

**ANALISIS PERSEBARAN TINGKAT BAHAYA BANJIR
DI KOTA PADANG**

SKRIPSI

**untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**YUDHA GOESTAMA
1101568/2011**

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

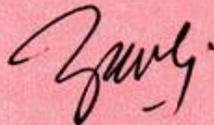
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Judul : Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang
Nama : Yudha Goestama
NIM/TM : 1101568/2011
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, 27 Juli 2017

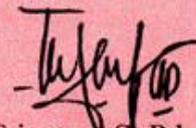
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



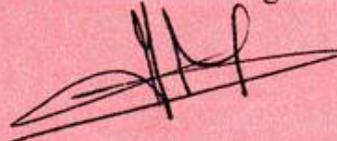
Drs. Helfia Edial, M. T
NIP. 19650426 199001 1 004

Pembimbing II



Triyatno, S. Pd, M. Si
NIP. 19750328 200501 1 002

Mengetahui:
Ketua Jurusan Geografi



Dra. Yurni Suasti, M. Si
NIP. 19620603 198603 2 001

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

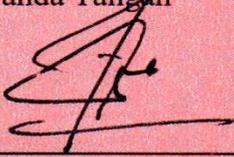
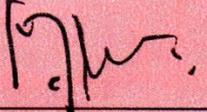
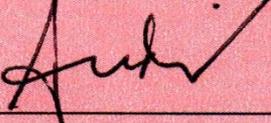
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Pada Hari Kamis, Tanggal 27 Juli 2017 Pukul 12.00 s/d 13.30 WIB

Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang

Nama : Yudha Goestama
NIM/TM : 1101568/2011
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, 27 Juli 2017

Tim Penguji:

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua Tim Penguji : Dr. Yudi Antomi, M. Si	
2. Anggota Penguji 1 : Dr. Ernawati, M. Si	
3. Anggota Penguji 2 : Febriandi, S. Pd, M. Si	



Mengesahkan:
Dekan FIS UNP

Prof. Dr. Syafri Anwar, M. Pd
NIP. 19621001 198903 1 002



**UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI**

Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat – 25131 Telp. 0751 – 7875159

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Goestama
NIM/BP : 1101568/2011
Program Studi : Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Dengan ini saya menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul “**Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang**”, adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain, apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia di proses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,
Ketua Jurusan Geografi

Dra. Yurni Suasti, M. Si
NIP: 19620603 198603 2 001

Saya yang menyatakan,



Yudha Goestama
NIM/BP: 1101568/2011

ABSTRAK

Yudha Goestama (2017) : Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang.

Penelitian ini bertujuan untuk 1). Untuk mengetahui bagaimana tingkat bahaya banjir di Kota Padang. 2). Untuk mengetahui persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan. 1). Tingkat bahaya banjir diperoleh dari hasil *overlay* dan analisis skoring data vektor menggunakan *tools field calculate* pada data *attribute table* yang kemudian dipetakan 2). Pemetaan sebaran spasial tingkat bahaya banjir dapat dianalisis dengan cara meng*overlay* peta tingkat bahaya banjir dengan peta administrasi dan luas sebaran daerah bahaya banjir dapat dihitung dengan *calculate geometry*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat bahaya banjir di Kota Padang beserta persebaran banjir dan luasnya terbagi atas empat kelas yang mana persentasenya berdasarkan luas kecamatan adalah sebagai berikut: **1).** Tidak bahaya seluas 6588,48 Ha. Kelas ini terdapat di kecamatan Koto Tengah dengan luas 2842,02 Ha (12,34%), Kuranji 208,36 Ha (4,04%), Lubuk Kilangan 67,59 Ha (0,81%), dan Pauh 3470,51 Ha (21,58%). **2).** Bahaya sedang seluas 37252,06 Ha. Kelas ini terdapat di kecamatan Bungus Teluk Kabung dengan luas 5812,70 Ha (68,20%), Koto Tengah 12448,34 Ha (54,05%), Kuranji 1291,77 Ha (25,05%), Lubuk Begalung 858,14 Ha (28,84%), Lubuk Kilangan 6250,55 Ha (75,93%), Padang Selatan 351,61 Ha (25,25%), dan Pauh 10238,96 Ha (63,67%). **3).** Bahaya seluas 22813,09 Ha. Kelas ini terdapat di kecamatan Bungus Teluk Kabung dengan luas 2710,80 Ha (31,8%), Koto Tengah 6364,55 Ha (27,63%), Kuranji 3655,84 Ha (70,90%), Lubuk Begalung 2019,94 Ha (67,90%), Lubuk Kilangan 1967,93 Ha (23,74%), Nanggalo 928,35 Ha (100%), Padang Barat 353,85 Ha (64,88%), Padang Selatan 934,49 Ha (67,11%), Padang Timur 856,84 Ha (100%), Padang Utara 650,20 Ha (79,14%), dan Pauh 2370,31 Ha (14,74%). **4).** Sangat bahaya seluas 1942,47 Ha. Kelas ini terdapat di kecamatan Koto Tengah dengan luas 1376,54 Ha (5,98%), Lubuk Begalung 96,68 Ha (3,25%), Padang Barat 191,53 Ha (35,12%), Padang Selatan 106,40 Ha (7,64%), dan Padang Utara 171,32 Ha (20,85%).

Kata Kunci : Banjir, Tingkat Bahaya, Sebaran Bahaya

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *“Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang”*.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Program Studi Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang, yang mana pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, terkhusus untuk Ama, Ante, Abak, dan Adik tercinta beserta keluarga besar yang turut memberikan motivasi serta dorongannya, dan juga pihak universitas serta pihak lainnya yang telah membimbing dan mempermudah jalannya penelitian ini, diantaranya :

1. Drs. Helfia Edial, M.T, selaku PA (Pembimbing Akademik) dan juga selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dorongan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Triyatno, S.Pd, M.Si, selaku pembimbing II yang telah membimbing serta mengarahkan penulis sehingga memperlancar penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Almarhum Drs. Sutarman Karim, M.Si, selaku ketua penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Dr. Yudi Antomi, M.Si, selaku pengganti ketua penguji yang telah memberi arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dr. Ernawati, M.Si, selaku penguji I yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini.

6. Dra. Endah Purwaningsih, M.Sc, selaku penguji II yang telah memberikan saran dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
7. Febriandi, S.Pd, M.Si selaku pengganti penguji II yang telah memberi arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Widya Prarikeslan, S.Si, M.Si, selaku Ketua Prodi Geografi beserta Staf dan jajaran kepengurusan Prodi Geografi.
9. Dra. Yurni Suasti, M.Si, selaku Ketua Jurusan Geografi beserta Staf dan jajaran kepengurusan Jurusan Geografi.
10. Prof. Dr. Syafri Anwar, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Ilmu Sosial beserta Staf dan jajaran kepengurusan Fakultas Ilmu Sosial.
11. Prof. Drs. H. Ganefri, M.Pd, Ph.D, selaku Rektor Universitas Negeri Padang beserta Staf dan jajaran kepengurusan Universitas Negeri Padang.
12. Kepada pengurus Tata Usaha Fakultas Ilmu Sosial dan Tata Usaha Jurusan Geografi yang telah membantu dalam banyak hal dalam urusan akademik dan pengurusan surat yang berhubungan dengan skripsi ini.
13. Kepada anggota peneliti yaitu: Oktrian Dlore S.Si, Praja Putra Aplen S.Si, Fadly Afrianto S.Si, Fajar Kurniawan, M Hagi Akbar, Arif Firdaus, Ardian Syahroni, Pebrimi Rogel, dan sang mentor Yan Andika S.Si yang telah membantu dalam survey lapangan sehingga mempermudah penyelesaian skripsi ini.
14. Kepada saudari – saudariku di Inting United: Mentari Pratami S.Si (Tori – Tori), Winari Sulastri S.Si (Wiwin), Yopi Yunita S.Si (Opi), Zefrina Alfi Syahri S.Si (Unda), dan Zike Desentia S.Si (Ai) yang telah memberikan motivasi serta ceramah – ceramahnya dalam penyelesaian skripsi ini dan terima kasih atas semuanya sehingga membuat penulis mengetahui bagaimana suka dan duka memiliki kakak maupun adik perempuan serta hal – hal yang kita lalui dengan penuh kebahagiaan yang tak akan cukup jika dituliskan bahkan hingga halaman terakhir skripsi ini.

15. Kepada rekan – rekan Jurusan Geografi semua angkatan terkhusus Geografi 2011 dan Geografi 2012 yang telah saling membantu dan berjuang bersama untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini.
16. Kepada pemilik dan penghuni kost Blanak Ujung, F10, F19, Monang G3, *Cozy Cofee Bar* yang telah memberi ruang untuk mempermudah menyelesaikan skripsi ini.
17. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu.

Demikianlah pengantar ini penulis sampaikan, penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini mungkin jauh dari kesempurnaan, maka penulis mengharapkan saran-saran dan kritikan yang bersifat membangun sehingga dapat menjadi masukan bagi penulis pada masa yang akan datang. Atas saran dan kritiknya penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Juni 2017

Yudha Goestama

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Lampiran.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Banjir	9
B. Jenis Banjir.....	11
C. Bahaya Banjir	12
D. Kawasan Bahaya Banjir	13
E. Identifikasi Bahaya Bencana Banjir.....	14
F. Satuan Lahan	23
G. Fungsi dan Jenis Pemetaan	24
H. Analisis Data Spasial	26
I. Sumber Data Spasial	28

J. Penelitian yang Relevan.....	30
K. Kerangka Konseptual	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
A. Jenis Penelitian.....	34
B. Alat – Alat Penelitian	34
C. Bahan Penelitian.....	35
D. Variabel Penelitian	35
E. Wilayah Penelitian	36
F. Diagram Alir Penelitian	36
G. Langkah Kerja.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Deskripsi Wilayah Penelitian	46
B. Hasil Penelitian	66
1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir.....	66
2. Persebaran Luas Tingkat Bahaya Banjir	69
C. Pembahasan	88
BAB V PENUTUP.....	96
A. Kesimpulan	96
B. Saran	98
Daftar Pustaka	99
Lampiran	101

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 1. Hubungan Penggunaan Lahan dengan Infiltrasi.....	23
Tabel 2. Penelitian yang Relevan	30
Tabel 3. Kelas Kemiringan lereng	39
Tabel 4. Jenis Penggunaan Lahan.....	40
Tabel 5. Kelas Jenis Tanah	41
Tabel 6. Kelas Curah Hujan.....	41
Tabel 7. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir	44
Tabel 8. Kecamatan di Kota Padang dan Luasnya	46
Tabel 9. Rata – rata Curah Hujan Menurut Bulan Tahun 2003 – 2013....	48
Tabel 10. Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, dan <i>Sex Ratio</i> Kota Padang 2013	50
Tabel 11. Laju Pertumbuhan Penduduk dan Kepadatan Penduduk Kota Padang 2013	51
Tabel 12. Kondisi Topografi Kota Padang	52
Tabel 13. Jenis Tanah Kota Padang.....	56
Tabel 14. Penggunaan Lahan Kota Padang	58
Tabel 15. Jenis Formasi Geologi Kota Padang.....	61
Tabel 16. Bentuk Lahan Kota Padang	64
Tabel 17. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang.....	66
Tabel 18. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir Kecamatan di Kota Padang.	70
Tabel 19. Satuan Lahan pada Kelas Bahaya dan Sangat Bahaya Banjir Di Kota Padang.....	76
Tabel 20. Simbol dan Keterangan Satuan Lahan yang terdapat pada Kelas Bahaya dan Sangat Bahaya Banjir di Kota Padang	77

DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 1. Kerangka Konseptual.....	33
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3. Peta Administrasi Kota Padang	47
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Kota Padang.....	53
Gambar 5. Peta Jenis Tanah Kota Padang	57
Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Kota Padang	59
Gambar 7. Peta Geologi Kota Padang	62
Gambar 8. Peta Bentuk Lahan Kota Padang	65
Gambar 9. Peta Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang	68
Gambar 10. Peta Sebaran Tingkat Bahaya Banjir	72
Gambar 11. Peta Satuan Lahan Kota Padang	75
Gambar 12. Satuan Lahan di Kipas Aluvial Ngalau.....	78
Gambar 13. Satuan Lahan Dataran Pantai di Mato Aia.....	79
Gambar 14. Banjir di Mato Aia 27 September 2015	80
Gambar 15. Satuan Lahan Dataran Pantai di Kampung Pondok.....	80
Gambar 16. Banjir di Kampung Pondok 11 Desember 2015	81
Gambar 17. Satuan Lahan Dataran Aluvial di Aia Pacah	82
Gambar 18. Banjir di Aia Pacah 21 Maret 2016	83
Gambar 19. Satuan Lahan Kipas dan Dataran Aluvial di Dadok Tunggul Hitam.....	83
Gambar 20. Banjir di Dadok Tunggul Hitam 23 Agustus 2016.....	84
Gambar 21. Satuan Lahan Dataran Aluvial di Balai Gadang	85
Gambar 22. Satuan Lahan Dataran Pantai di Air Tawar Barat.....	86
Gambar 23. Banjir di Air Tawar Barat dan Purus	87
Gambar 24. Satuan Lahan Dataran Pantai di Padang Sarai.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 1. Foto Satuan Lahan pada Kelas Bahaya.....	101
Lampiran 2. Foto Satuan Lahan pada Kelas Sangat Bahaya.....	103
Lampiran 3. Foto Peneliti dan Tim Peneliti	103

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki beragam potensi bencana alam sehingga mendapat julukan *market of disaster* yaitu pasar bencana. Bencana alam banjir, tanah longsor, dan degradasi lahan memiliki frekuensi kejadian sangat tinggi di Indonesia. Posisi geografis Indonesia di daerah tropis terletak di antara dua benua dan dua samudera menjadikan Indonesia memiliki sistem cuaca dan iklim yang khas. Meskipun pola iklim terjadi pergiliran teratur seperti bergantinya musim hujan dan musim kemarau, jika terjadi gangguan tropis, sering timbul cuaca ekstrem yang dapat memicu terjadinya bencana alam, salah satunya adalah banjir (Hermon, 2012).

Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di areal tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan. Banjir bisa terjadi perlahan-lahan dalam waktu lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut banjir bandang (Pusat Penanggulangan Krisis, Depkes RI, 2007). Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air, terutama di kelokan sungai. Banjir adalah salah satu proses alam yang tidak asing lagi. Banjir terjadi karena debit air sungai yang sangat tinggi hingga melampaui daya tampung saluran sungai lalu meluap ke daerah sekitarnya. Debit air sungai yang tinggi terjadi karena curah hujan yang tinggi

dan banjir juga dapat terjadi karena kesalahan manusia. Sebagai proses alam, banjir adalah hal yang biasa terjadi dan merupakan bagian dari siklus hidrologi karena dapat dilihat dari adanya dataran banjir pada sistem aliran sungai, saat banjir terjadi transportasi muatan sedimen dari daerah hulu sungai ke hilir. Muatan sedimen itu berasal dari erosi yang terjadi di daerah pegunungan atau perbukitan. Melalui mekanisme banjir ini, muatan sedimen itu disebarkan sehingga membentuk dataran. Banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi di dunia. Bencana banjir telah menjadi persoalan tiada akhir bagi manusia di seluruh dunia dari dulu, sekarang dan yang akan datang. Bencana ini bisa merupakan akibat dari peristiwa alam atau akibat dari aktivitas dan kegiatan manusia dan bahkan bisa secara bersamaan diakibatkan oleh alam dan manusia.

Bencana alam di Indonesia tampaknya dari tahun ke tahun memiliki kecenderungan meningkat, begitu juga bencana banjir yang setiap tahun terjadi di seluruh penjuru tanah air. Kecenderungan meningkatnya bencana banjir di Indonesia tidak hanya luasnya saja melainkan kerugiannya juga ikut bertambah, jika dahulu bencana banjir hanya melanda kota – kota besar di Indonesia, akan tetapi pada saat sekarang ini bencana tersebut telah melanda dan merambah sampai ke pelosok tanah air (Hermon, 2012). Di Indonesia, waktu terjadinya banjir dan besarnya bervariasi. Bencana alam seperti banjir perlu mendapatkan perhatian khusus. Kerugian dan kerusakan akibat banjir adalah sebesar dua pertiga dari semua bencana alam yang terjadi. Setiap tahun lebih dari 300

peristiwa banjir terjadi di Indonesia menggenangi 150.000 ha dan merugikan sekitar satu juta orang. Saat ini kecenderungan bahaya banjir terus meningkat baik di perkotaan maupun pedesaan.

Peristiwa banjir sangat dipengaruhi oleh faktor alam berupa curah hujan yang diatas normal, keadaan tanah, ketinggian lereng, dan adanya pasang naik air laut. Faktor manusia juga berperan penting seperti perubahan kondisi lahan dari waktu ke waktu, terjadinya perubahan lahan pertanian daerah *buffer* alami ke lahan non pertanian dengan mengabaikan konservasi, eksploitasi air tanah yang berlebihan, penggunaan lahan yang tidak tepat (permukiman di daerah bantaran sungai, di daerah dataran banjir, dan di daerah resapan), penggundulan hutan, pembuangan sampah ke dalam sungai dan sebagainya yang mengakibatkan beberapa hal, antara lain : 1) Daya tampung sungai makin lama makin kecil akibat pendangkalan. 2) Fluktuasi debit air antar musim penghujan dengan musim kering semakin tinggi. 3) Rusaknya daerah tangkapan air (*cacthment area*). 4) Lapisan *aquifer* makin dalam sehingga penetrasi air laut lebih jauh ke darat yang berakibat mengganggu keseimbangan hidrologi. Peristiwa tersebut membuat ancaman terjadinya banjir semakin besar (Purnama, 2008). Menurut (Hermon, 2012) lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia yaitu: faktor hujan, faktor hancurnya retensi DAS, faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai, dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana.

Kota-kota besar di Indonesia mengalami peningkatan populasi manusia karena daya pikat yang merangsang manusia berpindah dari rural ke urban. Lahan-lahan yang sebenarnya untuk daerah preservasi dan konservasi untuk menjaga keseimbangan, diambil alih untuk permukiman, industri dan lainnya (Asdak, 1995). Peristiwa ini juga terjadi di Sumatera Barat, khususnya di Kota Padang, dimana banjir sudah menjadi bencana rutin yang terjadi setiap musim hujan. Kota Padang menjadi wilayah yang sangat berpotensi bencana dikarenakan kondisi geologis, geomorfologis, astronomis dan geografisnya terletak di bagian barat Sumatera yang merupakan daerah pertemuan lempeng Eurasia dengan Indo-Australia sehingga Kota Padang sering terjadi bencana gempa bumi, longsor lahan di daerah perbukitan, banjir yang dikarenakan curah hujan tinggi dan cuaca ekstrim yang melanda Indonesia beberapa tahun terakhir. Kecenderungan manusia untuk mengelola alam secara berlebihan menimbulkan efek negatif terhadap kelestarian alam dan hutan yang ada, sehingga bahaya terjadinya banjir di Kota Padang akan semakin besar.

Riwayat terjadinya banjir di Kota Padang dalam kurun waktu lima tahun terakhir adalah sebagai berikut: 1) September 2012 terjadi di Nagari Limau Manis Kecamatan Pauh, Tabing Bandar Gadang dan Ulu Gadut Kecamatan Nanggalo, dan Kecamatan Lubuk Kilangan. 2) November 2012 di Nagari Andaleh Kecamatan Padang Timur. 3) November 2013 di Purus dan Padang Pasir Kecamatan Padang Barat, Kecamatan Lubuk Kilangan, dan Kecamatan Lubuk

Begalaung. 4) Desember 2013 di Nagari Ujung Gurun dan Purus Kecamatan Padang Barat, Olo Ladang dan Pondok Kecamatan Padang Selatan. 5) Januari 2014 di Nagari Lubuk Minturun Kecamatan Koto Tangah. 6) Januari 2015 di Nagari Mato Aia Kecamatan Padang Selatan, dan Nagari Tunggul Hitam Kecamatan Koto Tangah. 7) September 2015 di Nagari Mato Aia Kecamatan Padang Selatan. 8) November 2015 di Nagari Palinggam Kecamatan Padang Selatan, Batuang Taba Kecamatan Lubuk Begalung. 9) Desember 2015 di Nagari Purus Kecamatan Padang Barat, Kampung Nias Kecamatan Padang Selatan, dan Jati Kecamatan Padang Timur. 10) Juni 2016 di Nagari Dadok Tunggul Hitam, Lubuk Buaya, Maransi dan Kecamatan Koto Tangah, Palinggam dan Seberang Padang Kecamatan Padang Selatan, Pangambiran dan Pampangan Kecamatan Lubuk Begalung, Marapalam Kecamatan Padang Timur, Lolong Belanti Kecamatan Padang Utara, Tabing Bandar Gadang Kecamatan Nanggalo, dan Bungus Kecamatan Bungus Teluk Kabung (BNPB).

Pemetaan daerah – daerah yang memiliki tingkat bahaya banjir perlu dilakukan agar pemerintah dapat mengambil kebijakan yang tepat untuk menanggulangnya. Peta merupakan salah satu sarana yang baik dalam menyajikan data dan informasi. Melalui peta dapat mengetahui informasi tentang ruang muka bumi yang sebenarnya. Analisis persebaran banjir dengan menggunakan SIG dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan akurat dengan metode *overlay* terhadap parameter – parameter banjir yaitu: kemiringan lereng, jenis tanah (infiltrasi), penggunaan lahan, dan curah hujan. Upaya mengatasi

permasalahan terjadinya banjir, salah satunya dengan mengetahui bagaimana tingkat bahaya dan luas sebaran banjir yang dianalisis menggunakan SIG dan merupakan upaya mitigasi bencana banjir secara pasif. Bahaya banjir adalah keadaan yang menggambarkan suatu ancaman mudah atau tidaknya suatu daerah, terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung) dan karakteristik daerah (kemiringan lahan/kelerengan, permeabilitas tanah dan penggunaan lahan). Untuk itu penulis melakukan analisis dan pemetaan daerah yang berpotensi untuk terjadinya banjir dengan permasalahan dalam sebuah penelitian yang diberi judul: “*Analisis Persebaran Tingkat Bahaya Banjir di Kota Padang*”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penelitian menyangkut tentang:

1. Faktor penyebab terjadinya banjir di Kota Padang.
2. Beragamnya Tingkat bahaya banjir di Kota Padang.
3. Persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang umumnya terdapat pada daerah permukiman dan padat aktivitas penduduk.
4. Risiko banjir di Kota Padang.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas dan mengingat terbatasnya kemampuan penulis serta untuk mempertajam pembahasan, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pembahasannya yaitu:

1. Tingkat bahaya banjir di Kota Padang.
2. Persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan tersebut di atas, diketahui bahwa banjir yang sering terjadi dalam suatu wilayah terjadi karena faktor alami dan faktor manajemen, yang berupa penggunaan lahan, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tingkat bahaya banjir di Kota Padang?
2. Bagaimana persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang?

E. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana tingkat bahaya banjir di Kota Padang.
2. Untuk mengetahui persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang.

F. Manfaat Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains strata satu (S1) di Jurusan Geografi, Universitas Negeri Padang.
2. Mengetahui bagaimana tingkat bahaya banjir di Kota Padang.
3. Mengetahui luas sebaran banjir di Kota Padang.
4. Mengetahui bagaimana cara menganalisis tingkat bahaya banjir, persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Banjir

Banjir memiliki dua arti yaitu, meluapnya air sungai yang disebabkan oleh debitnya melebihi daya tampung sungai pada keadaan curah hujan yang tinggi dan arti kedua adalah banjir merupakan genangan pada daerah datar yang biasanya tidak tergenang (Richards, 1955 dalam Purnama, 2008). Bencana banjir adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh meluapnya air sungai yang dipengaruhi oleh faktor alamiah karena rusaknya *buffer zone* di kawasan *upper* DAS sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (Paimin *et al*, 2009). Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di areal tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan. Banjir bisa terjadi perlahan-lahan dalam waktu lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut banjir bandang (Pusat Penanggulangan Krisis, Depkes RI, 2007). Banjir adalah meluapnya aliran sungai akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai sehingga meluap dan menggenangi dataran atau daerah yang lebih rendah di sekitarnya (Yulaelawati *et al*, 2008).

Banjir dipengaruhi oleh banyak faktor, tetapi apabila dikelompokkan maka akan didapatkan tiga faktor yang berpengaruh terhadap banjir, yaitu elemen

meteorologi, karakteristik fisik wilayah dan DAS, dan manusia. Elemen meteorologi yang berpengaruh pada timbulnya banjir adalah intensitas, distribusi, frekuensi, dan lamanya hujan berlangsung. Karakteristik wilayah dan DAS yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir adalah luas DAS, kemiringan lahan, ketinggian, dan kadar air tanah. Manusia berperan pada percepatan perubahan penggunaan lahan seperti hutan lebat belukar. Pengaruh perubahan lahan terhadap perubahan karakteristik aliran sungai berkaitan dengan berubahnya areal konservasi yang dapat menurunkan kemampuan tanah dalam menahan air, serta dapat memperbesar peluang terjadinya aliran permukaan dan erosi (Purnama, 2008).

Berdasarkan undang - undang nomor 24 tahun 2007, Bencana banjir didefinisikan sebagai peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana dapat disebabkan oleh faktor alam dan faktor non alam sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Jadi, banjir adalah peristiwa terjadinya genangan pada suatu areal akibat meluapnya air sungai/laut/danau/selokan yang dipengaruhi oleh faktor alam dan non-alam, serta mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat beserta kondisi lingkungan sehingga menimbulkan kerugian material maupun non-material.

B. Jenis Banjir

Kategori atau jenis banjir terbagi berdasarkan lokasi sumber aliran permukaan dan berdasarkan mekanisme terjadinya banjir (Ikmal, 2014).

Berdasarkan mekanisme banjir terdiri atas 2 jenis yaitu :

1. *Regular Flood* : Banjir yang diakibatkan oleh hujan.
2. *Irregular Flood* : Banjir yang diakibatkan oleh selain hujan, seperti tsunami, gelombang pasang, dan hancurnya bendungan.

Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya (Aziz, 2012):

1. Banjir Lokal : Banjir lokal terbatas pada wilayah geografis yang agak sempit dan biasanya tidak berlangsung lama.
2. Banjir Luapan Sungai: Banjir Sungai dipicu oleh hujan deras di daerah hulu, atau pengaruh pasang surut dari hilir. Kondisi lahan seperti tanah, tutupan vegetasi, dan penggunaan lahan memiliki kaitan langsung pada jumlah limpasan yang dihasilkan. Banjir Sungai terjadi ketika volume *run-off* sungai melebihi kapasitas aliran lokal.
3. Banjir Tepi Pantai/ Banjir ROB: Pasang naik dan gelombang badai yang disebabkan oleh *tropicaldepressions* dan badai dapat menyebabkan banjir pesisir pada dataran pasang surut dan lahan dataran rendah dekat laut pada umumnya.
4. Banjir Bandang: Banjir bandang adalah banjir besar yang terjadi secara tiba – tiba dan berlangsung hanya sesaat. Banjir bandang umumnya terjadi dari curah hujan berintensitas tinggi dengan durasi

pendek yang menyebabkan debit sungai naik secara cepat dan diawali oleh adanya longsor di bagian hulu sungai, kemudian material longsor dan pohon – pohon menyumbat sungai dan menimbulkan bendungan alami, selanjutnya bendungan alami tersebut ambrol dan mendatangkan air bah dalam volume yang besar dan waktu yang singkat. Penyebab timbulnya banjir bandang, selain curah hujan adalah kondisi geologi, morfologi, dan tutupan lahan (Yulaelawati *et al*, 2008).

C. Bahaya Banjir

Bahaya adalah segala kondisi yang dapat merugikan baik materi maupun non materi, atau bahaya adalah sumber, situasi, tindakan yang berpotensi menciderai manusia, penyakit atau kombinasi dari semuanya (OHSAS 18001:2007).

Bahaya banjir adalah keadaan yang menggambarkan suatu ancaman mudah atau tidaknya suatu daerah, terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung) dan karakteristik daerah (kemiringan lereng, permeabilitas tanah dan penggunaan lahan).

Leo Hematang (2011) mengklasifikasikan kelas tingkat bahaya banjir menjadi empat kelas yaitu: tidak bahaya, bahaya sedang, bahaya, dan sangat

bahaya. Semakin tinggi total skoring maka semakin tinggi ancaman atau bahaya terjadinya banjir begitu juga sebaliknya.

D. Kawasan Bahaya Banjir

Kawasan bahaya banjir adalah kawasan yang potensial untuk dilanda banjir yang diidentifikasi dengan frekuensi terjadinya banjir (pernah atau berulang kali) sesuai karakteristik penyebab banjir. Semakin besar potensinya, maka tingkat bahaya terjadinya bencana banjir akan semakin tinggi. Kawasan tersebut dapat dikategorikan menjadi empat bagian (BNPb, 2012):

1. Daerah pantai, merupakan daerah yang berpotensi banjir karena daerah tersebut merupakan daratan rendah yang elevasi permukaan tanahnya lebih rendah atau sama dengan elevasi air laut pasang rata – rata (*mean sea level*) dan tempat bermuaranya sungai yang biasanya mempunyai permasalahan penyumbatan muara.
2. Daerah dataran banjir, merupakan daerah di kanan dan kiri sungai yang muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat yang mengakibatkan daerah tersebut berpotensi banjir baik disebabkan oleh luapan air sungai maupun hujan lokal. Dataran banjir merupakan daerah yang berbahaya karena mempunyai potensi terkena bencana banjir yang sangat tinggi. Dataran banjir harus dihutankan atau ditanam dengan vegetasi yang mampu berfungsi sebagai kawasan penyangga dan tidak boleh digunakan untuk kegiatan pertanian

dan permukiman. Di Indonesia, kawasan dataran banjir pada umumnya digunakan untuk permukiman dan lahan pertanian, sehingga berdampak terhadap intensifnya bencana banjir pada saat musim hujan di bagian hilirnya.

3. Daerah sempadan sungai, merupakan kawasan yang berpotensi banjir, akan tetapi di daerah perkotaan yang padat penduduk sering dimanfaatkan menjadi tempat hunian dan kegiatan usaha sehingga apabila terjadi banjir akan menimbulkan dampak yang membahayakan jiwa dan harta benda.
4. Daerah cekungan, merupakan daerah yang relatif luas baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Apabila penataan kawasan tidak terkendali dan sistem drainase yang kurang memadai, dapat menjadi daerah potensi banjir.

E. Identifikasi Bahaya Bencana Banjir

Identifikasi daerah bahaya banjir dapat dibagi dalam tiga faktor yaitu faktor kondisi alam, peristiwa alam, dan aktivitas manusia. Berdasarkan faktor-faktor tersebut terdapat aspek-aspek yang dapat mengidentifikasi daerah tersebut merupakan daerah rawan banjir.

1. Faktor Kondisi Alam

Beberapa aspek yang termasuk dalam faktor kondisi alam penyebab banjir adalah kondisi alam (misalnya letak geografis wilayah), kondisi topografi, geometri sungai, (misalnya *meandering*, penyempitan ruas sungai,

sedimentasi dan adanya ambang atau pembendungan alami pada ruas sungai), serta pemanasan global yang menyebabkan kenaikan permukaan air laut. Beberapa faktor kondisi alam adalah sebagai berikut (Purnama, 2008):

a. Topografi

Topografi adalah bentuk permukaan bumi dan umumnya menyuguhkan relief permukaan, model tiga dimensi, dan identitas jenis lahan. Relief adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah termasuk didalamnya adalah kemiringan lereng dan bentuk lereng (Hermon *et al*, 2009). Relief adalah bentuk permukaan suatu lahan yang dikelompokkan atau ditentukan berdasarkan perbedaan ketinggian dari permukaan bumi suatu bentuk bentang lahan. Sedangkan topografi secara kualitatif adalah bentang lahan dan secara kuantitatif dinyatakan dalam satuan kelas kemiringan lereng (% atau derajat), arah lereng, panjang lereng dan bentuk lereng. Daerah-daerah dataran rendah atau datar (0%-8%) hingga landai (9%-15%), merupakan salah satu karakteristik wilayah banjir atau genangan akibat pengaruh gaya gravitasi karena semakin kecil kemiringan lereng potensi untuk terjadinya genangan semakin besar dan infiltrasinya tergantung pada jenis tanah yang ada pada kemiringan lereng tersebut.

b. Bentuk Lahan

Bentuklahan (*landform*) merupakan suatu kenampakan medan/fisik yang terbentuk oleh proses alami, memiliki komposisi tertentu dan

karakteristik fisik dan visual yang unik dan berbeda satu sama lain (Siswanto, 2006). Klasifikasi bentuklahan berdasarkan genesisnya atau proses terjadinya (Verstappen, 1983 dalam Siswanto, 2006):

- 1) Bentuklahan asal proses vulkanik (V): Bentuk lahan yang berasal dari aktivitas vulkanisme, contoh: kaldera, kawah, laccolith.
- 2) Bentuklahan asal proses struktural (S): Bentuk lahan yang berasal dari proses geologi, contoh: bukit, patahan, lipatan sinkilin dan antiklin.
- 3) Bentuklahan asal fluvial (F): Bentuk lahan akibat pengerjaan sungai, contoh: *meander*, gosong pasir, dataran banjir (*flood plain*), *point bar*.
- 4) Bentuklahan asal solusional: Bentuk lahan akibat proses pelarutan pada batuan yang mudah larut, contoh: bentukan di daerah *karst* yaitu stalagnit, stalaktit, dolina.
- 5) Bentuklahan asal denudasional (D): Bentuk lahan akibat proses erosi dan degradasi, contoh: bukit sisa, lembah sungai, lahan kritis.
- 6) Bentuklahan asal aeolin: Bentuk lahan akibat proses erosi angin, contoh: gunduk pasir (*sandune*) dan *barchan*.

- 7) Bentuklahan asal marine (M): Bentuk lahan akibat aktivitas air laut, contoh: tombolo, *clift*, *arch*, *stack*. Selain itu terdapat kombinasi antara bentuklahan marine dengan fluvial (fluvio-marine) karena sungai bermuara ke laut, contoh: delta, estuari.
- 8) Bentuklahan asal glasial: Bentuk lahan akibat pengerjaan es, contoh: lembah menggantung.
- 9) Bentuklahan asal organik: Bentuk lahan akibat pengaruh aktivitas organisme, contoh: mangrove, terumbu karang.
- 10) Bentuklahan asal antropogenik: Bentuk lahan akibat aktivitas manusia, contoh: kota, pedesaan, waduk, taman.

Bentuklahan yang paling berpotensi untuk terjadinya banjir adalah bentuklahan asal fluvial, yaitu bentuk lahan akibat pengerjaan sungai, seperti: *meander*, gosong pasir, dataran banjir (*flood plain*), point bar dan bentuklahan fluvio-marine, yaitu kombinasi bentuklahan marine dengan bentuklahan fluvial, contohnya: delta dan estuari.

c. Tingkat Permeabilitas Tanah

Permeabilitas atau daya rembesan adalah kemampuan tanah untuk dapat melewatkan air. Air dapat melewati tanah hampir selalu berjalan linier, yaitu jalan atau garis yang ditempuh air merupakan garis dengan bentuk yang teratur. Permeabilitas diartikan sebagai kecepatan bergerak suatu cairan pada media berpori dalam keadaan jenuh atau

didefinisikan juga sebagai kecepatan air untuk menembus tanah pada periode waktu tertentu, semakin tinggi permeabilitas maka infiltrasi juga semakin tinggi. Daerah-daerah yang mempunyai tingkat permeabilitas tanah rendah, mempunyai tingkat infiltrasi tanah yang kecil dan *run off* yang tinggi. Jenis tanah yang memiliki permeabilitas yang kurang baik dan pada umumnya lambat adalah regosol, organosol, dan aluvial karena bertekstur liat dan liat berpasir. Jenis tanah andosol memiliki permeabilitas yang sedang atau agak lambat dan bertekstur geluh berdebu. Jenis tanah yang memiliki permeabilitas yang cukup baik atau agak lambat sampai agak cepat adalah latosol dan bertekstur remah.

d. Kondisi Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/ kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar dari sungai utama ke laut atau danau.

Daerah Aliran sungai (DAS) yang berbentuk ramping mempunyai tingkat kemungkinan banjir yang rendah, sedangkan daerah yang memiliki DAS berbentuk membulat, mempunyai tingkat kemungkinan banjir yang tinggi. Hal ini terjadi karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai (orde yang lebih kecil) yang hampir sama, sehingga bila hujan jatuh merata di seluruh DAS, air akan datang secara bersamaan

dan akhirnya bila kapasitas sungai induk tidak dapat menampung debit air yang datang, akan menyebabkan terjadinya banjir di daerah sekitarnya. Daerah Aliran Sungai (DAS) yang karakteristik di kiri dan kanan alur sungai mempunyai tingkat permeabilitas tanah yang rendah, merupakan daerah potensial banjir.

e. Kondisi Geometri Sungai

Geometri sungai adalah alur, palung dan lembah sungai yang diukur secara vertikal dan horizontal, dimana parameter yang dibutuhkan adalah panjang, lebar, kemiringan, dan ketinggian (elevasi).

1) Gradien Sungai

Gradien sungai adalah penampang memanjang sungai yang menunjukkan perbedaan kemiringan dinding sungai. Alur sungai yang mempunyai perubahan kemiringan dasar dari terjal ke relatif datar, maka daerah peralihan/pertemuan tersebut merupakan daerah rawan banjir.

2) Pola Aliran Sungai

Pola aliran sungai merupakan hubungan keruangan dari lembah – lembah, baik yang dialiri sungai maupun lembah yang kering. Pada lokasi pertemuan dua sungai besar, dapat menimbulkan arus balik (*back water*) yang menyebabkan terganggunya aliran air di salah satu sungai, yang mengakibatkan kenaikan muka air (meluap). Hujan dengan intensitas tinggi mengakibatkan terjadinya peningkatan debit

aliran sungai sehingga pada tempat pertemuan tersebut debit aliran semakin tinggi, dan kemungkinan terjadi banjir.

3) Daerah Dataran Rendah

Daerah *Meander* (belokan) sungai yang debit alirannya cenderung lambat, biasanya merupakan dataran rendah, sehingga termasuk dalam klasifikasi daerah yang potensial atau rawan banjir.

4) Penyempitan dan Pendangkalan Alur Sungai

Penyempitan alur sungai dapat menyebabkan aliran air terganggu, yang berakibat pada naiknya muka air di hulu, sehingga daerah di sekitarnya termasuk dalam klasifikasi daerah rawan banjir. Pendangkalan dasar sungai akibat sedimentasi, menyebabkan berkurangnya kapasitas sungai yang menyebabkan naiknya muka air di sekitar daerah tersebut.

2. Faktor Peristiwa Alam

Peristiwa alam yang sangat mempengaruhi tingkat bahaya banjir adalah curah hujan atau presipitasi. Presipitasi adalah jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, curah hujan di daerah tropis dan curah hujan serta salju di daerah beriklim sedang. Presipitasi adalah faktor utama yang menendalikan berlangsungnya daur hidrologi dalam suatu wilayah DAS (kelembaban tanah, proses resapan air tanah, dan debit air tanah). Mengingat bahwa di daerah tropis presipitasi hanya ditemui dalam

bentuk curah hujan, maka presipitasi dalam konteks daerah tropis sama dengan curah hujan. Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan per satuan waktu (Asdak, 1995).

Menurut (Yulaelawati *et al*, 2008) aspek-aspek yang menentukan tingkat bahaya suatu daerah terhadap banjir dalam faktor peristiwa alam adalah:

- a. Curah hujan yang tinggi dan lamanya hujan.
- b. Air laut pasang yang mengakibatkan pembendungan di muara sungai.
- c. Air/arus balik (*back water*) dari sungai utama.
- d. Penurunan muka tanah (*land subsidance*).
- e. Pendangkalan dasar sungai akibat sedimentasi yang cukup tinggi.

3. Aktivitas Manusia

Aktivitas manusia yang sangat berpengaruh terhadap tingkat bahaya banjir adalah penggunaan lahan. Penggunaan lahan (*land use*) adalah setiap bentuk campur tangan manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual (Vink, 1975 dalam siswanto, 2006). Penggunaan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok besar yaitu penggunaan lahan pertanian dan penggunaan lahan bukan pertanian. Penggunaan lahan secara umum tergantung pada kemampuan lahan dan pada lokasi lahan. Untuk aktivitas pertanian, penggunaan lahan

tergantung pada kelas kemampuan lahan yang dicirikan oleh adanya perbedaan pada sifat-sifat yang menjadi penghambat bagi penggunaannya seperti tekstur tanah, lereng permukaan tanah, kemampuan menahan air dan tingkat erosi yang telah terjadi.

Menurut (Barlowe, 1986 dalam Siswanto, 2006) faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan adalah faktor fisik dan biologis, faktor pertimbangan ekonomi dan faktor institusi (kelembagaan). Faktor fisik dan biologis mencakup kesesuaian dari sifat fisik seperti keadaan geologi, tanah, air, iklim, tumbuh-tumbuhan, hewan dan kependudukan. Faktor pertimbangan ekonomi dicirikan oleh keuntungan, keadaan pasar dan transportasi. Faktor institusi dicirikan oleh hukum pertanahan, keadaan politik, keadaan sosial dan secara administrasi dapat dilaksanakan.

Aspek-aspek yang mempengaruhi tingkat bahaya banjir pada suatu daerah diantaranya (Yulaelawati *et al*, 2008):

- a. Belum adanya pola pengelolaan dan pengembangan dataran banjir.
- b. Permukiman di bantaran sungai.
- c. Sistem drainase yang tidak memadai.
- d. Terbatasnya tindakan mitigasi banjir.
- e. Kurangnya kesadaran masyarakat di sepanjang alur sungai.
- f. Penggundulan hutan di daerah hulu.

Menurut (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998) hubungan penggunaan lahan dengan infiltrasi adalah: kawasan berhutan memiliki potensi terjadinya banjir rendah karena memiliki infiltrasi yang besar, sedangkan kawasan lahan terbuka dan permukiman memiliki potensi terjadi banjir tinggi karena infiltrasi kecil. Berikut adalah tabel hubungan penggunaan lahan dengan infiltrasi:

Tabel 1. Hubungan Penggunaan Lahan dengan Infiltrasi

Kelas	Penggunaan lahan	Potensi Infiltrasi	Notasi
I	Hutan	Besar	A
II	Perkebunan	Agak Besar	B
III	Semak, Padang Rumput	Sedang	C
IV	Hortikultura, Tegalan	Agak Kecil	D
V	Permukiman, Sawah	Kecil	E

Sumber: Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998

Faktor yang menentukan tingkat bahaya banjir adalah kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, dan curah hujan dengan metode pengharkatan atau skoring. Semakin tinggi total skoring dari indikator maka semakin tinggi ancaman atau bahaya terjadinya banjir begitu juga sebaliknya dan mengoverlay dengan peta Administrasi untuk menentukan persebaran tingkat bahaya banjir (Leo Hematang, 2011).

F. Satuan Lahan

Satuan lahan adalah bagian dari lahan yang mempunyai karakteristik yang spesifik. Sembarang bagian dari lahan yang menggambarkan karakteristik lahan yang jelas dan nyata, tidak peduli bagaimana caranya dalam membuat batas-

batasnya, dapat dipandang sebagai satuan lahan untuk evaluasi lahan. Namun demikian evaluasi lahan akan lebih mudah dilakukan apabila satuan lahan didefinisikan atas kriteria - kriteria karakteristik lahan yang digunakan dalam evaluasi lahan. Satuan lahan lazim digunakan sebagai satuan analisis dalam kajian geografi. Menurut (Sitorus, 1995) satuan lahan merupakan kelompok lokasi yang berhubungan, dengan bentuklahan tertentu dalam sistem lahan dan seluruh satuan lahan yang sama dan mempunyai asosiasi lokasi yang sama. Sistem lahan merupakan area yang mempunyai pola yang berulang dari topografi, tanah dan vegetasi.

Untuk menganalisis tingkat bahaya banjir perlu adanya satuan lahan sebagai tolok ukur sebagai unit satuan terkecil dari lahan yang dianalisis untuk mendapatkan penentu lokasi daerah bahaya. Satuan lahan atau unit lahan merupakan satuan ekologi yang unik dan dapat berfungsi sebagai segmentasi dalam ruang. Suatu satuan lahan dibedakan dengan yang lainnya melalui satuan pemetaan (Peta) lahan (Baja, 2012).

G. Fungsi dan Jenis Peta

Peta sebagai hasil gambaran atau proyeksi dari sebagian permukaan bumi pada bidang datar atau kertas dengan skala tertentu. Secara garis besar, manfaat peta dapat dijabarkan sebagai berikut (DAI, 2007 dalam Ikmal, 2014):

1. Untuk mencatat keadaan setempat dengan mencantumkan kondisi, kualitas, dan juga kuantitas suatu tempat, maka peta dapat berfungsi untuk mencatat keadaan suatu tempat.
2. Untuk perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam dengan perencanaan yang dilengkapi dengan peta akan sangat membantu dalam proses perencanaan tersebut, dengan membuat suatu rencana tata ruang setempat.

Demikian pula dalam suatu kegiatan penelitian, peta berfungsi sebagai berikut:

1. Alat bantu sebelum melakukan survei untuk mendapatkan gambaran tentang daerah yang akan diteliti.
2. Sebagai alat yang digunakan selama penelitian, misalnya memasukkan data yang ditemukan di lapangan.
3. Sebagai alat untuk melaporkan hasil penelitian. Jenis-jenis peta dapat dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu:
 - a. Peta Sketsa.

Peta sketsa merupakan peta sementara yang biasanya berisi tentang tanda-tanda alam, karena dengan tanda-tanda alam tersebut orang akan mudah menentukan suatu lokasi. Tanda-tanda alam tersebut bisa berupa bukit, jalan, jurang, sungai, dan lainnya.

b. Peta Dasar

Peta dasar adalah suatu peta yang memperlihatkan pentunjuk atau ciri-ciri yang bisa dijadikan acuan, seperti sungai, jalan, bukit, yang selanjutnya akan berguna sebagai kerangka pembuatan peta tematik. Pembuatan peta dasar memerlukan pengukuran di lapangan dengan menggunakan peralatan yang bisa mengukur arah, dan jarak.

c. Peta Tematik.

Peta tematik merupakan penambahan dari peta dasar, dengan simbol-simbol, atau warna tertentu. Dengan simbol dan warna tertentu dapat disampaikan informasi mengenai keadaan lapangan. Peta tematik dapat berupa peta jenis tanah, peta kemiringan lahan, peta kepemilikan lahan dan lain sebagainya.

H. Analisis Data Spasial

Data spasial merupakan dasar operasional pada sistem informasi geografis, Data spasial adalah aspek keruangan suatu objek atau kejadian yang mencakup lokasi, letak, dan posisinya (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011). Data spasial merupakan salah satu item dari informasi, dimana didalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer (Williamson, 2000 dalam Ikmal, 2014).

Analisis spasial merupakan sekumpulan metode untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan/ pola dari sebuah fenomena spasial, sehingga dapat dimengerti dengan lebih baik. Dengan melakukan analisis spasial, diharapkan muncul informasi baru yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan di bidang yang dikaji (Ikmal, 2014). *Software* yang dapat membantu menganalisis dan memproses data spasial adalah ArcGIS. ArcGIS adalah software yang dikeluarkan oleh ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) dan merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, manipulasi, dan menganalisis informasi geografis. Perangkat lunak ini memberikan fasilitas teknis yang berkaitan dengan pengelolaan data spasial. Dalam analisis tingkat bahaya banjir digunakan beberapa parameter yang menggambarkan kondisi lahan. Gambaran mengenai kondisi lahan tersebut pada yang dasarnya memiliki distribusi keruangan (*spasial*), atau dengan kata lain kondisi lahan antara satu tempat tidak sama dengan tempat yang lain. Media yang paling sesuai untuk menggambarkan distribusi spasial ini adalah peta. Parameter tumpangtindih harus dipresentasikan ke dalam bentuk peta. Data keluaran ini kemudian digunakan sebagai data acuan penelitian.

Berdasarkan tujuannya, secara garis besar metode dalam melakukan Analisis spasial dapat dibedakan menjadi dua macam:

1. *Analisis Spasial Exploratory*

Digunakan untuk mendeteksi adanya pola khusus pada sebuah fenomena spasial serta untuk menyusun sebuah hipotesa penelitian.

Metode ini sangat berguna ketika hal yang diteliti merupakan sesuatu hal yang baru, dimana peneliti belum memiliki banyak pengetahuan tentang fenomena spasial yang sedang diamati.

2. Analisis *Spasial Confirmator*

Dilakukan untuk mengonfirmasi hipotesa penelitian. Metode ini sangat berguna ketika peneliti sudah memiliki cukup banyak informasi tentang fenomena spasial yang sedang diamati, sehingga hipotesa yang sudah ada dapat diuji keabsahannya.

I. Sumber Data Spasial

Data spasial dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber diantaranya adalah (Ikmal, 2014):

1. Citra Satelit, data ini menggunakan satelit sebagai wahananya. Satelit tersebut mempunyai *scanner* beserta yang sensitif terhadap pancaran radiasi atau refleksi permukaan bumi. Sensor sebagai perekam kondisi atau gambaran dari permukaan bumi. Data rekaman diletakkan dalam hubungan geospasial yang benar, maka terciptalah peta simulasi (Kraak, 2007). Kelebihan dari teknologi ini adalah dalam kemampuan merekam cakupan wilayah yang luas dan tingkat resolusi dalam merekam obyek yang sangat tinggi. Data yang dihasilkan dari citra satelit kemudian diturunkan menjadi data tematik dan disimpan dalam bentuk basis data untuk digunakan dalam berbagai macam aplikasi.

2. Peta Analog, sebenarnya jenis data ini merupakan versi awal dari data spasial, dimana yang membedakannya adalah hanya dalam bentuk penyimpanannya saja. Peta analog merupakan bentuk tradisional dari data spasial, dimana data ditampilkan dalam bentuk kertas atau film, dengan perkembangan teknologi saat ini peta analog tersebut dapat di scan menjadi format digital untuk kemudian disimpan dalam basis data.
3. Foto Udara (*Aerial Photographs*), merupakan salah satu sumber data yang banyak digunakan untuk menghasilkan data spasial selain dari citra satelit. Perbedaan dengan citra satelit adalah hanya pada wahana dan cakupan wilayahnya. Biasanya foto udara menggunakan pesawat udara. Secara teknis proses pengambilan atau perekaman datanya hampir sama dengan citra satelit. Sebelum berkembangnya teknologi kamera digital, kamera yang digunakan adalah menggunakan kamera konvensional menggunakan negatif film, saat ini sudah menggunakan kamera digital, dimana data hasil perekaman dapat langsung disimpan dalam basis data. Data lama (format foto film) dapat disimpan dalam basis data harus dilakukan konversi dahulu dengan menggunakan *scanner*, sehingga dihasilkan foto udara dalam format digital.
4. Data Tabular, data ini berfungsi sebagai atribut bagi data spasial. Data ini umumnya berbentuk tabel. Salah satu contoh data ini yang umumnya digunakan adalah data sensus penduduk, data sosial, data ekonomi. Data

tabular ini kemudian di relasikan dengan data spasial untuk menghasilkan tema data tertentu.

5. Data Survei (Pengamatan atau pengukuran di lapangan), data ini dihasilkan dari hasil survei atau pengamatan di lapangan.

J. Penelitian yang Relevan

Tabel 2. Penelitian yang relevan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian
1.	Francine Leo Hematang	Analisis Pendugaan Kawasan Rentan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kabupaten Teluk Wondama Provinsi Papua Barat	2011	1. Tingkat Kerentanan Banjir di Kabupaten Teluk Wondama Provinsi Papua Barat
2.	Aprizon Putra, Triyatno, dan Semeidi Husrin	Analisa Bencana Banjir di Kota Padang (<i>Studi Kasus Intensitas Curah Hujan Kota Padang 1980 – 2009 dan Aspek Geomorfologi</i>)	2011	1. Luas Bahaya Banjir secara Administrasi di Padang
3.	Dandi Arianto Pelly	Pemetaan Daerah Bahaya Banjir di Daerah Aliran Sungai Batang Pasaman	2015	1. Pemetaan Tingkat Bahaya Banjir Pada Wilayah DAS Batang Pasaman. 2. Sebaran Spasial Daerah Bahaya Banjir dan Luas Daerah Bahaya Banjir DAS Batang Pasaman.

Berdasarkan tabel, tujuan penelitian Francine Leo Hematang adalah menentukan tingkat kerentanan banjir di Kabupaten Wondama Provinsi Papua Barat sedangkan penelitian penulis menentukan tingkat bahaya banjir di Kota Padang. Persamaan penelitian Francine Leo Hematang dengan penelitian penulis adalah metode penskoringan hasil *overlay* dari peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, peta curah hujan, dan peta penggunaan lahan. Penelitian Aprizon Putra dkk memiliki tujuan yang sama dengan salah satu tujuan penelitian penulis yaitu luas sebaran bahaya banjir secara Administrasi di Kota Padang, perbedaannya

penelitian Aprizon Putra dkk menggunakan variabel curah hujan dan aspek geomorfologi, sedangkan penelitian penulis menggunakan variabel curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Penelitian Dandi Arianto Pelly memiliki tujuan yang sama dengan tujuan penelitian penulis yaitu pemetaan tingkat bahaya banjir dan sebaran luas bahaya banjir, perbedaan penelitian terdapat pada variabel dan wilayah penelitian, penelitian Dandi Arianto Pelly menggunakan variabel kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan, geomorfologi, ketinggian lahan, *meandering*, percabangan sungai, dan wilayah penelitian daerah aliran sungai Batang Pasaman, sedangkan penelitian penulis menggunakan variabel kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan, dan wilayah penelitian Administrasi Kota Padang.

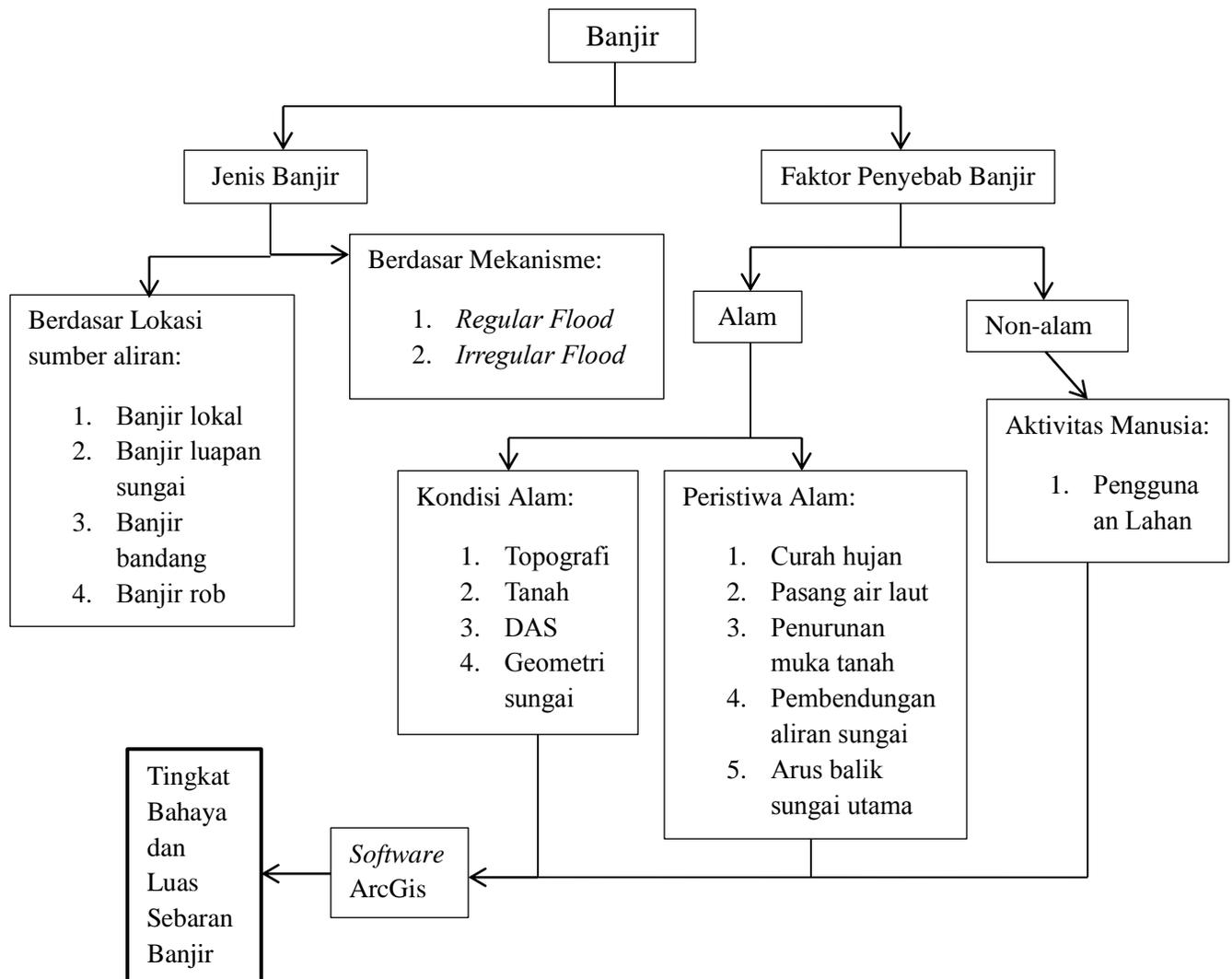
K. Kerangka Konseptual

Indonesia merupakan negara yang memiliki beragam potensi bencana alam, salah satunya adalah banjir. Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan pada suatu areal akibat meluapnya air sungai/laut/danau/selokan yang dipengaruhi oleh faktor alam dan non-alam, serta mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat beserta kondisi lingkungan sehingga menimbulkan kerugian material maupun non-material. Banjir dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya; faktor meteorologi (curah hujan), karakteristik fisik wilayah (lereng, jenis tanah), dan manusia (penggunaan lahan).

Kota Padang menjadi wilayah yang sangat berpotensi bencana dikarenakan kondisi geologis, geomorfologis, astronomis dan geografisnya. Berdasarkan kajian teori yang diuraikan sebelumnya, maka data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian adalah data sekunder berupa: peta geologi, peta penggunaan lahan yang didapatkan dari pengolahan citra landsat dan *google earth*, peta curah hujan dari pengolahan data curah hujan, peta lereng turunan dari data *Digital Elevation Model (DEM)*, peta jenis tanah, peta bentuklahan hasil overlay peta geologi dengan peta lereng, sedangkan untuk mengetahui peta satuanlahan yang merupakan penentuan pengambilan titik sampel saat *cheking* lapangan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu membutuhkan peta lereng, peta geologi, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, dan peta bentuklahan.

Cheking lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui akan kebenaran kondisi yang ada di lapangan seperti: lereng dan penggunaan lahan. Analisis data dalam penelitian ini dengan memberikan skor (harkat) pada setiap aspek dan juga dilakukan penjumlahan skor sesuai dengan tiap indikator yaitu: kelerengan (Peraturan Dirjen RLPS No. SK.167/V-SET/2004), penggunaan lahan (Pratomo, 2008 dalam Leo Hematang, 2011), jenis tanah (Asdak, 1995), curah hujan (Asdak, 1995). Penjumlahan skor melalui proses *overlay* menghasilkan peta tingkat bahaya banjir, dan untuk merencanakan struktur ruang pada kawasan bahaya banjir perlu diketahui luas dan persebaran wilayah banjir dengan mengoverlay peta tingkat bahaya banjir dengan peta administrasi Kota Padang dan *calculate geometry* pada

software arcGIS, dan kerangka konseptual penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Kerangka Konseptual

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi tingkat bahaya banjir di Kota Padang adalah:

2. Kelas tidak bahaya dengan bentuklahan asal proses vulkanik, igir gunung api pada batuan gunung api basalt (V5), penggunaan lahan hutan (Ht) yang memiliki potensi infiltrasi tinggi, jenis tanah latosol (Lat) memiliki permeabilitas agak lambat hingga agak cepat, lereng sangat curam >40% (V), curah hujan 3500 mm/tahun, dan geologi batuan lava/lahar (QTau).
3. Kelas bahaya sedang dengan bentuklahan asal proses vulkanik, igir gunung api pada batuan gunung api basalt (V5), penggunaan lahan hutan (Ht) dan perkebunan (Pk) yang memiliki potensi infiltrasi tinggi, jenis tanah latosol (Lat) memiliki permeabilitas agak lambat hingga agak cepat, lereng curam 26-40% (IV), curah hujan 4000 mm/tahun, geologi batuan lava/lahar (QTau).
4. Kelas bahaya dengan bentuklahan asal proses marin, igir pantai, dataran pantai (M5), fluvial, dataran alluvial (F1), penggunaan lahan sawah (Sw) dan permukiman (Pm) yang memiliki potensi infiltrasi kecil, jenis tanah aluvial (Al) memiliki permeabilitas agak lambat, lereng datar 0–7% (I), curah hujan 4500 mm/tahun, geologi aluvium (Qal).

5. Kelas sangat bahaya dengan bentuklahan asal proses marin, dataran pantai (M5), fluvial, dataran alluvial (F1), penggunaan lahan yang dominan adalah permukiman (Pm) yang memiliki potensi infiltrasi kecil, jenis tanah regosol (Reg) dan organosol (Org) dengan permeabilitas lambat, lereng datar 0-7% (I), curah hujan 4500 - 5000 mm/tahun, dan geologi aluvium (Qal).

2. Persebaran dan luas wilayah tingkat bahaya banjir di Kota Padang adalah:

- a. Kelas tidak bahaya seluas 6588,48 Ha terdapat di kecamatan Koto Tangah dengan luas 2842,02 Ha, Kuranji 208,36 Ha, Lubuk Kilangan 67,59 Ha, dan Pauh 3470,51 Ha.
- b. Kelas bahaya sedang seluas 37252,06 Ha terdapat di kecamatan Bungus Teluk Kabung dengan luas 5812,70 Ha, Koto Tangah 12448,34 Ha, Kuranji 1291,77 Ha, Lubuk Begalung 858,14 Ha, Lubuk Kilangan 6250,55 Ha, Padang Selatan 351,61 Ha, dan Pauh 10238,96 Ha.
- c. Kelas bahaya seluas 22813,09 Ha terdapat di kecamatan Bungus Teluk Kabung dengan luas 2710,80 Ha, Koto Tangah 6364,55 Ha, Kuranji 3655,84 Ha, Lubuk Begalung 2019,94 Ha, Lubuk Kilangan 1967,93 Ha, Nanggalo 928,35 Ha, Padang Barat 353,85 Ha, Padang Selatan 934,49 Ha, Padang Timur 856,84 Ha, Padang Utara 650,20 Ha, dan Pauh 2370,31 Ha.

- d. Kelas sangat bahaya seluas 1942,47 Ha terdapat dikecamatan Koto Tangah dengan luas 1376,54 Ha, Lubuk Begalung 96,68 Ha, Padang Barat 191,53 Ha, Padang Selatan 106,40 Ha, dan Padang Utara 171,32 Ha.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan tentang penelitian adalah :

1. Pemerintah daerah perlu meningkatkan kegiatan sosialisasi tentang bahaya banjir dan dampak yang diakibatkan oleh banjir terhadap aktivitas masyarakat, meningkatkan kesadaran akan peduli terhadap lingkungan, menambah dan memperbaiki infrastruktur – infrastruktur yang berkaitan dengan banjir.
2. Pemerintah Kota Padang serta instansi terkait untuk dapat mengkaji kembali pola ruang yang direncanakan dan dikaitkan dengan keadaan persebaran daerah bahaya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Aziz, M. Latiful. 2012. *Pemetaan Tingkat Kerentanan Dan Tingkat Bahaya Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Bagian Tengah Di Kabupaten Bojonegoro*. Skripsi. Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Baja, Sumbangan. 2012. *Perencanaan Tata Guna Lahan Dalam Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [BAPPEDA] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2015. *Profil Geografis Kota Padang*. BAPPEDA Kota Padang. Padang.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana*. BNPB. Jakarta.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Padang Dalam Angka 2014*. BPS Kota Padang. Padang.
- Direktur Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. 1998. *Pedoman Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi lahan dan Konservasi Tanah (RTL-RLKT)*.
- [DIRJEN RLPS] Direktorat Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2004. Nomor : Sk.167/V-Set/2004. *Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*. Departemen Kehutanan RI. Jakarta.
- Hermon, D. 2012. *Mitigasi Bencana Hidrometeorologi (Banjir, Longsor, Ekologi, Degradasi Lahan, Puting Beliung, dan Kekeringan)*. UNP Press Padang. Padang.
- Hermon, D dan Khairani. 2009. *Geografi Tanah, Suatu Tinjauan Teoritis, Metodologis, dan Aplikasi Proposal Penelitian*. Yayasan Jihadul Khair Center. Padang.
- <http://news.okezone.com> (Diakses 29/09/2016).
- Ikmal Mahardy, A. 2014. *Analisis Dan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Makassar Berbasis Spasial*. Skripsi. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Kraak, Menno-Jan dan Ferjan Ormeling. 2007. *Kartografi Visualisasi Data Geospasial*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Leo Hematang, F. 2011. *Analisis Pendugaan Kawasan Rentan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kabupaten Teluk Wondama Provinsi Papua Barat*. Skripsi. Program Studi Manajemen Hutan Jurusan Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- [OHSAS] *Occupational Health and Safety Management Systems*. 2007.
- Paimin et al. 2009. *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Tropenbos International Indonesia Programme. Surakarta
- Purnama, A. 2008. *Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- [PSDA] Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA). 2014. *Curah Hujan Kota Padang*. PSDA Kota Padang. Padang.

- Siswanto. 2006. *Evaluasi Sumber Daya Lahan*. UPN Press. Surabaya.
- Sitorus, Santun R.P. 1995. *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. Tarsito. Bandung.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial.
- Yulaelawati, E dan Usman Shihab. 2008. *Mencerdasi Bencana*. Jakarta.

1. Foto Satuan lahan pada kelas bahaya adalah sebagai berikut:

 <p>1. D3,I,Qal,Lat,Tg (100°21'49,45''BT dan 0°48'50,82''LS)</p>	 <p>2. F1,I,Qal,Al,Pk (100°25'15,80''BT dan 0°52'42,48''LS)</p>
 <p>33. M5,I,Qal,Al,Tg (100°19'37,79''BT dan 0°50'30,82''LS)</p>	 <p>12. F6,I,Qal,Lat,Sm (100°21'17,80''BT dan 0°49'2,21''LS)</p>
 <p>16. F1, I,QTI,Al,Sw (100°26'50,74''BT dan 0°57'39,98''LS)</p>	 <p>17. F1,I,QTI,Lat,Pk (100°23'7,94''BT dan 0°50'28,29''LS)</p>



18. F1,I,QTI,Lat,Pm
(100°24'1,11''BT dan 0°51'27,79''LS)



22. F1,II,Qal,AI,Tg
(100°19'46,65''BT dan 0°48'43,22''LS)



23. F1,II,Qf,AI,Pk
(100°25'39,85''BT dan 0°55'18,19''LS)



24. F1,II,Qf,AI,Pm
(100°26'12,76''BT dan 0°55'29,58''LS)



25. F1,II,Qf,AI,Sw
(100°27'22,39''BT dan 0°57'45,04''LS)



28. F6,II,Qf,Lat,Sw
(100°28'14,29''BT dan 0°57'41,24''LS)

2. Foto Satuan lahan pada kelas sangat bahaya adalah sebagai berikut:

 <p style="text-align: center;">7. F1,I,Qal,And,Sw (100°20'22,10''BT dan 0°48'57,14''LS)</p>	 <p style="text-align: center;">35. M5,I,Qal,Org,Pm (100°22'42,62''BT dan 0°58'25,55''LS)</p>
 <p style="text-align: center;">46. M5,II,Qal,Org,Pm (100°19'16,27''BT dan 0°48'25,50''LS)</p>	 <p style="text-align: center;">50. V5,I,QTI,And,Pm (100°23'2,87''BT dan 0°59'33,91''LS)</p>

3. Foto Peneliti dan Anggota Peneliti

 <p style="text-align: center;">Peneliti (100°22'5,91''BT dan 0°49'51,58''LS)</p>	 <p style="text-align: center;">Anggota Peneliti</p>
---	---