

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai Mitigasi Bencana Banjir di Kawasan Sekitar Sungai Brantas Kota Malang, terletak di kelurahan yang terlewati Sungai Brantas. Terdapat 22 kelurahan yang terlewati Sungai Brantas, antara lain: Kelurahan Tlogomas, Kelurahan Tunggulwulung, Kelurahan Dinoyo, Kelurahan Jatimulyo, Kelurahan Ketawanggede, Kelurahan Lowokwaru, Kelurahan Penanggungan, Kelurahan Samaan, Kelurahan Oro-Oro Dowo, Kelurahan Klojen, Kelurahan Kauman, Kelurahan Kidul Dalem, Kelurahan Sukoharjo, Kelurahan Jodipan, Kelurahan Polehan, Kelurahan Kesatrian, Kelurahan Kotalama, Kelurahan Mergosono, Kelurahan Buring, Kelurahan Bumiayu, Kelurahan Gadang dan Kelurahan Arjowinangun.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan unsur dari sekelompok objek yang diteliti dan dapat diukur serta diamati. Penelitian dimaksudkan untuk menyelidiki gejala atau peristiwa. Gejala atau peristiwa yang diteliti adalah suatu fenomena tertentu yang dipresentasikan oleh konsep atau variabel. Baik konsep maupun variabel merupakan sesuatu yang bersifat umum sehingga untuk mempelajari konsep dan variabel perlu dilakukan pengukuran terhadap konsep atau variabel tersebut. Berdasarkan teori dan studi terdahulu, variabel penelitian dibedakan menjadi beberapa variabel, antara lain:

a. Variabel tentang perubahan tutupan lahan

Variabel perubahan tutupan lahan dalam penelitian ini menggunakan parameter jenis tutupan lahan, sebaran dan lokasi tutupan lahan, serta luasan tutupan lahan.

b. Variabel tentang tingkat risiko bencana

Tingkat risiko bencana dilihat berdasarkan tingkat ancaman (*hazard*) dan tingkat kerentanan (*vulnerability*). Parameter dari variabel tingkat ancaman menggunakan data sebaran ancaman terhadap bencana banjir dari penelitian Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012. Parameter untuk variabel tingkat kerentanan dilihat berdasarkan kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, dan kerentanan sosial.

c. Variabel tentang mitigasi bencana banjir

Variabel mitigasi bencana banjir dalam penelitian ini menggunakan parameter mitigasi bencana aktif (struktural) dan mitigasi bencana pasif (non struktural).

Penjabaran mengenai variabel, sub variabel, dan parameter yang akan diteliti, dijelaskan pada **Tabel 3.1:**

Tabel 3. 1 Variabel penelitian

No.	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Sumber
1.	Bagaimana perkembangan laju perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Mengurangi perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Tutupan Lahan	-	<ul style="list-style-type: none"> Jenis tutupan lahan Luasan tutupan lahan Sebaran tutupan lahan 	Kusumowidagdo (2007), Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra
2.	Bagaimana tingkat risiko bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Mengurangi dampak dan risiko terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Ancaman / Bahaya (<i>Hazard</i>)	-	<ul style="list-style-type: none"> Peta bahaya / ancaman bencana banjir 	Kementrian Lingkungan Hidup (2012), <i>Climate Risk and Adaptation Assesment in Greater Malang.</i>
			Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)	Fisik	<ul style="list-style-type: none"> Luas kawasan terbangun Kepadatan bangunan 	Didik Rinan Sumekto (2011), Pengurangan Risiko Bencana Melalui Analisis Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Bencana
				Sosial	<ul style="list-style-type: none"> Kepadatan Penduduk Laju pertumbuhan penduduk 	
				Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> Prosentase Jumlah Rumah Tangga Miskin (Jumlah KK) 	Nur Miladan (2009), Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang terhadap Perubahan Iklim
3.	Bagaimana mitigasi bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Memberikan arahan mitigasi terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Mitigasi	-	<ul style="list-style-type: none"> Mitigasi Aktif (struktural) Mitigasi pasif (non struktural) 	Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana (2007), Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data merupakan informasi dan pengetahuan yang bermanfaat sebagai input bagi terlaksananya penelitian. Data dapat diinterpretasikan melalui angka, symbol atau kode. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah dengan survei primer yaitu berupa survei lapangan dan wawancara serta survei sekunder berupa studi literatur terkait data yang diperoleh dari instansi maupun literatur lain penunjang penelitian.

3.3.1 Survei Primer

Survei primer dilakukan untuk memperoleh data-data di lapangan terkait permasalahan penelitian, sehingga memerlukan data-data yang akurat. Data yang diambil adalah data yang mendukung pencapaian tujuan penelitian. Teknik survei primer yang digunakan adalah observasi atau survei lapangan. Teknik observasi merupakan metode pengumpulan data dengan mengamati objek yang diteliti secara langsung di lapangan. Pengamatan langsung dilakukan terhadap kondisi fisik kawasan yaitu tutupan dan penggunaan lahan dan kepadatan permukiman di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

3.3.2 Survei Sekunder

Survei sekunder dilakukan dengan pengumpulan data sekunder berupa studi literatur maupun survei pada instansi.

a. Studi literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mencari teori dan bahasan yang sesuai dengan tema penelitian dan dijadikan dasar dalam analisis hingga menghasilkan output yang diinginkan. Studi ini dilakukan melalui kajian kepustakaan dari buku-buku, maupun jurnal-jurnal yang berkaitan dengan mitigasi terhadap bencana banjir. Hasil dari kajian studi literatur digunakan untuk menunjang proses identifikasi dan analisis untuk kemudian dilakukan mitigasi bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

b. Survei Instansi

Survei Instansi dilakukan untuk memperoleh data sekunder dari instansi-intansi terkait dengan tema penelitian. Instansi yang diperlukan untuk tujuan perolehan data adalah Badan Pusat Statistik Kota Malang, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Malang, serta Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang. Beberapa data sekunder yang dibutuhkan antara lain:

Tabel 3. 2 Data yang dibutuhkan

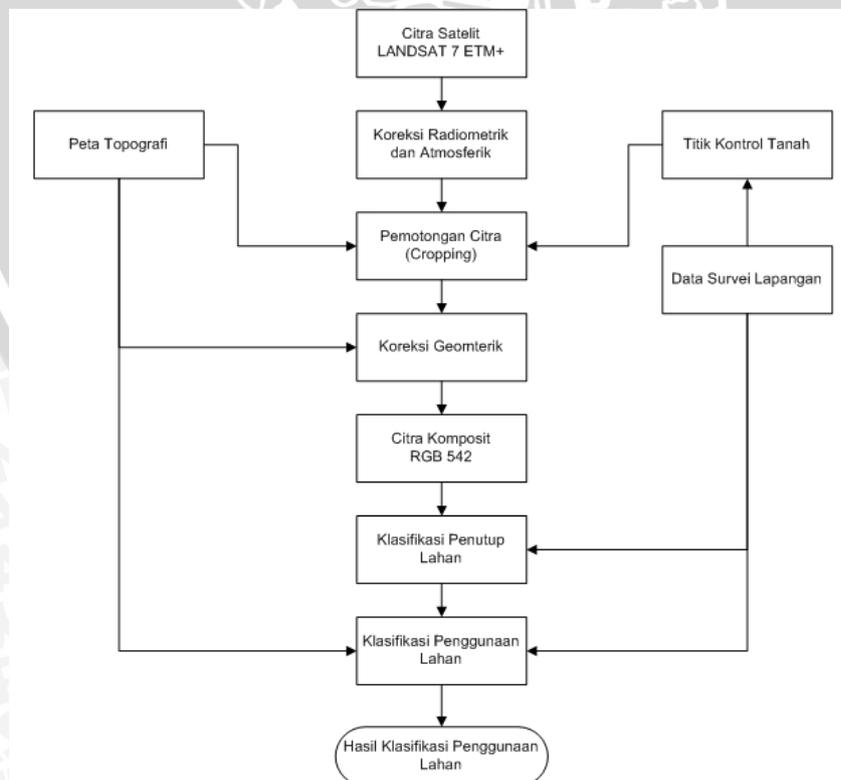
No.	Instansi	Data yang dibutuhkan
1.	BAPPEDA	a. RTRW Kota Malang Tahun 2010-2030 b. Peta dan data kemiringan lahan Kota Malang c. Peta dan data jenis tanah Kota Malang d. Peta dan data geologi Kota Malang e. Peta Rawan Bencana Kota Malang f. Rencana Strategis Penanggulangan Bencana
2.	Badan Pusat Statistik	a. Kota Malang dalam angka (<i>time series</i>) b. Kecamatan Dalam Angka (<i>time series</i>)
3.	Dinas PU	a. Tingkat kepadatan permukiman

3.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah metode analisis deskriptif dan analisis evaluatif. Metode analisis data dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

3.4.1 Identifikasi tutupan lahan (*land cover*)

Identifikasi tutupan lahan digunakan untuk mengetahui kondisi penutup lahan dan sebaran permukiman di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang. Kondisi tutupan lahan diperoleh dari hasil interpretasi citra LANDSAT 7 ETM+ yang diperoleh dari situs USGS (*United State Geological Survey*). Lingkup tahapan analisis yang dilakukan untuk memperoleh tutupan lahan atau penggunaan lahan, meliputi:

**Gambar 3. 1** Tahapan klasifikasi penutup/penggunaan lahan

Sumber: Interpretasi dan Pemetaan Penutup dan Penggunaan Lahan (2008:138)

Gambar 3.1 menjelaskan tahapan klasifikasi tutupan lahan yang akan digunakan dalam menganalisis kondisi tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang. Analisis ini menggunakan citra satelit LANDSAT 7 ETM+ secara *time series* dua tahunan selama sepuluh tahun terakhir. Hal tersebut digunakan untuk mengetahui perkembangan laju perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas.

3.4.2 Analisis kemampuan dan kesesuaian lahan

Analisis kemampuan dan kesesuaian lahan digunakan untuk mengetahui kawasan yang sesuai dan tidak sesuai dengan kondisi kemampuan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas dan standar garis sempadan sungai.

Tabel 3. 3 Kriteria penetapan lebar sempadan sungai

No.	Tipe Sungai	Tipikal potongan melintang sungai	Di luar kawasan perkotaan		Di dalam kawasan perkotaan		Pasal
			Kriteria	Lebar minimal	Kriteria	Lebar minimal	
1.	Sungai bertanggul diukur dari kaki tanggul sebelah luar			5 m		3 meter	Pasal 6
2.	Sungai tak bertanggul diukur dari tepi sungai		Sungai besar (luas DAS >500 km ²)	100 m	Kedalaman >20 m	30 m	Pasal 7 dan 8
					Kedalaman 3-20 m	15 m	
3.	Sungai yang terpengaruh pasang surut air laut		Sungai kecil (luas DAS <500 km ²)	50 m	Kedalaman 0-3 m	10 m	Pasal 10
				100 m		100 m	

Sumber: Permen PU No. 63 Tahun 1993

Mengukur tingkat kemampuan lahan di Sungai Brantas Kota Malang menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah.

Berdasarkan Permen LH No. 17 Tahun 2009 kemampuan lahan diklasifikasikan ke dalam 8 (delapan) kelas, yang ditandai dengan huruf romawi I sampai dengan VIII. Dua kelas pertama (kelas I dan kelas II) merupakan lahan yang cocok untuk penggunaan pertanian dan 2 (dua) kelas terakhir (kelas VII dan kelas VIII) merupakan lahan yang harus dilindungi atau untuk fungsi konservasi. Kelas III sampai dengan kelas VI dapat dipertimbangkan untuk berbagai pemanfaatan lainnya. Meskipun demikian, lahan kelas III dan kelas IV masih dapat digunakan untuk pertanian.

Tabel 3.4 menjelaskan mengenai klasifikasi kemampuan lahan berdasarkan Permen LH No. 17 Tahun 2009:

Tabel 3. 4 Klasifikasi Kemampuan Lahan dalam Tingkat Kelas

Kelas	Kriteria	Penggunaan
I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mempunyai atau hanya sedikit hambatan yang membatasi penggunaannya. 2. Sesuai untuk berbagai penggunaan, terutama pertanian. 3. Karakteristik lahannya antara lain adalah topografi hampir datar, ancaman erosi kecil, kedalaman efektif dalam, drainase baik, mudah diolah, kapasitas menahan air baik, subur, tidak terancam banjir. 	Pertanian: <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman semusim b. Tanaman rumput c. Hutan dan cagar alam
II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempunyai beberapa hambatan atau ancaman kerusakan yang mengurangi pilihan penggunaannya atau memerlukan tindakan konservasi yang sedang. 2. Pengelolaan perlu hati-hati termasuk tindakan konservasi untuk mencegah kerusakan. 	Pertanian: <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman semusim b. Tanaman rumput c. Padang penggembalaan d. Hutan produksi e. Hutan lindung f. Cagar alam
III	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempunyai beberapa hambatan yang berat yang mengurangi pilihan penggunaan lahan dan memerlukan tindakan konservasi khusus dan keduanya. 2. Mempunyai pembatas lebih berat dari kelas II dan jika dipergunakan untuk tanaman perlu pengelolaan tanah dan tindakan konservasi lebih sulit diterapkan. 3. Hambatan pada angka I membatasi lama penggunaan bagi tanaman semusim, waktu pengolahan, pilihan tanaman atau kombinasi dari pembatas tersebut. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertanian <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman semusim dan tanaman pertanian pada umumnya b. Tanaman rumput c. Hutan produksi d. Padang penggembalaan e. Hutan lindung dan suaka alam 2. Non pertanian
IV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hambatan dan ancaman kerusakan tanah lebih besar dari kelas III dan pilihan tanaman juga terbatas. 2. Perlu pengelolaan hati-hati untuk tanaman semusim, tindakan konservasi lebih sulit diterapkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertanian <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman semusim dan tanaman pertanian pada umumnya b. Tanaman rumput c. Hutan produksi d. Padang penggembalaan e. Hutan lindung dan suaka alam 2. Non pertanian
V	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak terancam erosi tetapi mempunyai hambatan lain yang tidak mudah untuk dihilangkan, sehingga membatasi pilihan penggunaannya. 2. Mempunyai hambatan yang membatasi pilihan macam penggunaan dan tanaman 3. Terletak pada topografi datar-hampir datar tetapi sering terlanda banjir, berbatu atau iklim yang kurang sesuai. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertanian <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman rumput b. Padang penggembalaan c. Hutan produksi d. Hutan lindung dan suaka alam 2. Non pertanian
VI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempunyai faktor penghambat berat yang menyebabkan penggunaan tanah sangat terbatas karena mempunyai ancaman kerusakan yang tidak dapat dihilangkan. 2. Umumnya terletak pada lereng curam, sehingga jika dipergunakan untuk penggembalaan dan hutan produksi harus dikelola dengan baik untuk menghindari erosi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertanian <ol style="list-style-type: none"> a. Tanaman rumput b. Padang penggembalaan c. Hutan produksi d. Hutan lindung dan cagar alam 2. Non pertanian
VII	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempunyai faktor penghambat dan ancaman berat yang tidak dapat dihilangkan, karena itu 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padang rumput 2. Hutan produksi

Kelas	Kriteria	Penggunaan
	pemanfaatannya harus bersifat konservasi. Jika digunakan untuk padang rumput atau hutan produksi harus dilakukan pencegahan erosi yang berat.	
VIII	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebaiknya dibiarkan secara alami 2. Pembatas dan ancaman sangat berat dan tidak mungkin dilakukan tindakan konservasi, sehingga perlu dilindungi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hutan lindung 2. Rekreasi alam 3. Cagar alam

Sumber: Permen LH No.17 Tahun 2009

Data yang digunakan dalam mengukur tingkat kemampuan lahan berupa data tentang tanah, sifat-sifat tanah dan faktor pembatas/penghambat yang ditentukan seperti topografi, drainase, dan kondisi lingkungan hidup lain untuk mendukung suatu hamparan lahan. Berikut merupakan faktor-faktor pembatas berdasarkan intensitasnya dalam mengukur tingkat kemampuan lahan:

1. Tekstur tanah:

t_1 = halus, liat, liat berdebu

t_2 = agak halus, liat berpasir, lempung liat berdebu, lempung berliat, lempung liat berpasir

t_3 = sedang, debu, lempung berdebu, lempung

t_4 = agak kasar, lempung berpasir

t_5 = kasar, pasir berlempung, pasir.

2. Permeabilitas:

p_1 = lambat < 0,5 cm/jam

p_2 = agak lambat 0,5-2,0 cm/jam

p_3 = sedang 2,0-6,25 cm/jam

3. Kedalaman efektif:

Kedalaman efektif dilihat sampai kerikil, padas, plinthie (k).

k_0 = dalam > 90 cm

k_1 = sedang 90-50 cm

k_2 = dangkal 50-25 cm

k_3 = sangat dangkal < 25 cm

4. Lereng permukaan (l)

l_0 = 0-3% datar

l_1 = 3-8% landai/berombak

l_2 = 8-15% agak miring/bergelombang

l_3 = 15-30% miring berbukit

$l_4 = 30-45\%$ agak curam

$l_5 = 45-65\%$ curam

$l_6 = > 65\%$ sangat curam

5. Drainase tanah (d)

$d_0 =$ baik, tanah mempunyai peredaran udara baik. Seluruh profil tanah dari atas sampai lapisan bawah berwarna terang yang seragam dan tidak terdapat bercak-bercak.

$d_1 =$ agak baik, tanah mempunyai peredaran udara baik. Tidak terdapat bercak-bercak berwarna kuning, coklat, atau kelabu pada lapisan atas dan bagian atas lapisan bawah.

$d_2 =$ agak buruk, lapisan atas tanah mempunyai peredaran udara baik. Tidak terdapat bercak-bercak berwarna kuning, kelabu, atau coklat. Terdapat bercak-bercak pada saluran bagian lapisan bawah.

$d_3 =$ buruk, bagian bawah lapisan atas (dekat permukaan) terdapat warna atau bercak-bercak berwarna kelabu, kekuningan.

$d_4 =$ sangat buruk, seluruh lapisan permukaan tanah berwarna kelabu dan tanah bawah berwarna kelabu atau terdapat bercak-bercak kelabu, coklat dan kekuningan.

6. Erosi (e)

Kerusakan oleh erosi, dikelompokkan menjadi:

$e_0 =$ tidak ada erosi

$e_1 =$ ringan $< 25\%$ lapisan atas hilang

$e_2 =$ sedang $25-75\%$ lapisan atas hilang, $< 25\%$ lapisan bawah hilang

$e_3 =$ berat $> 75\%$ lapisan atas hilang, $< 25\%$ lapisan bawah hilang

$e_4 =$ sangat berat sampai lebih dari 25% lapisan bawah hilang

7. Faktor-faktor khusus

Faktor-faktor penghambat lain yang mungkin terjadi berupa batu-batuan dan bahaya banjir:

a. Batuan

Bahan kasar dapat berada dalam lapisan tanah atau di permukaan tanah. Bahan kasar yang terdapat dalam lapisan 20 cm atau di bagian atas tanah yang berukuran lebih besar dari 2 mm dibedakan sebagai berikut:

1). Kerikil

Kerikil merupakan bahan kasar yang berdiameter lebih besar dari 2 mm sampai 7.5 mm jika berbentuk bulat atau sampai 15 cm sumbu panjang jika berbentuk gepeng. Kerikil di dalam lapisan 20 cm dikelompokkan sebagai berikut:

b_0 = tidak ada atau sedikit: 0-15% volume tanah.

b_1 = sedang: 15-50% volume tanah.

b_2 = banyak: 50-90% volume tanah.

b_3 = sangat banyak: > 90 % volume tanah.

2). Batuan kecil

Batuan kecil merupakan bahan kasar atau batuan berdiameter 7.5 cm sampai 25 cm jika berbentuk bulat, atau sumbu panjangnya berukuran 15 cm sampai 40 cm jika berbentuk gepeng. Banyaknya batuan kecil dikelompokkan sebagai berikut:

b_0 = tidak ada atau sedikit: 0-15% volume tanah.

b_1 = sedang: 15-50% volume tanah.

b_2 = banyak: 50-90% volume tanah.

b_3 = sangat banyak: > 90% volume tanah.

3). Batuan lepas (*stone*)

Batuan lepas merupakan batuan yang bebas dan terletak di atas permukaan tanah, berdiameter lebih besar dari 25 em (berbentuk bulat) atau bersumbu memanjang lebih dari 40 em (berbentuk gepeng). Penyebaran batuan lepas di atas permukaan tanah dikelompokkan sebagai berikut:

b_0 = tidak ada: kurang dari 0.01% luas areal.

b_1 = sedikit : 0.01%-3% permukaan tanah tertutup.

b_2 = sedang : 3%-15% permukaan tanah tertutup.

b_3 = banyak : 15%-90% permukaan tanah tertutup.

b_4 = sangat banyak: lebih dari 90% permukaan tanah

tertutup; tanah sama sekali tidak dapat digunakan untuk produksi pertanian.

4). Batu terungkap (*rock*)

Batuan terungkap merupakan batuan yang tersingkap di atas permukaan tanah, yang merupakan bagian dari satuan besar yang terbenam di dalam tanah (batuan tertutup). Penyebaran batuan tertutup dikelompokkan sebagai berikut:

b_0 = tidak ada: kurang dari 2% permukaan tanah tertutup.

b_1 = sedikit : 2% - 10% permukaan tanah tertutup.

b_2 = sedang: 10% - 50% permukaan tanah tertutup.

b_3 = banyak : 50% - 90% permukaan tanah tertutup.

b_4 = sangat banyak : lebih dari 90% permukaan tanah tertutup; tanah sama sekali tidak dapat digarap.

b. Ancaman banjir/genangan

Ancaman banjir atau penggenangan dikelompokkan sebagai berikut:

O_0 = tidak pernah: dalam periode satu tahun tanah tidak pernah tertutup banjir untuk waktu lebih dari 24 jam.

O_1 = kadang-kadang: banjir yang menutupi tanah lebih dari 24 jam terjadinya tidak teratur dalam periode kurang dari satu bulan.

O_2 = selama waktu satu bulan dalam setahun tanah secara teratur tertutup banjir untuk jangka waktu lebih dari 24 jam.

O_3 = selama waktu 2-5 bulan dalam setahun, secara teratur selalu dilanda banjir lamanya lebih dari 24 jam.

O_4 = selama waktu enam bulan atau lebih tanah selalu dilanda banjir secara teratur yang lamanya lebih dari 24 jam.

Kategori kelas kemampuan lahan dapat dibagi ke dalam kategori subkelas yang didasarkan pada jenis faktor penghambat atau ancaman dalam penggunaannya. Kategori subkelas hanya berlaku untuk kelas II sampai dengan kelas VIII karena lahan kelas I tidak mempunyai faktor penghambat. Kelas kemampuan lahan seperti yang tertulis pada **Tabel 3.5** (kelas II sampai dengan kelas VIII) dapat dirinci ke dalam subkelas berdasarkan empat faktor penghambat, yaitu:

1. Kemiringan lereng (t)
2. Penghambat terhadap perakaran tanaman (s)
3. Tingkat erosi/bahaya erosi (e)
4. Genangan air (w)

Tabel 3. 5 Klasifikasi Kemampuan Lahan pada Tingkat Unit Pengelolaan

Faktor Penghambat/Pembatas	Kelas Kemampuan Lahan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. Tekstur tanah (t)								
a. lapisan atas (40 cm)	t ₂ /t ₃	t ₁ /t ₄	t ₁ /t ₄	(*)	(*)	(*)	(*)	t ₅
b. lapisan bawah	t ₂ /t ₃	t ₁ /t ₄	t ₁ /t ₄	(*)	(*)	(*)	(*)	t ₅
2. Lereng Permukaan (%)	l ₀	l ₁	l ₂	l ₃	(*)	l ₄	l ₅	l ₆
3. Drainase	d ₀ /d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	(**)	(*)	(*)	(*)
4. Kedalaman efektif	k ₀	k ₀	k ₁	k ₂	(*)	k ₃	(*)	(*)
5. Keadaan erosi	e ₀	e ₁	e ₁	e ₂	(*)	e ₃	e ₄	(*)
6. Kerikil/batuan	b ₀	b ₀	b ₀	b ₁	b ₂	(*)	(*)	b ₃
7. Banjir	o ₀	o ₁	o ₂	o ₃	o ₄	(*)	(*)	(*)

Sumber: Permen LH No. 17 Tahun 2009

Catatan:

(*) : dapat mempunyai sebaran sifat faktor penghambat dari kelas yang lebih rendah

(**) : permukaan tanah selalu tergenang air

3.4.3 Analisis Bahaya, Kerentanan dan Risiko Bencana

A. Analisis Bahaya

Ancaman atau bahaya adalah suatu kejadian atau peristiwa yang bisa menimbulkan bencana. Bencana diartikan sebagai fenomena peristiwa alam atau buatan yang mempunyai potensi mengancam kehidupan manusia, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan (BNPB, Pedoman Umum Pengkajian Bencana Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012). Ancaman tersebut bisa banjir dan longsor, sesuai dengan karakter alamnya.

Dalam penelitian ini analisis potensi bahaya atau *hazard* di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang diperoleh berdasarkan kajian atau penelitian Menteri Lingkungan Hidup terkait *Climate Risk and Adaptation Assesment in Greater Malang* tahun 2012.

B. Analisis Kerentanan

Analisis kerentanan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beberapa variabel antara lain: kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, dan kerentanan sosial. Analisis kerentanan fisik yang digunakan untuk menganalisa kondisi fisik di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang yaitu luas kawasan terbangun dan kepadatan bangunan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang. Indikator luas kawasan terbangun dan kepadatan bangunan yang digunakan dalam analisis kerentanan fisik, ditinjau berdasarkan hasil dari analisis sebelumnya terkait pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

Untuk tingkat kerentanan fisik diukur menggunakan skoring dengan rentang nilai yaitu:

1. Tingkat kerentanan rendah, skor 1
2. Tingkat kerentanan sedang, skor 2
3. Tingkat kerentanan tinggi, skor 3

Berikut merupakan klasifikasi variabel tingkat kerentanan fisik:

Tabel 3. 6 Klasifikasi kerentanan fisik berdasarkan indikator luas kawasan terbangun

Luas kawasan terbangun	Skor	Klasifikasi tingkat kerentanan
36,42-71,91 Ha	1	Rendah
71,92-107,41 Ha	2	Sedang
107,42-142,9 Ha	3	Tinggi

Sumber: Miladan, 2009 yang telah dimodifikasi

Proses modifikasi dilakukan karena nilai pada indikator luas kawasan terbangun di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang memiliki nilai yang seragam atau sama, sehingga menghasilkan nilai yang konstan pada aspek variabel kerentanan fisik.

Proses modifikasi yang dilakukan adalah membuat interval kelas baru pada masing-masing kelas, dengan melihat nilai tertinggi dari luas kawasan terbangun kemudian dikurangi dengan nilai terendah dari luas kawasan terbangun dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan, yaitu tiga kelas (rendah, sedang, tinggi), sehingga diperoleh interval kelas baru dan sesuai dengan kondisi eksisting di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

$$\text{Interval Kelas} = \frac{\text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah}}{\text{Jumlah kelas}} \dots\dots\dots (3.1)$$

Tabel 3. 7 Klasifikasi kerentanan fisik berdasarkan indikator kepadatan bangunan

Kepadatan bangunan	Skor	Klasifikasi tingkat kerentanan
0,19-4,62 Ha	1	Rendah
4,63-9,05 Ha	2	Sedang
9,06-13,5 Ha	3	Tinggi

Sumber: Yusuf, 2008 yang telah dimodifikasi

Proses modifikasi dilakukan karena nilai pada indikator kepadatan bangunan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang memiliki nilai yang seragam atau sama, sehingga menghasilkan nilai yang konstan pada aspek variabel kerentanan fisik.

Proses modifikasi yang dilakukan adalah membuat interval kelas baru pada masing-masing kelas, dengan melihat nilai tertinggi dari luas kepadatan bangunan kemudian dikurangi dengan nilai terendah dari luas kepadatan bangunan dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan, yaitu tiga kelas (rendah, sedang, tinggi), sehingga

diperoleh interval kelas baru dan sesuai dengan kondisi eksisting di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

Untuk variabel kerentanan ekonomi yang digunakan dalam menganalisa kondisi kerentanan ekonomi di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang yaitu menggunakan indikator prosentase jumlah rumah tangga miskin. Indikator prosentase jumlah rumah tangga miskin digunakan dalam analisis kerentanan ekonomi, karena tingkat kemiskinan penduduk berpengaruh terhadap jumlah kepadatan permukiman di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang. Menurut Wicaksono (2011), masyarakat yang berpenghasilan rendah memiliki kecenderungan memilih tempat tinggal di daerah aliran Sungai Brantas.

Untuk tingkat kerentanan ekonomi diukur menggunakan skoring dengan rentang nilai yaitu:

1. Tingkat kerentanan rendah, skor 1
2. Tingkat kerentanan sedang, skor 2
3. Tingkat kerentanan tinggi, skor 3

Berikut merupakan klasifikasi variabel tingkat kerentanan ekonomi:

Tabel 3. 8 Klasifikasi kerentanan ekonomi berdasarkan indikator prosentase jumlah rumah tangga miskin

Prosentase Jumlah Rumah Tangga Miskin	Skor	Klasifikasi tingkat kerentanan
Prosentase jumlah KK miskin 0,8-6,23 %	1	Rendah
Prosentase jumlah KK miskin 6,24-11,67 %	2	Sedang
Prosentase jumlah KK miskin 11,68-17,11%	3	Tinggi

Sumber: Miladan, 2009 yang telah dimodifikasi

Proses modifikasi dilakukan karena nilai pada indikator prosentase jumlah rumah tangga miskin di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang memiliki nilai yang seragam atau sama, sehingga menghasilkan nilai yang konstan pada aspek variabel kerentanan ekonomi.

Proses modifikasi yang dilakukan adalah membuat interval kelas baru pada masing-masing kelas, dengan melihat nilai tertinggi dari prosentase jumlah rumah tangga miskin kemudian dikurangi dengan nilai terendah dari prosentase jumlah rumah tangga miskin dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan, yaitu tiga kelas (rendah, sedang, tinggi), sehingga diperoleh interval kelas baru dan sesuai dengan kondisi eksisting di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

Untuk variabel kerentanan sosial yang digunakan dalam menganalisa kondisi kerentanan sosial di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang menggunakan indikator laju pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk. Indikator laju pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk digunakan dalam perhitungan analisis kerentanan sosial, karena tingkat pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk sangat berpengaruh terhadap kebutuhan akan permukiman. Apabila permukiman penduduk semakin padat di daerah kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang maka akan berpengaruh terhadap tingkat kerentanan terkait bencana banjir.

Untuk tingkat kerentanan sosial diukur menggunakan skoring dengan rentang nilai yaitu:

1. Tingkat kerentanan rendah, skor 1
2. Tingkat kerentanan sedang, skor 2
3. Tingkat kerentanan tinggi, skor 3

Berikut merupakan klasifikasi variabel tingkat kerentanan sosial:

Tabel 3. 9 Klasifikasi kerentanan sosial berdasarkan indikator laju pertumbuhan penduduk

Laju pertumbuhan penduduk	Skor	Klasifikasi tingkat kerentanan
< 1,7 %	1	Rendah
1,7 – 2,1 %	2	Sedang
>2,1 %	3	Tinggi

Sumber: Miladan, 2009

Tabel 3. 10 Klasifikasi kerentanan sosial berdasarkan indikator kepadatan penduduk

Kepadatan penduduk	Skor	Klasifikasi tingkat kerentanan
15,93-125,39 jiwa/ha	1	Rendah
125,40-234,86 jiwa/ha	2	Sedang
234,87-344,30 jiwa/ha	3	Tinggi

Sumber: Miladan, 2009 yang telah dimodifikasi

Proses modifikasi dilakukan karena nilai pada indikator kepadatan penduduk di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang memiliki nilai yang seragam atau sama, sehingga menghasilkan nilai yang konstan pada aspek variabel kerentanan sosial.

Proses modifikasi yang dilakukan adalah membuat interval kelas baru pada masing-masing kelas, dengan melihat nilai tertinggi dari kepadatan penduduk kemudian dikurangi dengan nilai terendah dari kepadatan penduduk dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan, yaitu tiga kelas (rendah, sedang, tinggi), sehingga diperoleh interval kelas baru dan sesuai dengan kondisi eksisting di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

Berdasarkan hasil klasifikasi analisis kerentanan fisik, ekonomi, dan sosial di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang, kemudian dilakukan penggabungan atau *overlay* menggunakan ArcGIS 9.3 terhadap analisis kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, dan kerentanan sosial sehingga diperoleh nilai kerentanan secara keseluruhan.

C. Analisis Risiko

Analisis risiko bencana merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk mengetahui kawasan atau daerah yang terkena dampak bencana banjir. Penentuan tingkat risiko bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis tingkat ancaman bahaya atau *hazard*, tingkat kerentanan bencana dan tingkat kemampuan atau kapasitas kawasan yang terancam bencana. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

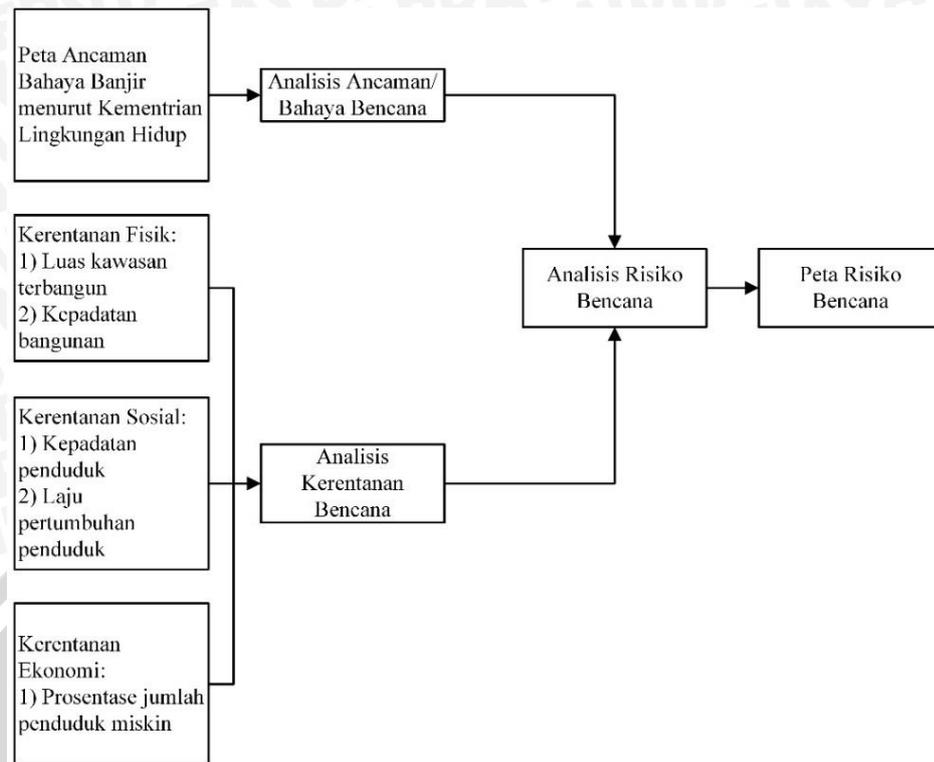
$$\text{Risiko Bencana (R)} = \frac{\text{Ancaman (H)} * \text{Kerentanan(V)}}{\text{Kapasitas (C)}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- R = Risiko bencana
- H = Tingkat ancaman/*hazard*
- V = Tingkat kerentanan
- C = Tingkat kapasitas kawasan yang terancam.

Tingkat kapasitas kawasan yang terancam dilihat berdasarkan kondisi sosial dan kemampuan sumber daya manusia. Dalam penelitian ini tingkat kemampuan atau kapasitas kawasan yang terancam berdasarkan sumber daya manusia dianggap sama atau konstan, karena dalam penelitian lebih diutamakan pengamatan terhadap kondisi fisik wilayah studi.

Hasil dari analisis risiko bencana akan mendapatkan kawasan yang memiliki tingkat risiko terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang dari risiko tinggi sampai dengan risiko rendah (**Gambar 3.2**).

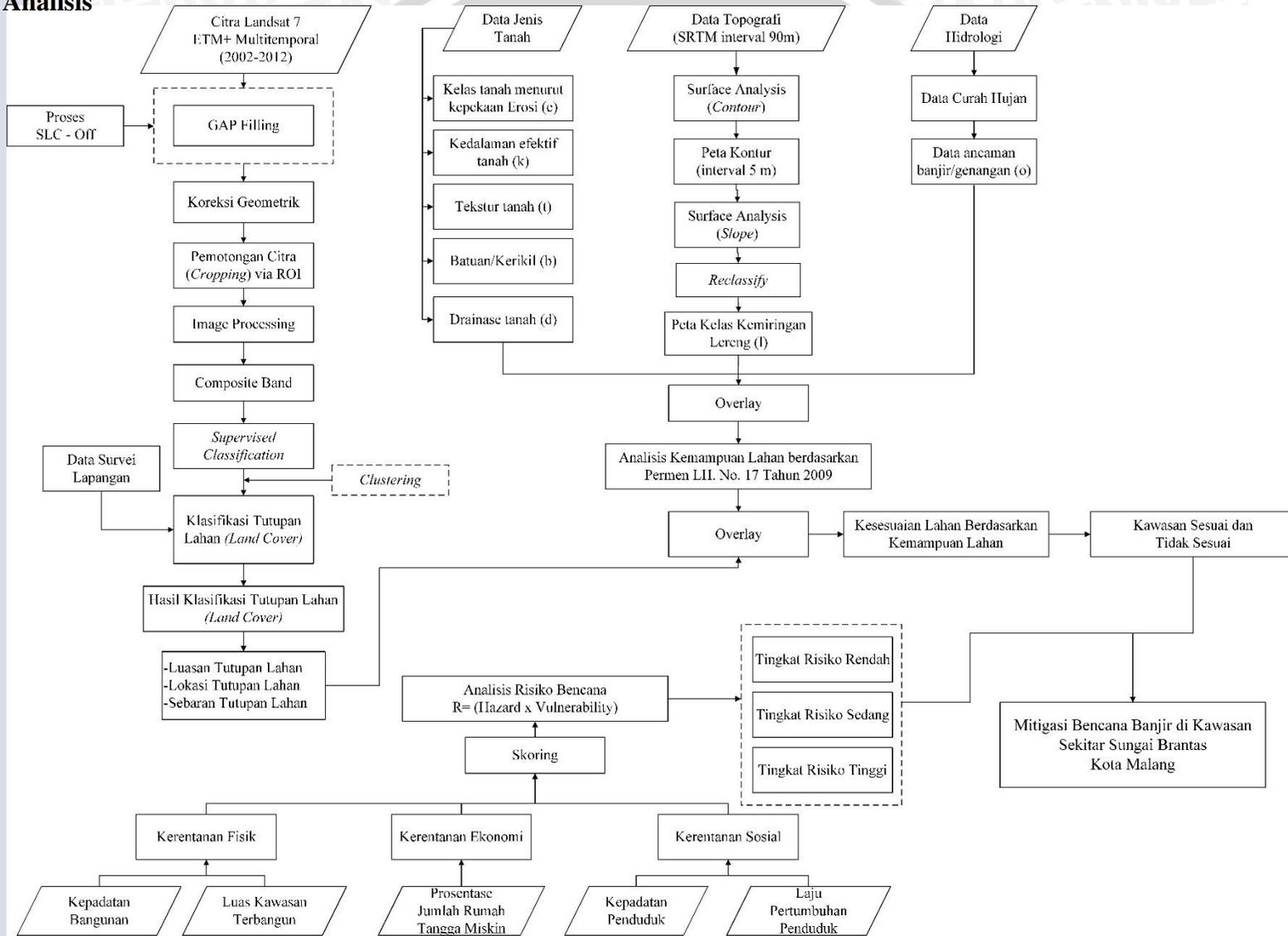


Gambar 3. 2 Kerangka Analisis Risiko Bencana

3.4.4 Mitigasi Bencana Banjir

Mitigasi bencana banjir merupakan output dari penelitian yang diberikan sebagai solusi untuk mengurangi dampak dan risiko terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang baik secara fisik maupun non fisik. Arahannya ini diperoleh berdasarkan hasil *overlay* atau penggabungan dari hasil analisis kemampuan dan kesesuaian lahan dan analisis risiko bencana menggunakan aplikasi ArcGIS 9.3, serta dihubungkan dengan kondisi laju peningkatan permukiman di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang.

3.5 Kerangka Analisis



Gambar 3.3 Kerangka Analisis

3.6 Desain Survei

Tabel 3. 11 Desain Survei

Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Metode Analisis	Output
Mengurangi perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Tutupan Lahan	-	<ul style="list-style-type: none"> Jenis Tutupan lahan Luas Tutupan lahan Sebaran Tutupan lahan 	<ul style="list-style-type: none"> Observasi lapangan Survei sekunder 	<ul style="list-style-type: none"> BAPPEDA Kota Malang Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang Dinas PU Tata Ruang Kota Malang Citra Landsat 7 ETM+ SLC Off 	<ul style="list-style-type: none"> Analisis <i>Land Cover</i> (menggunakan citra landsat) Analisis Kemampuan dan Kesesuaian lahan 	<ul style="list-style-type: none"> Perkembangan perubahan tutupan lahan di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang Kawasan sesuai dan tidak sesuai di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang
Mengurangi dampak dan risiko terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Ancaman/ Bahaya (<i>Hazard</i>)	-	<ul style="list-style-type: none"> Peta ancaman/bahaya banjir 	<ul style="list-style-type: none"> Survei sekunder 	<ul style="list-style-type: none"> Kementrian Lingkungan Hidup 	<ul style="list-style-type: none"> Analisis Tingkat kerentanan bencana Analisis Risiko Bencana 	<ul style="list-style-type: none"> Tingkat kerentanan dan risiko terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang
	Kerentanan	Fisik	<ul style="list-style-type: none"> Luas kawasan terbangun Kepadatan bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> Observasi lapangan Survei sekunder 	<ul style="list-style-type: none"> BAPPEDA Kota Malang Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang Dinas PU Tata Ruang Kota Malang 		
		Sosial	<ul style="list-style-type: none"> Laju pertumbuhan penduduk Kepadatan penduduk 				
		Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> Prosentase jumlah rumah tangga miskin 				

Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Parameter	Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Metode Analisis	Output
Memberikan arahan mitigasi terhadap bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang	Mitigasi	-	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigasi Aktif (struktural) • Mitigasi Pasif (non struktural) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Analisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Mitigasi Bencana Banjir 	<ul style="list-style-type: none"> • Arahan mitigasi bencana banjir di kawasan sekitar Sungai Brantas Kota Malang

