

ABSTRAK

STUDI INFILTRASI PADA ZONA TANAH TAK JENUH AIR DALAM KONDISI NON ADIABATIK NON ISOTERMAL

Oleh

Reza Adhi Fajar

NIM: 32115002

(Program Studi Doktor Rekayasa Pertambangan)

Air infiltrasi dari permukaan tanah umumnya otomatis dianggap menjadi imbuhan airtanah, padahal sebagian air bertransformasi ke dalam fasa uap dan kembali lagi ke permukaan tanah akibat pemanasan sinar matahari. Oleh karena itu, terjadi bias dalam penentuan volume infiltrasi air yang menjadi imbuhan airtanah. Dalam hal ini, mekanisme pergerakan uap air dalam tanah dipengaruhi oleh kesetimbangan energi serta karakteristik media berpori. Sementara itu, beberapa model infiltrasi belum spesifik memasukkan prinsip kesetimbangan energi, sehingga perlu dilakukan penyempurnaan formulasi air infiltrasi yang melibatkan prinsip termodinamika.

Dalam penelitian ini, persamaan aliran airtanah diformulasi-ulang melalui konsep infiltrasi positif (infiltrasi konvensional), infiltrasi negatif (evaporasi) dan infiltrasi gabungan, masing-masing dengan orientasi ke bawah, ke atas, serta kombinasi dari dua arah vertikal yang berlawanan. Model konseptual dan matematis dibangun, hingga dihasilkan formulasi infiltrasi yang melibatkan komponen termal dalam bentuk pembaharuan persamaan Richard yang kemudian disebut sebagai Modified Richard Equation (MRE). Verifikasi konsep dilakukan secara bertahap dengan pendekatan model fisik berupa alat uji kolom tanah atau Kolom Infiltrasi serta simulasi model numerik metoda beda hingga skema Crank Nicolson yang didukung oleh serangkaian pengujian laboratorium dari beberapa tempat yang berbeda.

Hipotesis dalam penelitian ini telah terjawab dengan teridentifikasinya titik kadar air optimum infiltrasi sebagai titik balik gradient infiltrasi yang merupakan resultan dari gradien hidrolik dan gradien termal yang dibuktikan dalam persamaan Richard-Fajar khususnya untuk kasus infiltrasi gabungan dengan asumsi continuous flux. Lokasi titik dimana terjadi kadar air optimum dipengaruhi oleh ukuran butir media berpori yang dirancang setara dengan butiran tanah pasir, lanau dan lempung, sesuai dengan sistem klasifikasi tanah AASHTO dengan menggunakan pasir silika sebagai media berpori yang memiliki kerentanan kimiawi yang relatif rendah. Dalam hal ini, laju infiltrasi positif selalu lebih besar daripada laju infiltrasi negatif, karena proses penguapan dalam lapis media berpori terjadi pada posisi kadar air kering dan tanpa adanya pengaruh gravitasi.

Kata kunci: Kolom Infiltrasi, media berpori, *Modified Richard Equation*.

ABSTRACT

THE STUDY OF INFILTRATION ON UNSATURATED SOIL FOR NON-ADIABATIC NON-ISOTHERMAL CONDITION

By

Reza Adhi Fajar

NIM: 32115002

(Doctoral Program in Mining Engineering)

Water infiltration from the ground surface is generally considered to be the groundwater recharge, while some which transform into the vapor phase and back to the ground surface during evaporation. Therefore, there is an uncertainty in the determination of the volume of water infiltration that become the groundwater recharge. In this case, the mechanism of water vapor movement inside soil-bare is influenced by energy equilibrium as well as the characteristics of porous media. Meanwhile, previous infiltration models have not specifically included the principle of energy equilibrium, thus is needed to improve the formulation of water infiltration involving thermodynamics principles.

In this study, groundwater flow equations were reformulated through the concept of positive infiltration, negative infiltration and simultaneous infiltration, respectively with a downward orientation, upward, and a combination of both opposite directions. Conceptual and mathematical models were constructed, with the resulting infiltration formulation involving thermal components in the form of the Modified Richard Equation (MRE). The verification was done gradually with a physical model approach in the form of a soil column test apparatus or an Infiltration Column and numerical simulation of different element methods through the Crank Nicolson scheme which was supported by a series of laboratory tests.

Hypotheses in this study have been answered by the identifying point of optimum water content infiltration as the turning point of an infiltration gradient in the equation of Richard-Fajar, especially for the case of simultaneous infiltration with the continuous flux assumption. The location of the point where the optimum water content is affected by the size of the porous media grains designed to equal the granules of sand, silt and clay, in accordance with the AASHTO soil classification system using silica sand. In this case, the rate of positive infiltration is always greater than the negative infiltration rate, because the evaporation process in the porous media layer occurs in the position of dry water content and without the influence of gravity.

Keywords: *Infiltration Column, porous media, Modified Richard Equation.*