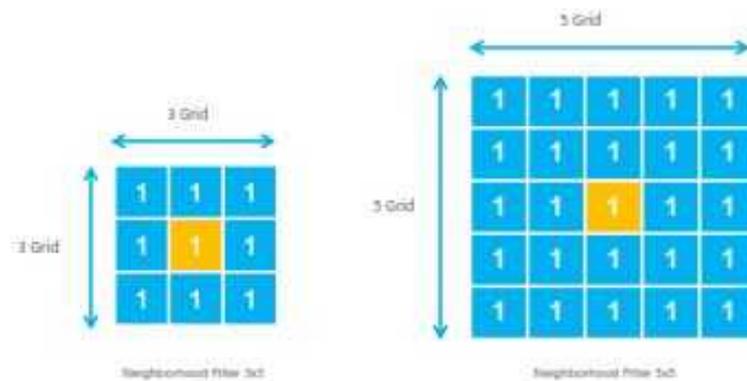
Factor-faktor pembatas pembentuk Zona *Constraint* tersebut memiliki pengaruh pembatasan, pada zona bernilai (0) tersebut tidak dapat dikonversi sedangkan zona bernilai (1) tersebut dapat dikonversi (Lestari dan Pratomoatmojo, 2019). Setelah mendapatkan zona *constraint*, dalam pembentukan peta potensi transisi pertumbuhan dengan zona *constraint* (*Transition Potential with Zoning*) dilakukan dengan analisis *overlay* dengan menggabungkan zona *constraint* dengan peta kesesuaian pertumbuhan lahan (*Suitability Map*), semakin berwarna putih maka semakin tinggi potensi konversi, semakin gelap semakin kecil potensi terkonversi, yang berarti bernilai 0 (Wahyu *et al.*, 2018).

5. Menentukan *Neighborhood Filter*

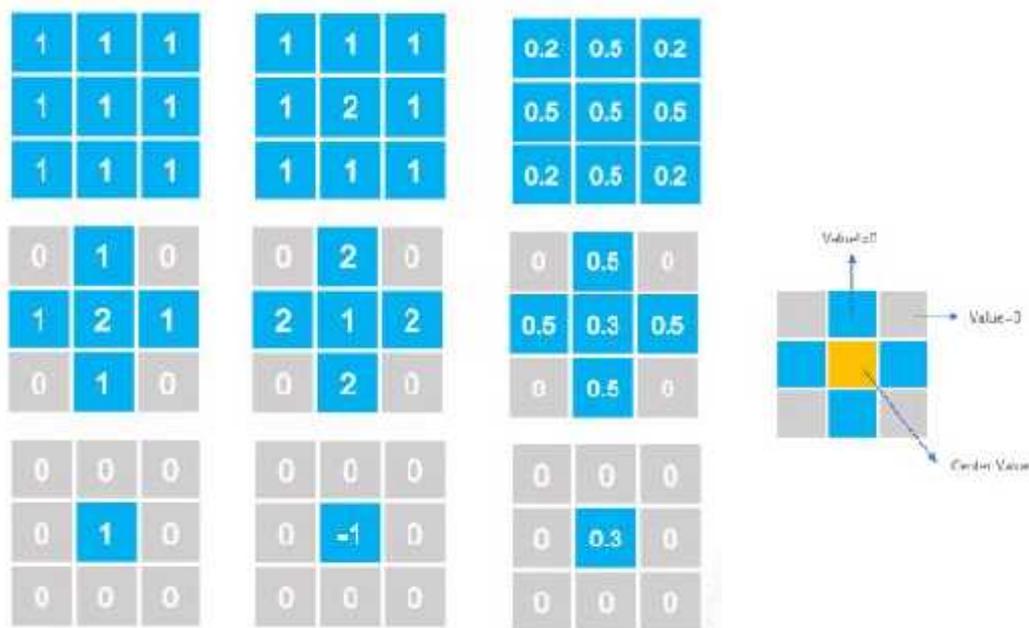
Menurut (Pratomoatmojo, 2020) berpendapat *Neighborhood Filter* merupakan proses perhitungan ketetanggaan yang bekerja pada sistem grid. *Neighborhood Filter* dilengkapi dengan 2 tipe ukuran, yaitu 3x3 dan 5x5. Kedua jenis filter tersebut sangat sering digunakan pada pemodelan menggunakan operasi

ketetanggan. *LanduseSim* menyediakan kemampuan untuk melakukan kustomisasi (modifikasi) yang diperlukan, seperti Ukuran, Bentuk, Bobot, dan Operasi. *Neighborhood Filter* terdapat berbagai macam bentuk yang dapat digunakan, karena bentuk yang berbeda akan memiliki efek ketetanggan yang berbeda pula. Tiap *Neighborhood Filter* yang dikembangkan dalam *LanduseSim* dapat dimodifikasi bobot yang diinginkan. Hal ini diperlukan untuk memberikan efek suatu nilai (*center*) terhadap tetangganya. Menurut (Pratomoatmojo, 2020) terdapat Beberapa mekanisme operasi pada *Neighborhood Filter* pada *LanduseSim*, terdiri atas:

- a. Mean, Operasi dengan mencari rata-rata pada perkalian antara bobot NF, Nilai *Suitability* NF, dan *NF Conversion Probability*.
- b. Sum, Operasi dengan mencari nilai total pada perkalian antara bobot NF, Nilai *Suitability* NF, dan *NF Conversion Probability*.
- c. Max, Operasi dengan mencari nilai maximal pada perkalian antara bobot NF, Nilai *Suitability* NF, dan *NF Conversion Probability*.
- d. Min, Operasi dengan mencari nilai minimal pada perkalian antara bobot NF, Nilai *Suitability* NF, dan *NF Conversion Probability*.



Gambar 2.8 Tipe Ukuran *Neighborhood Filter*
 Sumber: Pratomoatmojo, N.A. Materi URGEOS2020, 2020



Gambar 2.9 Bentuk dan Bobot *Neighborhood Filter* 3X3

Sumber: Pratomoatmojo, N.A. Materi URGEOS2020, 2020

6. Menentukan Elastisitas Perubahan Lahan

Menurut Wahyu *et al.*, 2018, mendefinisikan elastisitas perubahan lahan adalah peluang dialih fungsikan suatu lahan menjadi lahan yang menjadi lahan sebagai variabel independen/mempengaruhi. Nilai elastisitas perubahan lahan untuk masing-masing cell penggunaan lahan yang akan diprediksikan bertumbuh.

7. Menentukan Aturan Transisi (*Transition Rules*)

Menurut Pratomoatmojo, (2020) untuk parameter Aturan Transisi (*Transition Rules*) yang harus dipersiapkan meliputi:

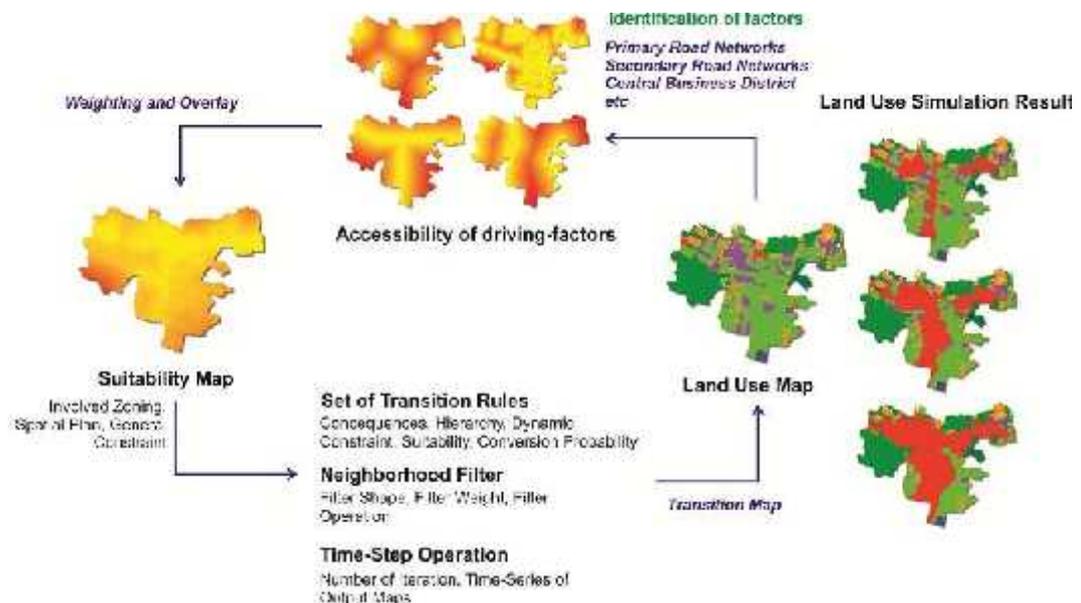
- a. Fungsi lahan yang akan diasumsikan untuk tumbuh.
- b. Besar area yang diharapkan tumbuh dalam satuan sel/grid.
- c. Peta potensi transisi dengan *zona constraints* atau dapat juga berupa peta kesesuaian.
- d. Fungsi lahan pada penggunaan lahan yang tidak dapat dikonversi fungsi lahan yang disimulasikan, dan perlu dipertimbangkan hirarki dalam pemodelannya.
- e. Nilai elastisitas perubahan terhadap jenis penggunaan lahan yang lain.

8. Melakukan Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis *Cellular Automata*

Menurut Pratomoatmojo, (2020) untuk parameter Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis *Cellular Automata* yang harus dipersiapkan meliputi:

- a. Besar Jangka Waktu Periode yang diinginkan
- b. Peta Penggunaan Lahan yang dijadikan basis untuk simulasi
- c. Mekanisme runtutan simulasi yang telah ditetapkan mengacu pada individual penggunaan lahan beserta besaran cell yang diekspektasikan, *dynamic constraint*, peta kesesuaian (termasuk di dalamnya general constraint), dan *probability conversion*.
- d. *Neighborhood Filter* yang digunakan untuk beroperasi tergantung pada beberapa hal yang diatur, seperti bentuk, bobot/efek, dan *neighborhood probability conversion*.
- e. Berapa kali time step yang diperlukan untuk iterasi, yang setiap *time-step* akan mengeluarkan *output*.

Adapun mekanisme pengoprasi aplikasi *Landusesim* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Mekanisme Pengoprasian *Landusesim* Secara Umum

Sumber: Pratomoatmojo, N.A. Materi URGEOS2020, 2020

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam proses penyusunan skripsi, penulis merujuk beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi tambahan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
1	Sadewo, Muhammad Nur dan Imam Buchori (2018)	Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Pembangunan Kawasan Industri Kendal (KIK) Berbasis Cellular Automata / Majalah Geografi Indonesia Vol. 32, No.2, September 2018 :142 - 154	Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Kota Kendal, Kecamatan Kaliwungu Selatan, Kecamatan Brangsong, dan Kecamatan Ngampel, Kabupaten Kendal	Melakukan prediksi penggunaan lahan tahun 2031 dengan pengaruh adanya Kawasan Industri Kendal (KIK) di Kendal Timur.	Peta Penggunaan Lahan Tahun 2005 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2017 Faktor Pendukung <ul style="list-style-type: none"> • Jarak ke Kemiringan Lereng • Jarak ke Sungai • Jarak ke Rawan Bahaya • Jarak ke Pusat Kota • Jarak ke Pusat Pemerintahan • Jarak ke Pelabuhan • Jarak ke KIK • Jarak ke Fasilitas Peribadatan • Jarak ke Fasilitas Pendidikan • Jarak ke Kesehatan • Jarak ke Jalan Arteri • Jarak ke Jalan Kolektor • Jarak ke Jalan Lokal • Jarak ke Jalan Kereta Api • Jarak ke <i>Interchange</i> Jalan Tol • Jarak ke Permukiman 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis spasial <i>overlay</i> Analisis Perubahan Penggunaan Lahan ▪ Analisis Perhitungan Kebutuhan Lahan Akibat Pembangunan KIK ▪ Analisis AHP untuk nilai pengaruh (bobot) faktor pendorong ▪ Analisis Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan berbasis <i>Cellular Automata</i> 	Hasil penelitian menunjukkan Model CA yang dibangun memiliki overall accuracy 95,68% dan KIK memiliki pengaruh yang kuat untuk mempercepat pertumbuhan Kawasan Perkotaan Kaliwungu. Kedekatan jarak dengan KIK memiliki pengaruh terhadap arah perkembangan industri sebesar 24,10%, gudang 21,60%, permukiman 4,90% dan perdagangan dan jasa 4,10%. Arah perkembangan Kendal Timur tahun 2031 dominan terjadi di Kecamatan Kaliwungu kemudian menyebar di kecamatan lainnya dengan mengikuti pola perkembangan konsentris linier.

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
					<ul style="list-style-type: none"> • Jarak ke Perdagangan dan Jasa • Jarak ke Industri • Jarak ke Perkantoran Faktor Constraints • Kawasan Hutan • Sempadan Pantai • Sempadan Sungai, Sempadan Kereta Api • Kawasan LP2B 		
2	Wahyu, Rivan Aji Dyan Syafitri dan Cahyono Susetyo (2018)	Pemodelan Lahan Pertumbuhan Lahan Terbangun sebagai Upaya Prediksi Perubahan Lahan Pertanian di Kabupaten Karanganyar / Jurnal Teknik ITS Vol. 7, No. 2, 2018:C255 - C262	Kabupaten Karanganyar	Pemodelan lahan terbangun sebagai upaya prediksi perubahan lahan pertanian di Kabupaten Karanganyar	Peta Penggunaan Lahan Tahun 2005 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2017 Faktor Pendorong <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jalan Utama ▪ Jalan Lingkungan ▪ Jalan Tol ▪ Jaringan Listrik ▪ Permukiman ▪ Industri ▪ Perdagangan dan Jasa ▪ Pariwisata ▪ Fasilitas Umum Faktor Constraints <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sempadan Mata Air ▪ Sempadan Waduk ▪ Sempadan Sungai ▪ Hutan Lindung, Hutan Produksi, Kawasan suaka Alam/Kawasan pelestarian Alam 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis spasial <i>overlay</i> untuk Identifikasi karakteristik perubahan lahan ▪ Analisis Stakeholder menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> ▪ <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> untuk Merumuskan variabel yang mempengaruhi pertumbuhan lahan terbangun ▪ Pemodelan perubahan lahan dilakukan dengan mensimulasikan pertumbuhan lahan terbangun 	Hasil penelitian menunjukkan prediksi perubahan lahan pertanian di Kabupaten Karanganyar hingga tahun 2038 seluas 2369.69 Ha, dengan pola pertumbuhan lahan terbangun yang cenderung pada kawasan perkotaan Kabupaten Karanganyar.

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
					<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sempadan Tol ▪ Sempadan Jalan Kereta Api ▪ Sempadan Listrik ▪ Kawasan Rawan Bencana 	menggunakan <i>Cellular Automata</i> pada <i>LanduseSim</i> .	
3	Al-Darwish, Yazid Hany Ayad, Dina Taha, dan Dina Saadallah (2018)	Memprediksi pertumbuhan perkotaan di masa depan dan dampaknya terhadap lingkungan sekitar menggunakan model simulasi perkotaan: Studi kasus kota Ibb – Yaman / Alexandria Engineering Journal, Mesir. Desember 2018:2887–2895	Kota Ibb, Yaman	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengetahui Rasio kecocokan pertumbuhan perkotaan pada peta simulasi dan peta actual tahun 2013. ▪ Memprediksi pertumbuhan perkotaan di masa depan dan dampaknya terhadap kota Ibb di Yaman hingga Tahun 2033 	Peta Penggunaan Lahan Tahun 2003 Peta Penggunaan Lahan 2013 Faktor Pendorong <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jarak ke Jalan Utama ▪ Jarak ke Jalan Sekunder ▪ Jarak ke Jalan Permukiman Eksisting ▪ Jarak ke Kepadatan Penduduk ▪ Jarak ke Pusat Kota ▪ Jarak Ke Pusat Perdagangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metode <i>Multi Resolution Validation</i> (MRV) untuk membandingkan jumlah piksel yang sesuai baik dalam model simulasi maupun model actual ▪ Analisis AHP untuk nilai pengaruh (bobot) faktor pendorong ▪ Analisis spasial <i>overlay</i> ▪ Metode model hibrida, <i>Cellular Automata and Fuzzy Urban Growth Modeling</i> (CAFUGM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hasil penelitian ini menunjukkan rasio kecocokan adalah 93,76% untuk semua lapisan dan 89,40% untuk lapisan perkotaan. Oleh karena itu, simulasi akhir diselesaikan hingga tahun 2033. ▪ distribusi pertumbuhan perkotaan secara horizontal dengan persentase peningkatan yang tinggi di wilayah perkotaan; dari 28,41% pada 2013 menjadi 43,11% pada 2033. Peningkatan ini terjadi dengan mengorbankan lahan pertanian dan lahan alam. Studi ini merekomendasikan pertimbangan ulang strategi perluasan kota oleh pengambil keputusan di pemerintahan untuk memastikan keseimbangan ekologi

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
4	Pratomoatmojo, Nursakti Adhi (2018)	Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis <i>Cellular Automata</i> dan Sistem Informasi Geografis dengan Menggunakan <i>LanduseSim</i> / Jurnal Penataan Ruang Vol. 13, No. 1, 2018:25-29	Kota Pekalongan	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan melalui proses terkait metode pemodelan perubahan penggunaan lahan (<i>land use change</i>) berbasis <i>Cellular Automata</i> menggunakan perangkat lunak <i>LanduseSim</i> di Kota Pekalongan. 	Peta Penggunaan Lahan Tahun 2003 Prediksi pertumbuhan lahan industri-transportasi dan permukiman Faktor Pendorong <ul style="list-style-type: none"> Jarak terhadap Jalan Primer Jarak terhadap Jalan Sekunder Jarak terhadap Permukiman Jarak terhadap industri-transportasi 	<ul style="list-style-type: none"> Analisis spasial <i>overlay</i> untuk pembentukan peta transisi pertumbuhan penggunaan lahan Analisis AHP untuk bobot perkembangan lahan permukiman dan lahan industri-transportasi Analisis SMCE (<i>Spatial Multi Criteria Evaluation</i>) <i>LanduseSim</i> menggunakan algoritma <i>cellular automata</i> untuk melakukan simulasi spasial berbasis SIG 	Pada penelitian ini, hasil simulasi dengan pendekatan <i>Cellular Automata</i> dengan data raster resolusi rendah, menunjukkan bahwa penggunaan pada tingkat kedetailan 1 Hektar masih layak dan dapat dilakukan untuk memberikan gambaran prediksi pada skala ketelitian tertentu.
5	Lestari, Windy dan Nursakti Adhi Pratomoatmojo (2019)	Pemodelan Spasial Prediksi Perkembangan Kawasan Permukiman Berbasis <i>Cellular Automata</i> dengan Pendekatan Kependudukan di Surabaya Timur / Jurnal Teknik ITS Vol. 8, No. 2, 2019:C150-C155)	Wilayah Surabaya Timur, Kota Surabaya	merumuskan model spasial prediksi perkembangan permukiman di Surabaya Timur pada tahun 2034 dengan menggunakan teknik analisis CA (<i>Cellular Automata</i>) yang ditunjang dengan teknik analisis delphi dan AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>).	Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya tahun 2014-2034, Data jumlah penduduk 2011-2018 Peta penggunaan lahan kota Surabaya tahun 2011 Peta penggunaan lahan kota Surabaya tahun 2018 Faktor Pendorong <ul style="list-style-type: none"> Lahan Permukiman Eksisting Fasilitas Pendidikan 	<ul style="list-style-type: none"> Proyeksi Penduduk dengan Metode Aritmatika untuk mengetahui jumlah penduduk hingga tahun 2034. Estimasi luas pertumbuhan permukiman tahun 2034 analisis delphi dan AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>). 	Hasil dari penelitian ini adalah model perkembangan permukiman di Surabaya Timur tahun 2018-2034 dengan tingkat akurasi sebesar 91,83%. Perkembangan permukiman di Surabaya Timur pada tahun 2018-2034 adalah seluas 1602,2 Ha (berdasarkan pendekatan penduduk dan <i>trend</i> perkembangan lahan permukiman). Terjadinya pertumbuhan luas lahan permukiman tersebut

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
					<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fasilitas Perdagangan dan Jasa ▪ Fasilitas Perkantoran ▪ Jaringan Jalan Lingkungan ▪ Jaringan Jalan Lingkar Luar Timur ▪ Jaringan Listrik ▪ Jaringan Air Bersih Faktor Constraint ▪ Kawasan Konservasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis spasial <i>overlay</i> ▪ Analisis CA (<i>Cellular Automata</i>) 	<p>disebabkan oleh beberapa variabel diantaranya adalah jalan lingkungan, jalan utama, jaringan listrik, jaringan air bersih, lahan permukiman eksisting, fasilitas perdagangan, fasilitas pendidikan dan fasilitas perkantoran. Pertumbuhan lahan permukiman yang terjadi mengonversi beberapa penggunaan lahan diantaranya lahan kosong yang berkurang seluas 737,1 Ha, tambak yang berkurang seluas 248,2 Ha dan pertanian yang berkurang sebesar 178,2 Ha.</p>
6	Hardini, Linggar Esty (2019)	Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Tahun 2011-2031 Berdasarkan Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Model <i>Cellular Automata-Markov</i> Di Kabupaten Sleman / Skripsi Program Studi Geografi Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019:1-18	Kabupaten Sleman	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memprediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2031 menggunakan metode <i>Cellular Automata-Markov</i> di Kabupaten Sleman. ▪ Menganalisis perbandingan antara prediksi penggunaan lahan 2031 dengan RTRW Kabupaten Sleman. 	Citra Landsat perekaman tahun 1988, 2003 dan 2018 Peta RTRW Kabupaten Sleman Tahun 2011-2031 Peta Kawasan Rawan Bencana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis Data Penggunaan Lahan Multitemporal ▪ <i>Cellular Automata Markov</i> untuk Simulasi Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2018, Validasi, dan Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2031 ▪ Analisis spasial <i>overlay</i> untuk Evaluasi Prediksi Penggunaan Lahan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hasil penelitian menunjukkan Prediksi penggunaan lahan Kabupaten Sleman tahun 2031 menghasilkan nilai koefisien Kappa 0,7399 yang berarti kesesuaian dalam hal luas maupun persebaran spasial adalah 73,99% termasuk dalam tingkat baik. Prediksi penggunaan lahan tahun 2031 didominasi kawasan terbangun yaitu 43,53 % dari luas wilayah. ▪ Evaluasi prediksi penggunaan lahan tahun 2031 dengan RTRW menunjukkan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
				<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis arah pengendalian perubahan penggunaan lahan terhadap kawasan rawan bencana. 		<p>Tahun 2031 Terhadap RTRW</p> <ul style="list-style-type: none"> Analisis spasial <i>overlay</i> untuk Arahan Pengendalian Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2031 Terhadap Kawasan Rawan Bencana 	<p>bahwa penggunaan lahan yang sesuai dengan RTRW seluas 40.137,39 ha, sedangkan yang tidak sesuai seluas 17.441,00 ha. Penggunaan lahan yang tidak sesuai terbesar adalah penggunaan lahan sawah yang menjadi kawasan terbangun yaitu seluas 4.659,18 ha.</p> <ul style="list-style-type: none"> Arahan pengendalian penggunaan lahan di Kabupaten Sleman terhadap adanya bahaya bencana dikaitkan dengan dampak yang ditimbulkan terhadap manusia sebagai korban, sehingga dilakukan pengurangan luasan penggunaan lahan untuk kawasan terbangun di area rawan bencana baik yang sesuai dengan RTRW maupun yang tidak sesuai dengan RTRW.
7	Pratomoatmojo, Nursakti Adhi (2014)	<i>LanduseSim</i> sebagai aplikasi pemodelan dan simulasi spasial perubahan penggunaan lahan berbasis Sistem Informasi Geografis dalam konteks		mendeskripsikan serta menunjukkan beberapa manfaat aplikasi <i>LanduseSim</i> dalam praktek perencanaan wilayah dan kota terutama kegunaannya		<ul style="list-style-type: none"> Metode Deskriptif 	<ul style="list-style-type: none"> <i>LanduseSim</i> sebagai aplikasi simulasi spasial berbasis grid/cell Teknik dan algoritma <i>LanduseSim</i> dalam melakukan simulasi penggunaan lahan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel	Teknik Analisis	Output
		perencanaan wilayah dan kota / Seminar Nasional Cities 2014, 2014:VI-69-VI79		dalam membantu proses penyusunan rencana penggunaan lahan pada dokumen rencana tata ruang			<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>LanduseSim</i> dalam memenuhi tuntutan simulasi dalam praktek perencanaan wilayah dan kota ▪ <i>LanduseSim</i> dalam meningkatkan pelibatan ahli GIS dalam praktek perencanaan ▪ <i>LanduseSim</i> mampu mengakomodasi pendekatan top-down dan bottom-up dalam perencanaan spasial ▪ <i>LanduseSim</i> mampu melakukan simulasi spasial berbasis trend maupun target

Sumber: Sadewo, M.N., & Buchori, Imam, 2018, Wahyu, R.A., Syafitri, D., & Susetyo, C., 2018, Al-Darwish, Y., et al., 2018, Pratomoatmojo, N.A., 2014 dan 2018, Lestari, W., & Pratomoatmojo N.A., 2019, Hardini, Linggar Esty, 2019; dirangkum oleh penulis, 2021

2.10 Kesimpulan Tinjauan Pustaka

Berdasarkan uraian kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan pada perubahan penggunaan lahan yaitu adanya aktivitas manusia terhadap lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan diperoleh dari penelitian terdahulu dan peraturan terkait yang meliputi faktor-faktor pendorong (*driving factors*) dan faktor-faktor pembatas (*constraint factors*). Faktor-faktor pendorong (*driving factors*) merupakan hal-hal yang mempengaruhi sesuatu menjadi berkembang, memajukan, menambah dan menjadi lebih dari sebelumnya, beberapa faktor tersebut meliputi pertumbuhan permukiman, pengembangan kawasan industri, jaringan jalan primer dan sekunder, fasilitas sosial, dan sistem perkotaan wilayah dan lain-lainnya sedangkan pada faktor-faktor pembatas (*constraint factors*) merupakan merupakan hal-hal yang berpengaruh baik sedikit atau bahkan menghentikan sesuatu menjadi lebih dari sebelumnya, beberapa faktor tersebut meliputi kawasan hutan, sempadan pantai dan sungai, kawasan rawan bencana, kawasan perlindungan LP2B, kawasan TPA, dan kemiringan lereng dan lain-lainnya. ketersediaan dari faktor-faktor pendorong dan pembatas menjadi tolak ukur dalam menggambarkan dan pembentukan pemodelan perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah.

Pemodelan perubahan penggunaan lahan berbasis *cellular automata* memuat variabel yang terbagi variabel utama dan pendukung. variabel utama dalam pemodelan meliputi besaran luasan pertumbuhan lahan permukiman dan pengembangan kawasan industri sedangkan untuk variabel pendukung meliputi daerah jangkauan faktor-faktor pendorong, pengaruh pertumbuhan lahan permukiman terhadap kedekatan faktor-faktor pendorong dan zona *constraint*, sehingga dari hasil kajian tersebut dapat memberikan gambaran prediksi kedepannya perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah dengan adanya batasan perlindungan agar lebih terarah dan terkendali di masa depan. Lebih jelasnya maka diuraikan dalam Tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8 Kesimpulan Tinjauan Pustaka

Tujuan Penelitian	Variabel	Sub Variabel	Indikator
Mengidentifikasi karakteristik perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya dari tahun 2015 hingga 2020, sebelum adanya Pengembangan Kawasan Industri Takalar.	Karakteristik Pola Perubahan Penggunaan Lahan		<ul style="list-style-type: none"> • Klasifikasi Penggunaan Lahan • Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan kesamaan fungsi lahan • Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan lahan terkonversi • Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan wilayah administrasi • Perubahan Penggunaan Lahan berdasarkan arahnya
Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan permukiman 		<ul style="list-style-type: none"> • Faktor-faktor Pendorong (<i>driving factors</i>) • Faktor-faktor pembatas (<i>constraint factors</i>). • Keterkaitan Pertumbuhan Lahan Permukiman Eksisting terhadap Faktor-faktor Pendorong • Keterkaitan faktor-faktor pembatas terhadap regulasi terkait kawasan perlindungan
Mengetahui pemodelan perubahan penggunaan lahan permukiman akibat Pengembangan Kawasan Industri Takalar dengan adanya batasan perlindungan di Kecamatan Mangarabombang dan Sekitarnya hingga Tahun 2040	Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan	Pertumbuhan Permukiman	<ul style="list-style-type: none"> • Luas pertumbuhan lahan permukiman • Luas kebutuhan lahan permukiman untuk tenaga kerja kawasan industri • Regulasi terkait kawasan industri
		Pengembangan Kawasan Industri Takalar	<ul style="list-style-type: none"> • Luas pengembangan kawasan industri
		Daerah Jangkauan Faktor-Faktor Pendorong	<ul style="list-style-type: none"> • Jalan Primer • Jalan Sekunder • Kawasan Industri Takalar • Fasilitas Sosial • Sistem Perkotaan Wilayah
		Pengaruh pertumbuhan permukiman terhadap Faktor-Faktor Pendorong	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh pertumbuhan lahan permukiman terhadap: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Jalan Primer ➢ Jalan Sekunder ➢ Kawasan Industri Takalar ➢ Fasilitas Sosial ➢ Sistem Perkotaan Wilayah
		<i>Zona Constraint</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan Hutan (HL, PL, dan KK) • Kawasan Sempadan (Pantai dan Sungai) • Kawasan Rawan Bencana (Banjir, Banjir Bandang, Gelombang Ekstrim dan Abrasi, dan Tsunami) • Kawasan Perlindungan LP2B • Kawasan Rencana Pengembangan Kawasan Industri • Kawasan TPA • Kemiringan Lereng (25-40% dan >40%)

Tujuan Penelitian	Variabel	Sub Variabel	Indikator
			<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan lahan meliputi lahan Mangrove, Sungai, Laut, RTH (Pemakaman dan Lapangan) dan TPA
		Simulasi Perubahan Lahan berbasis <i>Cellular Automata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah <i>Cell</i> Pertumbuhan Permukiman • Jumlah <i>Cell</i> Pengembangan Kawasan Industri Takalar • Kesesuaian lahan • Potensi transisi pertumbuhan dengan zona <i>constraint</i> • Elastisitas Lahan • Aturan transisi (<i>Transition Rules</i>) • Jarak tahun proyeksi • Tutupan Lahan Tahun 2020 • <i>Neighborhood Filter</i>

Sumber: Penulis, 2021