

DISERTASI
ANALISIS INFILTRASI UNTUK PENETAPAN
ZONASI RESAPAN AIR TANAH TIDAK TERTEKAN
DI KOTA PADANG

Oleh:

Rusli HAR
No. BP: 1731611002



POGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
2024

**ANALISIS INFILTRASI UNTUK PENETAPAN
ZONASI RESAPAN AIR TANAH TIDAK TERTEKAN
DI KOTA PADANG**

Disertasi

**Rusli HAR
1731611002**



**POGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

**ANALISIS INFILTRASI UNTUK PENETAPAN
ZONASI RESAPAN AIR TANAH TIDAK TERTEKAN
DI KOTA PADANG**

Rusli HAR
1731611002

Disertasi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Doktor Ilmu Pertanian pada
Program Studi Ilmu Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**

**POGRAM STUDI S3 ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Disertasi : ANALISIS INFILTRASI UNTUK PENETAPAN ZONASI
RESAPAN AIR TANAH TIDAK TERTEKAN DI KOTA
PADANG.

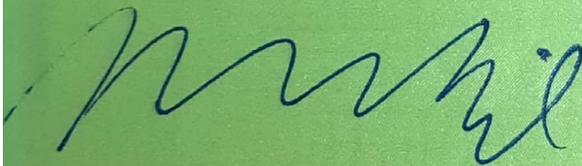
Nama Mahasiswa : Rusli HAR
Nomor Pokok : 1731611002
Program Studi : Ilmu Pertanian

Disertasi ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian terbuka
Doktor Ilmu Pertanian pada Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian,
Universitas Andalas dan dinyatakan lulus tanggal 6 Maret 2024

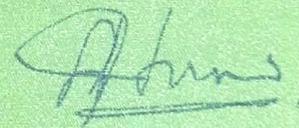
**Menyetujui,
Komisi Pembimbing**



Prof. Dr. Ir. Aprisal, MS
Ketua

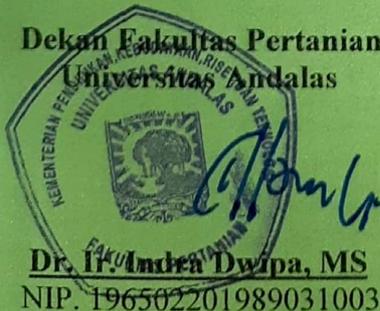


Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU
Anggota



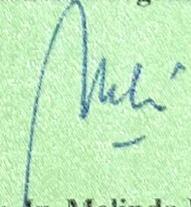
Prof. Ir. Lambok M. Hutasoit, M.Sc. Ph.D
Anggota

**Dekan Fakultas Pertanian,
Universitas Andalas**



Dr. Ir. Indra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

Koordinator Program Studi



Prof. Dr. Ir. Melinda Noer, M.Sc
NIP. 196410311989032001

Aku telah membuktikan bahwa kenikmatan hidup itu ada pada kesabaran kita dalam berkorban
(*Umar bin Khatthab*)

Sabar memiliki dua sisi. Sisi yang satu adalah sabar, sisi yang lain adalah bersyukur kepada Allah
(*Ibnu Mas'ud*)

Adakalanya yang sedikit lebih berkah daripada yang banyak
(*Ali bin Abi Thalib*)

Ilmu itu kehidupan hati dari pada kebutaan, sinar penglihatan dari pada kezaliman dan tenaga badan dari pada kelemahan
(*Imam Al Ghazali*)

Lakukanlah kebaikan sekecil apa pun karena engkau tidak pernah tahu kebaikan apa yang akan memasukkanmu ke surga
(*Imam Hasan Albasri*)

Teristimewa untuk keluargaku:
Alm. Kedua Orang Tuaku, Heryaningsih, Pratiwi Dina Haryani, Mustika Dini Haryani dan Muhammad Dzaki Syarif. Motivasi, doa dan kesabaran kalian adalah kendaraanku untuk mencapai kesempurnaan hidup dunia dan Akhirat.
(*Dr. Ir. Drs. Rusli HAR, MT*)

Padang, 6 Maret 2024

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Pontianak Kalimantan Barat pada tanggal 16 Maret 1963, dari ayah yang bernama H. Abdul Rahim dan Ibu Hj. Khalifah. Penulis merupakan anak kelima dari lima bersaudara, memiliki istri yang bernama Heryaningsih dan dikaruniai tiga orang anak yang bernama: Pratiwi Dina Haryani, S.P., Mustika Dini Haryani, S.I.Kom dan Muhammad Dzaki Syarif. Saat ini penulis bekerja sebagai seorang Dosen pada Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Sebagai praktisi, penulis adalah seorang Hydrogeologist sejak tahun 1998 sudah aktif menekuni bidang hidrogeologi dan pengeboran di berbagai industri pertambangan batu bara, mineral, Oil and Gas, PLTU, Landfill dan Air Tanah di Indonesia. Pendidikan yang penulis tempuh: SD, SMP dan SMA di Pontianak Kalimantan Barat, S1 Jurusan Teknik Bangunan FPTK IKIP Padang, Magister (S2) mengambil Jurusan Teknik Rekayasa Pertambangan ITB dengan pemusatan Ilmu Hidrogeologi, Pendidikan Profesi Insinyur (PPI) di Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas Padang dan saat ini penulis sudah menyelesaikan S3 pada Program Pascasarjana Ilmu Pertanian dengan pemusatan Ilmu Tanah, dengan Disertasi berjudul: Analisis Infiltrasi Untuk Penetapan Zonasi Resapan Air Tanah Tidak Tertekan di Kota Padang.

Padang, 6 Maret 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya, nama: Rusli HAR yang beralamat di Perumdam IV Blok A No. 16, RT 004/RW 001, Kelurahan Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tangah, Padang – Sumatera Barat, menyatakan bahwa Disertasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar kepustakaan.

Padang, 6 Maret 2024

Rusli HAR

ANALISIS INFILTRASI UNTUK PENETAPAN ZONASI RESAPAN AIR TANAH TIDAK TERTEKAN DI KOTA PADANG

Oleh: Rusli HAR (1731611002)

Dibawah bimbingan: Prof. Dr. Ir. Aprisal, MS.,
Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU dan Prof. Ir. Lambok M. Hutasoit, M.Sc. Ph.D.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis: Perubahan tata guna lahan, curah hujan dan debit limpasan, karakteristik infiltrasi aktual, faktor-faktor yang mempengaruhi nilai laju infiltrasi, zonasi kawasan resapan, sumur resapan dan biopori untuk meresapkan air hujan ke dalam zona *unconfined* aquifer di Kota Padang. Luas daerah penelitian sebesar 310,725 km² atau 44,7 % dari luas Kota Padang. Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan 112 sistem *grid*, dimana setiap bidang *grid* mewakili satu titik sampel untuk semua parameter yang diteliti, dan luasnya berbeda pada setiap DAS. Data sekunder diambil dari beberapa instansi terkait di Kota Padang. Metoda analisis data menggunakan beberapa pendekatan, curah hujan kawasan dan data GIS menggunakan metode *Polygon Thiessen* dan analisis statistik probabilitas. Intensitas hujan rencana digambarkan dalam bentuk kurva IDF (*Intensity Duration Frequency Curve*), dan *Hyetograph* satuan hujan dijelaskan dengan *Alternating Block Method* (ABM). Metode untuk memperkirakan laju aliran puncak menggunakan pemodelan *Hydrologic Engineering Center – Hydrology Modelling System* (HEC-HMS) dengan metoda Hidrograf Satuan Sintetik – *Soil Conservation Service – Curve Number* (HSS SCS CN). Debit limpasan di Kota Padang digambarkan dalam model *Junction, Inflow, Outflow* dan grafik hidrograf pada setiap Sub DAS. Analisis kekuatan hubungan dan pengaruh seluruh variabel bebas terhadap laju infiltrasi sebagai variabel terikat, baik secara parsial maupun simultan, menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Untuk menilai model regresi linear *Ordinary Least Square* (OLS) yang dirancang, dilakukan uji asumsi klasik meliputi: uji normalitas, heteroskedastisitas, multikolinieritas, autokorelasi, uji parsial t, uji F dan pemilihan model terbaik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Tata Guna Lahan di Kota Padang telah mengalami perubahan yang cukup signifikan. (2) Sejak 10 tahun terakhir, debit limpasan di Kota Padang mengalami kenaikan yang cukup signifikan, yaitu sebesar 1.103,24 m³/detik atau 37,72 %. (3) Nilai laju infiltrasi di Kota Padang berada pada zona VI-E dengan laju infiltrasi yang sangat rendah. Volume air hujan yang mampu diresapkan hanya sebesar 1.516,11 m³/detik setara dengan 150.000 m³/jam/km². Ketebalan tanah dengan infiltrasi rendah berada pada kedalaman 0-50 cm. Genangan awal di permukaan tanah terjadi pada 5,34 menit setelah hujan. (4) Secara parsial, kepadatan tanah memberikan pengaruh terbesar terhadap perubahan nilai laju infiltrasi, kemudian diikuti secara berurutan oleh: kadar air; matric suction; konduktivitas hidrolik; bahan organik; porositas tanah; tekstur tanah dan kedalaman muka air tanah. Variabel sifat fisik air tanah tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perubahan nilai laju infiltrasi. (5) Secara simultan, seluruh variabel independent memberikan korelasi dan pengaruh kepada variabel *dependent* dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,964; koefisien determinasi (R²) = 0,929 dan kontribusi semua variabel *predictor* secara simultan sebesar 92,9 %, signifikan pada taraf kepercayaan 95%, sisanya 7,1 % dipengaruhi oleh variabel lain. (6) Pemilihan model terbaik terhadap regresi berganda diperoleh 2 (dua) model regresi yang terbaik yaitu: variabel konduktivitas hidrolik dan kombinasi variabel konduktivitas hidrolik dengan porositas tanah. (7) Pemetaan kawasan resapan berdasarkan laju infiltrasi dan parameter-parameter yang mempengaruhinya di Kota Padang telah dilakukan dan hasilnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil kebijakan dalam pembenahan dan penanganan banjir di Kota Padang dan revisi RTDR Kota Padang tentang zonasi resapan air tanah. (8) Penggunaan sumur resapan dan biopori untuk mereduksi kelebihan debit limpasan dan mengurangi debit banjir di Kota Padang sangat tidak efektif, karena membutuhkan jumlah sumur resapan dan biopori yang sangat banyak dan biaya besar. Sebagai konversi dari sumur resapan dan biopori, maka sebaiknya dibangun embung dengan luas minimal sebesar 1,28215 km², tersebar di seluruh DAS yang ada di Kota Padang.

Kata Kunci: Kapasitas Infiltrasi, Air Tanah Tidak Tertekan, Intensity Duration Frequency Curve, Alternating Block Method, HEC-HMS, Hyetograph, Ordinary Least Square, *Analysis of Variance*.

INFILTRATION ANALYSIS FOR DETERMINING UNCONFINED GROUNDWATER RECHARGE ZONING IN PADANG CITY

By: Rusli HAR (1731611002)

Under guidance: Prof. Dr. Ir. Aprisal, MS.,

Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU and Prof. Ir. Lambok M. Hutasoit, M.Sc. Ph.D.

ABSTRACT

This research was conducted to analyze: Changes in land use, rainfall and runoff discharge, actual infiltration characteristics, factors that influence infiltration rate values, zoning of infiltration areas, infiltration wells and biopores to absorb rainwater into the unconfined aquifer zone in Padang City. The research area is 310,725 km² or 44.7% of the area of Padang City. The primary data collection method is carried out using a 112 grid system, where each grid area represents one sample point for all the parameters studied, and the area is different for each watershed. Secondary data was taken from several related agencies in Padang City. Data analysis methods use several approaches, regional rainfall and GIS data use the Thiessen Polygon method and probability statistical analysis. The planned rainfall intensity is described in the form of an Intensity Duration Frequency Curve (IDF), and the rain unit hyetograph is described using the Alternating Block Method (ABM). The method for estimating peak flow rates uses Hydrologic Engineering Center – Hydrology Modeling System (HEC-HMS) modeling with the Synthetic Unit Hydrograph – Soil Conservation Service – Curve Number (HSS SCS CN) method. Runoff discharge in Padang City is depicted in the Junction, Inflow, Outflow model and hydrograph graphs for each sub-watershed. Analysis of the strength of the relationship and the influence of all independent variables on the infiltration rate as the dependent variable, either partially or simultaneously, using Analysis of Variance (Anova). To assess the designed Ordinary Least Square (OLS) linear regression model, classical assumption tests were carried out including: normality test, heteroscedasticity, multicollinearity, autocorrelation, partial t test, F test and selection of the best model. The research results show that: (1) Land use in Padang City has changed significantly. (2) Since the last 10 years, runoff discharge in Padang City has increased significantly by 1,103.24 m³/second or 37.72%. (3) The infiltration rate value in Padang City is in zone VI-E with a very low infiltration rate. The volume of rainwater that can be absorbed is only 1,516.11 m³/second or the equivalent of 150,000 m³/hour/km². The thickness of soil with low infiltration is at a depth of 0-50 cm. The initial puddle on the ground surface occurred around 5.34 minutes after the rain. (4) Partially, soil density has the greatest influence on changes in infiltration rate values, followed sequentially by: water content; matric suction; hydraulic conductivity; organic materials; soil porosity; soil texture and depth of groundwater table. The physical characteristics of groundwater variables do not make a significant contribution to changes in infiltration rate values. (5) Simultaneously all independent variables provide correlation and influence on the dependent variable with a correlation coefficient (r) of 0.964; coefficient of determination (R²) = 0.929 and the contribution of all predictor variables simultaneously is 92.9%, significant at the 95% confidence level, the remaining 7.1% is influenced by other variables. (6) Selecting the best model for multiple regression resulted in two best regression models, namely: the hydraulic conductivity variable and the combination of the hydraulic conductivity variable with soil porosity. (7) Mapping of infiltration areas based on infiltration rates and the parameters that influence them in Padang City has been carried out and the results can be used as consideration for making policies in improving and handling floods in Padang City and revising the Padang City RTDR regarding groundwater infiltration zoning. (8) The use of infiltration wells and biopores to reduce excess runoff discharge and reduce flood discharge in Padang City is very ineffective, because it requires a very large number of infiltration wells and biopores and costs a lot of money. As a conversion of infiltration wells and biopores, it is best to build reservoirs with a minimum area of 1.28215 km², spread across all watersheds in Padang City.

Keywords: Infiltration Capacity, Unconfined Ground Water, Intensity Duration Frequency Curve, Alternating Block Method, HEC-HMS, Hyetograph, Ordinary Least Square, Analysis of Variance.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Studi S3 (Program Doktor). Selawat dan salam juga penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah memberikan pencerahan dan penerangan dalam kehidupan. Penulis telah menyelesaikan ujian tertutup pada Tanggal 21 Desember 2023 dan Ujian Terbuka (Promosi Doktor) pada Tanggal 6 Maret 2024, serta dapat mempertahankan Disertasi di depan tim penguji. Disertasi yang penulis susun ini berjudul: *Analisis Infiltrasi Untuk Penetapan Zonasi Resapan Air Tanah Tidak Tertekan Di Kota Padang*. Dalam menyelesaikan studi, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rektor dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Andalas yang telah memberikan izin belajar untuk melanjutkan studi S3.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Aprisal, MP., Bapak Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU. dan Bapak Prof. Ir. Lambok M. Hutasoit, Ph.D., sebagai Promotor dan Co Promotor yang telah banyak memberikan bantuan, saran, masukan dan pengarahan dalam menyelesaikan Disertasi ini.
3. Bapak Alm. Prof. Dr. Ir. Amrizal Saidi, M.Sc. yang juga berperan besar dalam penyelesaian Studi S3.
4. Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian, Ibu Prof. Dr. Ir. Melinda Noer, M.Sc. yang selalu mengarahkan dan mendorong untuk penyelesai studi S3.
5. Seluruh Tim Penguji Internal dan Eksternal: Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Istijono, ME.; Bapak Dr. Ir. Adrinal, MS.; Ibu Yuerlita, S.Si, M.Si, Ph.D. dan Bapak Revalin Herdianto, ST, M.Sc. Ph.D.
6. Seluruh Dosen, staf dan karyawan Program Studi S3 Ilmu Pertanian, Fakultas, Jurusan dan Pemusatan Ilmu Tanah Universitas Andalas.
7. Keluarga tercinta: Yani, Dina, Dini dan Dzaki yang selalu sabar dan *support* dalam penyelesaian Studi.
8. Seluruh teman mahasiswa doktoral yang selalu memberikan semangat.

Semoga seluruh kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap Disertasi ini bermanfaat untuk pengembangan keilmuan bidang Pertanian, Pemusatan Ilmu Tanah dan Hidrogeologi.

Padang, Maret 2024

Rusli HAR

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	i
RIWAYAT HIDUP	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xxiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	10
C. Tujuan Penelitian	13
D. Hipotesis	14
E. Manfaat Penelitian	15
F. Novelty	16
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	18
A. Kondisi Geologi	18
B. Kondisi Hidrogeologi Kota Padang	24
C. Sistem Air Tanah	31
D. Sistem Air Tanah Pada Zona <i>Unsaturated</i>	32
E. Pola Infiltrasi di Indonesia	36
F. Pengukuran Laju Infiltrasi	40
G. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi	45
H. Kesesuaian Kawasan Resapan Dengan Alokasi Peruntukan Lahan	49
I. <i>State of The Art</i> Dalam Bidang yang Diteliti	52

BAB III. BAHAN DAN METODE	72
A. Materi Penelitian	72
B. Metode Penelitian	73
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	129
A. Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Penelitian.....	129
B. Hasil Analisis Curah Hujan dan Debit Limpasan	141
C. Karakteristik Infiltrasi Kota Padang	227
D. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	241
E. Pemetaan Kawasan Resapan Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi	281
F. Analisis Sumur Resapan dan Biopori Untuk Panen Air Hujan	302
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	313
A. Kesimpulan	313
B. Saran	315
DAFTAR PUSTAKA	317
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Pembagian Zonasi Daerah Resapan Berdasarkan Laju Infiltrasi Akhir	52
Tabel 2.	Urutan <i>State Of The Art</i> Dalam Bidang yang Diteliti	53
Tabel 3.	Jumlah Titik dan Luas <i>Grid</i> Pengambilan Sampel Penelitian Setiap DAS.....	81
Tabel 4.	Metode Pengumpulan Data Penelitian	81
Tabel 5.	Delapan Kategori Kelas Penutupan Lahan Berdasarkan Area Bervegetasi dan Tidak Bervegetasi (Jansen dan regorio, 2002).....	86
Tabel 6.	Klasifikasi Penutupan Lahan Menurut SNI 7645:2010	86
Tabel 7.	Klasifikasi Penggunaan Lahan Menurut SNI 7645-1:2014	87
Tabel 8.	Ion Utama yang Terdapat Dalam Air	118
Tabel 9.	Data Perubahan Tata Guna Lahan Kota Padang dari Tahun 2005-2012 (Data BPS Kota Padang)	129
Tabel 10.	Data Perubahan Tata Guna Lahan Kota Padang dari Tahun 2013-2020 (Data BPS Kota Padang)	129
Tabel 11.	Rekapulasi Perubahan Tata Guna Lahan Di Kota Padang dari Tahun 2005 – 2020	140
Tabel 12.	Stasiun Penakar Curah Hujan Terdekat yang Berpengaruh pada Setiap DAS	142
Tabel 13.	Pengaruh Curah Hujan Dari Stasion Penakar Curah Hujan Pada Masing-masing DAS di Kota Padang	143
Tabel 14.	Urutan Nilai Curah Hujan Harian Maksimum <i>Polygon Thiessen</i> pada Setiap DAS di Kota Padang	145
Tabel 15.	Nilai Parameter Dispersi Statistik (Metode Normal dan Gumbel) untuk Seluruh DAS di Kota Padang	146
Tabel 16.	Parameter Statistik Dispersi Logaritma (Metode Log Normal dan <i>Log Pearson Type III</i>) Seluruh DAS di Kota Padang.....	146
Tabel 17.	Hasil Analisis Hujan Rencana Harian Maksimum Metode Distribusi Probabilitas – Distribusi Normal	148
Tabel 18.	Hasil Analisis Hujan Rencana HarianMaksimum Metode Distribusi Probabilitas – Distribusi Gumbel	149

Tabel 19.	Hasil Analisis Hujan Rencana HarianMaksimum Metode Distribusi Probabilitas – Distribusi Log Normal	150
Tabel 20.	Hasil Analisis Hujan Rencana HarianMaksimum Metode Distribusi Probabilitas – Distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	151
Tabel 21.	Urutan Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Dari yang Terbesar Hingga Terkecil pada Setiap DAS di Kota Padang.....	152
Tabel 22.	Penentuan Kelas Distribusi untuk Seluruh DAS Kota Padang.....	153
Tabel 23.	Parameter dan Interval Kelas Metode Normal pada Seluruh DAS di Kota Padang.....	154
Tabel 24.	Parameter dan Interval Kelas Distribusi Probabilitas Gumbel pada Seluruh DAS di Kota Padang.	155
Tabel 25.	Parameter dan Interval Kelas Metode Log Normal pada Seluruh DAS di Kota Padang.....	156
Tabel 26.	Parameter dan Interval Kelas Metode Log Pearson Type III pada Seluruh DAS di Kota Padang.....	156
Tabel 27.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Btg. Kandih.....	158
Tabel 28.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Btg. Air Dingin.....	158
Tabel 29.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Btg. Kuranji	158
Tabel 30.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Btg. Arau.....	159
Tabel 31.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Air Timbalun.....	159
Tabel 32.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Normal untuk DAS Sungai Pisang.....	160
Tabel 33.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Btg. Kandih.....	160
Tabel 34.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Btg. Air Dingin.....	161
Tabel 35.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Btg. Kuranji.....	161
Tabel 36.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Btg. Arau.....	162
Tabel 37.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Air Timbalun.....	162

Tabel 38.	Hasil Perhitungan Nilai χ^2 Distribusi Gumbel untuk DAS Sungai Pisang.....	163
Tabel 39.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Btg. Kandih.....	163
Tabel 40.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Btg. Air Dingin.....	164
Tabel 41.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Btg. Kuranji.....	164
Tabel 42.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Btg. Arau.....	165
Tabel 43.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Air Timbalun.....	165
Tabel 44.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Normal untuk DAS Sungai Pisang.....	165
Tabel 45.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Btg. Kandih.....	166
Tabel 46.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Btg. Air Dingin.....	166
Tabel 47.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Btg. Kuranji.....	167
Tabel 48.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Btg. Arau.....	167
Tabel 49.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Air Timbalun.....	168
Tabel 50.	Hasil Perhitungan χ^2 Distribusi Log Pearson Type III untuk DAS Sungai Pisang.....	168
Tabel 51.	Rekapitulasi Perbandingan Nilai χ^2 dan χ^2_{cr} (DAS Btg. Kandih).....	169
Tabel 52.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Kandih.....	173
Tabel 53.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Air Dingin.....	174
Tabel 54.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Kuranji.....	175
Tabel 55.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Arau.....	176

Tabel 56.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Air Timbalun.....	177
Tabel 57.	Intensitas Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Sungai Pisang.....	179
Tabel 58.	Luas Masing-masing Sub DAS Btg. Kandih	181
Tabel 59.	Luas Masing-masing Sub DAS Btg. Air Dingin	182
Tabel 60.	Luas Masing-masing Sub DAS Btg. Kuranji	183
Tabel 61.	Luas Masing-masing Sub DAS Btg. Arau	184
Tabel 62.	Luas Masing-masing Sub DAS Air Timbalun	185
Tabel 63.	Luas Masing-masing Sub DAS Sungai Pisang	186
Tabel 64.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Btg. Kandih.....	188
Tabel 65.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Btg. Air Dingin	188
Tabel 66.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Btg. Kuranji.....	189
Tabel 67.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Btg. Arau.....	189
Tabel 68.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Air Timbalun...	190
Tabel 69.	<i>Morphometry</i> dan Waktu Konsentrasi Sub DAS Sungai Pisang...	190
Tabel 70.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Btg. Kandih.....	192
Tabel 71.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Btg. Air Dingin.....	193
Tabel 72.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Btg. Kuranji.....	194
Tabel 73.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Btg. Arau.....	195
Tabel 74.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Air Timbalun.....	196
Tabel 75.	Nilai <i>Hyetograph</i> Dengan Metode ABM Untuk Periode Ulang 25 Tahun pada DAS Sungai Pisang.....	197
Tabel 76.	Daerah yang Terkena Banjir pada DAS Btg. Kandih.....	203
Tabel 77.	Daerah yang Terkena Banjir pada DAS Btg. Air Dingin.....	207
Tabel 78.	Daerah yang Terkena Banjir pada DAS Btg. Kuranji	211
Tabel 79.	Daerah yang Terkena Banjir pada DAS Btg. Arau	216

Tabel 80.	Daerah yang Terkena Banjir pada DAS Air Timbalun.....	221
Tabel 81.	Rekapitulasi Hasil Perhitunngn Debit Limpasan Pada Seluruh DAS di Kota Padang.....	225
Tabel 82.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Btg. Kandih Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi.....	229
Tabel 83.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Btg. Air Dingin Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi	231
Tabel 84.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Btg. Kuranji Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi	233
Tabel 85.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Btg. Arau Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi.....	235
Tabel 86.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Air Timbalun Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi.....	237
Tabel 87.	Kemampuan Resapan Tanah pada Kawasan DAS Sungai Pisang Kota Padang Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi	239
Tabel 88.	Rekapitulasi Kemampuan Resapan Tanah pada Seluruh Wilayah Kota Padang, Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi.....	240
Tabel 89.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Kadar Air Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	242
Tabel 90.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Porositas Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	244
Tabel 91.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Kepadatan Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	247
Tabel 92.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Konduktivitas Hidrolik Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	249
Tabel 93.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter <i>Matric Suction</i> Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	252
Tabel 94.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter <i>Matric Suction</i> Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	254
Tabel 95.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Kedalaman Muka Air Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	257
Tabel 96.	Kategori Variabel <i>Dummy</i> Untuk Klasifikasi Tekstur Tanah.....	259
Tabel 97.	Ringkasan Model dan Estimasi Parameter Tekstur Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang, Dari SPSS.....	260
Tabel 98.	Pengaruh Sifat Fisika Air Tanah Terhadap Nilai Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	262

Tabel 99. Rekapitulasi Hasil Analisis Regresi Sederhana <i>Linear</i> dan <i>Non Linear</i> , Variabel Independent Terhadap Laju Infiltrasi.....	263
Tabel 100. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov (Awal).....	266
Tabel 101. Hasil Deteksi Nilai <i>Outlier</i> (Awal) Dengan SPSS.....	266
Tabel 102. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov – Smirnov (Akhir).....	267
Tabel 103. Hasil Uji Multikolinearitas Dari SPSS.....	270
Tabel 104. Hasil Uji Autokorelasi Dari SPSS.....	271
Tabel 105. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda, Dari SPSS.....	272
Tabel 106. Hasil Uji Parsial <i>t</i> Dengan SPSS.....	275
Tabel 107. Hasil Uji Parsial <i>t</i> Dengan SPSS.....	278
Tabel 108. Nilai Koefisien Determinasi (R^2).....	279
Tabel 109. Model Regresi Metode <i>Stepwise</i>	280
Tabel 110. Hasil Pemilihan Model Regresi Metode <i>Stepwise</i>	281
Tabel 111. Lokasi Pengujian Sumur Resapan dan Biopori.....	302
Tabel 112. Kapasitas Sumur Resapan Dari Talang Air, SRTL-1 dan SRTL-2.....	305
Tabel 113. Kapasitas Sumur Resapan Di Tempat Terbuka SRDT-1 dan SRDT-2.....	307
Tabel 114. Kapasitas Resapan Pada Biopori.....	308
Tabel 115. Efektivitas Sumur Resapan dan Biopori Pada DAS Btg. Kuranji dan DAS Btg. Air Dingin Kota Padang.....	310
Tabel 116. Efektivitas Sumur Resapan dan Biopori Pada DAS Btg. Kandih, Btg. Arau, Air Timbalun dan Sungai Pisang Kota Padang.....	311

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Peta Geologi Kota Padang (Modifikasi dari Peta Geologi Lembar Padang, Solok dan Painan).....	23
Gambar 2.	Peta Hidrogeologi Kota Padang (Modifikasi dari Peta Hidrogeologi Lembar Padang, Solok dan Painan)	25
Gambar 3.	Lokasi Pemboran Lahmeyer International (1986).....	27
Gambar 4.	Korelasi Litologi Sumur SP. No. X (Derah Banjir Kanal)- Sumur No. VII (Simpang Damar) dan Sumur Nomor IV (Daerah Muaro Padang), Rusli HAR (2017).....	28
Gambar 5.	Korelasi Litologi sumur 3a-Sumur 5c (Btg. Kuranji) dan Sumur 7c, Rusli HAR (2017).....	29
Gambar 6.	Pembagian Vertikal Zonasi Air Tanah pada Akuifer Tidak Tertekan.....	33
Gambar 7.	Hubungan Antara Infiltrasi Dengan Aliran Permukaan dan Curah Hujan (Arsyad 1989)	41
Gambar 8.	Grafik Infiltrasi Akumulatif Sebagai Fungsi Dari Waktu Model Kostiakov.....	44
Gambar 9.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pergerakan Air Ke Dalam Tanah (Ward dan Elliot, 1995).....	48
Gambar 10.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi	49
Gambar 11.	Kerangka Konseptual Penelitian	74
Gambar 12.	Tahapan dan Diagram Alir Penelitian Tahap I	75
Gambar 13.	Tahapan dan Diagram Alir Penelitian Tahap II	76
Gambar 14.	Tahapan dan Diagram Alir Penelitian Tahap III	77
Gambar 15.	Pembagian <i>Grid</i> dan Titik Ril Pengambilan Sampel di Lapangan	80
Gambar 16.	Kedalaman Hujan Rencana di Suatu Titik Waktu Pada <i>Curve IDF</i>	96
Gambar 17.	Hyetograf Hujan Rencana	97
Gambar 18.	<i>Hyetograph</i> Dengan <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	98
Gambar 19.	Grafik Infiltrasi Kumulatif Sebagai Fungsi Dari Waktu Model Kostiakov	102
Gambar 20.	Contoh Grafik Karakteristik Laju Infiltrasi Fungsi <i>Power</i> , Dengan Metode Kostikov	103

Gambar 21.	Model Log Litologi Hasil Deskripsi <i>Cutting</i> Pemboran	112
Gambar 22.	Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Jenuh Dengan Metode <i>Falling Head</i>	113
Gambar 23	Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Jenuh Dengan Metode <i>Constant Head</i>	114
Gambar 24.	Segitiga Kelas Tekstur Tanah	115
Gambar 25.	Diagram <i>Trilinier Piper</i>	117
Gambar 26.	Peta Kemiringan Lahan Daerah Penelitian	119
Gambar 27.	Desain Sumur Resapan Pada Talang Air	120
Gambar 28.	Tampak Atas Desain Sumur Resapan yang Dikombinasikan dengan Biopori.....	121
Gambar 29.	Model Grafik Kecepatan Meresapkan Air Pada Sumur Resapan	122
Gambar 30.	Peta Administrasi Kota Padang	126
Gambar 31.	Peta Lokasi Penelitian dan Batas Daerah Penelitian	127
Gambar 32.	Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Padang	128
Gambar 33.	Peta Tata Guna Lahan Kota Padang Tahun 2017	130
Gambar 34.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Perumahan	131
Gambar 35.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Tanah Perusahaan.....	133
Gambar 36.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Tanah Jasa	134
Gambar 37.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Sawah Non Irigasi.....	135
Gambar 38.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Ladang.....	136
Gambar 39.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Kebun Campuran.....	137
Gambar 40.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Tanah Kosong	139
Gambar 41.	Grafik Perubahan Luas Untuk Lahan Semak.....	140
Gambar 42.	Diagram Alir Analisis Curah Hujan dan Debit Limpasan.....	141
Gambar 43.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Kandih.....	173
Gambar 44.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Air Dingin.....	174
Gambar 45.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Kuranji.....	175

Gambar 46.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Btg. Arau.....	177
Gambar 47.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Air Timbalun.....	178
Gambar 48.	Kurva IDF (<i>Intensity Duration Frequency Curve</i>) Dengan Periode Ulang 5 – 100 Tahun Pada DAS Sungai Pisang.....	179
Gambar 49.	Pembagian Sub DAS Btg. Kandih	181
Gambar 50.	Pembagian Sub DAS Btg. Air Dingin	181
Gambar 51.	Pembagian Sub DAS Btg. Kuranji	182
Gambar 52.	Pembagian Sub DAS Btg. Arau	183
Gambar 53.	Pembagian Sub DAS Air Timbalun	184
Gambar 54.	Pembagian Sub DAS Sungai Pisang	185
Gambar 55.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Btg. Kandih.....	192
Gambar 56.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Btg. Air Dingin.....	193
Gambar 57.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Btg. Kuranji.....	194
Gambar 58.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Btg. Arau.....	196
Gambar 59.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Air Timbalun.....	197
Gambar 60.	<i>Hyetograph</i> Hujan Rancangan Dengan <i>Alternating Block Method</i> (ABM), Periode Ulang Hujan 25 Tahun pada DAS Sungai Pisang.....	198
Gambar 61.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Btg. Kandih.....	199
Gambar 62.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 1</i> , DAS Btg. Kandih Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	200
Gambar 63.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 2</i> , DAS Btg. Kandih Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	200

Gambar 64.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 3</i> , DAS Btg. Kandih Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	201
Gambar 65.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet</i> , DAS Btg. Kandih Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	201
Gambar 66.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Btg. Kandih Kota Padang...	202
Gambar 67.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Btg. Air Dingin.....	203
Gambar 68.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 1</i> , DAS Btg. Air Dingin Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	204
Gambar 69.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 2</i> , DAS Btg. Air Dingin Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	204
Gambar 70.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 3</i> , DAS Btg. Air Dingin Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	205
Gambar 71.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet</i> , DAS Btg. Air Dingin Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	205
Gambar 72.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Btg. Air Dingin Kota Padang.....	206
Gambar 73.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Btg. Kuranji.....	207
Gambar 74.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 1</i> , DAS Btg. Kuranji Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	208
Gambar 75.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 2</i> , DAS Btg. Kuranji Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	208
Gambar 76.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 3</i> , DAS Btg. Kuranji Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	209
Gambar 77.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet</i> , DAS Btg. Kuranji Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	209
Gambar 78.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Btg. Kuranji Kota Padang...	210

Gambar 79.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Btg. Arau.....	212
Gambar 80.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 1</i> , DAS Btg. Arau Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	212
Gambar 81.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 1</i> Pintu Banjir Kanal DAS Btg. Arau Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	213
Gambar 82.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 2</i> Bukit Padang DAS Btg. Arau Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	213
Gambar 83.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 3</i> Banjir Kanal DAS Btg. Arau Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	214
Gambar 84.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Btg. Arau Kota Padang.....	215
Gambar 85.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Air Timbalun.....	217
Gambar 86.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Junction 1</i> , DAS Air Timbalun Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	218
Gambar 87.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 1</i> , DAS Air Timbalun Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	218
Gambar 88.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 2</i> , DAS Air Timbalun Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	219
Gambar 89.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 3</i> , DAS Air Timbalun Dengan Periode Ulang 25 Tahun.	220
Gambar 90.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Air Timblun Kota Padang.....	221
Gambar 91.	Pembagian Sub DAS, <i>Junction</i> , <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> pada DAS Sungai Pisang.....	222
Gambar 92.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 1</i> (Sub DAS 1), DAS Sungai Pisang Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	222
Gambar 93.	Debit Limpasan dan Grafik Hidrograf Debit Limpasan pada <i>Outlet 2</i> (Sub DAS 2), DAS Sungai Pisang Dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	223

Gambar 94.	Peta Kawasan Banjir Pada DAS Sungai Pisang Kota Padang	224
Gambar 95.	Peta Kawasan Banjir di Kota Padang	226
Gambar 96.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (K-14) di Kawasan DAS Btg. Kandih.....	228
Gambar 97.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (D-3) di Kawasan DAS Btg. Air Dingin.....	230
Gambar 98.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (J-26) di Kawasan DAS Btg. Kuranji.....	232
Gambar 99.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (A-15) di Kawasan DAS Btg. Arau.....	234
Gambar 100.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (T-9) di Kawasan DAS Air Timbalun.....	237
Gambar 101.	Karakteristik Infiltrasi pada Salah Satu Titik Pengukuran (P-9) di Kawasan DAS Sungai Pisang.....	238
Gambar 102.	Grafik Regresi <i>Eksponensial</i> Hubungan Kadar Air Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	243
Gambar 103.	Grafik Regresi <i>Logistic</i> Hubungan Porositas Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	245
Gambar 104.	Grafik Regresi <i>Exponential</i> Hubungan Kepadatan Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	248
Gambar 105.	Grafik Regresi <i>Linear</i> Hubungan Konduktivitas Hidrolik Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	250
Gambar 106.	Grafik Regresi <i>Cubic</i> Hubungan <i>Matric Suction</i> Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	253
Gambar 107.	Grafik Regresi <i>Cubic</i> Hubungan Bahan Organik Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	255
Gambar 108.	Grafik Regresi <i>Cubic</i> Hubungan Kedalaman MAT Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	258
Gambar 109.	Grafik Regresi <i>Logistic</i> Hubungan Tekstur Tanah Dengan Laju Infiltrasi di Kota Padang.....	261
Gambar 110.	Hasil <i>P-P Plot</i> Uji Normalitas (Awal) Terhadap Data Penelitian.....	265
Gambar 111.	Hasil <i>P-P Plot</i> Uji Normalitas (Akhir) Terhadap Data Penelitian.....	267
Gambar 112.	Hasil <i>Scatter Plot</i> Dari SPSS, Terhadap Sebaran Data Penelitian.....	269

Gambar 113.	Peta Zonasi Infiltrasi di Kota Padang.....	283
Gambar 114.	Peta Penyebaran Nilai Konduktivitas Hidrolik Tanah di Kota Padang.....	284
Gambar 115.	Peta Penyebaran Nilai <i>Matric Suction</i> di Kota Padang	285
Gambar 116.	Peta Penyebaran Kepadatan Tanah di Kota Padang	286
Gambar 117.	Peta Penyebaran Nilai Porositas Tanah di Kota Padang	287
Gambar 118.	Peta Jenis Tanah di Kota Padang	288
Gambar 119.	Peta Penyebaran Bahan Organik Tanah di Kota Padang.....	299
Gambar 120.	Peta Kontur Muka Air Tanah dan Pola Aliran Air Tanah Tidak Tertekan di Kota Padang	290
Gambar 121.	Peta Penyebaran Nilai DO Air Tanah di Kota Padang.....	291
Gambar 122.	Peta Penyebaran Nilai pH Air Tanah di Kota Padang.....	292
Gambar 123.	Peta Penyebaran Nilai mV Pada Air Tanah di Kota Padang.....	293
Gambar 124.	Peta Penyebaran Nilai Resistivitas Air Tanah di Kota Padang	294
Gambar 125.	Peta Penyebaran Nilai Salinitas Air Tanah di Kota Padang...	295
Gambar 126.	Peta Penyebaran Nilai Konduktivitas Air Tanah di Kota Padang	296
Gambar 127.	Peta Penyebaran Nilai TDS Air Tanah di Kota Padang.....	297
Gambar 128.	Grafik Fluktuasi Resapan Air Hujan: (a) Pada Sumur Resapan SRTL-1 dan (b) Sumur Resapan SRTL-2.....	304
Gambar 129.	Grafik Resapan Sesaat Terhadap Waktu Pada Sumur Resapan. (a) Proses Pengisian dan Resapan SRTL-1; (b) Pada Proses Resapan SRTL-1; (c) Proses Pengisian dan Resapan SRTL-2; (d) Pada Proses Resapan SRTL-2.....	304
Gambar 130.	Grafik Fluktuasi Resapan Air Hujan: (a) Pada Sumur Resapan SRDT-1 dan (b) Sumur Resapan SRDT-2.....	306
Gambar 131.	Grafik Resapan Sesaat Terhadap Waktu Pada Sumur Resapan. (a) Proses Pengisian dan Resapan SRDT-1; (b) Pada Proses Resapan SRDT-1; (c) Proses Pengisian dan Resapan SRDT-2; (d) Pada Proses Resapan SRDT-2.....	306
Gambar 132.	Grafik Resapan Biopori Pada DAS Btg. Kuranji.....	308
Gambar 133.	Grafik Resapan Biopori Pada DAS Btg. Air Dingin.....	309

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Olahan Tata Guna Lahan Kota Padang Periode Tahun 2005 – 2017.
- Lampiran 2. Peta Tata Guna Lahan Kota Padang 2007 - 2017
- Lampiran 3. Data Curah Hujan dan BMKG Kota Padang
- Lampiran 4. Analisis Curah Hujan Kota Padang
- Lampiran 5. Rata-Rata *Reduce Variate* (Y_n), Hubungan *Reduced Standar Deviation* (S_n), *Reduced Variated* sebagai Fungsi Balik (Y_t), Tabel z untuk Distribusi Normal.
- Lampiran 6. Data Primer penelitian (Infiltrasi, Kadar Air, Porositas, Kepadatan Tanah, Konduktivitas Hidrolik, *Matric Suction*, C-Organik, Bahan Organik, Kedalaman Muka Air Tanah, Tekstur Tanah dan Sifat Fisik Air Tanah)
- Lampiran 7. Analisis Data Infiltrasi Seluruh DAS
- Lampiran 8. Analisis Statistik (Output SPSS), Regresi Linear Sederhana dan Regesi Berganda
- Lampiran 9. Analisis Data Sumur Resapan dan Bio Pori

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

ABM	: <i>Alternating Block Method</i>
Akuifer	: Berasal dari kata <i>aquifer</i> (bahasa Inggris) atau <i>Aquiferre</i> (bahasa Latin). Akifer merupakan suatu formasi batuan yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dengan jumlah yang berarti (<i>significant</i>).
Akuifug	: <i>Aquifuge</i> , lapisan batuan yang kedap air, tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air, misalkan batuan kristalin dan metamorf kompak.
Akuiklud	: <i>Aquiclude</i> , lapisan batuan yang mampu menyimpan air, tetapi tidak dapat mengalirkan dalam jumlah yang berarti misalnya lempung, serpih, tuf halus, lanau.
Akuitar	: <i>Aquitard</i> , lapisan batuan yang dapat menyimpan air dan mengalirkan dalam jumlah yang terbatas, misalnya lempung pasir (<i>sandy clay</i>).
BIM	: Bandara Internasional Mingakabau
Btg	: Batang atau Sungai
C	: Koefisien limpasan
<i>Canstan Head</i>	: Metode mengukur konduktivitas hidrolik (K) dengan metode tinggi air tetap atau konstan pada tabung permeameter
Ck	: Koefisien Kurtosis
CN	: <i>Curve Number</i>
Conductivity	: Disebut juga Daya Hantar Listrik (DHL), adalah gambaran secara numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Semakin banyak garam-garam terlarut di dalam air yang dapat terionisasi, maka semakin tinggi pula nilai DHL.
<i>Cone Of Groundwater Depression</i>	: Kerucut penurunan muka air tanah
<i>Confined Aquifer</i>	: Akuifer yang tertekan karena dibatasi oleh dua lapisan yang kedap air (<i>impermeable</i>) di bagian atas dan di bagian bawahnya
Cs	: Koefisien kemencengan
Cv	: Koefisien variasi
DAS	: Daerah Aliran Sungai

<i>Dependent Variable</i>	: Variabel terikat yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas.
<i>Discharge Area</i>	: Daerah luasan
DK	: Derajat Kebebasan
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i> atau oksigen terlarut dalam air. Jumlah DO dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air.
<i>DW Test</i>	: Uji Durbin-Watson
<i>Ef</i>	: Nilai frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas
<i>Falling Head</i>	: Metode mengukur konduktivitas hidrolis dengan metode penurunan muka air pada tabung permeameter
FAPERTA	: Fakultas Pertanian
f_p	: Kapasitas Infiltrasi (cm/menit)
FWI	: <i>Forest Watch Indonesia</i>
HEC-HMS	: <i>Hydrologic Engineering Center-Hydrology Modeling System</i>
HSS Nakayasu	: Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu
<i>Hyetograph</i>	: Histogram yang menggambarkan hubungan antara kedalaman hujan (sebagai ordinat) dan waktu (sebagai absis).
IBM	: <i>International Business Machines Corporation</i>
IDF	: <i>Intensity Duration Frequency Curve</i>
<i>Impermeable Layer</i>	: Sebuah bidang atau lapisan yang kedap air
<i>Independent Variable</i>	: Variabel bebas yang memengaruhi atau menyebabkan perubahan pada faktor yang diukur atau dipilih oleh peneliti dalam mengetahui hubungan antara fenomena yang diamati.
<i>Inflow</i>	: Arus air yang masuk dari sebuah saluran atau sungai
<i>Junction</i>	: Persimpangan atau percabangan aliran dari sebuah sungai
K	: Konduktivitas Hidrolis (cm/menit)

Kipas Aluvial	: Endapan sedimen yang berbentuk seperti kipas dan terbentuk oleh aliran sungai. Aliran tersebut berasal dari satu titik di ujung kipas. Kipas aluvial biasanya dapat ditemui di wilayah pegunungan yang mengalami erosi.
KRUHA	: Koalisi Rakyat untuk Hak Atas Air
<i>Land Subsidence</i>	: Penurunan Tanah, timbul akibat pengambilan air tanah yang berlebihan pada zona <i>confined aquifer</i> ; penurunan muka tanah yang disebabkan oleh beberapa faktor penyebab seperti proses-proses geologi, pengambilan bahan cair dari dalam tanah yaitu air tanah atau minyak bumi, adanya beban-beban berat di atasnya seperti struktur bangunan sehingga lapisan-lapisan tanah di bawahnya mengalami konsolidasi, pengambilan bahan padat dari tanah (aktivitas penambangan)
Litologi	: Litologi dari unit batuan adalah deskripsi karakteristik yang fisiknya terlihat di singkapan, bisa dipegang, sampel inti atau dengan menggunakan mikroskop perbesaran rendah. Karakteristik fisiknya meliputi warna, tekstur, ukuran butir dan komposisi. Litologi merupakan dasar pengelompokan sekuens batuan menjadi unit individu litostratigrafik guna keperluan pemetaan dan korelasi antar wilayah
<i>Log X</i>	: Nilai Rata-rata sebaran Log
<i>Matric Suction</i>	: Daya hisap tanah
Metode Green-Ampt	: Metode perhitungan kapasitas infiltrasi yang dikembangkan oleh Green dan Ampt (1911)
Metode Kirpich dan MC Demot	: Metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi aliran air dalam sebuah sungai
Metode <i>Polygon Thiessen</i>	: Poligon Thiessen digunakan apabila dalam suatu wilayah stasiun pengamatan curah hujannya tidak tersebar merata. Metode ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak
<i>Morphometry</i>	: Pengukuran bentuk dan struktur luas dari bentuk sungai untuk pencirian dalam suatu analisis kuantitatif
<i>Outflow</i>	: Arus air yang keluar dari sebuah saluran atau sungai
<i>Of</i>	: Nilai frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Pc	: <i>Capillary Pressure</i>
PUH	: Periode Ulang Hujan
Qf	: Kipas Aluvium: Terdiri dari hasil rombakan andesit berasal dari gunung api strato (Qtau) dimana permukaannya ditutupi oleh bongkah-bongkah andesit.
QTau	: Aliran yang tak teruraikan yang tersusun atas: Lahar, fanglomerate dan endapan – endapan koluvium yang lain.
QTp	: Andesit atau Forfir Dasit. umumnya mengandung hornblenda, masa dasar agak gelas dengan beberapa mineral mafik yang telah digantikan oleh epidot dan klorit
QTt	: Tuf kristal yang telah mengeras, sifatnya keras dan tersementasi dengan baik. Satuan batuan ini tersingkap dengan baik di pinggir jalan raya antara Teluk Bayur menuju arah perbatasan Painan. Di perbatasan antara Bungus Teluk Kabung dengan Siguntur, batuan ini terfoliasi secara kuat dan memperlihatkan bentuk lipatan drag fold serta breksiasi oleh suatu sesar naik.
Qtta	: Andesit dan Tuf, berselingan dan atau andesit sebagai inklusi di dalam tufa. Satuan batuan ini dapat diamati dengan baik di kawasan perbukitan Gado-Gado Gunung Padang
<i>Recharge area</i>	: Daerah yang menjadi tempat resapan air ke dalam sistem akuifer bebas dan akuifer tertekan.
RTRW	: Rencana Tata Ruang Wilayah
RUTR	: Rencana Umum Tata Ruang
S	: Simpangan Baku
Salinitas	: Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air
<i>Sand Cone</i>	: Alat yang digunakan untuk mengukur kepadatan tanah di lapangan
<i>Saturated Zone</i>	: <i>Lapisan Jenuh Air</i>
SCS	: <i>Soil Concevation Service</i>
Sn	: <i>Reduced Standard Deviation</i>
SPSS	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>

Stratigrafi	: Ilmu yang membahas aturan, hubungan dan kejadian (geneses) macam-macam batuan di alam dengan ruang dan waktu.
<i>Surface Run Off</i>	: Suatu aliran yang mengalir di atas permukaan menuju tempat yang lebih rendah seperti: sungai, danau, atau laut yang disebabkan curah hujan melebihi laju infiltrasi.
Sx	: Simpangan Deviasi
TDS	: <i>Total Dissolve Solid</i> atau jumlah zat padat terlarut. TDS merupakan salah satu indikator dari jumlah partikel atau zat berupa senyawa organik maupun non organik yang ada di dalam air
<i>Unconfined Aquifer</i>	: Akuifer yang tidak tertekan dimana tekanannya sama dengan tekanan atmosfer
<i>Unsaaturated Zone</i>	: Zona atau daerah yang tidak jenuh air
VIF	: Variance Inflation Factor
Waktu Konsentrasi	: waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran
χ^2	: Chi-Kuadrat untuk menguji distribusi probabilitas digunakan uji
χ^2_{cr}	: Chi-Kuadrat Kritis
X_r	: Nilai Rata-rata
X_t	: Frekuensi curah hujan rencana
Y_n	: <i>Reduced mean</i>
Y_t	: <i>Reduced variate</i>
z	: <i>Gravitational Head</i> (Elevasi)
∇H	: Gradien hidrolis yang mencakup <i>suction</i> dan komponen gravitasi.
ψ	: <i>Matric Suction</i>
ψ_t	: Potensial Total
ψ_g	: Potensial Gravitasi
ψ_p	: Potensial Tekanan
ψ_o	: Potensial Osmotik

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk yang diikuti dengan pembangunan yang begitu pesat diberbagai sektor, menyebabkan terjadinya perubahan fungsi lahan yang semula berupa lahan terbuka hijau dan hutan, menjadi daerah permukiman, perkotaan, industri, pertambangan, pariwisata dan pembangunan lainnya. Perubahan ini tidak hanya terjadi di kawasan perkotaan, namun sudah merambah ke kawasan budidaya dan kawasan lindung yang berfungsi sebagai daerah resapan air. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah berkurangnya kawasan resapan dan menurunnya volume air yang meresap ke dalam sistem tanah pada saat hujan, sehingga akan meningkatkan volume aliran permukaan (*surface run off*) sebagai penyebab terjadinya banjir, menurunnya kualitas air dan ketidakseimbangan debit air pada musim hujan maupun pada musim kemarau.

Pada musim hujan, debit air meningkat karena serapan tanah rendah dan sungai-sungai yang ada tidak mampu menampung limpasan air hujan, sehingga mengakibatkan banjir di beberapa kawasan dan menurunkan kualitas air. Karena pada saat banjir akan terjadi akumulasi kontaminasi yang ikut meresap ke dalam sistem air tanah. Sedangkan pada musim kemarau, simpanan air di dalam sistem akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) dan air permukaan berkurang sehingga mengakibatkan kekeringan.

Permintaan terhadap air bersih untuk keperluan domestik dan industri dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut banyak mengandalkan sumber air tanah, baik air tanah tidak tertekan maupun air tanah tertekan. Sedangkan air permukaan, tidak bisa diandalkan karena cadangannya terbatas dan terus mengalami degradasi kuantitas dan kualitas. Penggunaan air tanah secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhan tersebut di atas, akan menyebabkan terjadi ketidakseimbangan antara jumlah pengambilan terhadap jumlah pengisian air tanah. Dampak lanjutannya adalah muka air tanah cenderung mengalami penurunan dari tahun ke tahun dan akan membentuk *cone of groundwater depression*, intrusi air asin ke dalam sistem

akuifer, menurunnya daya dukung tanah, menurunnya kompresibilitas akuifer dan fenomena amblesan tanah (*land subsidence*).

Air tanah sebagai salah satu sumberdaya air yang strategis dan terbatas, memiliki peran multifungsi yang saat ini menjadi komoditas ekonomi yang berperan vital dalam menunjang pembangunan, memiliki fungsi sosial dan lingkungan hidup, pemanfaatannya harus dilakukan secara berhati-hati. Pemanfaatan secara berlebihan akan menimbulkan dampak negatif berupa degradasi kuantitas dan kualitas sumberdaya ini serta pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar. Terkait dengan fungsi ekonomi, air merupakan elemen utama bagi kegiatan produksi, baik di sektor pertanian maupun sektor manufaktur. Khusus di bidang pertanian, air memiliki peran yang sangat penting, karena tanpa air hampir dapat dipastikan kegiatan pertanian akan menurun atau tidak menghasilkan.

Pada saat ini masih banyak aktivitas pertanian masyarakat yang pemenuhan kebutuhan airnya bergantung pada siklus alam. Dengan adanya berbagai anomali alam, siklus tersebut sudah tidak beraturan yang akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas pertanian, pencemaran dan krisis air yang terjadi di beberapa kawasan (Sutrisno dan Pasandaran, 2017).

Dalam rangka menjaga ketahanan sumber daya air, Kementerian PUPR Republik Indonesia (PUPR, 2023) telah mengeluarkan kebijakan dengan memberi kontribusi terhadap pengelolaan sumber daya air yang berlandaskan pada: aspek efisiensi, konservasi, perlindungan, sistem distribusi dan peran serta masyarakat untuk melakukan panen air hujan dan air limpasan dengan cara membuat *artificial recharge* seperti pembuatan biopori dan sumur-sumur resapan. Secara teknis, pengelolaan sumberdaya air dapat dilakukan dengan membangun infrastruktur di bidang sumber daya air di seluruh Indonesia seperti: Bendungan, Waduk, jaringan irigasi dan sistem pengendali banjir (Amron, 2010). Sampai saat ini tahun 2023 telah terbangun 1.613 Embung, 496 Bendungan dan Waduk di seluruh Indonesia dengan total tampungan sebesar 19,694 miliar m³ (Kirmanto, 2012; PUPR, 2023).

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan air untuk lahan pertanian dan penyediaan pangan, perkembangan nilai air dan lahan saat ini sangat berbeda

bila dibandingkan dengan fase awal. Pada fase pertama, lahan dan air tersedia berlebihan, nilainya rendah dan konflik yang timbul juga rendah. Pada fase kedua, terjadi perbaikan efisiensi sumber daya air. Nilai air dan lahan meningkat, konflik lokal mulai muncul. Selanjutnya pada fase ketiga, terjadi transfer sumber daya lahan dan air ke sektor penggunaan yang bernilai ekonomi lebih tinggi. Akibatnya timbul konflik lokal dan antar sektor semakin meluas dan terbuka (Pasandaran, 2005; Sutrisno dan Pasandaran, 2017). Sehingga pengalokasian dan pendistribusian air antar sektor dan antar wilayah makin kompleks. Pengguna air umumnya mengabaikan usaha konservasi air yang seharusnya dilakukan. Hal ini makin memberikan tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air dan pasokan air untuk berbagai penggunaan (Sosiawan dan Subagyo, 2009).

Karena adanya ketidak pastian jaminan ketersediaan air untuk pertanian secara terus menerus dan isu irigasi lahan kering, maka Menteri Pertanian dalam Peraturan No. 79/Permentan/OT.140/12/2012, tentang Pedoman Pembinaan dan Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air, telah menetapkan kebijakan agar dapat menyediakan air sepanjang tahun dengan melaksanakan panen hujan dan aliran permukaan melalui modifikasi karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). Langkah ini merupakan alternatif untuk menampung air di musim hujan dan menyediakan serta mendistribusikannya agar tidak mengalami kekeringan pada musim kemarau. Untuk meningkatkan motivasi petani, maka teknologi panen hujan dan aliran permukaan tersebut perlu diintegrasikan dengan sistem usaha tani dengan mengembangkan komoditas bernilai ekonomi tinggi (Permentan, 2012).

Berdasarkan pengalaman dari beberapa penelitian terdahulu, peningkatan ketersediaan air menurut ruang (spasial) dan waktu (temporal), berdampak pada peningkatan indeks panen (IP) dan jumlah serta jenis komoditas yang dapat dibudidayakan. Pada umumnya terjadi perubahan pola tanam dari tanaman pangan ke komoditas hortikultura/bernilai ekonomi tinggi. Perubahan tersebut membutuhkan tambahan air irigasi atau pengelolaan sumber air terutama pada awal musim kemarau. Diversifikasi jenis dan jumlah komoditas yang diusahakan juga akan menghabiskan curahan tenaga kerja

petani pada komoditas tersebut. Meskipun secara ekonomis dampak panen hujan dan aliran permukaan sangat menguntungkan, namun hasilnya belum mencapai optimal. Untuk itu diperlukan introduksi teknologi dalam mendistribusikan air yang lebih hemat tenaga kerja (*less labor intensive*) (Irianto, *et al.*, 2002).

Ada beberapa teknik panen air hujan dan aliran permukaan yang telah diaplikasikan oleh masyarakat pertanian di beberapa negara berkembang sejak tahun 1970 seperti: Ethiopia, Cina dan Thailand (Zhu, 2003; Aksornrat, 2003). Cara ini termasuk teknik pengelolaan kesuburan tanah dan konservasi kelembaban tanah. Selain untuk memenuhi keperluan pertanian, panen hujan yang disimpan dalam bentuk kolam (*ponds*), dam kecil (*micro dams*), tumpukan batu dan teras, penampungan air dari atap rumah juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik (Alamerew, 2003). Di Jakarta sejak tahun 2013, sudah terbangun sebanyak 1.949 buah sumur resapan dan pada tahun 2018 sudah terealisasi sebanyak 6.500 buah yang digunakan untuk mengisi air tanah dan penanggulangan banjir (Marpaung, 2018; Dinas Perindustrian dan Energi DKI, 2019).

Sehubungan dengan permasalahan di atas, Kota Padang sebagai daerah yang sedang tumbuh dan berkembang, mengalami masalah dalam penanganan sumber daya air dan sumber daya lahan, terutama berhubungan dengan bencana alam gempa, longsor dan banjir. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, bencana alam yang dominan terjadi di Sumatera Barat khususnya Kota Padang adalah bencana banjir. Faktor penyebabnya cukup kompleks, diantaranya adalah: (1) tingginya curah hujan Kota Padang, rata-rata 4.122 mm/tahun (BPS, 2017), (2) terjadi luapan air dari sungai yang pada umumnya berukuran pendek, (3) ketidakmampuan tanah untuk meresapkan air ke dalam tanah (Rusli, 2006), (4) tidak adanya sinergi pengelolaan hulu dan hilir kawasan DAS yang diikuti dengan rusaknya kawasan hutan di bagian hulu yang berfungsi sebagai *buffer zone* akibat dari *illegal logging*, (5) buruknya sistem drainase perkotaan, (6) perpindahan permukiman dan fasilitas pemerintahan ke arah Timur (zona resapan) akibat adanya isu Tsunami, (7) pembangunan kawasan industri dan pertambangan, (8) pusat perniagaan, (9) pembukaan lahan pertanian

monokultur, (10) pendangkalan alur sungai akibat tingginya tingkat sedimentasi dan (11) limpasan dari hulu sungai, seperti yang sering terjadi pada DAS Btg. Air Dingin Kota Padang (BPS, 2017). Semua faktor di atas menyebabkan rusaknya kawasan hutan dan berkurangnya kawasan resapan air. Kerusakan kawasan hutan diperlukan waktu 50-100 tahun untuk memulihkan hingga kembali pada kondisi semula (Manan, 2006). Bahkan di Amerika dan negera-negara Eropa lainnya sudah mencoba memperbaiki kerusakan hutannya melalui reboisasi. Hasilnya, mereka harus menunggu hingga 250 tahun untuk mendapatkan kondisi semula (FWI, 2018).

Daerah Sumatera Barat, tercatat sebanyak 310 kawasan yang rawan terkena banjir dengan jumlah lahan yang tergenang mencapai 49.119,96 ha yang meliputi: kawasan perkotaan dan permukiman (4.811,62 ha), lahan pertanian dan perkebunan (44.308,34 ha) dan jalur transportasi yang berpotensi digenangi banjir sepanjang 370,7 km serta dampak secara tak langsung terhadap abrasi pantai sepanjang 10 km. Dari data tersebut di atas, Kota Padang menempati urutan pertama kawasan rawan banjir dengan 56 titik genangan, 768,47 ha daerah perkotaan/permukiman, 2.446,40 ha kawasan pertanian/perkebunan, 61,85 km jalur transportasi dan 7,0 km abrasi pantai (PSDA Sumbar, 2017 - 2023).

Penanganan masalah banjir di Kota Padang tidak cukup dilakukan hanya dengan membenahi faktor penyebab secara parsial saja, seperti memperbaiki saluran pembuang, membenahi sistem jaringan drainase dan bahkan menambah saluran-saluran baru. Akan tetapi harus dilakukan secara holistik dan terintegrasi di dalam satu manajemen banjir. Upaya yang dapat dilakukan adalah melalui upaya struktur (*in-stream*) dan non struktur (*off-stream*) (Kirmanto, 2012). Upaya struktur (*in-stream*) banyak diterapkan hampir di seluruh negara-negara di dunia yang mengalami masalah banjir. Di Kota Padang telah dilakukan sebanyak 2 tahap dalam bentuk normalisasi sungai Btg. Arau, Btg. Jirak, Btg. Kuranji, Btg. Balimbing, Btg. Laras dan Btg. Air Dingin sepanjang 21,11 Km dan rehabilitasi drainase Purus, Ulak Karang sepanjang 8,22 Km. Tahap pertama meliputi kawasan Kec. Padang Selatan dan Padang Barat, telah dimulai pada tahun sejak tahun 1991-1996. Tahap kedua meliputi

kawasan Kec. Padang Barat, Padang Utara dan Padang Timur, dimulai pada tahun 1996-2001. Fasilitas pengendalian banjir ini dapat mengamankan areal seluas 3.500 ha (Dinas PUPR Kota Padang, 2014).

Upaya non struktur (*off-stream*) atau upaya preventif, penerapannya masih sangat terbatas dan menghadapi banyak kendala seperti: masalah kelembagaan, politis, ekonomi, sosial dan kultural. Kegiatan non struktural bertujuan untuk menghindarkan dan menekan besarnya masalah yang ditimbulkan oleh banjir, antara lain: (1) mengatur pembudidayaan lahan di dataran banjir dan DAS selaras dengan kondisi dan fenomena lingkungan dan alam termasuk kemungkinan terjadinya banjir, (2) melakukan konservasi air dan tanah di hulu DAS untuk menekan besarnya aliran permukaan dan mengendalikan besarnya debit puncak banjir serta mengendalikan erosi untuk mengurangi pendangkalan dasar sungai, (3) pengelolaan dataran banjir (*flood plain management*) berupa penataan ruang dan rekayasa dataran banjir, (4) penataan ruang dan rekayasa hulu DAS dengan konsep *agroforestry* dan kawasan budidaya lainnya, (5) konservasi kawasan resapan (*recharge area*) yang didahului dengan studi tentang penetapan dan pemetaan kawasan resapan, kemudian disinergikan dengan tata ruang.

Berdasarkan PERDA Kota Padang No. 4, Tahun 2012, tentang RTRW Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dijelaskan bahwa salah satu strategi penataan ruang wilayah kota adalah mempertahankan dan merevitalisasi kawasan hutan lindung dan resapan air untuk menjamin ketersediaan sumber daya air dan kesuburan tanah serta melindungi kawasan dari bahaya longsor dan erosi. Kemudian, dalam Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043, penanganan sumber daya air dan zonasi resapan di Kota Padang hanya berupa penanganan zonasi badan air di permukaan yang berupa: sungai, danau, embung, waduk dan sebagainya. Tidak dijelaskan secara spesifik tentang bagaimana penanganan dan zonasi sumber daya air yang berupa air tanah (air tanah tidak tertekan dan air tanah tertekan) dan zonasi resapannya. Padahal air tanah merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari sumber daya air. Penanganan air tanah tidak cukup dilakukan secara horizontal di permukaan

saja, melainkan juga harus secara vertikal, yang menyangkut kondisi geologi, hidrogeologi, hidrologi dan geomorfologinya.

Berdasarkan konteks di atas, di Kota Padang belum ada batas tegas yang dipetakan untuk membedakan daerah atau zona resapan air tanah tidak tertekan (*unconfined aquifer*) dengan zona resapan air tanah tertekan (*confined aquifer*) dan daerah–daerah resapan yang memiliki keragaman nilai infiltrasi. Terminologi dari akuifer (*aquifer*) dalam konteks ilmu hidrogeologi adalah: suatu formasi batuan yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam jumlah yang berarti (*significant*) (Freeze dan Cherry, 1979; Tood, 1980; Chow, 1991). Batuan yang dapat menjadi akuifer (baik akuifer primer maupun akuifer sekunder), adalah batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang cukup untuk menjadi media penyimpanan dan pengaliran air tanah (Scheidegger, 1972; Hillel, 1980; Fredlund dan Rahardjo, 1993). Berdasarkan pada sifat fisik batuan, secara garis besar ada dua jenis media penyusun akuifer yaitu: sistem media berpori dan media rekahan. Kedua sistem ini memiliki karakter air tanah yang berbeda satu sama lainnya (Kirkham dan Powers, 1972; Mandel, 1981). Pada sistem media berpori, air tanah mengalir melalui rongga/ruang antar butir yang terdapat dalam suatu batuan, misalnya batu pasir dan batuan aluvial. Rongga atau ruang antar butir tersebut merupakan porositas primer, yaitu porositas yang terbentuk pada saat proses pembentukan batuan. Pada sistem media rekahan, air mengalir melalui ruang rekahan–rekahan (*fractures*) akibat proses tektonik atau proses pendinginan dan pelarutan yang terdapat pada batuan. Ruang antar rekahan–rekahan tersebut merupakan porositas sekunder (Freeze dan Cherry, 1979; Tood, 1980; Fetter, 1993; Miyazaki, 1993).

Berdasarkan pada sifat-sifat hidrodinamik, air tanah dikatakan tidak tertekan karena dia berada pada zona akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*). Akuifer ini biasa juga disebut dengan akuifer bebas, karena pada bagian bawah lapisan akuifer ini dibatasi oleh suatu lapisan yang impermeabel dan pada bagian atasnya terdapat lapisan yang permeabel. Konfigurasi lapisan tersebut menyebabkan air tanah mempunyai tekanan normal atau sama dengan tekanan udara di permukaan (Freeze dan Cherry, 1979; Domenico dan

Schwartz, 1990; Fetter, 1993). Pada bagian bawah lapisan akuifer tidak tertekan, terdapat air tanah tertekan. Dikatakan air tanah tertekan karena dia berada pada sistem akuifer tertekan (*confined aquifer*). Konfigurasi lapisannya adalah, pada bagian bawah dan atas dari akifer ini dibatasi oleh suatu lapisan atau bidang yang impermeabel. Konfigurasi lapisan ini menyebabkan air tanah mempunyai tekanan di atas tekanan normal (Freeze dan Cherry, 1979; Domenico dan Schwartz, 1990 dan Fetter, 1993). Dari kedua jenis sistem akuifer tersebut di atas, akuifer yang langsung bisa diakses oleh masyarakat untuk berbagai kebutuhan adalah air tanah tidak tertekan. Karena akuifer tersebut berada dekat dengan permukaan tanah, dan untuk mendapatkannya tidak memerlukan teknologi tinggi. Masyarakat cukup membuat sumur – sumur dangkal (*dug wells*) atau membuat galian – galian tanah (*soil excavations*) di permukaan pada kedalaman tertentu hingga mencapai muka air tanah. Sedangkan untuk mendapatkan air tanah tertekan pada *confined aquifer zone*, masyarakat harus menggunakan teknologi pemboran dalam (*deep drilling*) dengan biaya mahal, membutuhkan perizinan dari instansi terkait, harus membuat kajian AMDAL dan membayar pajak pengambilan air tanah dalam.

Terkait dengan potensi dan cadangan air tanah (baik air tanah tidak tertekan maupun air tanah tertekan) di Kota Padang, dari analisis potensi dan nisbi antara cadangan dengan kebutuhan yang pernah peneliti lakukan, Kota Padang akan mengalami defisit air, baik dalam hal kuantitas maupun kualitas apabila tidak segera dilakukan upaya non struktur terhadap kawasan resapan (*recharge area*) (Rusli, 2006). Fakta ini didukung oleh kondisi 3 DAS besar di Kota Padang (DAS Btg. Arau, Kuranji dan Air Dingin) yang saat ini menunjukkan adanya indikasi penurunan potensi. Khusus DAS Btg. Air Dingin, terjadi devisit pada bulan Februari = -3,26 mm/bl dan April = -43,01 mm/bl. Artinya, pada bulan-bulan tersebut tidak terjadi pengisian air ke dalam sistem akuifer (Rusli, 2014).

Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa pola infiltrasi tidak selalu mirip dengan pola curah hujan. Walaupun curah hujan tinggi, ternyata infiltrasi tidak selalu tinggi pula, sehingga pasokan air tanah juga tidak identik dengan besarnya curah hujan (Hutasoit, 1997; 2009; 2015). Hasil penelitian ini dapat

dijadikan pedoman untuk konservasi non struktur pada kawasan resapan di Kota Padang, khususnya DAS Btg. Air Dingin. Dimana pada bulan April dan Februari nilai imbuan air tanahnya negatif, padahal curah hujannya tinggi, begitu juga dengan DAS lainnya. Dalam konservasi air tanah, hal yang perlu diketahui adalah mengenai luasan kawasan resapan beserta karakter infiltrasi dan jumlah resapan air ke dalam akuifer. Besarnya resapan air pada kawasan resapan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor hidrologi saja. Kondisi geologi dan hidrogeologi juga ikut menentukan (Hutasoit, 1997). Kondisi geologi Kota Padang sangat bervariasi dari suatu tempat ke tempat lainnya, sehingga diduga resapan air juga sangat bervariasi. Karena kondisi geologi tertentu mampu meresapkan air dalam jumlah yang tertentu pula, bahkan kondisi geologi tertentu malah tidak. Sama halnya dengan kondisi hidrogeologi Kota Padang juga diyakini telah mengalami perubahan dari kondisi alamiahnya.

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, untuk penanganan masalah kawasan resapan di Kota Padang, perlu dilakukan usaha non stuktur untuk mencegah kerusakan yang lebih besar lagi akibat bencana banjir. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah panen air hujan dan aliran permukaan, dengan terlebih dahulu mengkaji berapa besar kemampuan tanah di Kota Padang dalam meresapkan air hujan melalui proses infiltrasi. Oleh karena itu pengukuran laju infiltrasi per satuan waktu aktual di lapangan di Kota Padang perlu dilakukan.

Hasil penelitian ini sangat penting untuk memberikan masukan kepada pemerintah daerah Kota Padang, terutama untuk menata proses pembangunan dan peruntukan lahan yang tertuang di dalam RUTR dan RDTR Kota Padang. Sehingga hasil kajian infiltrasi ini bisa digunakan sebagai masukan dan sebagai program untuk menata dan merevisi ulang TUTR dan RDTR Kota Padang, terutama untuk menata kawasan-kawasan yang rawan banjir, kawasan permukiman dan perkantoran, kawasan industri, kawasan lahan pertanian, kawasan ruang terbuka hijau, kawasan budidaya, kawasan konservasi dan rehabilitasi daerah tangkapan air.

B. Perumusan Masalah

Alih fungsi lahan telah terjadi di Kota Padang, dimana total luas lahan pertanian yang telah mengalami konversi menjadi lahan non pertanian dari tahun 2003 mencapai 1.605,4 Ha, lahan terbangun (permukiman) mencapai 1.217,90 ha atau 75,87 % dari total lahan pertanian (Yanti dan Arlius, 2013). Apabila dianalisis dengan klasifikasi iklim menurut *Schmidt-Ferguson*, menunjukkan bahwa Kota Padang memiliki tipe iklim A dengan kategori iklim sangat basah dengan nilai $Q = 3,90$ % (Putra, *et al.*, 2013) dengan rata-rata curah hujan bisa mencapai 3.583 mm/thn. Dampak dari alih fungsi lahan dan tipe iklim tersebut menjadi salah satu alasan terjadinya genangan dan banjir di beberapa kawasan di Kota Padang pada saat hujan. Geomorfologi daerah banjir di Kota Padang merupakan perpaduan antara bentuk lahan fluvial bagian tengah dan bentuk lahan marin bagian Barat. Bentuk lahan fluvial dan marin tersebut dilalui oleh 6 DAS dan 23 aliran sungai dengan total panjang 155,40 km. Salah satu penyebab terjadinya banjir di Kota Padang disinyalir karena adanya indikasi kegagalan fungsi drainase dalam mengalirkan limpahan curah hujan. Saluran sekunder masih berupa saluran alami berupa anak sungai yang sempit, adanya pengaruh pasang air laut, saluran drainase terputus-putus, tidak terawat, penuh sedimentasi dan sampah, tidak ada lobang yang menjadi jalur aliran permukaan untuk masuk ke dalam sistem drainase. Pada beberapa wilayah kota Padang, masih terdapat kawasan permukiman yang genangannya dipengaruhi banjir sungai. Sampah dan sedimentasi adalah bahan yang berpengaruh sangat besar terhadap kegagalan jaringan drainase (Maizir, 2017).

Sejalan dengan hasil penelitian di atas, Umar *et al.*, (2017) melakukan evaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan permukiman. Dengan menggunakan metode analisis *Multi Criteria Evaluation*, diketahui bahwa Kota Padang memiliki 30% kawasan yang dapat dikembangkan sebagai kawasan permukiman dan pertanian. Kawasan ini pada umumnya terletak pada morfologi yang datar sehingga rentan terhadap banjir. Dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG), *overlay* peta kesesuaian lahan untuk permukiman dan peta rawan banjir terhadap peta ketersediaan lahan, diketahui bahwa Kota Padang memiliki zona tingkat kerawanan tinggi terhadap banjir

yaitu sebesar 13,7%. Zona kerawanan sedang 14,7% dan rendah 71,5%. Ketersediaan lahan yang dapat dikembangkan untuk kawasan permukiman hanya sebesar 6% (Umar *et al.*, 2017).

Salah satu kawasan yang rentan terhadap bencana banjir di Kota Padang adalah kawasan DAS Btg. Kuranji dan beberapa daerah di kawasan DAS Btg. Arau (Berd, 2012). Irsyad dan Eri (2015), menegaskan bahwa faktor utama penyebab banjir pada kawasan tersebut adalah akibat degradasi lahan. Wilayah ini didominasi oleh kelompok lahan yang tidak dapat diolah tanpa memperhatikan konservasi tanahnya sebesar 65,24 %. Potensi air rata-rata 18.757,69 m³/ha/thn atau sebesar 427.066.416 m³/thn. Untuk menekan laju erosi dan degradasi lahan, maka diusahakan pengelolaan lahan yang mengacu kepada zona hidrologi di DAS Btg. Kuranji dengan tetap mempertahankan luas hutan yang ada, membuat Embung dan sumur resapan. Oleh karena itu pengelolaan DAS perlu dilakukan secara terpadu dengan melakukan koordinasi, konsultasi dan komunikasi antar para pihak (Sudarwo, Berd, dan Nurifdinsyah, 2015).

Wilayah konservasi yang direkomendasikan di dalam kawasan DAS Btg. Kuranji meliputi daerah Limau Manih (81,56 ha), Lambung Bukit (42,27 ha), Gunung Sarik (86,32 ha), Kuranji (60,20 ha) dan Lubuk Minturun (64,45 ha). Selain DAS Btg. Kuranji, penggunaan lahan DAS Btg. Air Dingin Kota Padang juga mengalami penyusutan sekitar 1,57 % dari tahun 2011 hingga 2015. Penurunan ini disebabkan karena terjadi pembukaan lahan baru. Sedangkan semak belukar meningkat sebesar 0,70 %, karena adanya perubahan hutan yang belum dilakukan pengolahan. Untuk penggunaan lain-lain terjadi peningkatan sebesar 1,75 %, karena adanya perubahan hutan dan semak belukar menjadi pertanian lahan kering, tanah terbuka serta permukiman. Sedangkan koefisien limpasan (C) tidak terjadi perubahan yang signifikan yaitu dari 0,443 menjadi 0,445. Debit puncak yang dihitung dengan metode Nakayasu adalah sebesar 179,274 m³/dtk lebih besar hasilnya dengan cara Metode *Snyder* yaitu sebesar 177,150 m³/dtk. (Syofyan *et al.*, 2016). Erosi yang melewati batas yang ditoleransi pada DAS Btg. Kuranji terdapat pada empat penggunaan lahan pada kemiringan lereng 8-15 % atau lereng C. Penggunaan lahan tersebut adalah kebun campuran, kebun, semak belukar dan pekarangan (Aprisal, 2010). Lebih

jauh dijelaskan bahwa dengan penerapan agroteknologi konservasi melalui peningkatan kerapatan tanaman akan dapat merubah *crop coefficient* menjadi 0,001. Sehingga erosi di daerah DAS Btg. Kuranji dapat ditekan lebih kecil dari erosi yang di toleransikan. Sehingga jumlah sedimen yang masuk ke sungai dapat ditekan menjadi 4,04 dan 2,39 ton/ha/th (Aprisal, 2010). Menurut Saidi (2013), Erosi terbesar yang digolongkan sebagai tingkat erosi yang parah dapat terjadi pada unit lahan petani dengan lereng yang sangat curam (45-65%). Sedangkan tingkat erosi terkecil yang digolongkan sebagai tingkat erosi ringan dapat terjadi di lahan sawah dengan kemiringan yang landai dengan kemiringan 7%.

Tingkat bahaya erosi pada DAS Btg. Air Dingin tergolong sangat ringan yaitu 5,93 ton/ha/tahun dengan luas 58,61 ha, erosi ringan yaitu 43,9 ton/ha/tahun dengan luas 24,49 ha, erosi sedang yaitu 181,64 ton/ha/tahun dengan luas 3,91 ha dan erosi berat yaitu 74,91 ton/ha/tahun dengan luas 4,33 ha. Sedangkan arahan konservasi pada erosi sangat ringan dibiarkan dalam keadaan alami, erosi ringan dilakukan dengan pembuatan teras bangku, erosi sedang dilakukan dengan rotasi tanaman dengan teras berdasarkan lebar (pemanfaatan mulsa) dan erosi berat dilakukan dengan teras bangku atau penggarapan dengan tenaga manusia (Putra *et al.*, 2018). Sedangkan Kondisi Sub-DAS Btg. Kandih di Koto Tengah Kota Padang memiliki tingkat bahaya erosi sangat tinggi adalah sebesar 0,97% (53,292 ha). Tingkat erosi terbesar di Sub-DAS Btg. Kandih terjadi pada satuan lahan semak dan belukar sebesar 1.368,25 ton/ha/thn (Rusnam *et al.*, 2013). Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada suatu kawasan dapat menyebabkan terjadinya perubahan kondisi *catchment area* dan aliran permukaan (*run-off*). Jika limpasan yang terjadi saat hujan adalah kecil dan infiltrasi air ke dalam tanah cukup besar, maka air terlebih dahulu disimpan di dalam tanah sehingga akan meningkatkan ketersediaan air tanah. Perubahan penggunaan lahan bervegetasi ke non-vegetasi mengakibatkan besarnya limpasan (*run-off*) sehingga debit menjadi meningkat terutama pada musim hujan. Dari uraian permasalahan di atas, timbul beberapa pertanyaan yang perlu dijawab melalui sebuah penelitian yang komprehensif secara berurutan sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan tata guna lahan yang menyebabkan peningkatan debit aliran permukaan (*surface run-off*) akibat berkurangnya kawasan resapan di Kota Padang hingga tahun 2021 berdasarkan RTRW Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043?
2. Bagaimanakah karakteristik Intensitas curah hujan dan debit limpasan pada seluruh kawasan setiap DAS di Kota Padang?
3. Bagaimana karakteristik laju infiltrasi aktual pada daerah Kota Padang berdasarkan pada perbedaan litologi; tutupan lahan; tata guna lahan; kemiringan lahan; kedalaman muka air tanah; sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas)?
4. Bagaimana hubungan dan pengaruh parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah dan sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi dan menentukan faktor mana sajakah yang paling berpengaruh terhadap laju infiltrasi di Kota Padang?
5. Bagaimana pola zonasi kawasan resapan di Kota Padang berdasarkan perbedaan nilai laju infiltrasi total dan volume air yang mampu diresapkan ke dalam tanah, untuk kebutuhan lahan pertanian dan kebutuhan domestik lainnya?
6. Bagaimana karakteristik zona resapan air hujan berdasarkan sebaran karakteristik laju infiltrasi dan genangan banjir di Kota Padang?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis perubahan tata guna lahan yang diduga menyebabkan peningkatan debit aliran permukaan (*surface run-off*) akibat berkurangnya kawasan resapan di Kota Padang hingga tahun 2021 berdasarkan RTRW

Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043.

2. Menganalisis berapa besarkah intensitas curah hujan dan debit limpasan pada keseluruhan kawasan setiap DAS di Kota Padang.
3. Menganalisis karakteristik laju infiltrasi aktual pada daerah Kota Padang berdasarkan pada perbedaan litologi; tutupan lahan; tata guna lahan; kemiringan lahan; kedalaman muka air tanah; sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas).
4. Menentukan hubungan dan pengaruh parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah dan sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi dan menentukan faktor mana sajakah yang paling berpengaruh terhadap laju infiltrasi di Kota Padang.
5. Memetakan zonasi kawasan resapan di Kota Padang berdasarkan perbedaan nilai laju infiltrasi total dan volume air yang mampu diresapkan ke dalam tanah, untuk kebutuhan lahan pertanian dan kebutuhan domestik lainnya.
6. Merencanakan sumur resapan dan biopori untuk meresapkan air hujan ke dalam zona *unconfined aquifer* di Kota Padang.

D. Hipotesis

1. Tata Guna Lahan di Kota Padang telah mengalami perubahan yang cukup signifikan sehingga mempengaruhi kawasan resapan yang berdampak pada peningkatan debit aliran permukaan.
2. Berkurangnya kawasan resapan serta tingginya curah hujan, terjadi peningkatan debit limpasan yang cukup signifikan pada setiap kawasan DAS yang ada di Kota Padang.
3. Kecilnya nilai infiltrasi dan kapasitas infiltrasi di kota Padang menjadi penyebab utama terjadinya genangan dan banjir di beberapa kawasan di Kota Padang.

4. Terdapat korelasi dan pengaruh yang signifikan antara parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi di Kota Padang.
5. Melalui proses pemetaan infiltrasi dan penetapan zonasi resapan air tanah tidak tertekan serta merencanakan zonasi panen air hujan dengan sumur resapan dan biopori, akan dapat mengurangi debit limpasan di permukaan dan dapat mengurangi debit genangan dan banjir di Kota Padang.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini mengungkap karakteristik infiltrasi di Kota Padang dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya dan berguna bagi Pemerintah Daerah Kota Padang dalam hal:

1. Memelihara dan mempertahankan kawasan resapan atau imbuhan air tanah yang *responsible, sustainable* dan berwawasan lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan PERDA Kota Padang No. 4, Tahun 2012 tentang RTRW Kota Padang tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043, untuk kepentingan rakyat.
2. Sebagai dasar untuk melakukan konservasi sumber daya air dan lahan, dalam rangka untuk pemenuhan kebutuhan dan ketersediaan air untuk lahan pertanian, ketahanan pangan, kebutuhan domestik, industri, kebutuhan fasilitas umum kota dan kebutuhan lainnya sesuai dengan PERDA Kota Padang No. 4 tahun 2012 tentang RTRW Kota Padang tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043.
3. Meningkatkan nilai laju infiltrasi dan volume resapan air hujan ke dalam sistem akuifer melalui pengolahan tanah pada lahan-lahan pertanian, mengembangkan program panen air hujan dan program pengisian air tanah dengan membuat resapan buatan (*artificial recharge*) pada kawasan yang diidentifikasi sebagai daerah resapan, untuk mengantisipasi kekurangan cadangan air pada musim kemarau.

4. Mengatur penggunaan lahan terbangun baik untuk permukiman, perkantoran, perdagangan, industri, pertanian, budidaya, serta kegunaan lainnya dengan basis zonasi resapan.
5. Sebagai masukan bagi Pemerintah Daerah Kota Padang untuk menjadikan kawasan resapan air tanah ke dalam sistem akuifer tidak tertekan dan akuifer tertekan dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya, serta melakukan pemetaan batas-batas tegas zonasi resapan yang tidak boleh terbangun menjadi prioritas di dalam RTRW dan RDTR.

F. Novelty

Mencermati perkembangan terkini tentang topik-topik penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang terkait dengan resapan air tanah, terlihat bahwa *trend* penelitian masih bersifat spasial dengan mengambil suatu kawasan yang kecil dan belum secara komprehensif. Oleh Karena itu penulis meposisiikan penelitian ini pada kawasan yang lebih luas (dalam sebuah kawasan pusat pemerintahan Kota Padang) yang sedang berkembang, dimana kawasan ini merupakan pusat pemerintahan, kawasan industri, pertanian, permukiman, perkotaan dan perniagaan yang sering mengalami banjir. Penetapan zonasi resapan air tanah di Kota Padang yang ditinjau dari sudut pandang ilmu Geologi, Hidrogeologi, Hidrologi dan Ilmu Tanah merupakan satu terobosan baru dan sekaligus menjadi kontribusi penelitian dalam khasanah keilmuan dan khususnya untuk mengurangi dan mengatasi masalah banjir di Kota Padang.

1. Infiltrasi pada kawasan aluvial Kota Padang sangat dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolis dan porositas tanah, nilainya berada pada Zona VI-E dengan kriteria sangat rendah dan hampir seragam. Ketebalan tanah dengan kriteria tersebut berada pada rentangan 0-50 cm, memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi dan waktu penjenahan sangat singkat, yaitu 5,34 menit. Saat terjadi hujan dengan intensitas sedang - tinggi dengan durasi di atas 5,34 menit, tanah tidak sanggup lagi meresapkan air, kemudian akan terjadi genangan dan akhirnya menjadi banjir.
2. Dari seluruh variabel yang mempengaruhi nilai infiltrasi yang diteliti (kepadatan tanah, kadar air, *matric suction*, konduktivitas hidrolis, bahan

organik, porositas tanah, tekstur tanah, kedalaman muka air tanah dan sifat fisik air tanah), kapasitas infiltrasi di Kota Padang sangat dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolis dan porositas tanahnya.

3. Laju infiltrasi di Kota Padang akan meningkat pada nilai *matric suction* di atas 35 CB, nilai bahan organik di atas 8,25 % dan kedalaman muka air tanah (MAT) di atas 6,5 m.
4. Terkait rendahnya nilai laju infiltrasi di Kota Padang, maka sistem menggarap tanah pada lahan pertanian harus berorientasi pada proses pengemburan tanah untuk meningkatkan nilai laju infiltrasi. Sehingga air hujan yang masuk dan tersimpan ke dalam horizon tanah yang berfungsi sebagai zona *unconfined aquifer* dapat terisi kembali dan menjadi cadangan air bagi pertanian pada musim kemarau.
5. Debit limpasan pada seluruh kawasan DAS dan Sub DAS di Kota Padang dalam 10 tahun terakhir, mengalami kenaikan yang cukup signifikan (rata-rata sebesar 36,21%). Kenaikan ini dipicu oleh cepatnya proses alih fungsi lahan yang semula berupa lahan terbuka hijau (Sawah non-irigasi, Ladang, Kebun campuran, Tanah kosong dan Semak-semak) berubah menjadi permukiman, pembukaan lahan baru untuk perkantoran dan industri.
6. Penggunaan sumur resapan dan biopori untuk mereduksi kelebihan debit limpasan dan mengurangi debit banjir di Kota Padang sangat tidak efektif. Karena dibutuhkan 1.063.561 buah sumur resapan dan 46.366.966 buah biopori, dengan biaya yang sangat mahal. Konversi dari jumlah sumur resapan dan biopori tersebut adalah dengan membuat Embung/Waduk dengan luas minimal 1,3 km² yang tersebar di seluruh DAS dan Sub DAS dengan kedalaman minimal 3 m, dengan tidak mengabaikan struktur geologinya.
7. Dengan kondisi saat ini, banjir Kota Padang hampir mustahil bisa dihindari kalau tidak dilakukan usaha-usaha seperti: Pada zona *upstream* dibangun Embung/Waduk dan parit-parit infiltrasi yang saling terhubung dengan saluran drainase. Sedangkan pada zona *down stream* dibangun kolam-kolam retensi sebagai *artificial recharge* untuk menggantikan fungsi lahan resapan yang sudah tidak bisa lagi menjalankan fungsinya secara maksimal.