

ABSTRAK

MODEL PENGELOLAAN AIR HUJAN PADA SKALA RUMAH TANGGA DENGAN KONSEP *RAINWATER HARVESTING*

Oleh

Imroatul Chalimah Juliana

NIM : 35011016

(Program Studi Doktor Teknik Sipil)

Pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat secara eksponensial menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Disisi lain, penyediaan air bersih merupakan masalah yang sering terjadi baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Krisis air bersih sering terjadi terutama di kota-kota besar termasuk di Indonesia. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan mencari sumber air bersih alternatif yang murah dan mudah didapat. Salah satu sumber air bersih yang sering terlupakan adalah air hujan. Volume air hujan yang tidak terpakai dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai pengganti air bersih. Air hujan dapat ditangkap dan disimpan dengan suatu sistem sederhana yang biasa disebut dengan sistem *rainwater harvesting* (RWH).

Sistem RWH sederhana menggunakan atap sebagai *catchment area*, pipa sebagai sistem distribusi, dan tanki sebagai tempat penyimpanan. Atap dipilih sebagai *catchment area* karena cenderung lebih bersih dibanding jenis *catchment area* lainnya. Sistem RWH tidak hanya memberikan manfaat dalam penyediaan air bersih saja, tetapi secara tidak langsung juga memberikan manfaat lain seperti mengurangi volume *runoff* yang berasal dari atap dan secara finansial memberikan penghematan biaya air dari penggunaan air hujan.

Penerapan sistem RWH di Indonesia dirasa masih kurang. Salah satu penyebabnya adalah anggapan masyarakat bahwa sistem ini tidak memberikan manfaat yang signifikan dan kurangnya sosialisasi dan informasi mengenai penerapan sistem yang benar. Studi ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif perilaku sistem RWH untuk penerapan di Indonesia sehingga didapat suatu tipologi penerapan sistem RWH yang sesuai.

Tipologi sistem dibagi berdasarkan range curah hujan, kapasitas tanki penyimpanan, dan kondisi ekonomi penggunaannya. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian sampai dengan 15 tahun dari 29 stasiun curah hujan pada 15 kota di Indonesia. Studi dimulai dengan analisis kondisi curah hujan untuk masing-masing wilayah studi. Penyebaran kuesioner secara *online* melalui *google form* dilakukan untuk mengetahui persepsi dan ekspektasi masyarakat terhadap sistem RWH. Penyebaran kuesioner ini memiliki kekurangan karena penyebaran responden tidak merata untuk kota-kota yang dijadikan lokasi kajian. Hasil kuesioner disimpulkan hanya mewakili kota dengan curah hujan di atas 2000 mm/tahun. Perilaku sistem RWH dianalisis dengan *behavioral analysis* dengan konsep *water balance*. Simulasi sistem dilakukan dengan beberapa skenario berdasarkan variasi kebutuhan air, kapasitas tanki dan luas *catchment area*. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *yield before spillage* (YBS). Kinerja sistem dinilai berdasarkan kinerja hidrologi dengan *volumetric reliability* (V_R) dan *time reliability* (T_R), dan berdasarkan kinerja ekonomi dengan metode *benefit cost ratio* (BCR).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja sistem RWH sangat dipengaruhi oleh curah hujan, kapasitas tanki dan luas *catchment area*. Sistem RWH mampu menggantikan sampai dengan 99% kebutuhan *non potable* 1 orang penghuni dan 72% untuk 4 orang penghuni terutama untuk wilayah dengan curah hujan di atas 2500 mm/tahun. Kapasitas tanki penyimpanan yang efektif adalah 2 m³, tetapi untuk menyesuaikan dengan kondisi ekonomi, kapasitas ini dapat diperkecil menjadi 0,5 – 1 m³. Luas *catchment area* yang efektif untuk menangkap air hujan adalah minimal 70 m². *Payback period* rata-rata penerapan sistem RWH untuk kebutuhan *non potable* antara 6 tahun sampai dengan di atas 40 tahun tergantung dari curah hujan, pemakaian volume air hujan yang menggantikan air bersih, dan harga air PDAM yang berlaku di wilayah tersebut. Dalam studi dikembangkan suatu hipotesis bahwa terdapat hubungan antara curah hujan, kebutuhan air (*demand*), kapasitas tanki, dan luas *catchment area*. Hubungan tersebut dianalisis dengan suatu parameter non dimensi. Dari analisis tersebut didapat kurva dan persamaan yang menyatakan hubungan antara VR, TR, dan kinerja ekonomi dengan parameter non dimensi .

Kata kunci : *rainwater harvesting*, V_R , T_R , *payback period*, non dimensi

ABSTRACT

RAINWATER MANAGEMENT MODEL FOR DOMESTIC HOUSING WITH RAINWATER HARVESTING CONCEPT

By

Imroatul Chalimah Juliana

NIM : 35011016

(Doctoral Study Program of Civil Engineering)

Increased human population encourages the use of massive natural resources, disregarding availability for future generations. Urbanization is, therefore, a significant global trend that not only calls for new infrastructure but also stresses existing urban infrastructure by placing pressure on the planning, development and management aspects of urban assets. With a growing economy and changing lifestyles, the pressure on available strained water resources is increasing. Consequently, water scarcity often occur, especially in major cities, including in Indonesia. Therefore, another solution in which provision of alternative water resource that is cheap and easily accessible, is important. One source of clean water that is often forgotten is rainwater. The volume of unused rainwater can be harnessed and used as a substitute for clean water. Rainwater can be captured and stored in a simple system which is commonly referred to as Rainwater Harvesting (RWH) system.

RWH system is a simple system that uses roof as a catchment area, pipes as a distribution system and tanks for storage. Roof has been selected as a catchment area because it tends to be cleaner. Moreover, RWH systems do not only provide benefits in the provision of clean water, but indirectly also provide other benefits, such as reducing the roof runoff volume and financially provide cost savings from the use of rainwater.

Unfortunately, the application of RWH systems in Indonesia is still lacking. One possible cause is prevailing perception that the system does not provide significant benefits. Moreover, there is also a lack of supports and information regarding the correct application and implementation of the system. Therefore, this study aims to comprehensively analyze the behavior of RWH in order to get the typology of the compatible RWH system implementation in Indonesia.

The system typology is divided based on the range of annual rainfall, the capacity of the storage tank, and its economic conditions. This study used the daily rainfall data up to 15 years from 29 rainfall stations in 15 cities in Indonesia. It started with an analysis of the rainfall for each study area. Online questionnaire via google form performed to determine the community perceptions and expectations towards RWH system. This questionnaire has shortcomings because the uneven spread of the respondents that used as the study location. The results of the questionnaire represent only the city with annual rainfall above 2000 mm / year. RWH system behavior is analyzed with behavioral analysis with the concept of water balance. The system simulation is done with several scenarios based on variations in water demand, tank capacity and the wide of catchment area. The algorithm that used is the yield before spillage (YBS) algorithm. System performance assessed based on the hydrology performance with volumetric reliability (VR) and time reliability (TR), and based on the economic performance with the benefit cost ratio (BCR).

The result showed that the RWH system performance is strongly influenced by rainfall, tank capacity and catchment area. RWH system is capable of replacing up to 99% nonpotable water use for 1 occupant and 72% for 4 occupants, especially for areas with annual rainfall above 2500 mm /year. The effective storage tank capacity is 2 m³, but for adjustment to the economic conditions, this capacity can be reduced to 0,5 - 1 m³. The extensive catchment area that is effective for capturing rainwater is at least 70 m². The average payback period of RWH systems implementation for nonpotable water use is between 6 years and above 40 years, depending on the rainfall, the usage of rainwater volume that replaces clean water, and water taps prices prevailing in the region. Prior, a hypothesis was developed that there is a relationship between rainfall, water demand (demand), tank capacity, and the wide of the catchment area. The relationship was analyzed by a non dimensional parameter. From this analysis, derived a curve and equations that defined the relationship between V_R , T_R , and the economic performance with the non dimensional parameter.

Keywords : rainwater harvesting, behavioral analysis, V_R , T_R , payback period, non dimensional