

PENYELIDIKAN GEOLOGI LINGKUNGAN PERKOTAAN KOTA AMBON PROVINSI MALUKU

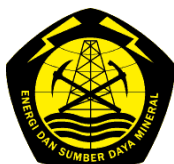
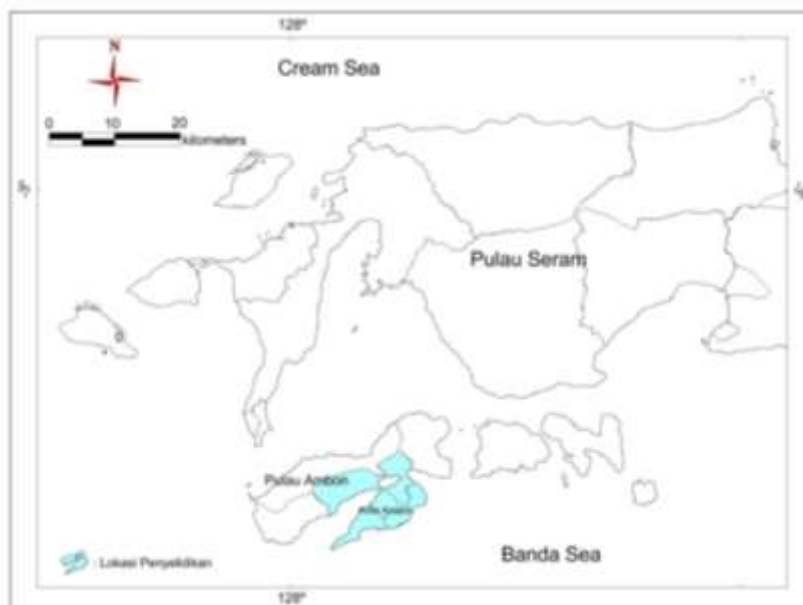
Oleh :

Melia Susana
Dadi Supardi
Herly Supratman
Adrikni Wiria Kusumah Mustopa
Usep Suherman
Subagio

No.172/LAP- BGE.P2K/2016

Program Penelitian, Mitigasi dan Pelayanan Geologi

Kode Program	: 020.13.09
Tahun Anggaran	: 2016
Kuasa Pengguna Anggaran	: Rudy Suhendar
Penanggung Jawab Kinerja	: Rudy Suhendar
Pejabat Pembuat Komitmen	: Munib Ikhwatun Iman



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
BADAN GEOLOGI
PUSAT AIR TANAH DAN GEOLOGI TATA LINGKUNGAN
JALAN DIPONEGORO NO.57 BANDUNG 40122
Telp.(022) 7274676, 7274677. Fax. (022) 7206167, E-Mail : pag@bgl.esdm.go.id

KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
BADAN GEOLOGI
PUSAT AIR TANAH DAN GEOLOGI TATA LINGKUNGAN
JALAN DIPONEGORO NO.57 BANDUNG 40122
Telp. (022) 7274676, 7274677, 7274670, Fax (022) 7206167
Home Page : <http://www.plg.esdm.go.id> E-mail : pag@bgl.esdm.go.id

LEMBAR PENGESAHAN

PROGRAM PENELITIAN, MITIGASI DAN PELAYANAN GEOLOGI

**PENYELIDIKAN GEOLOGI LINGKUNGAN PERKOTAAN
KOTA AMBON PROVINSI MALUKU**

Bandung, November 2016

Diperiksa dan disetujui oleh :

Kepala Bidang Geologi Lingkungan,

Ir. Andiani, M.T
NIP. 19650803 199103 2001

KATA PENGANTAR

Geologi lingkungan merupakan penerapan aspek geologi dalam penataan lingkungan, sehingga aspek geologi harus menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam penataan ruang suatu wilayah.

Menyadari hal tersebut, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, melalui Program Penelitian, Mitigasi dan Pelayanan Geologi, Kode Program No.020.13.09, Tahun Anggaran 2016, melaksanakan penyelidikan geologi lingkungan perkotaan untuk menunjang pengembangan wilayah perkotaan di kota Ambon, Provinsi Maluku.

Hasil penyelidikan dituangkan dalam bentuk buku laporan yang dilengkapi dengan peta geologi lingkungan perkotaan dan peta tematik terkait lainnya. Laporan ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam penyusunan rencana tata ruang di daerah yang bersangkutan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Kota Ambon dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penyelidikan dan penyelesaian laporan ini.

Bandung, November 2016
Pejabat Pembuat Komitmen,

Munib Ikhwatun Iman, ST, MT
NIP. 19750815 200604 1 001

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang	1-1
1.2. Maksud dan Tujuan	1-2
1.3. Manfaat Penyelidikan	1-2
1.4. Lokasi Penyelidikan	1-2
1.5. Waktu dan Pelaksana Penyelidikan	1-3
BAB 2. RUANG LINGKUP DAN METODOLOGI PENYELIDIKAN	2-1
2.1. Ruang Lingkup Kegiatan	2-1
2.2. Metodologi dan Tahapan Kegiatan	2-2
2.2.1 Persiapan dan Kajian Data Sekunder	2-2
2.2.2 Pengumpulan Data Primer	2-2
2.2.3 Pengolahan dan Analisis Data	2-6
2.2.4 Penggambaran Peta dan Penyusunan Laporan	2-9
BAB 3. KEADAAN UMUM	3-1
3.1. Kependudukan	3-1
3.2. Iklim	3-2
3.3. Penggunaan Lahan Eksisting	3-3
3.4. Rencana Pola Ruang	3-6
BAB 4. LINGKUNGAN FISIK BERASPEK GEOLOGI	4-1
4.1. Geomorfologi	4-1
4.1.1 Satuan Geomorfologi Pedataran	4-1

4.1.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan bergelombang.....	4-3
4.1.3 Satuan Geomorfologi Perbukitan terjal.....	4-3
4.2. Batuan.....	4-5
4.2.1 Batuan Beku.....	4-5
4.2.2 Batuan Gunung Api : Batuan gunung Api Ambon (Tpav).....	4-5
4.2.3 Batuan Sedimen.....	4-6
4.2.4 Endapan permukaan : Aluvium (Qa).....	4-6
4.3. Struktur dan tektonika.....	4-8
4.4. Daya Dukung Tanah.....	4-8
4.5. Sumber Daya air.....	4-10
4.5.1 Air Permukaan.....	4-10
4.5.2 Air Tanah.....	4-10
4.5.3 Kualitas Sumber Daya Air.....	4-14
4.6. Ketersediaan Sumber Daya Bahan Bangunan.....	4-18
4.7. Kebencanaan Geologi.....	4-18
4.7.1 Gempa bumi.....	4-18
4.7.2 Gerakan Tanah.....	4-19
4.7.3 Banjir.....	4-21

**BAB 5. PERTIMBANGAN ASPEK GEOLOGI LINGKUNGAN UNTUK
MENUNJANG PENATAAN RUANG WILAYAH PERKOTAAN.....5-1**

5.1. Satuan Geologi Lingkungan.....	5-1
5.1.1. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Aluvium (GL-1).....	5-1
5.1.2. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Pasir Lanauan (GL-2)	5-3
5.1.3. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Lempung Lanauan (GL-3).....	5-5
5.1.4. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Batugamping (GL-4).....	5-6
5.1.5. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batugamping (GL-5).....	5-7

5.1.6. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batupasir (GL-6)..	5-9
5.1.7. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Breksi (GL-7)	5-10
5.1.8. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Breksi (GL-8)	5-11
5.1.9. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Batuan Ultramafik (GL-9)	5-12
5.1.10. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batuan Ultramafik (GL-10)	5-13
5.1.11. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Granit (GL-11)	5-14
5.2. Zonasi Keleluasaan Pengorganisasian Ruang Lahan	5-15
5.2.1. Zona Leluasa	5-17
5.2.2. Zona Cukup Leluasa	5-18
5.2.3. Zona Tidak Leluasa	5-19
5.2.4. Zona Tidak Layak	5-20
5.3. Rekomendasi Penggunaan Lahan	5-21
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	6-1
6.1. Kesimpulan	6-1
6.2. Saran	6-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Petunjuk Lokasi Penyelidikan	1-3
Gambar 2.1. Bagan Alir Penyelidikan Geologi Lingkungan Perkotaan	2-1
Gambar 3.1. Jumlah penduduk Kota Ambon menurut kelompok umur dan jenis kelamin.....	3-1
Gambar 3.2. Curah hujan tahunan 2011-2014 (mm)	3-3
Gambar 3.3. Peta Tutupan Lahan Kota Ambon	3-5
Gambar 3.4. Peta Rencana Pola Ruang Kota ambon.....	3-9
Gambar 4.1. Peta Kemiringan Lereng.....	4-2
Gambar 4.2. Peta Geomorfologi	4-4
Gambar 4.3. Peta Geologi	4-7
Gambar 4.4. Peta Produktifitas Akuifer	4-13
Gambar 4.5. Peta Zona Kegempaan	4-20
Gambar 4.6 Peta Kerentanan Gerakan Tanah.....	4-23
Gambar 4.7 Peta Banjir.....	4-24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Jadwal kegiatan penyelidikan.....	1-3
Tabel 2.1. Kriteria penilaian komponen geologi lingkungan untuk pengembangan wilayah perkotaan	2-7
Tabel 3.1. Luas wilayah daratan, jumlah penduduk, rasio jenis kelamin dan Kepadatan penduduk di kota ambon, 2010 – 2014.....	3-2
Tabel 4.1. Daftar contoh air sumur gali dan mata air yang dianalisis.....	4-14
Tabel 4.2. Hasil analisis fisika, kimia, dan mikrobiologi dari contoh sumur gali dan air sungaimata air.....	4-17
Tabel 5.1. Peringkat Kelas Penilaian Keleluasaan Lahan	5-16

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Album Foto Lapangan
- Lampiran 2 : Penampang Bor Tangan
- Lampiran 3 : Hasil Uji Infiltrasi
- Lampiran 4 : Hasil Analisis Laboratorium Kualitas Air
- Lampiran 5 : Hasil Analisis Laboratorium Mekanika Tanah
- Lampiran Peta (dalam kantong) :
Lampiran Peta 1 : Peta Geologi Lingkungan Perkotaan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan meningkatnya perkembangan Kota Ambon, Provinsi Maluku, serta meningkatnya populasi penduduk, maka penggunaan lahan untuk kegiatan budi daya akan semakin meningkat, begitu pula dengan permintaan akan sumber daya alam.

Dalam pengembangan suatu wilayah harus menyesuaikan dengan kondisi daya dukung lahan dan ketersediaan sumber daya alamnya. Pembangunan yang dilakukan tidak boleh melebihi kemampuan daya dukung lahan agar tidak terjadi kerusakan lingkungan. Selain itu, peruntukan lahan yang dipilih harus sesuai dengan kondisi lingkungan, misalnya untuk daerah pemukiman sebaiknya berada pada kawasan yang memiliki ketersediaan air bersih yang cukup dan tidak berada pada daerah dengan kerawanan bencana tinggi. Oleh karena itu diperlukan pengaturan ruang dan lahan secara optimal agar diperoleh kawasan perkotaan yang berkembang dengan baik dan terarah.

Informasi Geologi Lingkungan dalam hal ini menjadi faktor yang penting mengingat adanya keterkaitan yang erat antara kondisi lingkungan fisik beraspek geologi suatu daerah baik itu dengan kemampuan suatu lahan untuk dikembangkan maupun dengan keberadaan sumber daya alam untuk di eksploitasi. Informasi tersebut meliputi berbagai kondisi geologi yang meliputi sumber daya geologi dan kebencanaan geologi. Sumber daya geologi yang meliputi kondisi topografi, sifat fisik tanah/batuan dan keairan merupakan faktor pendukung dalam pengembangan wilayah, sedangkan kebencanaan geologi seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, gerakan tanah dan abrasi merupakan faktor pembatas (kendala) dalam pengembangan suatu wilayah.

Kota Ambon merupakan daerah yang sedang tumbuh dan berkembang wilayahnya, sehingga dianggap perlu untuk dilakukan penyelidikan geologi lingkungan. Untuk itu pada tahun anggaran 2016, Bidang Geologi Lingkungan, Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian ESDM, telah melaksanakan Penyelidikan Geologi Lingkungan Perkotaan di Kota Ambon, Provinsi Maluku.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyelidikan ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor geologi lingkungan yang meliputi aspek bentang alam atau topografi, sifat fisik dan keteknikan batuan/tanah, struktur geologi, kondisi hidrogeologi, bencana alam dan parameter lain yang harus diperhatikan dalam perencanaan penataan ruang.

Adapun tujuannya untuk memberikan masukan informasi geologi, baik yang bersifat pendukung maupun sebagai kendala terhadap penyusunan rencana tata ruang Kota Ambon, Provinsi Maluku.

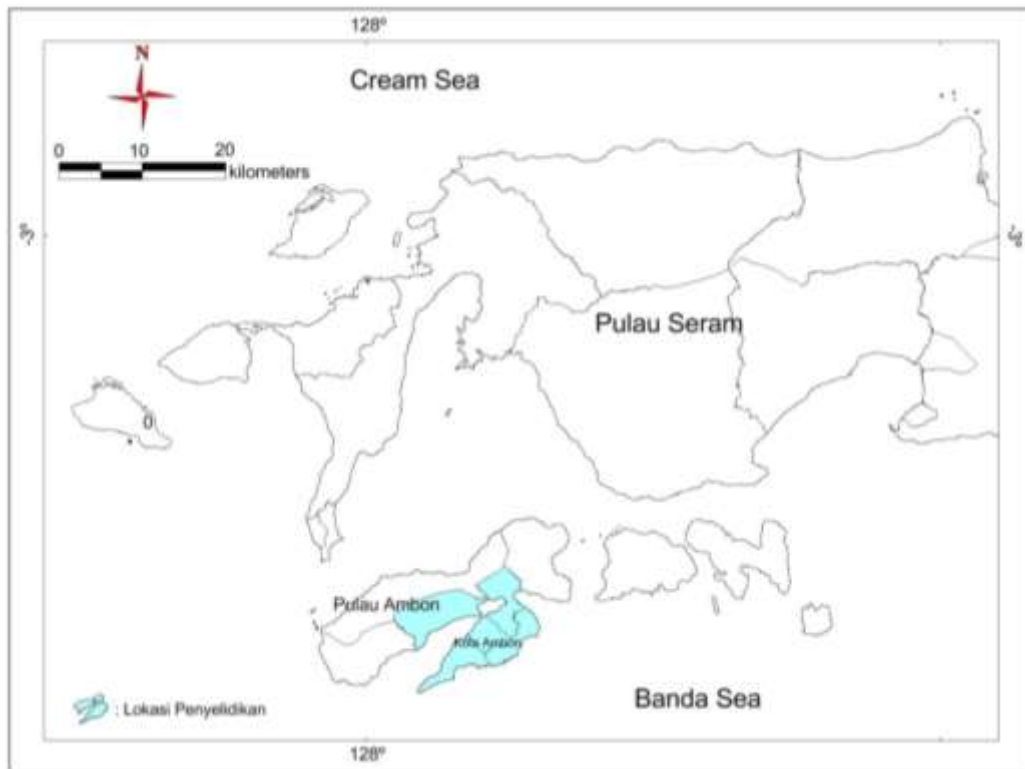
1.3. Manfaat Penyelidikan

Penyelidikan ini diharapkan akan memberikan manfaat kepada pemerintah daerah sebagai berikut :

- Sebagai data dasar perencanaan penataan ruang
- Sebagai data dasar pengelolaan lingkungan hidup
- Sebagai bahan pertimbangan dalam pemberian ijin lokasi

1.4. Lokasi Penyelidikan

Secara geografis, daerah penyelidikan terletak pada koordinat $3^{\circ} - 4^{\circ}$ LS dan $128^{\circ} - 129^{\circ}$ BT (Gambar 1.1). Lokasi penyelidikan berada pada seluruh wilayah kota Ambon, yang secara keseluruhan berbatasan dengan Kabupaten Maluku tengah. Secara administratif, lokasi penyelidikan meliputi wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala, Leitimur Selatan, Sirimau dan Nusaniwe (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Peta Petunjuk Lokasi Penyelidikan

1.5. Waktu dan Pelaksana Penyelidikan

Waktu yang diperlukan dari seluruh kegiatan dalam penyelidikan dari tahap persiapan hingga penyelesaian laporan adalah 4 bulan, yaitu tahap persiapan 15 hari, tahap kegiatan lapangan 15 hari, serta tahap analisis data dan penyusunan laporan 90 hari. Rincian masing-masing kegiatan tersebut disajikan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1.
Jadwal Kegiatan Penyelidikan Geologi Lingkungan Perkotaan Daerah Kota Ambon Provinsi Maluku

No	Kegiatan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4
1	Persiapan	■			
2	Lapangan		■		
3	Analisa Data		■		
4	Penyusunan Laporan		■	■	■

Pelaksana penyelidikan adalah satu tim dari Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi. Adapun susunan tim tersebut terdiri dari atas :

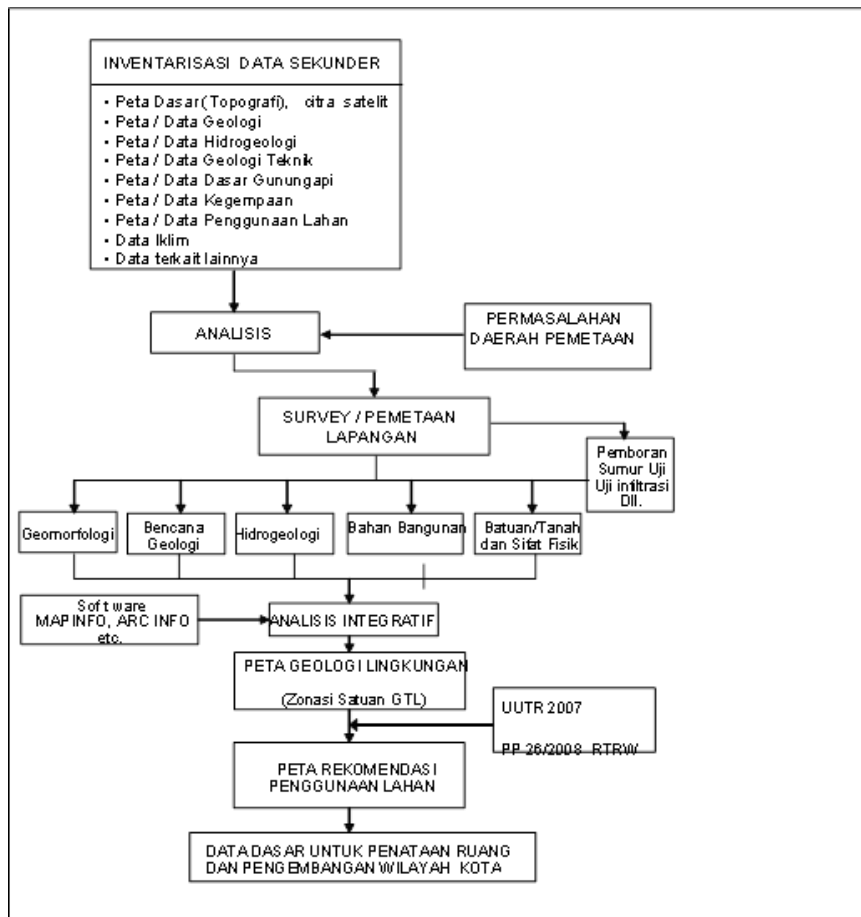
- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Melia Susana, ST | (Ahli Geologi Lingkungan, Ketua Tim) |
| 2. Dadi Supardi, ST | (Ahli Geologi Lingkungan, Anggota Tim) |
| 3. Herly Supratman, ST | (Ahli Geologi Lingkungan, Anggota Tim) |
| 4. Adrikni W. K. M., ST | (Ahli Geologi Lingkungan, Anggota Tim) |
| 5. Usep Suherman | (Teknisi, Anggota Tim) |
| 6. Subagio | (Tata usaha, Anggota Tim) |

BAB 2

RUANG LINGKUP DAN METODOLOGI PENYELIDIKAN

2.1. Ruang Lingkup Kegiatan

Lingkup kegiatan penyelidikan geologi lingkungan perkotaan meliputi beberapa tahapan kegiatan, yaitu: tahapan persiapan (pengumpulan dan kajian data sekunder), tahapan pekerjaan lapangan (pengambilan dan pengamatan data primer), tahapan pengolahan data dan analisis (terdiri dari analisis data lapangan, analisis contoh air dan contoh tanah/batuan di laboratorium, pembobotan dan tumpang susun peta-peta tematik, penggambaran peta), dan tahapan penyusunan laporan. Gambar 2.1 menunjukkan bagan alir lingkup kegiatan penyelidikan geologi lingkungan perkotaan.



Gambar 2.1. Bagan Alir Penyelidikan Geologi Lingkungan Perkotaan

2.2. Metodologi dan Tahapan Kegiatan

Metodologi kegiatan penyelidikan geologi lingkungan ini mengikuti tahapan kegiatan sebagaimana bagan alir di atas, yaitu terdiri atas 4 (empat) kegiatan utama yaitu, (a). Persiapan dan kajian data sekunder, (b). Pengumpulan data primer, (c). Pengolahan data dan penggambaran peta (d). Penyusunan laporan.

2.2.1. Persiapan dan Kajian Data Sekunder

Dalam tahapan ini mencakup pembuatan surat izin survey/penyelidikan, penyediaan peta dasar (peta topografi, peta geologi, foto udara/citra satelit), studi pustaka, pengadaan peralatan lapangan dan penyusunan rencana kerja. Metodologi untuk mengolah data sekunder ini diantaranya adalah menginventarisasi data yang berhubungan dengan aspek geologi lingkungan. Interpretasi citra satelit untuk mengetahui keadaan awal lingkungan fisik seperti bentang alam (*landscape*), penggunaan lahan (tutupan lahan), infra struktur, dan atau pembuatan peta dasar topografi dari *Sattelit Radar Topographic Mission* (RSTM) melalui Global Mapper .

2.2.2. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer adalah penyelidikan lapangan dengan kegiatan sebagai berikut :

a. Jenis Pekerjaan Lapangan

1. Komponen Sumber Daya Geologi

- **Pemetaan morfologi**, dilakukan dengan memperhatikan secara langsung bentangalam (*landscape*) dibandingkan dengan hasil interpretasi citra untuk mendapatkan informasi bentukan permukaan lahan yang mencerminkan kondisi satuan bentangalam, tanah/batuan pembentuknya, proses geologi yang mempengaruhi dan penggunaan lahan (*existing landuse*). Data keruangan ini dituangkan dalam bentuk Peta Morfologi skala 1 : 50.000.

- **Pemetaan Geologi Permukaan**, dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi sifat fisik dan keteknikan tanah/batuan penyusun di daerah kajian. Peta yang dibuat berupa peta tematik geologi permukaan skala 1 : 50.000.

Pemetaan sebaran tanah dan batuan hasilnya lebih dikenal dengan peta formasi geologi teknik, secara umum berdasarkan dominasi suatu jenis litologi batuan dipermukaan yang ada pada formasi tertentu di daerah pemetaan. Penyusunan satuan formasi geologi teknik ini dilakukan dengan cara pengelompokan dari satuan batuan yang dominant yang mempunyai sifat fisik dan keteknikan yang sama atau hampir sama.

- **Pemetaan Hidrogeologi**, dengan cara pengamatan/pemetaan terhadap kondisi batuan pembawa air (akuifer), termasuk di dalamnya informasi yang penting seperti kedalaman kedudukan muka air tanah dan keberadaan mata air. Selanjutnya aspek hidrogeologi akan menyangkut dua hal, yaitu penyebaran dan cara terdapatnya air tanah serta bagaimana sikap batuan terhadapnya.

2. Komponen Bahaya Geologi

- **Gerakan Tanah**, untuk mengidentifikasi gerakan tanah atau longoran dilakukan secara langsung di lapangan yaitu dengan memperhatikan bentuk permukaan tanah (berikut sudut lereng), jenis dan sebaran satuan tanah dan batuan berikut ketebalan serta sifat fisik dan keteknikannya, struktur geologi, penggunaan lahan dan kegempaan.
- **Kegempaan**, bersumber dari informasi kegempaan yang dilakukan dengan mempelajari data sekunder maupun informasi yang diperoleh dari instansi terkait. Untuk keperluan analisis data gempa terbagi berdasarkan angka MMI (*Modified Mercalli Intensity*), percepatan gempa (α) dan besaran angka *Richter*.
- **Abrasi**, untuk mengidentifikasi abrasi dilakukan secara langsung di

lapangan yaitu dengan memperhatikan gejala-gejala abrasi yang terjadi di sepanjang pantai.

3. Komponen Penyisih Geologi

- **Zona Sesar Aktif**, Struktur sesar aktif adalah pematahan atau pergerakan sebagian kecil hingga suatu blok besar massa kerak bumi akibat gaya kompresi dan gaya tarik yang dipengaruhi oleh pergerakan tektonik yang terjadi pada Kala Holosen (11.000 tahun yang lalu) hingga sekarang. Untuk mendapatkan informasi sesar aktif tersebut selain dari instansi terkait yaitu Pusat Survey Geologi.
- **Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi**, berupa pengamatan gejala gerakan tanah yang akan dilakukan di lapangan terutama di daerah-daerah bersudut kemiringan lereng curam dengan batuan yang memiliki karakteristik tertentu terhadap aspek kelongsoran.

4. Komponen Penyisih Non-Geologi

- **Kawasan Lindung**, tidak layak apabila obyek perencanaan pembangunan di dalam kawasan lindung, berkaitan dengan peraturan dan perundang undangan yang berlaku. Data kawasan lindung dapat diperoleh dari Peta Rencana Pola Ruang daerah penyelidikan.
- **Banjir periode < 5 tahunan**, tidak layak apabila obyek perencanaan pembangunan di dalam wilayah banjir, berkaitan dengan gangguan mobilitas, potensi pencemaran air dan lain-lain. Untuk memperoleh data langsung di lapangan yaitu dengan cara menghubungi instansi/dinas terkait (PU Pengairan) dan informasi dari penduduk setempat.
- **Daerah pasang surut air laut**, tidak layak apabila obyek perencanaan pembangunan di dalam wilayah genangan pasang surut air laut. Seperti dalam perolehan data banjir untuk memperoleh data langsung di lapangan yaitu dengan cara

memnghubungi instansi/dinas terkait (PU Pengairan) dan informasi dari penduduk setempat.

b. Pengujian Lapangan

1. Pengujian Resapan Air di Permukaan Tanah

Pengukuran laju infiltrasi pada tanah dilakukan pada daerah-daerah tertentu, yang merupakan pendukung bagi penyusunan zona yang diidentifikasi sebagai daerah yang mempunyai kemampuan meresapkan air yang tinggi maupun yang rendah. Alat yang digunakan adalah tabung ganda infiltrometer, masing-masing berdiameter dalam 20 cm dan 40 cm.

2. Pengambilan Contoh Batuan/Tanah

Pengambilan contoh tanah tidak terganggu (*undisturb sample*), akan diambil pada setiap sumuran uji yang akan dibuat maupun dari kegiatan pemboran. Bertujuan untuk mengetahui jenis, ketebalan dan sifat fisik tanah/batuan. Pengambilan contoh menggunakan tabung besi/PVC bergaris tengah 12 cm dan panjang sekitar 20 cm (dari sumur uji/test pit). Contoh tanah dikirim ke laboratorium mekanika tanah untuk diuji sifat fisik dan keteknikannya.

3. Pengambilan Contoh Air

Pengambilan contoh air akan diambil pada sumur gali, air permukaan dan mata air untuk mengetahui kualitasnya. Contoh air yang dianggap perlu akan dikirim ke laboratorium air untuk diuji sifat fisik sesuai kebutuhan.

4. Pemboran Tangan

Dilakukan dengan cara *Hand Auger* untuk memperoleh data penyebaran karakteristik tanah penyusun bawah permukaan. Kedalaman pemboran dilakukan hingga mendapatkan tanah keras/padat.

c. Pengamatan Potensi Bahaya Lingkungan Beraspek Geologi

Pengamatan bahaya lingkungan beraspek geologi, antara lain seperti pengamatan terhadap kegempaan, gerakan tanah, abrasi dan lain sebagainya.

2.2.3. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data meliputi kegiatan seperti berikut:

a. Analisis Data dan Informasi

Menganalisis terhadap berbagai informasi geologi lingkungan dan non-geologi yang direpresentasikan dalam bentuk peta tematik. Analisis tumpang susun peta bertema (*overlay*) dan metoda peringkat (*scoring*) dengan ketentuan seperti yang tercantum dalam Tabel 2.1, menghasilkan Peta Geologi Lingkungan Perkotaan.

b. Analisis Laboratorium

Melakukan analisis laboratorium terhadap contoh tanah/batuan dan contoh air. Hasil analisis laboratorium tanah digunakan untuk perhitungan kestabilan lereng dan daya dukung pondasi bangunan. Hasil analisis laboratorium air digunakan untuk mengetahui kualitas air, identifikasi pencemaran air, dan lain-lain.

1. Pekerjaan Laboratorium contoh tanah tak terganggu :

Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai *index properties* dan *engineering properties*, pelaksanaan pengujian mengikuti Standard ASTM, yaitu meliputi :

- kadar air (*natural water content*) ASTM D-2216
- berat jenis (*specific gravity*) ASTM D-54
- berat isi (*unit weight*) ASTM T-88
- *atterberg limit* ASTM T-422
- *grainsize analysis* ASTM D-422
- *permeability test* ASTM K-670
- *triaxial/direct shear* ASTM D-3080

2. Pekerjaan Laboratorium Contoh Air :

Pengujian laboratorium contoh air mencakup sifat fisika dan kimianya. Sifat fisika meliputi: suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan sedangkan sifat kimia diantaranya meliputi : derajat keasaman (pH), kesadahan, kandungan unsur kalsium, magnesium, kalium, besi, mangan, natrium, lithium, amonium, bikarbonat, nitrat, nitrit, karbon dioksida, dan zat organik.

Tabel 2.1.
Kriteria Penilaian Geologi Lingkungan Perkotaan

A. Komponen Sumber Daya Geologi

No.	Komponen	Kisaran			Kelas	Nilai	Bobot	Skor		
1.	Air tanah a. Zona konservasi (pengambilan air tanah)	Daerah aman			P O T E N S I	Baik	4	3	12	
		Daerah rawan (termasuk daerah imbuhan)								2
		Daerah kritis dan rusak								1
	b. Produktifitas akuifer	Tinggi (> 3 lt/dt)				4	Sedang		3	9
		Sedang (1- 3 lt/dt)				3				
		Rendah (0,5-1 lt/dt)				2				
		Sangat rendah (<0,5 lt/dt)				1				
	c. Kedalaman air tanah	Dangkal (0 – 50m)				4	Buruk		2	6
		Agak dalam(50 – 100m)				3				
		Dalam(100 – 200m)				2				
		Sangat dalam(>200m)				1				
	d. Kesesuaian/kelayakan sebagai air baku air minum	1. Air tanah dangkal dan dalam sesuai untuk air baku sampai setempat tercemar atau setempat tidak sesuai untuk air baku.				4	Sangat buruk		1	3
		Air tanah dangkal tidak sesuai untuk air baku. Air tanah dalam sesuai untuk air baku.				3				
2. Air tanah dangkal dan air tanah dalam setempat tidak sesuai untuk air baku.			2							
3. Air tanah dangkal tidak sesuai untuk air baku. Air tanah dalam setempat tidak sesuai sampai seluruhnya tidak sesuai untuk air baku			1							
2	Kemiringan lereng	Datar (0 – 5%)			Baik	4	4	16		
		Landai (5 – 10%)			Sedang	3		12		
		Terjal (10 – 15%)			Buruk	2		8		
		Sangat Terjal (>15%)			Sangat Buruk	1		4		
3	Tanah/batuan		N-SPT (Pemboran)	kg/cm ² (Sondir)	ton/m ² (Qall)	Jenis material permukaan				
	Keras	Kedalaman hingga 5 m	>50	> 150	> 21,6	Batuan	Baik	4	5	20

	Sedang	30– 50	60-150	7,2-21,6	Tanah residu (>2m) Pasir & kerikil ($\geq 5m$)	Sedang	3		15
	Lunak	10 - 30	20–60	3,6-7,2	Lanau, pasir, dan kerikil (<5m). Lempung	Buruk	2		10
	Sangat lunak	< 10	< 20	< 3,6	Lumpur, lempung organik dan gambut	Sangat buruk	1		5

B. Komponen Bahaya Geologi

No	Komponen	Kisaran			Kelas	Nilai	Bobot	Skor
1.	Gempabumi	MMI	∞	Richter				
		I, II,III,IV,V	<0,05 g	<5	Baik	4	4	16
		VI,VII	0,05-0,15g	5-6	Sedang	3		12
		VIII	0,15-0,30g	6-6,5	Buruk	2		8
		IX,X,XI,XII	>0,30g	>6,5	Sangat Buruk	1		4
2.	Kerentanan gerakan tanah	Sangat rendah			Baik	4	4	16
		Rendah			Sedang	3		12
		Menengah			Buruk	1		4
3.	Gunungapi	Aman			Baik	4	2	8
		Kawasan Rawan I			Sedang	3		6
		Kawasan Rawan II			Buruk	1		2
4.	Tsunami (Potensi Landaan)	Ketinggian tempat	Tinggi landaan					
		Tidak Berpotensi	Tidak Berpotensi		Baik	4	2	8
		5 – 15 m	0 - 2 m		Sedang	3		6
		2 – 5 m	2 - 5 m		Buruk	2		4
		0 – 2 m	5 - 15 m		Sangat Buruk	1		2

C. Komponen Penyisih Geologi

No	Komponen	Kriteria	Kelas	Keterangan
1.	Zona sesar aktif	Jarak < 100 meter	Tidak Layak	Berkaitan dengan faktor keamanan
2.	Bahaya gunungaapi	Kawasan Rawan III	Tidak Layak	
3.	Kerentanan gerakan tanan	Kerentanan Tinggi	Tidak Layak	

D. Komponen Penyisih Non Geologi

No	Komponen	Kriteria	Kelas	Keterangan
1	Kawasan lindung	Dalam Kawasan Lindung	Tidak Layak	Berkaitan dengan peraturan dan perundang-undangan
2	Lokasi lapangan terbang	Jarak < 100 meter	Tidak Layak	Menghindari polusi suara resonansi dan gangguan penerbangan
3	Banjir dengan tinggi genangan $\geq 3\text{m}$	Dalam Daerah Genangan Banjir	Tidak Layak	Gangguan mobilitas dan kenyamanan, pencemaran, wabah penyakit dan lain-lain.
4	Daerah pasang surut air laut	Dalam Genangan Pasang Tertinggi	Tidak Layak	Gangguan mobilitas dan kenyamanan, pencemaran, wabah penyakit dan lain-lain.

2.2.4. Penggambaran Peta dan Penyusunan Laporan

Menyusun laporan hasil penyelidikan geologi lingkungan wilayah kota, termasuk penyuntingan, pemberian kode yang dilengkapi dengan peta-peta, tabel, gambar, dan foto-foto lapangan.

a. Peta Tematik

Peta tematik terdiri dari peta tematik geologi dan peta tematik non-geologi. Kesemua peta tematik disajikan dalam skala yang sama, yaitu skala 1 : 50.000. Peta tematik geologi adalah peta yang menggambarkan setiap aspek lingkungan geologi dan digunakan untuk analisis serta penyusunan peta geologi lingkungan dan peta rekomendasi penggunaan lahan.

Peta tematik geologi terdiri dari, peta kemiringan lereng, peta geologi teknik/daya dukung tanah, peta hidrogeologi dan peta bencana geologi. Sedangkan peta tematik non-geologi, terdiri dari, peta penggunaan lahan saat ini dan peta rencana pola ruang

Peta tematik non-geologi bersama-sama dengan peta geologi lingkungan dipakai sebagai dasar analisis untuk mendapatkan arahan dan rekomendasi bagi penataan ruang dalam rangka pengembangan wilayah dan pengelolaan lingkungan

b. Peta Geologi Lingkungan Perkotaan

Peta Geologi Lingkungan Perkotaan dengan skala 1 : 50.000, menggambarkan satuan geologi lingkungan yang mencerminkan faktor pendukung dan kendala.

c. Peta Rekomendasi Penggunaan Lahan

Peta Rekomendasi Penggunaan Lahan Wilayah Kota merupakan hasil analisis yang melalui penilaian ahli (*expert judgement*) terhadap Peta Geologi Lingkungan Wilayah Kota dan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota. Peta Rekomendasi Penggunaan Lahan Wilayah Kota, menggambarkan kesesuaian kondisi lingkungan geologi dengan penggunaan lahan (*landuse*).

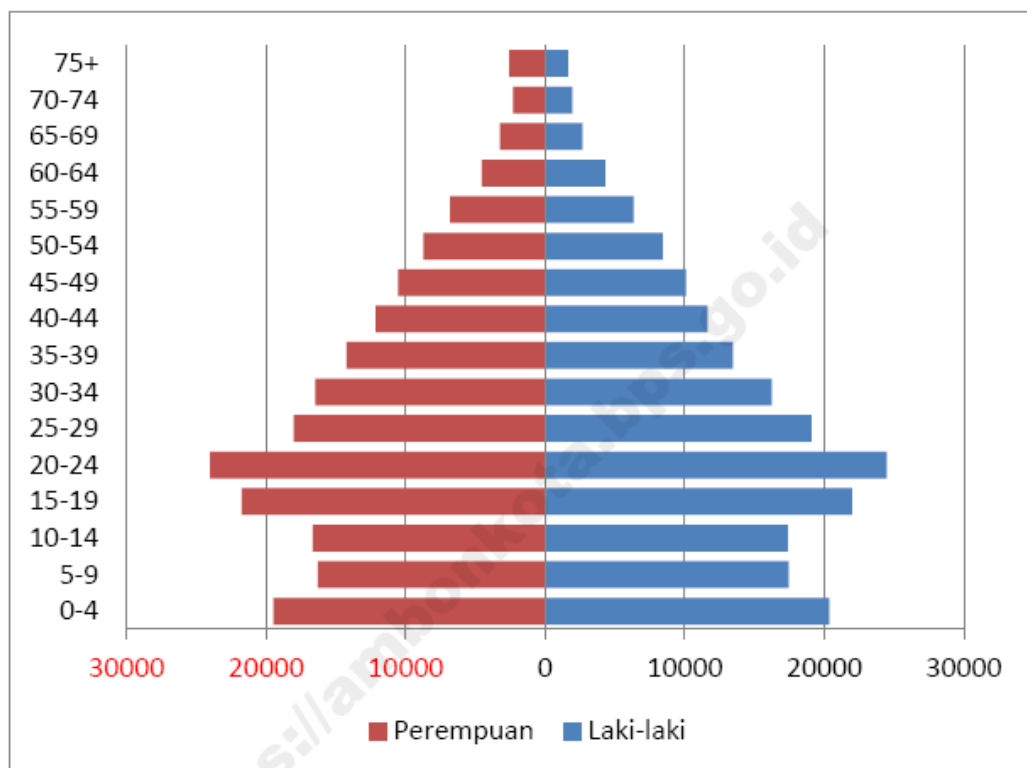
d. Penyusunan Laporan

Semua data, baik data sekunder maupun data primer yang telah dianalisis, selanjutnya disusun dalam bentuk buku laporan yang dilampiri peta-peta, baik peta tematik, peta geologi lingkungan maupun peta rekomendasi penggunaan lahan.

BAB 3 KEADAAN UMUM

3.1. Kependudukan

Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik Kota Ambon (2015), jumlah penduduk Kota Ambon berjumlah 395.423 jiwa, dan masih terkonsentrasi di Kecamatan Sirimau dengan tingkat kepadatan penduduk sebesar 1.926,01 jiwa per km². Sementara itu Kecamatan yang paling jarang penduduknya adalah Kecamatan Leitimur Selatan dengan tingkat kepadatan penduduk yang hanya sebesar 222,22 jiwa per km². Jumlah penduduk Kota Ambon berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin ditunjukkan pada gambar 3.1.



Sumber : BPS Kota Ambon (2014)

Gambar 3.1. Jumlah penduduk Kota Ambon menurut kelompok umur dan jenis kelamin

Sedangkan berdasarkan luas wilayah daratannya, jumlah penduduk, rasio jenis kelamin dan kepadatan penduduk di Kota Ambon yang dirinci per kecamatan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1. Luas wilayah daratan, jumlah penduduk, rasio jenis kelamin dan kepadatan penduduk di kota Ambon dirinci per kecamatan, 2010 – 2014

Kecamatan <i>Sub district</i>	Luas Daratan <i>Land Area</i>		Jumlah Penduduk <i>Population</i>			Rasio Jenis Kelamin <i>Sex Ratio</i>	Kepadatan Penduduk Tiap Km ² <i>Population Density per Km²</i>
	(Km ²)	%	L <i>Male</i>	P <i>Female</i>	J <i>Total</i>		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Nusaniwe	88,35	24,58	52 839	54 436	107 275	97,07	1 214,20
Sirimau	86,81	24,15	83 314	83 883	167 197	99,32	1 926,01
Teluk Ambon	93,68	26,06	23 381	22 517	45 898	103,84	489,94
T. A. Baguala	40,11	11,16	32 427	31 404	63 831	103,26	1 591,40
Leitimur Selatan	50,50	14,05	5 568	5 654	11 222	98,48	222,22
Kota Ambon							
2014 ^{*)}	359,45	100,00	197 529	197 894	395 423	99,82	1 100,08
2013 ^{*)}	359,45	100,00	189 728	189 887	379 615	99,92	1 056,10
2012 ^{*)}	359,45	100,00	181 893	181 878	363 771	100,00	1 012,02
2011 ^{*)}	359,45	100,00	174 160	174 448	348 608	99,83	969,83
2010 ^{*)}	359,45	100,00	166 858	166 939	333 797	99,95	928,63

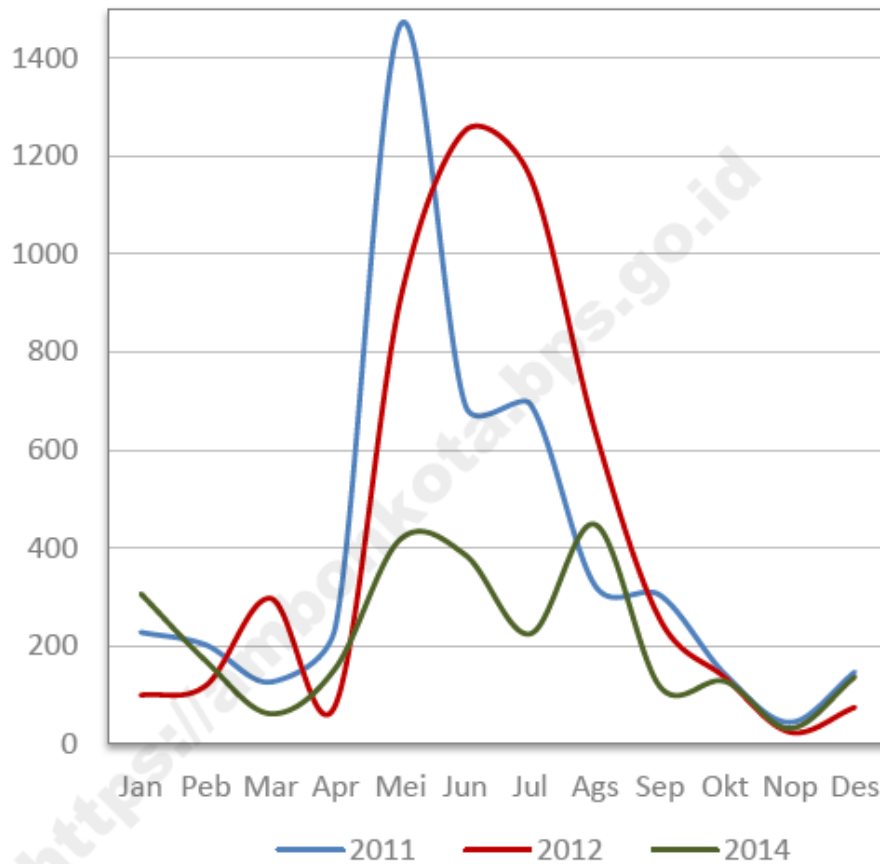
Keterangan/Remark: *) Data diperbaiki/Revised Figures

Sumber/Source: Badan Pusat Statistik/ BPS-Statistics Indonesia

3.2. Iklim

Kota Ambon memiliki iklim laut tropis dan iklim musim, karena letak pulau Ambon dikelilingi oleh laut. Oleh karena itu iklim di kota Ambon sangat dipengaruhi oleh lautan dan berlangsung bersamaan dengan iklim musim, yaitu musim Barat atau Utara dan musim Timur atau Tenggara. Pergantian musim selalu diselingi oleh musim Pancaroba yang merupakan transisi dari kedua musim tersebut. Musim Barat umumnya berlangsung

dari bulan Desember sampai dengan bulan Maret, sedangkan pada bulan April merupakan masa transisi ke Musim Timur yang berlangsung dari bulan Mei sampai dengan bulan Oktober disusul oleh masa pancaroba pada bulan Nopember yang merupakan transisi ke musim Barat. Gambar 3.2. menunjukkan curah hujan tahunan (2011 – 2014) di kota Ambon.



Sumber : BPS Kota Ambon (2014)

Gambar 3.2. Curah hujan tahunan 2011 – 2014 (mm)

3.3. Penggunaan Lahan Eksisting

Berdasarkan Peta tutupan lahan dari BAPPEKOT Kota Ambon, penggunaan lahan eksisting di daerah penyelidikan terdiri atas (Gambar 3.3) :

a. Permukiman

Lahan permukiman terutama terkonsentrasi pada daerah-daerah dataran yang mudah berkembang. Daerah-daerah yang menjadi pusat pertumbuhan permukiman diantaranya : pusat kota Ambon dan sepanjang jalan yang mengitari teluk Ambon. Pengembangan permukiman terjadi di wilayah seluruh kecamatan.

b. Tegalan/ladang

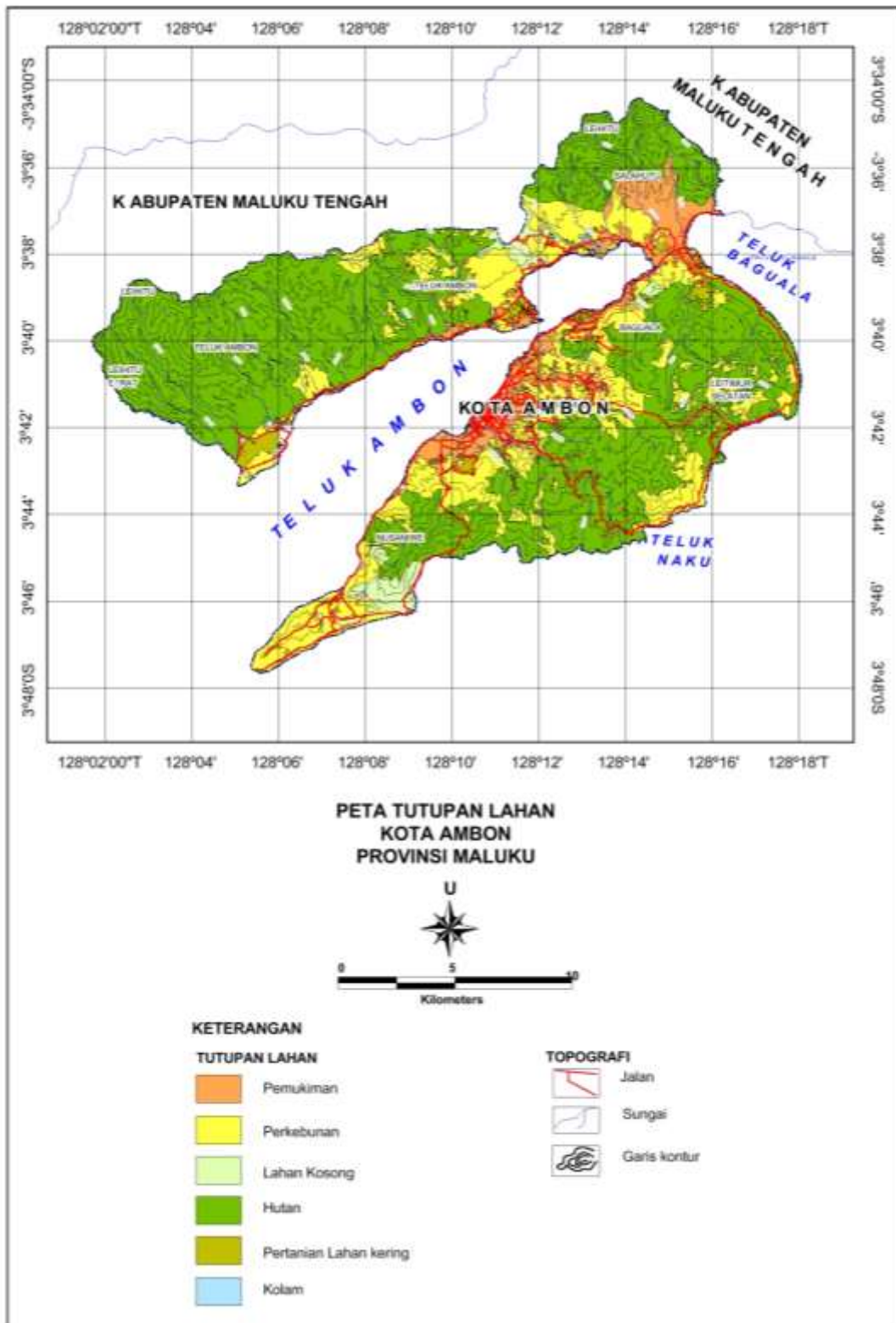
Tegalan/ladang sebarannya terpecah secara setempat-setempat tidak terkonsentrasi pada suatu daerah. Tegalan/ladang ini umumnya terdapat pada daerah dataran bergelombang hingga perbukitan landai di daerah penyelidikan. Tegalan/ladang ini pada umumnya berupa lahan kosong, namun pada beberapa tempat ada juga yang telah dijadikan ladang oleh masyarakat setempat.

c. Perkebunan

Lahan perkebunan umumnya merupakan perkebunan rakyat terutama menempati daerah perbukitan landai hingga perbukitan berrelief sedang dan tersebar hampir diseluruh wilayah kota Ambon. Antara lain disekitar area bandara yaitu di Kecamatan Teluk Ambon, sebagian besar wilayah dari Kecamatan Teluk Ambon Baguala, dan Kecamatan Nusaniwe serta sedikit di area Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Leitimur Selatan.

d. Semak belukar/alang-alang

Semak dan alang-alang merupakan lahan yang tidak tergarap atau tidak dimanfaatkan secara maksimal. Lahan ini umumnya terdapat pada daerah perbukitan yang agak sulit dijangkau, tidak tergarap, sehingga banyak ditumbuhi semak belukar dan alang-alang. Semak dan alang-alang banyak terdapat di bagian selatan dan utara daerah penyelidikan.



Gambar 3.3. Peta Tutupan Lahan Kota Ambon

e. Hutan

Lahan hutan pada umumnya menempati daerah perbukitan berrelief sedang hingga terjal. Lahan hutan ini terdapat di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Teluk Ambon.

3.4. Rencana Pola Ruang

Berdasarkan Peta Rencana Pola Ruang Kota Ambon 2011 – 2031 (BAPPEKOT Kota Ambon, 2011), rencana pola ruang di daerah penyelidikan terdiri atas kawasan lindung dan kawasan budi daya (Gambar 3.4) :

a. Kawasan Lindung

Kawasan lindung terdiri atas :

1. Kawasan Hutan lindung

Kawasan hutan lindung terdapat seluruh kecamatan di Kota Ambon yaitu di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe.

2. Kawasan Ruang terbuka hijau

Kawasan ruang terbuka hijau terdapat area pusat kota yang berada pada Kecamatan Sirimau. di daerah Sirampog, Paguyangan, Bumiayu dan Tonjong.

3. Kawasan Pantai berhutan bakau

Kawasan pantai berhutan bakau minimal 130 kali nilai rata-rata perbedaan air pasang tertinggi dan terendah tahunan diukur dari garis air surut terendah ke arah darat. Kawasan ini berada di Kecamatan Teluk Ambon Baguala yaitu disepanjang teluk ambon dalam.

4. Kawasan Sempadan pantai

Daratan sepanjang tepian pantai, yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat. Berada disepanjang pantai yang ada di seluruh kecamatan yang ada di kota Ambon.

5. Kawasan Laguna

Laguna berada di wilayah tanjung Halat yang berada di Kecamatan Nusaniwe.

6. Kawasan Lamun

Lamun atau ekosistem lamun berada di area dekat pantai yang ada di Kecamatan leitimur Selatan

b. Kawasan Budi Daya

Kawasan budi daya terdiri atas :

1. Kawasan pemukiman

Kawasan permukiman terutama pada daerah-daerah yang menjadi pusat pertumbuhan permukiman diantaranya : pusat kota, sepanjang area teluk ambon dan teluk baguala, ibukota kecamatan, pusat desa, sekitar jalan yang dihubungkan oleh jembatan merah putih.

2. Kawasan penyangga

Kawasan ini berada di Kecamatan teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

3. Kawasan pertanian

Berdasarkan sistem pengairannya ada 2 jenis sawah yaitu sawah beririgasi teknis dan sawah tadah hujan. Sawah beririgasi terutama tersebar pada daerah dataran di bagian utara, barat, tengah dan selatan daerah penyelidikan. Sawah tadah hujan umumnya terdapat pada daerah dataran bergelombang dan perbukitan landai di bagian tengah dan tenggara daerah penyelidikan.

4. Kawasan Agrowisata

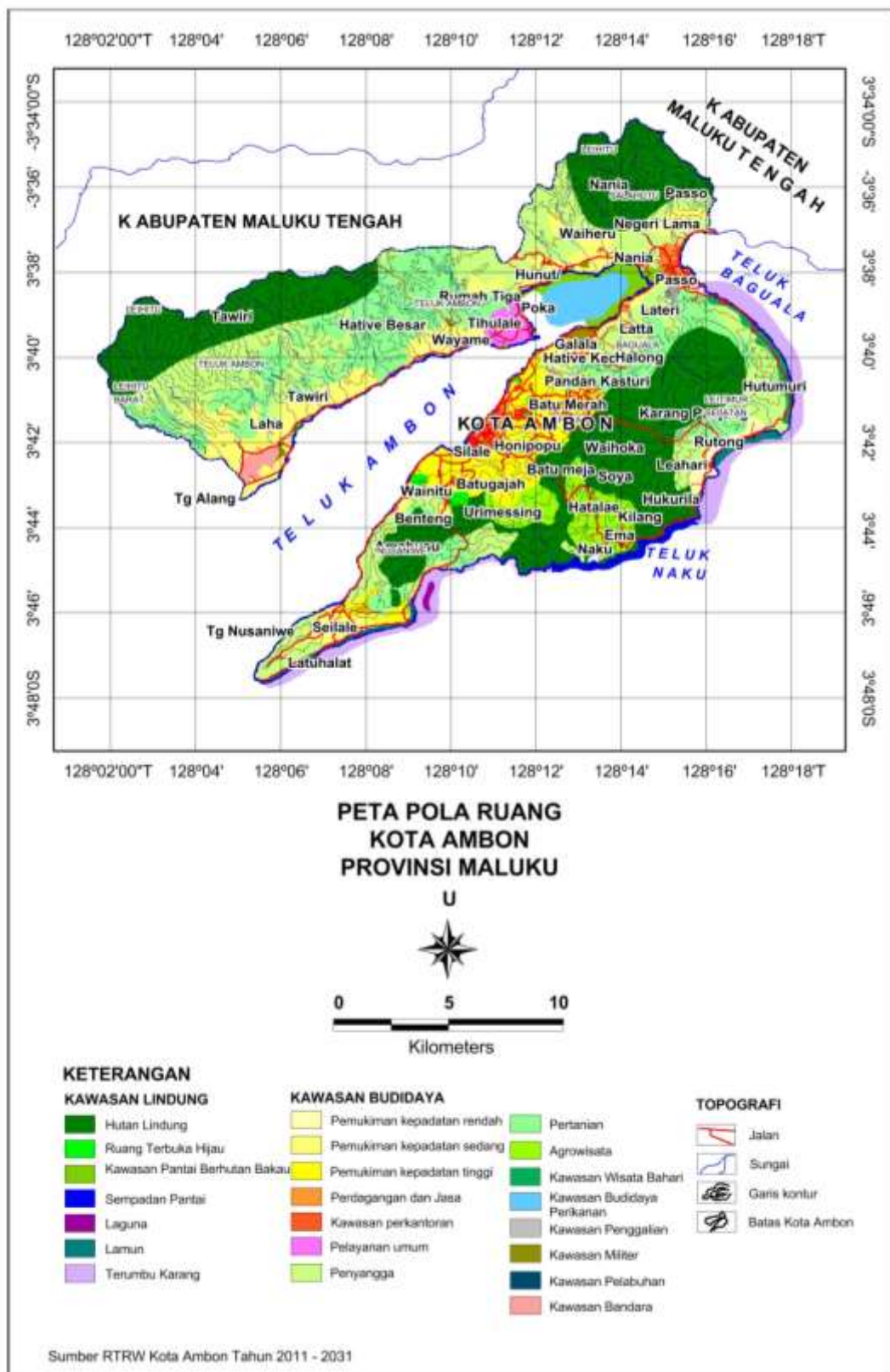
Kawasan ini berada di Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

5. Kawasan wisata bahari

Kawasan ini berada pada daerah wisata pantai terutama di Kecamatan Leitimur Selatan.

6. Kawasan budidaya perikanan

Teluk Ambon dijadikan sebagai kawasan budidaya perikanan karena berhubungan langsung dengan Laut Banda yang menjadi salah satu sentra penangkapan ikan tuna dan cakalang di Indonesia.



Gambar 3.4. Peta Rencana Pola Ruang Kota Ambon

BAB 4

LINGKUNGAN FISIK BERASPEK GEOLOGI

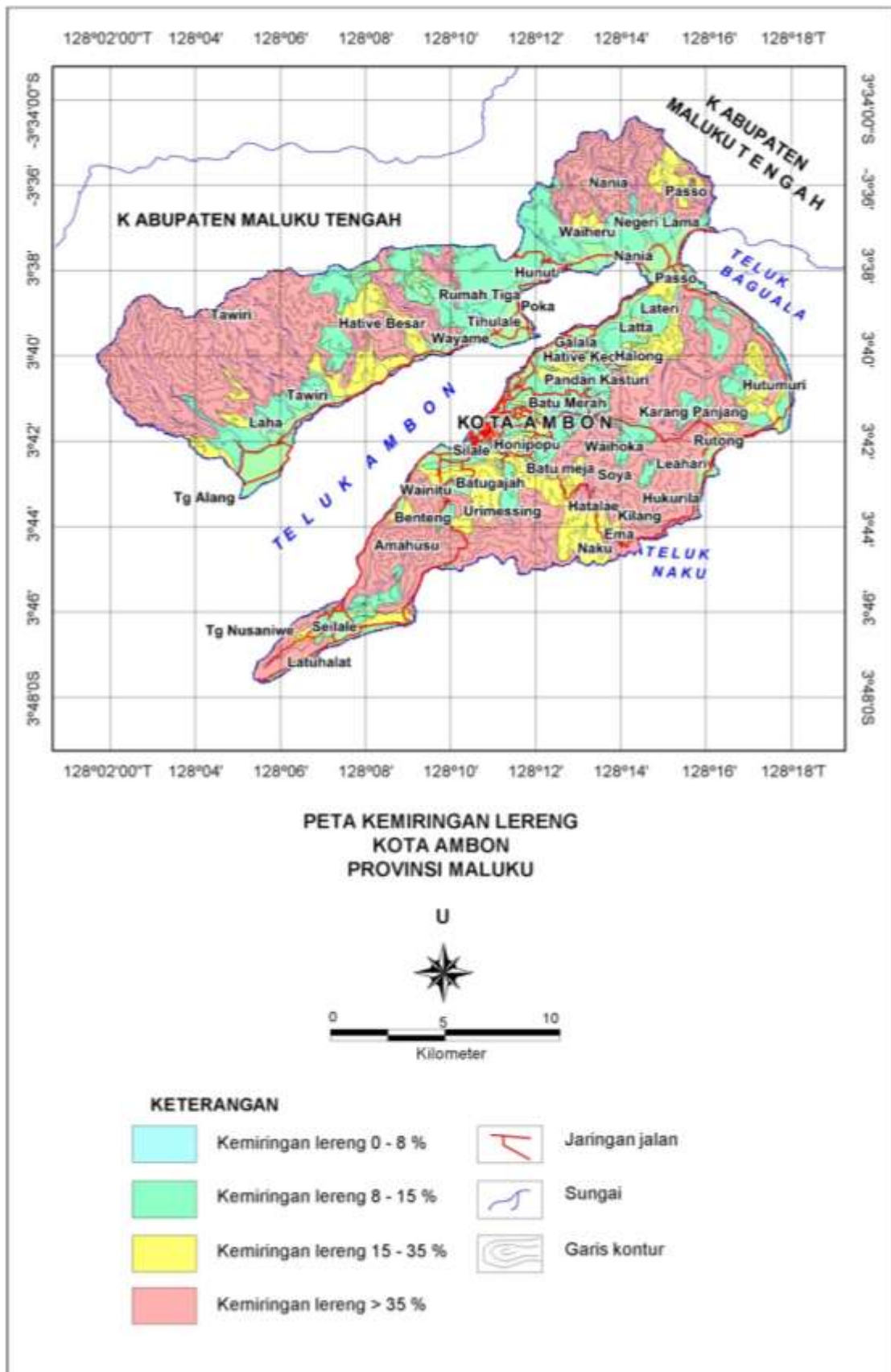
4.1 Geomorfologi

Geomorfologi wilayah Kota Ambon dan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh susunan batuan (litologi), struktur geologi yang berkembang, serta proses-proses geologi yang sedang berlangsung. Analisis relief permukaan dari peta topografi skala 1 : 50.000 dapat menghasilkan peta kemiringan lereng (Gambar 4.1). Dari relief permukaan ditunjang dengan kondisi batuan yang menyusunnya dan struktur geologi yang terjadi, maka wilayah Kota Ambon dapat dibagi menjadi tiga satuan geomorfologi, yaitu satuan geomorfologi pedataran, satuan geomorfologi perbukitan agak terjal, dan satuan geomorfologi perbukitan terjal (Gambar 4.2).

4.1.1 Satuan Geomorfologi Pedataran

Satuan geomorfologi pedataran ini tersusun oleh endapan aluvium berupa kerakal, kerikil, lanau, pasir, lempung, sisa tumbuhan dan sebagian batu gamping koral; koloni koral, ganggang dan bryozoa. Satuan ini menempati wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan dengan kemiringan lereng umumnya < 8%, secara setempat mencapai 8 – 15 %. Adapun luas satuan pedataran ini lebih kurang 10 % dari luas wilayah Kota Ambon.

Sungai-sungai yang mengalir pada satuan geomorfologi ini memiliki pola aliran relatif sejajar dengan arah aliran dari barat laut ke tenggara pada bagian utara kota Ambon dan dari tenggara ke barat laut pada bagian selatan kota Ambon. Berdasarkan pengamatan di lapangan penggunaan lahan pada satuan ini berupa Bandara Patimura, sawah, kebun palawija, dan pemukiman. Sedangkan kedalaman muka air tanah pada umumnya sangat dangkal - agak dalam (0,1 – 3 m).



Gambar 4.1 Peta Kemiringan Lereng

4.1.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan bergelombang

Satuan geomorfologi perbukitan bergelombang ini umumnya tersusun oleh batuan yang berumur Tersier sampai Quarter. Litologi penyusun terdiri dari kerakal, kerikil, lanau, pasir, lempung, sisa tumbuhan dan batu gamping koral, perselingan batu pasir, serpih, batu lanau, dengan sisipan konglomerat dan batu gamping, andesit, dasit, breksi, tuf dan batuan ultramafik ; harzburgit, dunit, serpentinit, gabro.

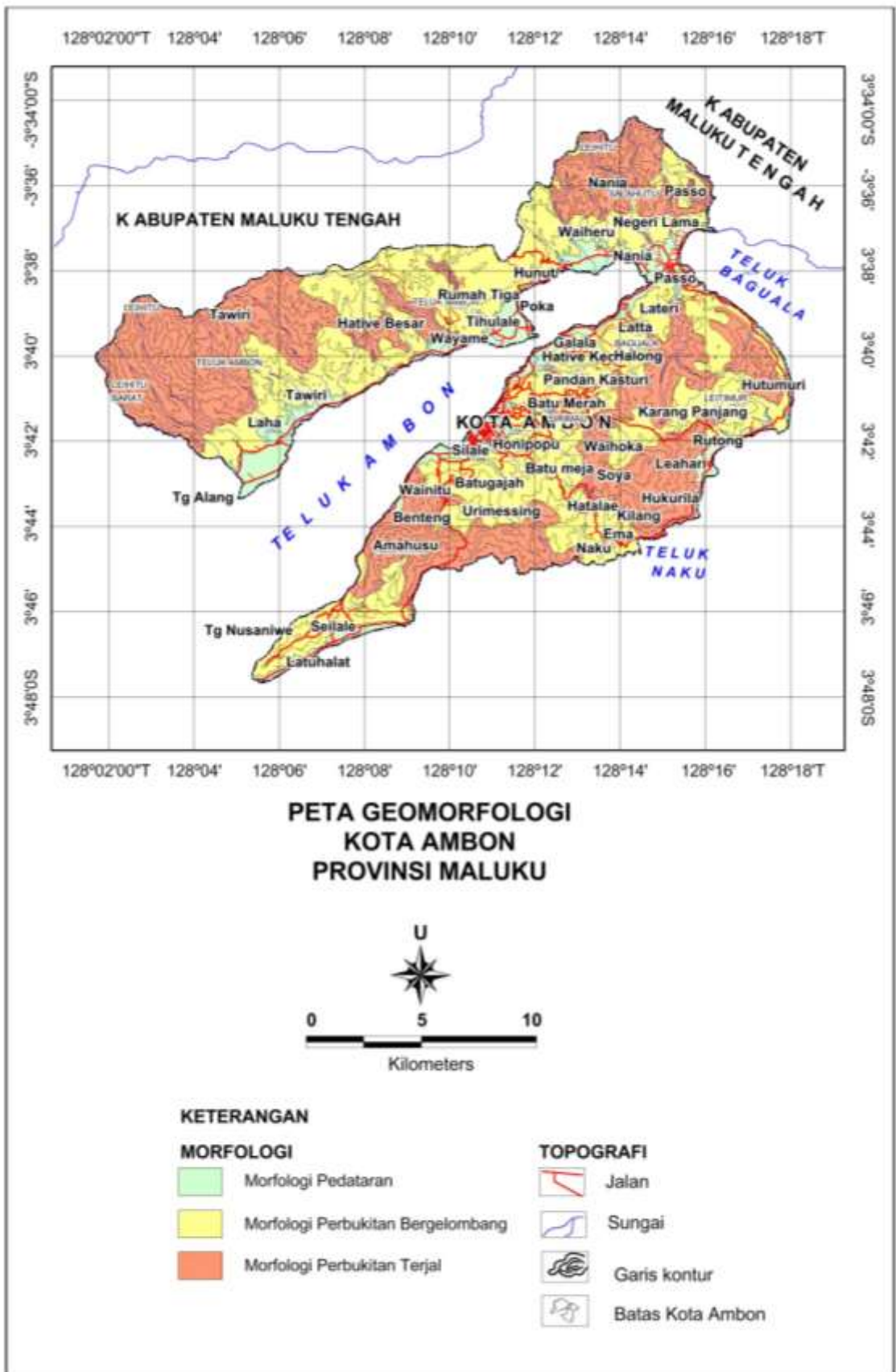
Secara administratif satuan ini menempati wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan.

Kemiringan lereng umumnya antara 8 – 15 %, dan sebagian lagi memiliki kemiringan lereng 15 – 35 %. Luas satuan perbukitan bergelombang ini lebih kurang 46 % dari luas wilayah Kota Ambon. Berdasarkan pengamatan di lapangan penggunaan lahan pada satuan geomorfologi perbukitan bergelombang umumnya berupa pemukiman, sawah, ladang, kebun campuran, dan hutan.

4.1.3 Satuan Geomorfologi Perbukitan terjal

Satuan geomorfologi perbukitan terjal ini umumnya tersusun oleh batuan yang berumur Tersier terdiri dari kerakal, kerikil, lanau, pasir, lempung, sisa tumbuhan dan batu gamping koral, perselingan batu pasir, serpih, batu lanau, dengan sisipan konglomerat dan batu gamping, andesit, dasit, breksi, tuf dan Batuan ultramafik ; harzburgit, dunit, serpentinit, gabro serta granit biotit dan granit kordierit biotit. Secara administratif satuan ini menempati wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan dengan kemiringan lereng > 35 %.

Satuan geomorfologi perbukitan bergelombang ini berada pada luasan sekitar 44 % dari luas wilayah Kota Ambon. Berdasarkan pengamatan di lapangan penggunaan lahan pada satuan ini berupa pemukiman, sawah, ladang, kebun campuran, dan hutan.



Gambar 4.2 Peta Geomorfologi

4.2 Batuan

Batuan yang tersebar di Kota Ambon, berdasarkan peta geologi lembar Ambon, Maluku, Skala 1 : 250 000 (Oleh; S. Tjokrosapoetro, E. Rusmana, A. Achdan, tahun 1993) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, berdasarkan lithostratigrafi dan pengamatan di lapangan terdiri dari beberapa formasi/satuan batuan, dari yang berumur Jura hingga Quarter. Secara lengkap urutan formasi/satuan batuan tersebut dari yang berumur tua ke muda dapat diperikan sebagai berikut (Gambar 4.3) :

4.2.1 Batuan Beku

- Batuan ultramafik (JKu)

Terdiri dari harzburgit, dunit, serpentinit dan sedikit gabbro. Umur satuan ini diperkirakan Jura – Kapur, terhubung dengan batuan malihan dan Formasi Kanikeh oleh sesar. Formasi batuan ini tersebar di Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan nusaniwe. Satuan batuan yang terdapat di Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Sirimau telah mengalami pelapukan yang cukup tebal. Sedangkan yang berada di Kecamatan Nusaniwe meskipun telah lapuk intensif tapi tidak terlalu tebal pelapukannya jika dibandingkan dengan yang ada di kecamatan lain.

- Granit Ambon (Ti)

Terdiri dari granit biotit dan granit biotit-kordiorit. Umur satuan ini adalah Pliosen Terengah-Pliosen Akhir (Priem, 1978). Penyebarannya setempat di Kecamatan teluk Ambon.

4.2.2 Batuan Gunung Api : Batuan gunung Api Ambon (Tpav)

Terdiri dari lava, breksi gunungapi, breksi tuff dan tuff. Lava andesit berwarna kelabu, kelabu hitam sampai hitam. Andesit berwarna kelabu tua, berukuran sangat halus. Breksi tuf dan tuf umumnya telah lapuk, mengandung komponen andesit dan dasit. Breksi gunungapi umumnya kompak, mengandung komponen

andesit, dasit dan sedikit basal; matriksnya kadang-kadang tufan. Satuan ini berumur Pliosen dan memotong batuan Mesozoikum sebagai retas-retas.

Merupakan satuan batuan yang mendominasi di Kota Ambon, terdapat di seluruh wilayah kecamatan daerah penelitian. Telah mengalami pelapukan yang cukup intensif di beberapa wilayah, terutama daerah yang menjadi batas dataran dengan perbukitan.

4.2.3 Batuan Sedimen

- **Formasi Kanikeh (TRjk);**

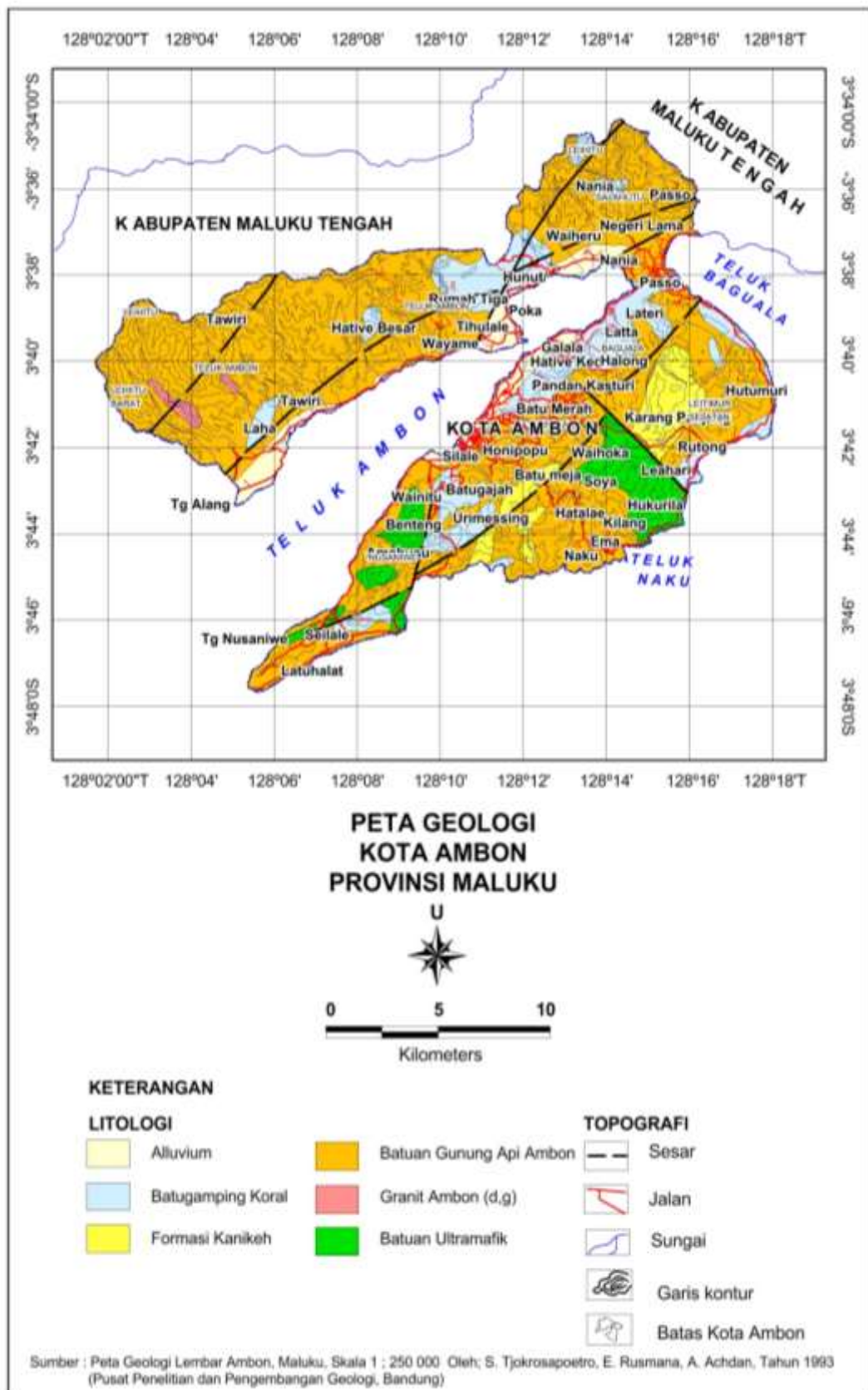
Terdiri dari perselingan batu pasir, serpih, batu lanau, dengan sisipan konglomerat dan batu gamping. Formasi ini berumur Trias Akhir sampai Jura. Terdapat setempat di tiga kecamatan, yaitu kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe dan telah mengalami pelapukan yang cukup intensif.

- **Batu gamping terumbu (QI)**

Terdiri dari koloni koral, ganggang dan bryozoa; berwarna putih sampai kotor, keras dan berongga-rongga yang diisi kalsit dan pecahan koral. Satuan ini menutupi secara tak selaras satuan yang lebih tua dan diduga berumur Plistosen Atas sampai Holosen. Penyebarannya yaitu berada di sepanjang pantai yang terdapat di Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Leitimur Selatan. Selain itu terdapat setempat di Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Sirimau dan kecamatan Teluk Ambon.

4.2.4 Endapan permukaan : Aluvium (Qa)

Terdiri dari kerakal, kerikil, lanau, pasir, lempung dan sisa tumbuhan. Satuan ini tersebar sempit di sepanjang pantai yang berada di antara teluk ambon dan sepanjang pantai di Kecamatan teluk Ambon.



Gambar 4.3 Peta Geologi

4.3 Struktur dan Tektonika

Berdasarkan peta lembar Ambon, Maluku skala 1 : 250000, struktur geologi di kota Ambon yang utama adalah struktur sesar yang berupa sesar normal dengan arah umum timur laut-barat daya. Teluk Ambon dibatasi oleh sesar turun yang berarah timur laut – barat daya, dan merupakan jalur terban yang cukup besar. Terbannya Teluk Ambon diduga terbentuk pada zaman Kuartar dan masih aktif hingga sekarang.

4.4 Daya Dukung Tanah

Berdasarkan pengamatan di lapangan, litologi yang menutupi daerah penyelidikan terdiri atas tanah hasil pelapukan dari berbagai jenis dan umur batuan. Berdasarkan sifat fisik dan keteknikannya, secara umum daya dukung pondasi dari sebaran bahan permukaan yang menutupi daerah penyelidikan dapat diuraikan sebagai berikut :

- **Daya dukung sangat rendah**, berupa endapan aluvial sungai dan pantai yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, dan kerikil. Dari data hasil pemboran tangan, sampai dengan kedalaman 2 meter tanah ini sangat lunak, dari kedalaman 2 m hingga 3 m bersifat lunak hingga agak teguh, dari kedalaman 3 m hingga 5 m bersifat agak teguh hingga teguh.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari contoh TS-7 yang diambil dari Desa Pustuleihari, Kecamatan Leitimur Selatan , tanah ini mempunyai sifat fisik/keteknikan sebagai berikut : specific gravity (GS) : 2,66, unit weight (γ_n) : 1,69 ton/m³, moisture content (W_n) : 33,92 %, kohesi (c) : 0,15 kg/cm², sudut geser dalam (ϕ) : 22,06°.

Secara regional, tanah berdaya dukung sangat rendah ini termasuk ke dalam endapan alluvium yang menyusun daerah dataran di sepanjang pantai yang berada di antara teluk Ambon dan sepanjang pantai di Kecamatan teluk Ambon.

- **Daya dukung rendah**, berupa lapukan dari batuan sedimen berbutir halus hingga sedang yang terdiri dari batu lempung pasiran, batulanau dan batupasir halus. Secara umum, dari data hasil pemboran tangan, sampai dengan kedalaman 1 meter tanah ini lunak, dari kedalaman 1,5 m hingga 3 m bersifat lunak hingga agak teguh, dari kedalaman 3 m hingga 5 m bersifat teguh hingga agak padat.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari contoh TS-3 (Desa Halong Atas, Kecamatan Teluk Ambon Baguala) dan contoh TS-6 (Desa Kayu Putih, Kecamatan Sirimau), tanah ini mempunyai sifat fisik/keteknikan sebagai berikut : specific gravity (GS) : 2,66 – 2,67, unit weight (γ_n) : 1,69 – 1,83 ton/m³, moisture content (W_n) : 27,49 – 33,92 %, kohesi (c) : 0,12 – 0,16 kg/cm², sudut geser dalam (ϕ) : 21,73 – 21,91°.

Secara regional, tanah berdaya dukung rendah ini merupakan lapukan dari Formasi Kanikeh dan Batugamping.

- **Daya dukung sedang**, berupa lapukan dari batuan sedimen dan batuan gunungapi berbutir sedang hingga kasar yang terdiri atas batu lempung pasiran, batu pasir lempungan, batu pasir halus dan batu pasir kasar. Dari data hasil pemboran tangan, sampai dengan kedalaman 0,5 meter tanah ini lunak, dari kedalaman 0,5 m hingga 1,5 m bersifat lunak hingga agak teguh, dari kedalaman 1,5 m hingga 3 m bersifat teguh hingga padat.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari contoh TS-1 (Desa Batugajah, Kecamatan Sirimau) dan contoh TS-7 (Desa Hative Besar, Kecamatan Teluk Ambon), tanah ini mempunyai sifat fisik/keteknikan sebagai berikut : specific gravity (GS) : 2,66 – 2,68, unit weight (γ_n) : 1,69 – 2,07 ton/m³, moisture content (W_n) : 20,94 – 33,92 %, kohesi (c) : 0,15 – 0,38 kg/cm², sudut geser dalam (ϕ) : 17,01 – 22,06°.

Secara regional, tanah berdaya dukung sedang ini umumnya merupakan lapukan dari batuan penyusun Formasi Batuan Gunungapi Ambon dan Batugamping.

- **Daya dukung tinggi**, berupa lapukan dari batuan ultramafik seperti harzburgit dan batuan gunung api seperti breksi, granit dan tuff. Lapukan batuan ini sangat tipis. Dari data hasil pemboran tangan, sampai dengan kedalaman 0,5 meter tanah ini lunak, dari kedalaman 0,5 m hingga 1 m bersifat lunak hingga teguh, dari kedalaman 1 m hingga 2 m bersifat teguh hingga padat.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari contoh TS-2 (Desa Batu Merah, Kecamatan Sirimau), contoh TS-5 (Desa Pustu Leihari, Kecamatan Leitimur Selatan), dan contoh TS-8 (Desa Amahusu, Kecamatan Nusaniwe), tanah ini mempunyai sifat fisik/keteknikan sebagai berikut : specific gravity (GS) : 2,66 – 2,67, unit weight (γ_n) : 1,69 – 1,87 ton/m³, moisture content (W_n) : 33,91 – 33,92 %, kohesi (c) : 0,06 – 0,29 kg/cm², sudut geser dalam (ϕ) : 17,01 – 23,18°.

Secara regional, tanah berdaya dukung tinggi ini umumnya merupakan lapukan dari batuan penyusun Batuan Ultramafik dan Batuan Gunungapi Ambon.

4.5 Sumber Daya Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat menunjang kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan air minum, air bersih, maupun kebutuhan lainnya.

4.5.1 Air Permukaan

Sumber daya air permukaan yang terdapat di kota Ambon berupa beberapa sungai. Beberapa sungai merupakan sungai yang mengalir sepanjang tahun dan sebagian merupakan sungai musiman dengan fluktuasi debit, dimana debit aliran pada musim kemarau relatif kecil bahkan mengering dan lebih besar debitnya pada musim hujan.

Sungai – sungai yang ada di kota Ambon berhulu pada daerah perbukitan yaitu yang berada di Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Sirimau. Aliran sungai ini mengalir ke arah dataran rendah dan bermuara di Teluk Ambon.

Sungai – sungai permanen yang berair sepanjang musim yaitu Wai Batumerah, Wai Batugajah, Wai Suhuru, Wai Pia Kecil dan Wai Tesa keseluruhan sungai ini bermuara di Teluk Ambon.

4.5.2 Air Tanah

Potensi air tanah di suatu daerah tergantung pada kondisi hidrogeologi setempat. Untuk kota Ambon yang bermorfologi dataran hingga perbukitan terjal dan tersusun dari batuan vulkanik, batuan sedimen dan endapan permukaan, potensi air tanahnya berkisar dari daerah akuifer produktif hingga daerah air langka.

Kondisi hidrogeologi Kota Ambon, berdasarkan peta Hidrogeologi Indonesia, skala 1 : 250.000 (oleh Sukrisno, Sihwanto, dan W. Mudiana), Direktorat Geologi Tata Lingkungan dimana keterdapatan air tanah dan produktifitas akuifer dibagi menjadi berikut (Gambar 4.4) :

- **Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir**

Akuifer dengan produktifitas sedang dan penyebaran luas ; akuifer dengan keterusan sedang, muka air tanah atau tinggi pisiometriair tanah dekat muka tanah, debit sumur umumnya dapat mencapai 5 l/detik. Sebarannya meliputi Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Teluk Ambon, dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala.

- **Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir**

Akuifer ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Akuifer dengan produktifitas sedang dan penyebaran luas ; Akuifer dengan keterusan dan kisaran kedalaman muka air tanah sangat beragam, debit sumur umumnya kurang dari 5 l/detik. Sebarannya meliputi Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Teluk Ambon, dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala.
2. Setempat, Akuifer produktif, setempat berarti ; Akuifer dengan keterusan sangat beragam, umumnya air tanah tidak

dimanfaatkan karena dalamnya muka air tanah, setempat mata air berdebit kecil, dapat diturap. Sebarannya meliputi Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Teluk Ambon, dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala

- **Akuifer dengan aliran melalui celahan, rekahan dan saluran**

Akuifer dengan produktifitas tinggi sampai sedang ; Aliran air tanah terbatas pada zona celahan, rekahan dan saluran pelarutan, debit sumur dan mata air beragam dalam kisaran yang sangat besar. Sebarannya meliputi Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Teluk Ambon, dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala.

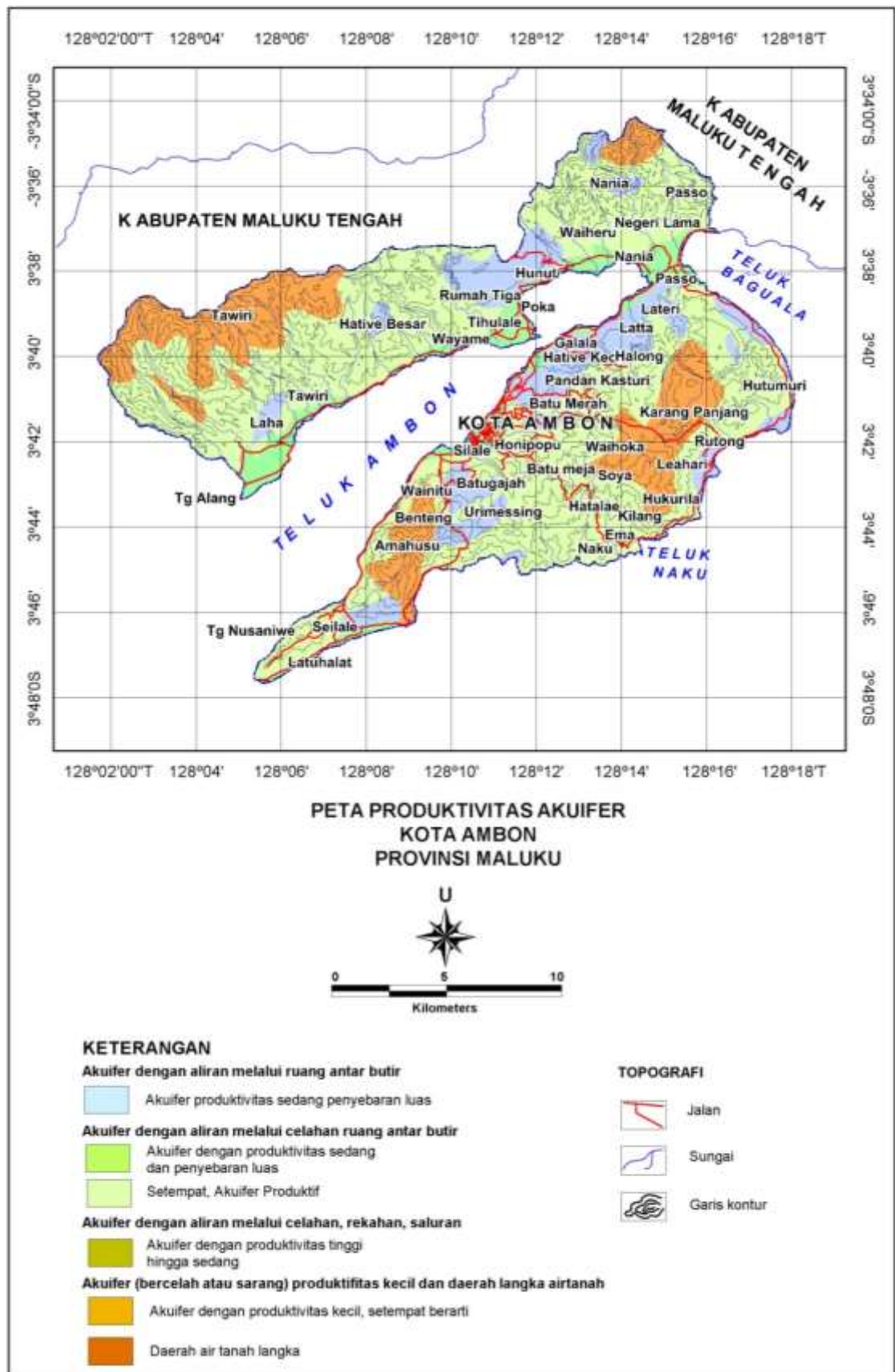
- **Akuifer (bercelah atau sarang) produktif kecil dan daerah langka air tanah**

Akuifer ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Akuifer dengan produktifitas kecil, setempat berarti ; Umumnya keterusan sangat rendah, setempat air tanah dangkal dengan jumlah terbatas dapat diperoleh pada zona pelapukan dari batuan padu. Sebarannya meliputi Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Teluk Ambon, dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala.

2. Daerah langka air tanah.

Sebarannya meliputi Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, dan Kecamatan Leitimur Selatan



Gambar 4.4 Peta Produktifitas Akuifer

4.5.3 Kualitas Sumber Daya Air

Analisis kualitas air ini didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan No.416/Men-Kes/PER/IX/1990 tentang Peryaratan Kualitas Air Bersih. Untuk mengetahui kualitas sumber daya air yang terdapat di daerah penyelidikan telah dianalisis sebanyak 7 contoh air dari sumur gali yang merepresentasikan jenis litologi/batuan pembentuk akuifer di daerah penyelidikan dan 1 contoh air dari air sungai (Tabel 4.1) :

Tabel 4.1 Daftar contoh air sumur gali dan air sungai yang dianalisis

No	Kode	Lokasi	Keterangan
1	SG-2	Desa Lateri Kecamatan Teluk Ambon Baguala	Sumur Gali
2	SG-3	Desa Toisapu Kecamatan Leitimur Selatan	Sumur Gali
3	SG-4	Desa Paso Kampung Baru Kecamatan Baguala	Sumur Gali
4	SG-5	Desa Paso Kampung Baru Kecamatan Baguala	Sumur Gali
5	SG-7	Desa Rumah Tiga Kecamatan Teluk Ambon	Sumur Gali
6	SG-8	Desa Wailete KecamatanTeluk Ambon	Sumur Gali
7	SG-10	Desa Waimuha Kecamatan Nusaniwe	Sumur Gali
8	AS-1	Desa Batumerah Kecamatan Sirimau	Air Sungai

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kualitas dari contoh air sumur gali dan air sungai tersebut menunjukkan sifat fisik, kimia dan mikrobiologi yang ditampilkan pada Tabel 4.2.

Sedangkan berdasarkan hasil analisis fisika, kimia, dan mikrobiologi seperti tertera pada tabel di atas, kualitas air tanah dan air sungai di daerah penyelidikan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- **Contoh Sumur Gali (SG-2) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-3) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-4) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-5) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-7) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-8) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

- **Contoh Sumur Gali (SG-10) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

Tabel 4.2. Hasil Analisis Fisika, Kimia dan Mikrobiologi dari Contoh Air Tanah dan Air Sungai

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian								Keterangan
				SG - 2	SG-3	SG-4	SG-5	SG-7	SG-8	SG-10	AS-1	
Fisika												
1	Bau	-	Tidak berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau	Tdk berbau
2	Padatan terlarut (TDS)	Mg/l	1.500	200,00	245,00	280,00	120,00	245,00	170,00	340,00	70,00	
3	Kekeruhan	NTU	25	0,61	0,59	0,73	1,07	0,68	0,95	0,75	0,64	
4	Warna	PtCo	50	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Kimia												
1	Besi (Fe)	Mg/l	1,0	0,08832	0,08832	<0,08832	<0,08832	<0,08832	<0,08832	<0,08832	<0,08832	
2	Kesadahan (CaCO ₃)	Mg/l	500	153,52	193,92	214,12	98,98	193,92	151,50	226,24	48,48	
3	Klorida (CL ⁻)	Mg/l	600	42,38	27,59	49,28	35,72	49,03	24,88	84,75	25,87	
4	Mangan (Mn)	Mg/l	0,5	0,01690	0,01720	0,01580	0,01440	0,01480	0,01430	0,01730	0,01380	SG : contoh air dari sumur gali
5	Nitrat (NO ₃ .N)	Mg/l	10	0,2364	0,5745	1,6759	0,4634	0,7228	3,9768	0,4678	0,0971	AS : contoh air dari air sungai
6	Nitrit (NO ₂ .N)	Mg/l	1	0,0115	0,0167	0,5914	0,1231	0,1041	0,0075	0,0138	0,0141	
7	pH	-	6,5 – 9,0	6,846	7,174	7,083	6,529	7,153	6,966	7,073	6,900	
8	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	Mg/l	400	93,1885	46,6302	153,6060	69,5840	90,4130	<0,0895	35,4812	29,4577	
9	Nilai Permanganat (KMnO ₄)	Mg/l	10	2,5	1,25	5,94	4,67	0,93	9,38	1,56	0,62	
10	Alumunium (Al)	Mg/l	-	<0,01090	<0,01090	<0,01090	<0,01090	<0,01090	<0,01090	<0,01090	0,01660	
Mikrobiologi												
1	Coliform	Jml/100 ml	50	7	11	15	23	15	21	16	11	

Sumber : Hasil Analisis (2016)

- **Contoh Air Sungai (AS-1) :**

Memenuhi ambang batas baku mutu air bersih, semua parameter kualitas air, baik parameter fisika, parameter kimia maupun parameter mikrobiologi berada pada ambang batas diperbolehkan,

4.6 Ketersediaan Sumber daya bahan galian/mineral

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan data sekunder yang ada, di daerah penyelidikan terdapat bahan galian untuk bangunan yaitu pasir dan tanah urugan. Bahan galian ini merupakan tanah lapukan dari batuan gunungapi ambon (Tpav). Bahan galian ini memiliki cadangan yang tidak terlalu besar, berada di beberapa tempat di Kecamatan Leitimur Selatan.

Penggalian bahan urugan di daerah ini dilakukan pada beberapa lokasi. Penggalian dilakukan dengan menggunakan alat berat back hoe. Hasil penggalian umumnya untuk memasok kebutuhan bahan urugan untuk pembangunan pada lahan-lahan dataran rendah di sekitar Kota Ambon. Selain itu juga digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan batu bata. Terdapat beberapa industri rumahan pembuatan batu bata yang berada di Kecamatan Sirimau.

4.7 Kebencanaan Geologi

Bahaya geologi seperti gerakan tanah/longsor, banjir, gempa bumi, bahaya gunung api, gelombang pasang (tsunami) merupakan faktor kendala dalam perencanaan penataan ruang wilayah. Erosi permukaan yang terjadi berupa erosi parit (*sheet erosion*) yang sering terjadi pada daerah yang miring dan banyak ditempati oleh material tanah penutup (*overburden*). Sedimentasi terjadi pada bagian lembah akibat dari material tanah yang terangkut karena adanya erosi dan longsor. Banjir sering terjadi terutama pada daerah dataran sekitar tepian sungai utama.

4.7.1 Gempa bumi

Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah penyelidikan terletak pada 2 zonasi gempa bumi, yaitu :

1. Zona MMI VII - VIII atau setara dengan 5 - 6 pada Skala Richter

2. Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter

Zona gempa bumi berskala MMI VII - VIII timur laut daerah penyelidikan dengan luasan yang sangat kecil. Zona gempa bumi berskala MMI >VIII menempati hampir di seluruh bagian pada daerah penyelidikan kecuali daerah dengan zona MMI VII – VIII. Gambar 4.5 menunjukkan Zonasi Gempa Bumi kota Ambon.

4.7.2 Gerakan Tanah

Kerentanan gerakan tanah di suatu daerah sangat tergantung pada beberapa aspek, yaitu : kemiringan lereng, jenis litologi, curah hujan dan vegetasi atau tutupan lahan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, dengan mempertimbangkan kondisi topografi (kelerengan), litologi dan vegetasi, tingkat kerentanan gerakan tanah di daerah penyelidikan dapat diuraikan sebagai berikut (Gambar 4.6) :

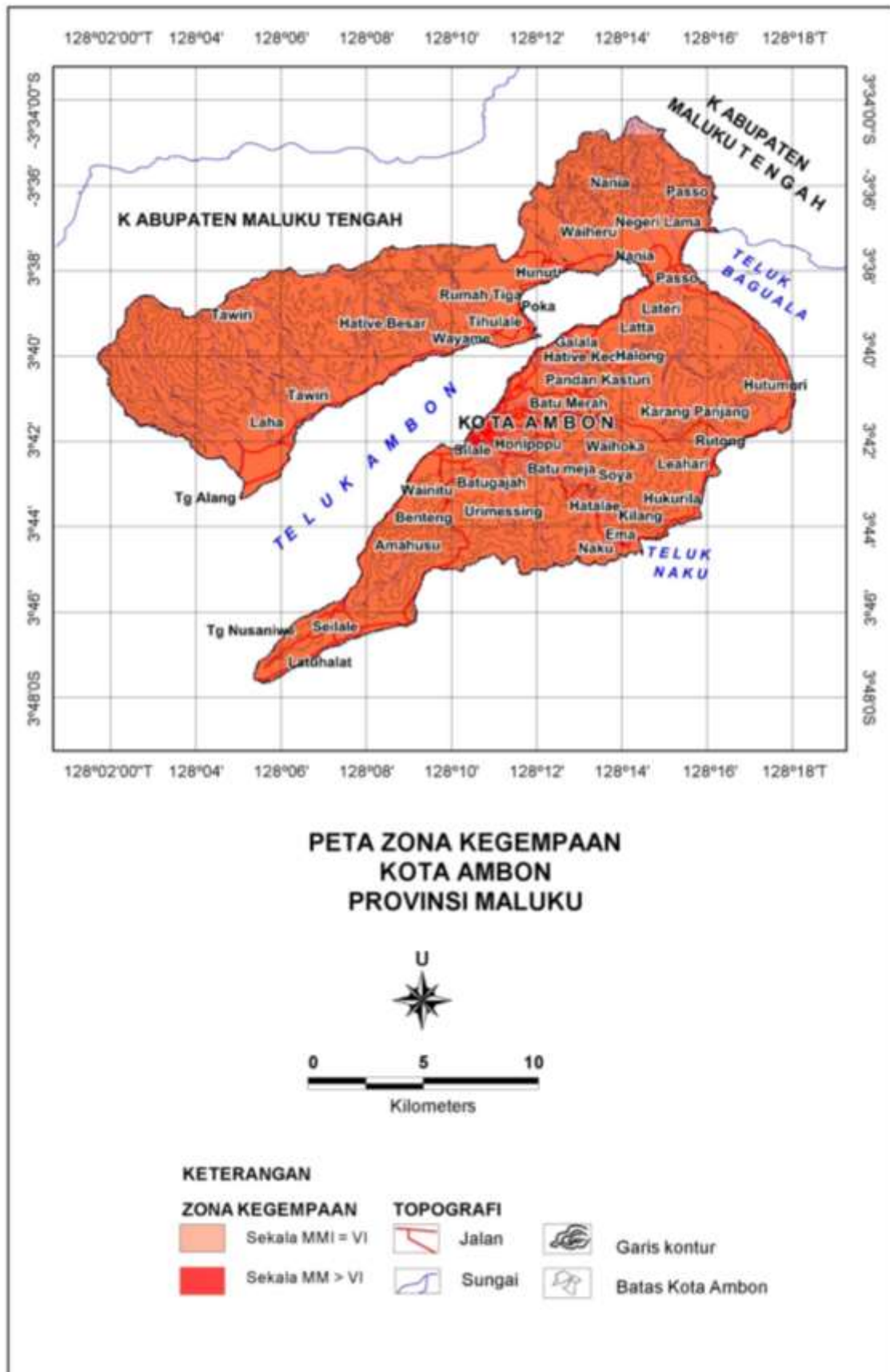
- **Daerah kerentanan gerakan tanah rendah**

Daerah kerentanan gerakan tanah rendah memiliki penyebaran setempat – setempat dan dengan luasan yang kecil. Berada pada daerah pedataran dan daerah perbukitan bergelombang. Daerah dengan kerentanan gerakan tanah rendah ini memiliki kemiringan lereng 0 - 15 %.

Secara administratif, daerah ini termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan. Daerah ini sebagian besar tersusun oleh batuan gunungapi yang tersusun oleh lava, breksi gunungapi, breksi tuff dan tuff. Pada daerah ini tidak terlihat adanya gejala pergerakan masa tanah, yang terlihat hanya erosi pada dinding sungai dan pada lahan tidak bervegetasi.

- **Daerah kerentanan gerakan tanah sedang**

Daerah kerentanan gerakan tanah sedang tersebar hampir diseluruh daerah, kecuali dibagian timur laut dan barat laut daerah penyelidikan. Daerah dengan kerentanan gerakan tanah sedang ini berada pada daerah perbukitan bergelombang dan perbukitan terjal dengan kemiringan lereng mulai dari 15 % hingga > 35 %.



Gambar 4.5 Peta Zona Kegempaan

Secara administratif, daerah ini termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan. Daerah ini secara umum tersusun dari batuan sedimen dan batuan gunung api. Batuan sedimen berlitologi perselingan batu pasir, serpih, lanau dan batugamping, batuan gunung api berupa lava, breksi gunungapi, breksi tuff dan tuff. Pada daerah berkerentanan gerakan tanah sedang ini di samping terlihat adanya longsoran pada tebing sungai, juga terlihat adanya longsoran-longsoran kecil pada tanah lapukan yang tebal pada lereng yang agak terjal.

- **Daerah kerentanan gerakan tanah tinggi**

Daerah berkerentanan gerakan tanah tinggi terdapat pada perbukitan terjal dengan kemiringan lereng >35 %. Daerah berkerentanan gerakan tanah tinggi ini tersusun dari batuan gunung api dengan litologi terdiri atas lava, breksi gunungapi, breksi tuff dan tuff.

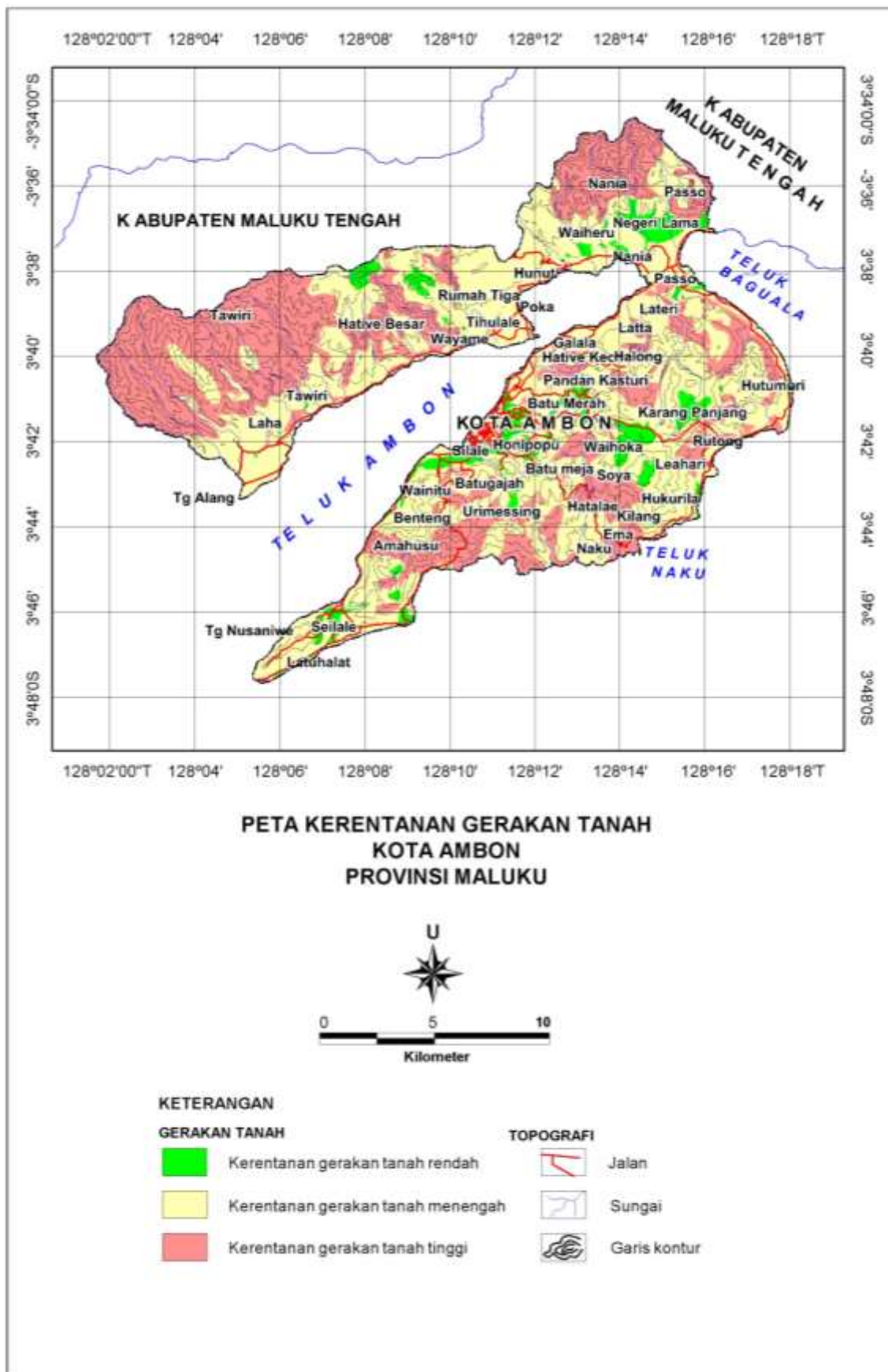
Secara administratif, daerah ini termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Leitimur Selatan.

Gejala gerakan tanah yang terjadi berupa longsoran pada tebing curam dan pada beberapa tempat dijumpai adanya jatuhnya batuan (*rock fall*) pada lereng terjal. Selain dikarenakan kemiringan lereng yang cukup terjal, tanah lapukan yang tebal juga merupakan factor yang memicu terjadinya gerakan tanah tinggi di daerah ini.

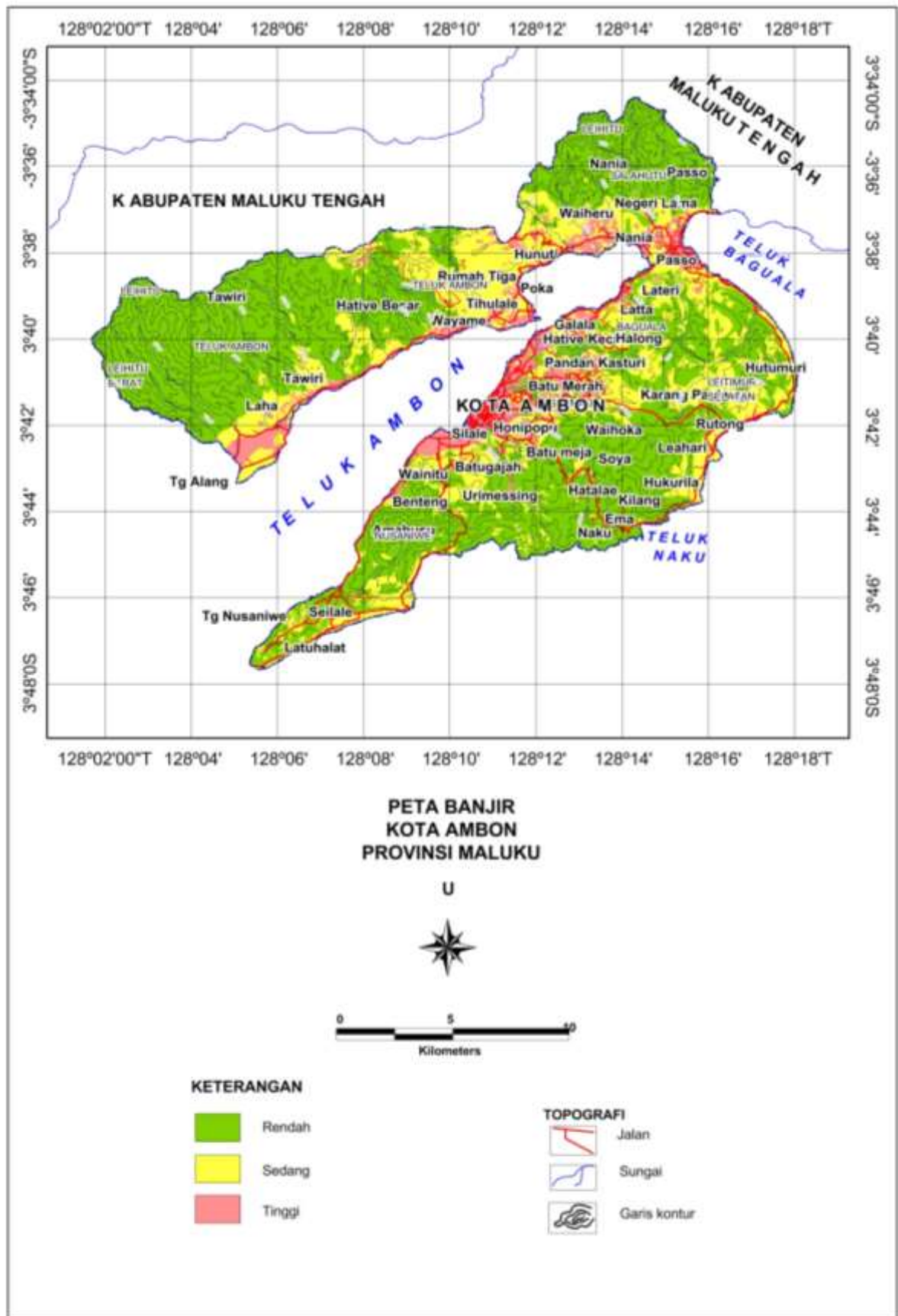
4.7.3 Banjir

Banjir yang terjadi di suatu daerah sangat tergantung pada beberapa aspek, yaitu : curah hujan, kemiringan lereng, jenis litologi, dan vegetasi. Banjir yang terjadi di kota Ambon terjadi karena besarnya curah hujan hingga aliran air permukaan tidak terpampung di dalam saluran-saluran air, selain itu juga dikarenakan daerah – daerah yang seharusnya menjadi daerah resapan telah banyak digunakan sebagai area pemukiman. Hal ini menyebabkan daya serap air pada beberapa area mulai berkurang.

Kota ambon sebagian besar tersusun oleh batuan gunungapi ambon, dan batuan lain yang memiliki daya serap terhadap air yang cukup kecil. Curah hujan yang tinggi serta kurangnya kemampuan batuan dalam meloloskan air menyebabkan banjir sering terjadi di musim penghujan.



Gambar 4.6 Peta Kerentanan Gerakan Tanah



Gambar 4.7 Peta Banjir

BAB 5

PERTIMBANGAN ASPEK GEOLOGI LINGKUNGAN UNTUK MENUNJANG PENATAAN RUANG WILAYAH PERKOTAAN

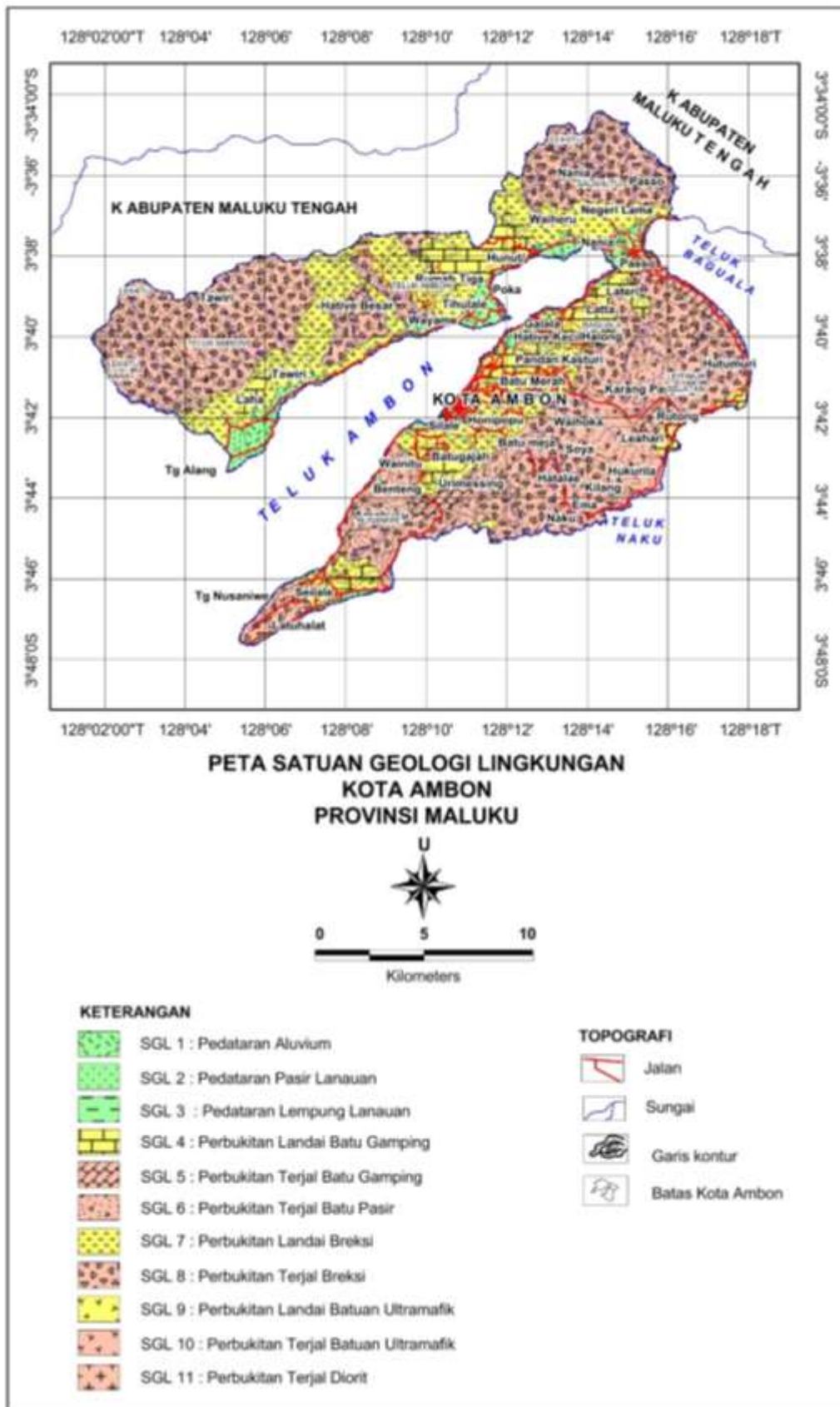
5.1. Satuan Geologi Lingkungan

Berdasarkan pertimbangan berbagai aspek geologi lingkungan, baik yang bersifat sebagai faktor pendukung yang meliputi morfologi (kemiringan lereng), litologi, sumber daya geologi (air tanah dan bahan bangunan) maupun faktor pembatas yang berupa kebencanaan geologi, daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi 11 satuan geologi lingkungan (gbr 5.1), yaitu :

5.1.1. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Aluvium (GL-1)

Satuan geologi lingkungan pedataran aluvium meliputi bagian tengah daerah penyelidikan. Satuan geologi lingkungan ini tersebar di sepanjang teluk ambon di bagian selatan dan utara. Secara administratif, satuan ini berada di wilayah Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Sirimau, Kecamatan teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Teluk Ambon.

Satuan ini bermorfologi pedataran, berkemiringan lereng umumnya < 8 %. Secara umum satuan geologi lingkungan ini tersusun dari endapan aluvial dan endapan pantai dengan litologi terdiri atas lempung, lanau, kerikil, kerakal, pasir dan sisa tumbuhan. Litologi ini bersifat lunak - agak teguh, plastisitas rendah – sedang. Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.7 sebagai berikut : berat isi aslinya 1,69 ton/m³, kohesi 0,150 kg/cm², sudut geser dalam 22,06 °. Termasuk daya dukung pondasi rendah.



Gambar 5.1 Peta Satuan Geologi Lingkungan

Sumber daya air yang ada terdiri dari beberapa aliran sungai yang berair sepanjang tahun yaitu aliran Wai Batumerah, Wai Batugajah, Wai Sahuru dan Wai Tesa. Potensi air tanah pada satuan ini juga relatif mencukupi karena merupakan daerah berakuifer produktif sedang dengan penyebaran luas. Akuifer di daerah ini terbentuk dari endapan alluvium dengan litologi pasir lempungan, pasir hingga pasir kerikilan, permeabilitas sedang, keterusan sedang dengan muka air tanah umumnya dangkal. Debit sumur di daerah ini dapat mencapai 5 liter/detik.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium dari SG.1 - SG.9 contoh air SG.7, pH = 7,153 dan SG.8, pH = 6,966, kandungan unsur lainnya berdasarkan Kepmen No. 907/MENKES/SK/VII/2002 perihal standar baku air minum, unsur-unsur kimia yang terkandung masih dibawah ambang batas maka layak dikonsumsi sebagai air minum.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini yaitu berupa gempa bumi dan gerakan tanah. Gempa bumi daerah ini memiliki tingkat kerentanan tinggi, berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter. Sedangkan gerakan tanah yang terdapat di satuan geologi lingkungan ini yaitu gerakan tanah dengan kerentanan dari rendah hingga tinggi yang tersebar setempat-setempat.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri dari lahan permukiman dan kebun campuran. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah perkotaan pada satuan geologi lingkungan ini termasuk cukup leluasa.

5.1.2. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Pasir Lanauan (GL-2)

Satuan geologi lingkungan pedataran pasir lanauan meliputi dataran yang memanjang di tanjung nusaniwe dan tanjung alang, serta di

bagian tengah yang memisahkan teluk ambon dan teluk ambon baguala. Secara administratif, satuan satuan geologi lingkungan ini berada ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Nusaniwe dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala.

Satuan geologi lingkungan ini merupakan dataran dengan Kemiringan lereng umumnya $< 8 \%$, sebagian mencapai $8 - 15 \%$. Litologi penyusunnya terdiri atas alluvium pantai dan lapukan dari batugamping dan batuan gunungapi, berbutir sedang hingga kasar, bersifat lunak – agak teguh. Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.4 sebagai berikut : berat isi aslinya $2,01 \text{ ton/m}^3$, kohesi $0,110 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam $24,36^\circ$. Termasuk daya dukung pondasi rendah.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari beberapa aliran sungai yang berair sepanjang tahun yaitu aliran Wai Sala, Wai Tonahitu dan Wai Heru yang berada di Kecamatan teluk Ambon Baguala. Kuantitas air dari semua sungai ini tidak terlalu besar. Sedangkan untuk kualitas secara umum kurang baik, karena lokasinya di hilir dan sudah banyak terjadi peningkatan kekeruhan.

Potensi air tanah pada satuan ini terdapat pada akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas. Akuifer di daerah ini memiliki permeabilitas rendah hingga sedang, keterusan sedang dengan muka air tanah dangkal – agak dalam. Debit sumur di daerah ini bisa mencapai 5 liter/detik.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dengan tingkat kerentanan rendah hingga sedang. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI $> VIII$ atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas : permukiman, perkebunan, kebun campuran dan sebagian

dimanfaatkan untuk area bandara. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah perkotaan pada satuan geologi lingkungan pedataran vulkanik umumnya termasuk leluasa.

5.1.3. Satuan Geologi Lingkungan Pedataran Lempung Lanauan (GL-3)

Satuan geologi lingkungan pedataran lempung lanauan meliputi dataran di bagian tengah daerah penyelidikan yang memisahkan antara teluk ambon dengan teluk ambon baguala. Secara administratif, satuan geologi lingkungan ini termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon Baguala.

Satuan ini bermorfologi dataran dengan kemiringan lereng umumnya < 8 %, sebagian mencapai 8 – 15 %. Batuan penyusunnya berupa batugamping koral dan batuan gunungapi berupa breksi dan lava. Tanah lapukannya berupa lempung dan lempung lanauan, lunak hingga agak padat. Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.3 sebagai berikut : berat isi aslinya 1,83 ton/m³, kohesi 0,160 kg/cm², sudut geser dalam 21,73⁰. Termasuk daya dukung pondasi rendah.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari aliran sungai yaitu Wai Halong dan Wai Yuri. Secara kualitas, air sungai-sungai tersebut sudah mulai keruh karena adanya aktifitas pertambangan pasir di bagian atas daerah ini.

Potensi air tanah pada satuan ini berupa akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas, permeabilitas rendah hingga sedang, keterusan sedang dengan muka air tanah dangkal – agak dalam. Debit sumur di daerah ini umumnya relatif kecil.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium dari SG.1 - SG.9, contoh air SG.4, pH = 7,083, kandungan unsur lainnya berdasarkan Kepmen No. 907/MENKES/SK/VII/2002 perihal standar baku air minum, unsur-unsur

kimia yang terkandung masih dibawah ambang batas maka layak dikonsumsi sebagai air minum.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dengan tingkat kerentanan rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas : permukiman, perkebunan, perkebunan campuran dan sebagian kecil dijadikan sebagai area penambangan batupasir. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah perkotaan pada satuan geologi lingkungan pedataran sedimen ini secara umum termasuk leluasa.

5.1.4. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Batugamping (GL-4)

Satuan geologi lingkungan perbukitan landai batugamping meliputi perbukitan landai yang tersebar di seluruh kecamatan, yaitu Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini bermorfologi perbukitan landai. Kemiringan lereng umumnya antara 8 – 15 %. Batuan penyusunnya berupa batugamping terumbu dengan warna putih dan relatif keras. Tanah lapukan berupa lempung lanauan dan lempung pasiran, lunak hingga padat, secara umum daya dukung pondasi sedang.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari aliran sungai yaitu Wai Halong, Wai Yuri, Wai Lia, Wai Lawa, Wai Tesa, Wai Ruho dan Wai Batumerah. Secara kualitas, beberapa aliran sungai masih jernih dan sebagian lagi sudah mulai keruh karena adanya aktifitas permukiman

yang menggunakan air tersebut untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci dll.

Potensi air tanah pada satuan ini berupa akuifer produktif sedang hingga tinggi, keterusan sedang dengan muka air tanah dangkal – agak dalam dan debit sumur umumnya dapat mencapai 5 l/detik.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium dari SG.1 - SG.9 contoh air SG.3 pH =7,174, kandungan unsur lainnya berdasarkan Kepmen No. 907/MENKES/SK/VII/2002 perihal standar baku air minum, unsur-unsur kimia yang terkandung masih dibawah ambang batas maka layak dikonsumsi sebagai air minum.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dari kerentanan gerakan tanah rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan landai batugamping ini umumnya berupa pemukiman, perkebunan, kebun campuran, semak, pertanian lahan kering dan hutan. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan ini sebagian besar merupakan daerah cukup leluasa dan sisanya termasuk daerah tidak leluasa.

5.1.5. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batugamping (GL-5)

Satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batugamping meliputi perbukitan berlereng terjal yang tersebar di beberapa area yang termasuk kedalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini bermorfologi perbukitan berlereng terjal dengan kemiringan lereng umumnya 15 – 35 % dan sebagian mencapai > 35 %. Batuan penyusunnya berupa batuan gunungapi dan batugamping. Tanah lapukan tidak terlalu tebal umumnya pasiran, bersifat padat – keras, daya dukung sedang.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari aliran sungai yaitu Wai Yuri, Wai Batugantung, dan Wai Sahuru. Secara kualitas, aliran sungai masih jernih karena lokasinya yang masih dekat dengan hulu sungai. Potensi air tanah pada satuan ini berupa akuifer produktif sedang hingga tinggi, keterusan sedang dengan muka air tanah dangkal – agak dalam dan debit sumur umumnya dapat mencapai 5 l/detik.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium yang disesuaikan dengan persyaratan kualitas air bersih, semua parameter kualitas air, baik sifat fisika, kimia maupun mikrobiologinya berada pada ambang batas diperbolehkan.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter. Disamping kegempaan. Kebencanaan geologi gerakan tanah di daerah ini mempunyai kerentanan sedang hingga tinggi.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batugamping ini umumnya berupa perkebunan, semak belukar dan hutan. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan perbukitan vulkanik ini secara umum termasuk wilayah tidak leluasa, hanya sebagian kecil saja yang masuk kedalam wilayah cukup leluasa dan wilayah tidak layak.

5.1.6. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batupasir (GL-6)

Satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batupasir meliputi bagian selatan dan barat daya dari daerah penelitian. Secara administratif, satuan geologi lingkungan ini berada ke dalam wilayah Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan lereng umumnya 15 - 35 % dan sebagian mencapai > 35 %. Litologi penyusunnya terdiri atas perselingan batu pasir, serpih, batu lanau, dengan sisipan konglomerat dan batu gamping. Lapukan batuan berupa umumnya pasir, berbutir sedang hingga kasar, bersifat lunak – agak teguh dengan daya dukung sedang. Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.6 sebagai berikut : berat isi aslinya 1,69 ton/m³, kohesi 0,120 kg/cm², sudut geser dalam 21,91⁰. Termasuk daya dukung pondasi rendah.

Daerah perbukitan terjal batupasir ini merupakan bagian hulu dari beberapa sungai seperti Wai Wakauli dan Wai Batugantung. Selain itu ada beberapa sungai yang mengalir pada morfologi ini yaitu Wai Yuri dan Wai Batugajah. Kualitas air pada sungai ini masih jernih karena berada di hulu dan beberapa dekat dengan hulu.

Potensi air tanah pada satuan ini terdapat pada akuifer dengan produktivitas akuifer kecil setempat berarti dan air tanah langka. Pada daerah dengan produktivitas akuifer kecil setempat berarti umumnya memiliki keterusan sangat rendah, setempat air tanah dangkal dengan jumlah terbatas dapat diperoleh pada zona pelapukan dari batuan padu.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dengan tingkat kerentanan rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas : perkebunan, kebun campuran dan semak belukar. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat kekeluasan untuk pengembangan wilayah perkotaan pada satuan geologi lingkungan pedataran vulkanik umumnya termasuk tidak layak.

5.1.7. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Breksi (GL-7)

Satuan geologi lingkungan perbukitan landai breksi meliputi perbukitan landai yang tersebar di empat kecamatan, yaitu Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini bermorfologi perbukitan landai. Dengan kemiringan lereng umumnya antara 8 – 15 % dan sebagian mencapai 15 – 35 %. Batuan penyusunnya berupa batuan gunungapi ambon yang tersusun oleh breksi dan breksi tuff. Tanah lapukan berupa pasir lanauan dan pasir lempungan, lunak hingga padat, secara umum daya dukung pondasi sedang.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari aliran sungai Wai Batugantung, Wai Batugajah, Wai Tomu, Wai Batumerah, Wai Masbait, Wai Sahuru, Wai Batukur dan Wai Tesa. Secara kualitas, beberapa aliran sungai masih jernih dan sebagian lagi sudah mulai keruh. Potensi air tanah pada satuan ini berupa akuifer dengan produktifitas akuifer kecil setempat berarti. Umumnya keterusan sangat rendah dengan muka air tanah dangkal – agak dalam dan debit sumur umumnya dapat mencapai 5 l/detik.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium yang disesuaikan dengan persyaratan kualitas air bersih, semua parameter kualitas air, baik sifat fisika, kimia maupun mikrobiologinya berada pada ambang batas diperbolehkan.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dari kerentanan gerakan tanah rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan landau breksi ini umumnya berupa pemukiman, perkebunan, kebun campuran, semak, pertanian lahan kering dan hutan. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan ini tersebar merata mulai dari wilayah leluasa, cukup leluasa, tidak leluasa dan tidak layak.

5.1.8. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Breksi (GL-8)

Satuan geologi lingkungan perbukitan terjal breksi meliputi bagian selatan dan utara dari daerah penelitian. Secara administratif, satuan geologi lingkungan ini berada ke dalam wilayah Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan lereng antara 8 – 35 % dan sebagian besar mencapai > 35 %. Litologi penyusunnya terdiri atas batuan gunungapi ambon berupa lava, breksi gunungapi, breksi tuff dan tuff. Lapukan batuan berupa umumnya lanau pasiran dengan plastisitas tinggi dan sebagian lempung dengan permeabilitas rendah, bersifat teguh dengan daya dukung tinggi. Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.8 sebagai berikut : berat isi aslinya 1,69 ton/m³, kohesi 0,220 kg/cm², sudut geser dalam 19,63⁰. Termasuk daya dukung pondasi rendah.

Daerah perbukitan terjal breksi ini merupakan bagian hulu dari beberapa sungai seperti Wai Tukang, Wai Yuri, Wai Batugantung, Wai

Heru, Wai Tonahitu dan sungai besar seperti Wai Batumerah dan Wai Batugajah. Kualitas air pada sungai ini cukup baik dan jernih karena berada di hulu sungai dan belum terganggu oleh aktifitas warga.

Potensi air tanah pada satuan ini terdapat pada beberapa akuifer yaitu akuifer dengan produktifitas sedang hingga tinggi, akuifer dengan produktifitas akuifer kecil setempat berarti dan air tanah langka di beberapa tempat.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dengan tingkat kerentanan rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI VII - VIII atau setara dengan 5 - 6 Skala Richter di bagian timur laut dan pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter di bagian lainnya.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas : perkebunan, kebun campuran, hutan dan semak belukar. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat kekeluasaan untuk pengembangan wilayah perkotaan pada satuan geologi lingkungan pedataran vulkanik hanya sebagian kecil termasuk wilayah cukup leluasa dan sebagian besar merupakan wilayah tidak leluasa dan tidak layak.

5.1.9. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Landai Batuan Ultramafik (GL-9)

Satuan geologi lingkungan perbukitan landai batuan ultramafik tersebar di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini bermorfologi perbukitan landai dengan kemiringan lereng umumnya antara 8 – 35 %, dan sebagian mencapai > 35 %. Batuan penyusunnya berupa batuan ultramafik yang terdiri dari harzburgit, dunit, serpentinit dan sedikit gabbro. Tanah lapukan

berupa lempung, lempung lanauan, dan lempung pasiran, lunak hingga padat, secara umum daya dukung pondasi sedang.

Sumber daya air permukaan yang ada terdiri dari aliran sungai Wai Tonahitu, Wai Heru, Wai Tesa, Batugajah, Wai Tomu, Wai Batumerah, Wai Rohu dan merupakan hulu dari beberapa sungai seperti Wai Sahuru dan Wai Batukubur. Secara kualitas, beberapa aliran sungai masih jernih dan sebagian lagi sudah mulai keruh karena terpengaruh oleh aktifitas warga. Potensi air tanah pada satuan ini berupa akuifer dengan produktifitas akuifer kecil setempat berarti, umumnya keterusan sangat rendah.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dari kerentanan gerakan tanah rendah hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan landau breksi ini umumnya berupa pemukiman, perkebunan, kebun campuran, semak dan pertanian lahan kering. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan ini termasuk cukup leluasa.

5.1.10. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Batuan Ultramafik (GL-10)

Satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batuan ultramafik tersebar di bagian selatan dan barat daya. Secara administrative berada pada Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe.

Satuan geologi lingkungan ini berada pada morfologi perbukitan terjal dengan kemiringan lereng umumnya > 35 %. Batuan penyusunnya

berupa batuan ultramafik yang terdiri dari harzburgit, dunit, serpentinit dan sedikit gabbro. Tanah lapukan berupa lempung lanauan dan lempung pasiran, lunak hingga padat, Hasil analisa laboratorium mekanika tanah TS.5 sebagai berikut : berat isi aslinya 1,69 ton/m³, kohesi 0,060 kg/cm², sudut geser dalam 23,18⁰. Termasuk daya dukung pondasi rendah.

Sumber daya air permukaan yang ada yaitu aliran dari sungai Wai Yuri dan merupakan hulu dari sungai Wai Ruho. Potensi air tanah pada satuan ini sebagian besar berada pada daerah airtanah langka dan sedikit area berada pada daerah akuifer dengan produktifitas akuifer kecil setempat berarti.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dari kerentanan gerakan tanah sedang hingga tinggi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan landau breksi ini umumnya berupa perkebunan dan kebun campuran. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan ini sebagian termasuk cukup leluasa dan sisanya merupakan wilayah tidak layak.

5.1.11. Satuan Geologi Lingkungan Perbukitan Terjal Granit (GL-11)

Satuan geologi lingkungan perbukitan terjal granit memiliki luasan yang sempit di bagian barat laut daerah penelitian. Secara administratif berada pada Kecamatan Teluk Ambon.

Satuan geologi lingkungan ini berada pada morfologi perbukitan terjal dengan kemiringan lereng umumnya > 35 %. Batuan penyusunnya yaitu batuan terobosan berupa granit. Tanah lapukan berupa lempung dan

lanau pasiran, lunak hingga padat, secara umum daya dukung pondasi tinggi.

Sumber daya air permukaan yang ada yaitu aliran dari sungai Wai Tesa. Potensi air tanah pada satuan ini berada pada daerah akuifer dengan produktifitas akuifer kecil setempat berarti airtanah langka.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada satuan geologi lingkungan ini berupa gempa bumi dan gerakan tanah dengan kerentanan gerakan tanah sedang. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI > VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan perbukitan terjal granit ini umumnya berupa perkebunan dan hutan. Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan, tingkat keleluasaan untuk pengembangan wilayah pada satuan geologi lingkungan ini sebagian besar termasuk cukup leluasa dan sisanya termasuk tidak layak.

5.2. Zonasi Keleluasaan Pengorganisasian Ruang Lahan

Metoda tumpang susun merupakan salah satu cara pendekatan untuk mengkombinasikan beberapa informasi, dalam hal ini menggabungkan parameter geologi lingkungan dan parameter non geologi lingkungan, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Mengalikan besaran intensitas dengan besaran bobot dari tiap parameter.
2. Menjumlahkan hasil perkalian setiap parameter, total nilai penjumlahan seluruh parameter digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kendala penentuan kesesuaian lahan. Semakin besar nilainya, kendalanya semakin kecil, begitu juga sebaliknya jika semakin kecil nilainya mempunyai kendala yang semakin besar.

Dari total penjumlahan nilai tersebut dibagi menjadi empat kelas kelestaraan pengembangan wilayah perkotaan, yaitu leluasa, cukup leluasa, tidak leluasa dan tidak layak (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Peringkat Kelas Penilaian Kelestaraan Lahan

Total Nilai	Peringkat Kelestaraan
63-83	Leluasa
43-63	Cukup Leluasa
24-43	Tidak Leluasa

Zona pengembangan wilayah perkotaan, terdiri dari tingkat kelestaraan dalam pengembangan, yaitu :

1. **Zona leluasa** , yaitu zona yang mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahannya yang memiliki kendala kecil, untuk tapak/lokasi pembangunan dan tidak memerlukan rekayasa teknis untuk pengembangan wilayah.
2. **Zona Cukup leluasa**, yaitu zona yang agak mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahan yang memiliki kendala sedang untuk tapak/lokasi pembangunan dan memerlukan rekayasa teknis untuk pengembangan wilayah.
3. **Zona tidak leluasa** yaitu zona yang tidak mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahan yang memiliki kendala tinggi untuk tapak/lokasi pembangunan dan memerlukan rekayasa teknis yang lebih banyak.
4. **Zona tidak layak** merupakan zona yang tidak dapat dikembangkan karena secara geologi dapat membahayakan jiwa manusia serta adanya larangan pembangunan berdasarkan perundangan atau peraturan yang berlaku.

Dari kriteria penilaian tersebut di atas, maka daerah penyelidikan dapat dibagi kedalam 4 (empat) kelompok (zona) kelestaraan pengorganisasian ruang lahan , yang masing-masing akan diuraikan

sebagai berikut (Lampiran Peta Geologi Lingkungan Perkotaan Kota Ambon Provinsi Maluku) :

5.2.1. Zona Leluasa

Zona ini menempati morfologi pedataran di area teluk ambon pada Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe, kemiringan lerengnya < 8 %, di bagian utara yang berada pada morfologi perbukitan landai dengan kemiringan lereng 8 – 15 % yaitu pada Kecamatan Teluk Ambon.

Tanah/batuan penyusunnya adalah endapan aluvium pada daerah pedataran terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil hingga kerakal dan Pasir lanauan yang merupakan lapukan dari breksi lava dan lempung lanauan merupakan lapukan dari batu gamping. Daya dukung pondasi dari tanah dan batuan tersebut termasuk rendah. Pengerjaan tanah di daerah ini mudah dilakukan tanpa pengupasan secara mekanis, namun pada beberapa tempat yang rendah perlu dilakukan pengurugan.

Ketersediaan sumber daya air untuk penyediaan air bersih yang diambil dari air tanah mudah didapat, lapisan pembawa air tanah (akuifer) umumnya mempunyai tingkat produktivitas sedang hingga tinggi dengan penyebaran luas, kedudukan muka air tanah relatif dangkal.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium yang disesuaikan dengan persyaratan kualitas air bersih menunjukkan semua parameter kualitas air berada pada ambang batas diperbolehkan, baik sifat fisika, kimia, maupun mikrobiologinya.

Sumber daya air lainnya yang ada pada zona ini adalah aliran sungai yang berair sepanjang tahun. Pada satuan ini mengalir beberapa sungai yaitu Wai Tonahitu, Wai Heru, Wai Passo dan Wai Halong.

Faktor pembatas untuk zona pengembangan wilayah perkotaan ini cukup beragam, yaitu erosi permukaan terutama pada lahan terbuka, dan banjir. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah penyelidikan terletak pada Zona MMI < VIII setara dengan > 6 pada Skala Richter. Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas lahan permukiman, perkebunan dan pertanian lahan kering.

5.2.2. Zona Cukup Leluasa

Zona ini terletak pada beberapa lokasi diseluruh morfologi, baik pedataran, perbukitan landai, maupun perbukitan terjal. Akan tetapi, sebagian besar berada pada morfologi perbukitan landai, hanya sebagian kecil area saja yang berada pada wilayah pedataran dan perbukitan terjal. Kemiringan lereng rata-rata yaitu 8 – 15 %, setempat mempunyai kemiringan lereng < 8 % dan 15 - 35 %. Secara administratif, zona ini berada pada beberapa tempat di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe.

Secara umum tersusun oleh batu gamping terumbu bersifat keras, berongga dengan tanah lapukan relatif tipis hanya setempat saja yang memiliki pelapukan tebal. Selain itu tersusun pula oleh breksi lava dengan komponennya berupa andesit dan dasit yang umumnya telah lapuk, setempat memiliki tanah pelapukan tebal. Daya dukung sedang hingga tinggi.

Pada daerah ini terdapat terdapat aliran sungai-sungai besar berair sepanjang tahun, seperti Wai Batugajah dan Wai Batumerah. Selain itu hampir semua sungai kecil lainnya juga mengalir pada daerah ini. Pada daerah ini terdapat akuifer produktif dengan kedalaman muka air tanah sedang hingga dalam.

Untuk air tanah bebas yang diambil melalui sumur gali, berdasarkan hasil analisis laboratorium yang disesuaikan dengan

persyaratan kualitas air bersih menunjukkan semua parameter kualitas air berada pada ambang batas diperbolehkan, baik sifat fisika, kimia, maupun mikrobiologinya.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada daerah ini berupa erosi, longsor dan juga gempa bumi. Selain itu ada juga bencana banjir yang sering terjadi pada saat musim penghujan. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI < VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter

Penggunaan lahan eksisting pada satuan geologi lingkungan ini terdiri atas : permukiman, perkebunan, hutan dan pertanian lahan kering.

5.2.3. Zona Tidak Leluasa

Zona tidak leluasa untuk pengembangan wilayah perkotaan berada pada beberapa wilayah di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe. Sebagian besar berada pada daerah dengan morfologi perbukitan terjal dan sebagian kecil lainnya berada pada morfologi perbukitan landai. Kemiringan lereng pada zona ini umumnya > 35 % dan setempat pada kemiringan lereng 15 – 35 %.

Batuan penyusun daerah ini terdiri atas breksi lava dengan komponennya berupa andesit dan dasit yang sebagian besar telah lapuk, setempat memiliki tanah pelapukan tebal. Batuan penyusun lainnya adalah batuan ultramafik dan intrusi serta batu pasir arkose. Umumnya memiliki daya dukung sedang hingga tinggi.

Daerah perbukitan ini merupakan bagian hulu dari beberapa sungai yang mengalir di daerah penelitian. Secara geologi tersusun dari batuan sedimen dan batuan vulkanik yang cukup padat, sehingga daerah ini umum mempunyai akuifer dengan produktifitas akuifer setempat berarti hingga air tanah langka.

Kebencanaan geologi yang terdapat pada daerah ini berupa erosi, longsor dan gempa bumi. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia (Kertapati, Soehaimi, Djuanda, Effendi dan Putranto, 2001), daerah ini terletak pada Zona MMI < VIII atau setara dengan > 6 pada Skala Richter.

Penggunaan lahan eksisting di daerah ini terdiri atas : pemukiman, perkebunan dan hutan.

5.2.4. Zona Tidak Layak

Zona ini menempati lahan yang secara peraturan perundangan harus dilindungi, dan bilamana dikembangkan dapat menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan di sekitarnya. Zona tidak layak untuk pengorganisasian ruang lahan yang ada di daerah penelitian ini meliputi hutan lindung dan daerah berkerentanan gerakan tanah tinggi.

Hutan lindung menempati perbukitan terjal di bagian utara, timur laut dan selatan daerah penyelidikan. Daerah ini sudah ditetapkan sebagai kawasan hutan lindung di dalam rencana tata ruang wilayah Kota Ambon.

Daerah berkerentanan gerakan tanah tinggi terdapat pada perbukitan terjal. Pada daerah ini terjadi gejala gerakan tanah berupa longsor pada daerah tebing curam pada lereng terjal.

Secara administratif, zona tidak layak ini sebagian besar berada pada Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Leitimur Selatan serta setempat-setempat pada Kecamatan Sirimau, dan Kecamatan Nusaniwe.

5.3. Rekomendasi Penggunaan Lahan

Sebagaimana telah dikemukakan, bahwa karakteristik lingkungan fisik yang telah diuraikan tersebut di atas adalah lingkungan fisik ditinjau dari aspek geologi lingkungan. Karakteristik geologi lingkungan, baik yang bersifat sebagai pendukung maupun sebagai pembatas dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam perencanaan pengembangan wilayah.

Berdasarkan pertimbangan aspek geologi lingkungan yang meliputi topografi/morfologi, tanah/batuan, keairan dan kebencanaan geologi, penggunaan lahan untuk pengembangan wilayah perkotaan yang meliputi : permukiman, industri, perdagangan dan jasa direkomendasikan pada wilayah leluasa atau dapat pula menempati sebagian kecil di wilayah cukup leluasa dengan morfologi pedataran dan perbukitan landai.

Berdasarkan kondisi di lapangan penggunaan lahan sebagai pemukiman sebagian besar terletak pada zona cukup leluasa dan sebagian lain pada zona tidak leluasa, dapat dikembangkan kewilayahan perbukitan pada bagian selatan kota terletak pada zona agak leluasa, namun memiliki kendala utama berupa potensi air tanah yang rendah.

Daerah industri terletak pada zona cukup leluasa di beberapa tempat harus mempertimbangkan tinggi landaan tsunami. Meskipun memiliki potensi sumber daya air tanah cukup tinggi, namun pemanfaatannya perlu dikelola dengan baik untuk mencegah berkurangnya kualitas dan kuantitas air tanah, diantaranya kemungkinan terjadi intrusi air asin (air laut). Daya dukung tanah / batuan rendah sehingga untuk bangunan berat perlu adanya rekayasa.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

- Kota Ambon adalah sebuah kota yang mempunyai daerah dataran yang sempit hanya $\pm 13\%$ dari luas kota Ambon, selebihnya adalah daerah perbukitan, dari hasil analisa topografi kemiringan lereng terbagi menjadi 4(empat) satuan, yaitu kemiringan lereng 0-8% bentuk morfologi hampir datar, kemiringan lereng 8-15% bentuk permukaan bergelombang halus, kemiringan lereng 15 – 35% bentuk permukaan bergelombang halus, dan kemiringan lereng $> 35\%$, bentuk permukaan terjal
- Sebaran tanah dan batuan terdiri dari endapan sungai, endapan pantai, batuan gunung api tua dan batuan produk gunung api serta batuan intrusi.
- Sumber daya air tanah di Kota Ambon berdasarkan tatanan geologi, sistem akuifer, morfologi dan kedalaman muka air tanah terbagi menjadi potensi airtanah tinggi, sedang, rendah dan langka air tanah.
- Sumber daya mineral pada daerah penyelidikan meliputi mineral logam terdiri dari galena dan mangan, mineral bukan logam terdiri dan batuan terdiri dari pasir, kerikil dan andesit.
- Kebencanaan geologi yang perlu mendapat perhatian yaitu: jenis gempa merusak dengan skala VII – VIII MMI atau setara dengan > 6 pada Skala Richter. Kebencanaan lainnya adalah gerakan tanah di daerah lereng yang terjal ($> 15\%$) dapat terpicu pula oleh kejadian gempa sewaktu-waktu atau aktifitas manusia dan curah hujan yang tinggi; Tsunami di lingkungan pantai dengan landaan diperkirakan < 15 meter di atas tanah setempat. Ancaman abrasi pada bagian timur Teluk Ambon, serta ancaman banjir.
- Ancaman bahaya gempa dan tsunami akan berdampak besar di kawasan budi daya (pemukiman, bangunan komersial, perkantoran, dll), sedangkan ancaman gerakan tanah dapat terjadi pada kawasan tambang di daerah perbukitan dan kawasan hutan.
- Berdasarkan analisis geologi lingkungan daerah penyelidikan terbagi dalam 11 (sebelas) satuan geologi lingkungan yakni: satuan geologi lingkungan pedataran aluvium 43 – 63 (cukup leluasa); satuan geologi

lingkungan pedataran pasir lanauan 63-83 (leluasa); satuan geologi lingkungan pedataran lempung lanauan 63-83 (leluasa); satuan geologi lingkungan perbukitan landai batugamping 63-83 (leluasa) dan 24-43 (tidak leluasa); satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batugamping 43 – 63 (cukup leluasa), 24-43 (tidak leluasa) dan tidak layak; satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batupasir (tidak layak); satuan geologi lingkungan perbukitan landai breksi 63-83 (leluasa), 43 – 63 (cukup leluasa), 24-43 (tidak leluasa) dan tidak layak; satuan geologi lingkungan perbukitan terjal breksi 24-43 (tidak leluasa) dan tidak layak; satuan geologi lingkungan perbukitan landai batuan ultramafik 43 – 63 (cukup leluasa); satuan geologi lingkungan perbukitan terjal batuan ultramafik 43 – 63 (cukup leluasa) dan tidak layak; satuan geologi lingkungan perbukitan terjal granit 43 – 63 (cukup leluasa) dan tidak layak.

- Berdasarkan evaluasi terhadap tata ruang menunjukkan kawasan yang saat ini merupakan kawasan budidaya berada pada zona cukup leluasa – tidak leluasa leluasa, adapun kawasan non budidaya berada pada zona tidak leluasa. Pengembangan kegiatan perdagangan, jasa dan industri di dalam kawasan budidaya harus mempertimbangkan masalah tanah lunak, sedangkan pengembangan kegiatan perdagangan, jasa, industri dan pemukiman di dalam kawasan non budidaya harus mempertimbangkan faktor keselamatan, dalam hal ini harus disesuaikan dengan aspek bencana geologi yang ada pada kawasan tersebut.
- Zona leluasa, yang berada pada morfologi pedataran di area teluk ambon pada Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Nusaniwe merupakan zona yang mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahannya yang memiliki kendala kecil, untuk tapak/lokasi pembangunan dan tidak memerlukan biaya tinggi untuk rekayasa teknis dalam pengembangan wilayah.
- Zona cukup leluasa, tersebar di beberapa lokasi di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe merupakan zona yang agak mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahan yang memiliki kendala sedang

untuk tapak/lokasi pembangunan dan memerlukan rekayasa teknis untuk pengembangan wilayah.

- Zona tidak leluasa, berada pada beberapa wilayah di Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan dan Kecamatan Nusaniwe merupakan zona yang tidak mudah dalam pengorganisasian ruang dan pilihan jenis pengembangan pembangunan lahan yang memiliki kendala tinggi untuk tapak/lokasi pembangunan dan memerlukan rekayasa teknis yang lebih banyak dan biaya yang lebih tinggi.
- Zona tidak layak, sebagian besar berada pada Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Leitimur Selatan serta setempat-setempat pada Kecamatan Sirimau, dan Kecamatan Nusaniwe merupakan zona yang tidak dapat dikembangkan karena secara geologi dapat membahayakan jiwa manusia serta adanya larangan pembangunan berdasarkan perundangan atau peraturan yang berlaku.

6.2. Saran

- Penataan ruang Kota Ambon perlu memperhatikan dan mempertimbangkan kondisi fisik (geologi) dan lingkungan yang ada, terutama melakukan pembangunan infrastruktur di daerah perbukitan terutama yang menyangkut pemotongan lereng perlu diperhitungkan tinggi dan sudut pemotongan lereng aman juga perlu mempertimbangkan kemungkinan gempa bumi yang berakibat terjadinya tsunami, dan gerakan tanah.
- Pada daerah dengan ancaman bahaya geologi perlu ditetapkan sebagai kawasan lindung geologi. Berdasarkan Rancangan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ambon 2011-2031 kawasan ini diarahkan peruntukannya sebagai kawasan pemukiman, perdagangan dan jasa. Untuk dapat mengakomodasi peruntukan tersebut, maka perlu disusun pengaturan pembangunan (*building code*), sehingga semua jenis bentuk pembangunan fisik di dalam kawasan ini harus didasarkan pada peraturan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon tahun 2011 - 2031, Bappekot Ambon
- Anonim, 2014, Rencana Kerja Pemerintah Kota Ambon tahun 2014
- Anonim, 2015, Kota Ambon Dalam Angka, Badan Pusat Statistik Kota Ambon
- Bowles. J.E., 1986, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga.
- Coates, D.R, 1981, *Environmental Geology*, John Wiley & Sons, New York.
- Kertapati E., Soehaimi A., Djuanda, dan Putranto , 2001, Peta Wilayah Gempa Bumi Indonesia. Puslitbang Geologi, Bandung
- S. Tjokrosapoetro, E. Rusmana dan A. Achdan, 1993, *Peta Geologi Lembar Ambon, Maluku*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Zuidam, R.A. van & Cancelado, F.I. van., 1979, *Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs A Geomorphological Approach*, ITC Textbook of Photo Interpretation, ITC, The Netherland.
- Sukrisno, Sihwanto dan W. Mudiana, 1993. *Peta Hidrogeologi Lembar Seram*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Howard, A.D. and Remson, I., 1978, *Geology in Environmental Planning*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Badan Geologi, 2009. *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Maluku dan Maluku Utara*, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana geologi, Bandung.