

DISERTASI

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



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

ABSTRAK

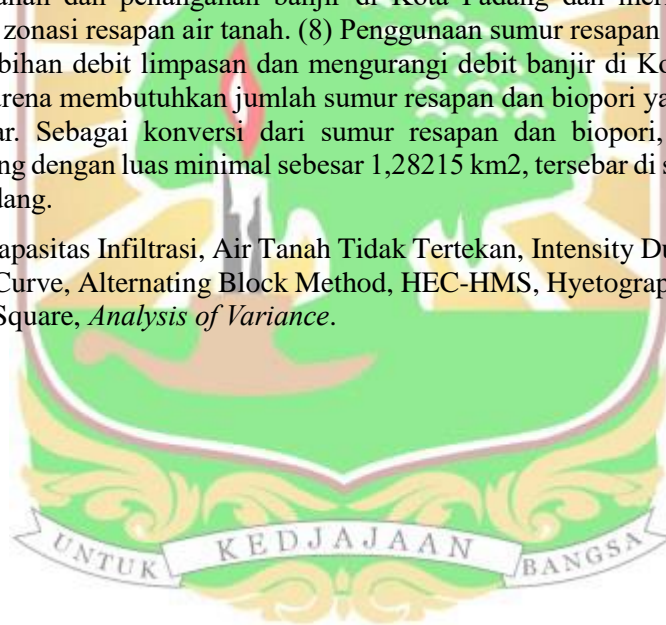
Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan pembangunan di berbagai sektor di Kota Padang, menyebabkan terjadinya perubahan tata guna lahan yang berdampak pada menurunnya kualitas sumber daya lahan dan sumber daya air, berkurangnya lahan pertanian, menurunnya kawasan resapan, tingginya tingkat erosi dan sedimentasi, meningkatnya kepadatan tanah yang diikuti dengan menurunnya permeabilitas tanah. Laju infiltrasi menjadi kecil, kapasitas resapan tanah menurun, dan berkurangnya daerah tangkapan air. Sehingga aliran permukaan meningkat dan menimbulkan banjir di berbagai wilayah di Kota Padang. Oleh karena itu penting dilakukan penelitian dan analisis karakteristik infiltrasi untuk penetapan zonasi resapan air tanah tidak tertekan di Kota Padang. Tujuan penelitian ini adalah: (1) Menganalisis perubahan tata guna lahan. (2) Menganalisis curah hujan dan debit limpasan di Kota Padang. (3) Menganalisis karakteristik infiltrasi aktual di Kota Padang. (4) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi nilai laju infiltrasi di Kota Padang. (5) Memetakan zonasi kawasan resapan di Kota Padang, dan (6) Merencanakan sumur resapan dan biopori untuk meresapkan air hujan ke dalam zona unconfined aquifer di Kota Padang. Penelitian dilakukan pada dataran Aluvial Kota Padang. Luas daerah penelitian 44,7 % dari luas Kota Padang atau sebesar 310,725 km². Daerah penelitian dibagi ke dalam 6 DAS, yaitu: DAS Btg. Kandih (67,39 km²), Btg. Air Dingin (131,18 km²), Btg. Kuranji (221,01 km²), Btg. Arau (178,06 km²), Air Timbalun (60,19 km²) dan Sungai Pisang (37,14 km²).

Metode pengumpulan data primer (koordinat lapangan, laju infiltrasi, matric suction, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, deskripsi litologi, uji tekstur tanah dan mengambil sampel air tanah untuk pengujian sifat fisika dan tipe air tanah, kemiringan lahan, jenis dan kerapatan tutupan lahan) dilakukan dengan sistem *grid*. Setiap bidang *grid* mewakili satu titik sampel untuk semua parameter yang diteliti. Jumlah *grid* pada penelitian ini adalah 112. Luas masing-masing *grid* pada setiap DAS bervariasi tergantung pada luas DAS, keterwakilan seluruh parameter penelitian dan kondisi kawasan aluvial pada masing-masing DAS. Luas total dari keseluruhan *grid* adalah 310,725 km². Sedangkan data sekunder diambil dari beberapa instansi terkait di Kota Padang. Metoda analisis data menggunakan beberapa pendekatan, analisis 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 menggunakan *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). Analisis debit limpasan di seluruh DAS di Kota Padang digambarkan dalam model *Junction, Inflow, Outflow* dan grafik hidrograf pada setiap Sub DAS. Untuk mengetahui kekuatan hubungan dan pengaruh seluruh variabel bebas terhadap laju infiltrasi sebagai variabel terikat, baik secara parsial maupun simultan, digunakan *Analysis of Variance* (Anova) dengan bantuan software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi IBM. 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: (1) Tata Guna Lahan di Kota Padang telah mengalami perubahan yang cukup signifikan. (2) Sejak 10 tahun terakhir, debit limpasan di seluruh Kota Padang mengalami kenaikan yang cukup signifikan, yaitu sebesar 1.103,24 m³/detik atau naik rata-rata sebesar 37,72 %. (3) Nilai laju infiltrasi di seluruh kawasan 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 dari yang tertinggi ke yang terendah adalah: kadar air; matric suction; konduktivitas hidrolis; bahan organik; porositas tanah; tekstur tanah dan kedalaman muka air tanah. Sedangkan variabel sifat fisik air tanah yang terdiri dari: konduktivitas; salinitas; resistivitas; DO; potensial redoks; pH dan TDS, semuanya tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perubahan nilai laju infiltrasi pada daerah penelitian. (5) Secara simultan, seluruh variabel independent memberikan korelasi dan pengaruh kepada variabel dependent dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,964; koefisien determinasi (R^2) = 0,929 dan kontribusi semua variabel predictor secara simultan sebesar 92,9 %, signifikan pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan sisanya 7,1 % dipengaruhi oleh variabel lain. (6) Pemilihan model terbaik terhadap regresi berganda dengan metode stepwise, diperoleh 2 (dua) model regresi yang terbaik yaitu: variabel konduktivitas hidrolis dan kombinasi variabel konduktivitas hidrolis dengan porositas tanah dengan persamaan sebagai berikut: $Y_1 = 0,939 X_1$, atau Laju Infiltrasi (f) = 0,939 Konduktivitas Hidrolis (K) dan $Y_2 = 0,719 X_1 + 0,297 X_2$, atau Laju Infiltrasi (f) = 0,719 Konduktivitas Hidrolis + 0,297 Porositas. (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 merivisi 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*.



ABSTRACT

The high rate of population growth and development in various sectors in the city of Padang, has caused changes in land use which have an impact on decreasing the quality of land resources and water resources, reducing agricultural land, decreasing catchment areas, high levels of erosion and sedimentation, increasing soil density followed by a decrease in soil permeability. The infiltration rate becomes smaller, the soil absorption capacity decreases, and the water catchment area decreases. So that surface flow increases and causes flooding in various areas in Padang City. Therefore, it is important to carry out research and analysis of infiltration characteristics to determine groundwater infiltration zoning in unconfined aquifers in Padang City. The objectives of this research are: (1) Analyzing changes in land use. (2) Analyzing rainfall and runoff discharge in Padang City. (3) Analyzing the actual infiltration characteristics in Padang City. (4) Analyze the factors that influence the infiltration rate value in Padang City. (5) Mapping the zoning of absorption areas in Padang City, and (6) Planning infiltration wells and biopores to absorb rainwater into the unconfined aquifer zone in Padang City. The research was conducted on the alluvial plains of Padang City. The area of the research area is 44.7% of the area of Padang City or 310,725 km². The research area is divided into 6 watersheds, namely: Btg. Kandih Watershed (67.39 km²), Btg. Air Dingin Watershed (131.18 km²), Btg. Kuranji Watershed (221.01 km²), Btg. Arau Watershed (178.06 km²), Air Timbalun Watershed (60.19 km²) and Sungai Pisang Watershed (37.14 km²).

Primary data collection methods (field coordinates, infiltration rate, matric suction, soil density, hydraulic conductivity, lithology description, soil texture test and taking groundwater samples to test physical properties and type of groundwater, land slope, type and density of land cover) were carried out with a grid system. Each grid area represents one sample point for all parameters studied. The number of grids in this study is 112. The area of each grid in each watershed varies depending on the area of the watershed, the representation of all research parameters and the condition of the alluvial area in each watershed. The total area of the entire grid is 310.725 km². Meanwhile, secondary data was taken from several related agencies in Padang City. The data analysis method uses several approaches, regional rainfall analysis and GIS data using the Thiessen Polygon method and probability statistical analysis. The planned rain intensity is described in the form of an IDF (Intensity Duration Frequency Curve) curve, 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. Analysis of runoff discharge in all watersheds in Padang City is depicted in Junction, Inflow, Outflow models and hydrograph graphs for each sub-watershed. To determine the strength of the relationship and the influence of all independent variables on the infiltration rate as the dependent variable, either partially or simultaneously, Analysis of Variance (Anova) was used with the help of the IBM version of the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software. To assess the designed Ordinary Least Square (OLS) linear regression model, classical assumption tests were carried out including normality, heteroscedasticity, multicollinearity, autocorrelation, partial t test, F test and selection of the best model.

The results of this research show: (1) Land use in Padang City has experienced quite significant changes. (2) Since the last 10 years, runoff discharge throughout Padang City has increased quite significantly, namely 1,103.24 m³/second or an average increase of 37.72%. (3) The infiltration rate value throughout the Padang City area is in zone VI-E with a very low infiltration rate. The volume of rainwater that can be infiltrated is only 1,516.11 m³/second, equivalent to 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 at

5.34 minutes after the rain. (4) Partially, soil density has the greatest influence on changes in infiltration rate values. then followed in sequence from highest to lowest are: water content; matric suction; hydraulic conductivity; organic materials; soil porosity; soil texture and depth of groundwater table. Meanwhile, the variables for the physical properties of groundwater consist of: Conductivity; salinity; resistivity; DO; redox potential; pH and TDS, all of which did not make a significant contribution to changes in infiltration rate values in the study area. (5) Simultaneously, all independent variables provide correlation and influence on the dependent variable with a correlation coefficient (r) of 0.964; coefficient of determination (R^2) = 0.929 and the contribution of all predictor variables simultaneously is 92.9%, significant at the 95% confidence level. Meanwhile, the remaining 7.1% is influenced by other variables. (6) Selecting the best model for multiple regression using the stepwise method, obtained 2 (two) best regression models, namely: the hydraulic conductivity variable and the combination of the hydraulic conductivity variable with soil porosity with the following equation: $Y_1 = 0.939 X_1$, or Infiltration Rate (f) = 0.939 Hydraulic Conductivity (K), and $Y_2 = 0.719 X_1 + 0.297 X_2$, or Infiltration Rate (f) = 0.719 hydraulic conductivity + 0.297 porosity. (7) Mapping of recharge 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, Unconvined Groundwater, Intensity Duration Frequency Curve, Alternating Block Method, HEC-HMS, Hyetograph, Ordinary Least Square, Analysis of Variance.

