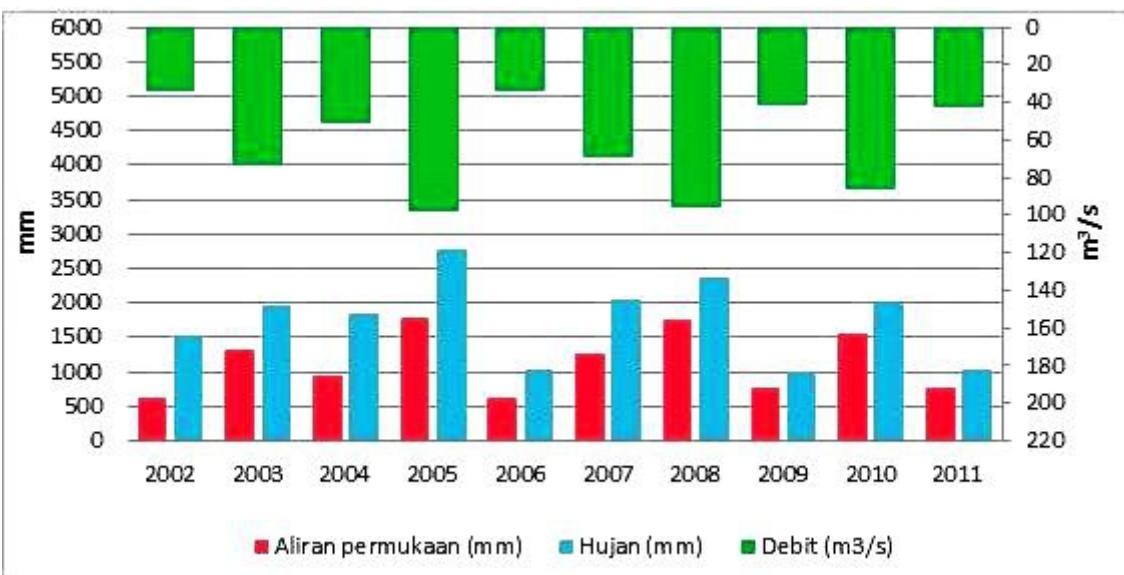


JURNAL SUMBER DAYA AIR

Trend Debit dan Aliran Permukaan Tahun 2006 dan 2011



Akreditasi No. **679/AU3/P2MI-LIPI/07/2015**

Jurnal Sumber Daya Air Terakreditasi sebagai Majalah Berkala Ilmiah - Surat Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Nomor 818/E/2015, tanggal 15 Juli 2015, tentang Hasil Akreditasi Ulang Majalah Ilmiah.



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR**



JURNAL SUMBER DAYA AIR

DAFTAR ISI

Kumpulan Abstrak Jurnal Sumber Daya Air Vol. 12 No. 1 dan 2, Mei dan November 2016

Daftar Isi

Pengantar Redaksi

Ucapan Terima Kasih

Aplikasi Metode Tahanan Jenis dalam Studi Geologi Karst Gua Seropan di Gunungkidul, Yogyakarta <i>Pulung A. Pranantya, dan Nurlia Sadikin</i>	105-116
Analisis Debit Aliran Sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan <i>Ikrima Staddal, Oteng Haridjaja, dan Yayat Hidayat</i>	117 -130
Model Kematian Biota Air sebagai Fungsi Waktu Kontak pada Air Limbah Deterjen dan Gagasan Sederhana Pengendaliannya <i>Yuliya Mahdalena Hidayat</i>	131– 146
Penilaian Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Beberapa Kota di Indonesia dengan Menggunakan Analisa Faktor <i>Fitrijani Anggraini, dan Reni Nuraeni</i>	147 – 158
Identifikasi Sumber Pencemar Nitrogen (N) dan Fosfor (P) pada Pertumbuhan Melimpah Tumbuhan Air di Danau Tempe, Sulawesi Selatan <i>Syamsul Bahri</i>	159 – 174
Kelangkaan Air Bersih : Telaah Sistem Pelayanan Penyediaan Air Bersih di Kabupaten Bekasi <i>Ninin Gusdini, M. Januar J Purwanto, Kukuh Murtilaksono, dan Kholil</i>	175 – 186
Perbandingan Hidrograf Banjir Menggunakan Beberapa Metode Perhitungan Curah Hujan Efektif (Studi Kasus: DAS Cisadane Hulu) <i>Orita Mega Delani, dan Bambang Dwi Dasanto</i>	187 - 198
Indeks Pengarang	
Indeks Subjek/ Topik	
Pedoman Penulisan Artikel Bagi Penulis	

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, majalah berkala ilmiah "Jurnal Sumber Daya Air (J-SDA)" volume 12 no. 2 tahun 2016 dapat diterbitkan. Edisi kali ini menyajikan tulisan-tulisan hasil penelitian dan pengembangan pengelolaan sumber daya air yang meliputi: 1) Aplikasi Metode Tahanan Jenis dalam Studi Geologi Karst Gua Seropan di Gunungkidul, Yogyakarta; 2) Analisis Debit Aliran Sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan; 3) Model Kematian Biota Air sebagai Fungsi Waktu Kontak pada Air Limbah Deterjen dan Gagasan Sederhana Pengendaliannya ; 4) Penilaian Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Beberapa Kota di Indonesia dengan Menggunakan Analisa Faktor; 5) Identifikasi Sumber Pencemar Nitrogen (N) dan Fosfor (P) pada Pertumbuhan Melimpah Tumbuhan Air di Danau Tempe, Sulawesi Selatan; 6) Kelangkaan Air Bersih : Telaah Sistem Pelayanan Penyediaan Air Bersih di Kabupaten Bekasi; 7) Perbandingan Hidrograf Banjir Menggunakan Beberapa Metode Perhitungan Curah Hujan Efektif (Studi Kasus: DAS Cisadane Hulu).

Artikel yang disajikan di atas merupakan contoh permasalahan dan upaya pengelolaan sumber daya air. Sebagai penutup, semoga karya-karya tulis ilmiah tersebut bermanfaat dan menjadi acuan bagi masyarakat pengguna sumber daya air, serta dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pada Bidang Sumber Daya Air terutama dalam memberikan dukungan terhadap prioritas Nasional pada:

- Kedaulatan Pangan
- Kemaritiman dan Kelautan
- Perkotaan
- Desa dan Kawasan Pedesaan
- Percepatan Pertumbuhan Industri dan Kawasan Ekonomi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya diberikan kepada Dewan Penyunting dan Mitra Bestari yang telah bersedia menelaah dan melakukan review terhadap naskah ilmiah yang masuk ke redaksi, sampai tersusunnya Jurnal Sumber Daya Air, Volume 12, Nomor 2, November 2016.

Dewan Penyunting yang terlibat dalam penyusunan Jurnal Sumber Daya Air, Volume 12, Nomor 2, November 2016, adalah diantaranya:

1. Prof. Dr. Waluyo Hatmoko, M.Sc.
Ahli Konservasi dan Tata Air
2. Dr. Ir. Eko Winar Irianto, MT
Ahli Teknik Lingkungan SDA
3. Ir. Sri Hetty Susantin, M. Eng
Ahli Hidraulik

Mitra Bestari yang terlibat dalam penyusunan Jurnal Sumber Daya Air, Volume 12, Nomor 2, November 2016, adalah diantaranya:

1. Prof. Dr. Hidayat Pawitan, M. Sc
Ahli Hidrologi
2. Dr. Ir. Wanny K. Adidarma, M.Sc.
Ahli Teknik Hidrologi
3. Prof. Dr. Simon S. Brahmana, CES., DEA
Ahli Teknik Lingkungan Sumber Daya Air
4. Dr. (Eng). Priana Sudjono, MS.
Ahli Hidrologi, Institut Pertanian Bogor
5. Doddy Yudianto, Ph.D.
Ahli Teknik Sipil, Universitas Parahyangan
6. Dr. Ir. Bambang Soenarto Dipl. HE., Dipl. GR., M.Eng.
Ahli Hidrologi Aplikasi Sumber Daya Air, Utama Jagakarsa

UDC: 501.51 : 519.237.2

Fitrijani Anggraini; Reni Nuraeni

ASSESSMENT ON SEPTAGE TREATMENT FACILITY IN INDONESIAN CITIES BASED ON FACTOR ANALYSIS

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 147-158

The problem of water pollution is complex. There are many factors that influence the successfull of efforts for water pollution control. The construction and operation of septage treatment facility (IPLT) is an efforts for controlling pollution from domestic activities. The successfull of IPLT management cannot be assessed from physical aspect of the building only. Other aspects such as quality of effluent, sludge supply, idle capacity, the rate of surface loading and volumetric loading, human resources, organization, standard operating procedures (SOP), the tariff and others should be consider for decision making to manage IPLT better. The purpose of this study is to describe the application of factor analysis method to solve a complex problem of IPLT through identifying the main causes and formulate solutions. Factor analysis is one of decision with multicriteria. The primary data research in 2014 used as reference for analyzing. The conclusion of this study is the factor analysis is able to classify 12 indicators into 3 factors without reducing the meaning of the constituent indicator, thus simplifying the decision making process. Significant factors that affecting the successfull of IPLT performance in controlling water pollution are : continuity of sludge supply, clarity of roles and responsibilities, availability, novelty, accesibility and simplicity of SOP.

Keywords: Water pollution, analysis factor, decision making

UDC: 626.81 : 1e (560.738)

Heni Rengganis; Wawan Herawan; Wulan Seizarwati

TRACKING THE UNDERGROUND RIVER IN THE DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES IN THE KARST AREAS

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 33-46

Tracer technique is widely known as one of the methods used to find the relationship between the cave or underground river system in karst areas of South Blitar. In karst area of south blitar karst areas a number of water sources such as springs, underground river, and some streams out into the South Sea trace connections among tracing the flow of underground river using tracer technique has been implemented with the aim to obtain data and information on flow systems around Umbul Tuk caves, so that water resources can be further developed as a value-added utilization of raw water supply in Blitar. Testing was conducted using artificial tracer material in the form of common salt NaCl and measurements were performed using a measuring instrument electrical conductivity (EC). The measurement results indicate the existence of an underground river channel that connects Rowo with Umbul Tuk, with a flow rate of Umbul Tuk canal towards the South Sea of 360 l/s (March 2012), which has the potential to be exploited. Utilization of this flow, in addition to the needs of local people, and potentially also for fulfilling the needs of the new tourism in Pangi coast of the South Sea, which at present is still not developed.

Keyword: Water resources, karst, tracer, caves, underground river

UDC: 771.71 : 628.19

Hamzah; M Syamsul Maarif; Marimin; Etty Riani
THE WATER QUALITY STATUS OF JATILUHUR RESERVOIR AND THREATS TO VITAL BUSINESS PROCESS

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 47-60

The Jatiluhur Reservoir is the largest and multipurpose. Indonesia, currently faced with problems regarding the quality and quantity of water resource especially pollution problems. In this research has been conducted an analysis of the status of water quality and analysis of their impact on the threat to vital business process, especially with regard to management of water resources. The location research carried out at Perum Jasa Tirta II as the authority of Jatiluhur Reservoir. The data used in this research is primary data from the obtained field research activities through the sampling conducted at Jatiluhur reservoir water and the waters of river basin (DAS) after the Jatiluhur Reservoir outlet with reference to size the parameters of water quality using laboratory quality standard. The Analytical tools used are the method Business Impact Analysis and Storet. Chemical parameters above the quality standard limits are: dissolved oxygen, ferro (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), nitrite (NO₂-N), nitrate (NO₃-N), sulphate (SO₄), chloride (Cl), sulfide (H₂S), BOD₅, and COD. Condition of water quality can be said to have been classified as heavily polluted (category D) by anthropogenic activities that are in the upper reaches of the river Citarum and around Jatiluhur Reservoir waters. These conditions can threat and negatively impact vital business of the infrastructure, reservoirs, the availability of drinking water and irrigation water and other water biota.

Key words: Water quality, pollution, water resources, Jatiluhur reservoir, storet method

UDC: 556.16.045 : 711.14

Ikrima Staddal; Oteng Haridjaja; Yayat Hidayat

THE ANALYSIS OF STREAMFLOW ON BILA WATERSHED, SOUTH SULAWESI

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 117-130

The streamflow is an important component in the management of a watershed. Streamflow data in the form of maximum flow and minimum flow and average discharge can be used for sustainable watershed planning. Bila watershed is a priority watershed in South Sulawesi. Tempe Lake is located at the downstream of Bila watershed, in rainy season Tempe Lake is flooding, and will inundate rice fields, residential and other social infrastructures. In addition of flooding problem, sedimentation factor in Tempe Lake becomes a priority that must be saved. The amount of people needs for agriculture land and settlements resulting in the conversion of catchment area, and this has led to an imbalance hydrology in Bila watershed. This study aimed to observe the effect of landuse changes on streamflow. Streamflow analysis of is done by looking at the value of the maximum and minimum discharge over a period of 10 years and runoff coefficient. The results showed that landuse changes trend has effecting maximum and minimum discharge trends and runoff coefficient. Conversion of primary forests to secondary forests of 8.6% has been changing river conditions from good to bad. River conditions become worse has followed by increased river flow coefficient of 21.9% from 0.56 becomes 0.72, which means that 72% of precipitation in Bila watershed is runoff.

Keywords: Streamflow, landuse, Bila watershed, runoff coefficient

UDC: 771.71 : 502.51+681.5

Iskandar A. Yusuf

**ANALYSIS OF WATER POLLUTION CONTROL IN THE
UPPER CITARUM RIVER ZONE USING MULTI
DIMENSIONAL SCALING MODEL**

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 17-32

Citarum River is the largest river in West Java province, which due to high functionality and benefit of this river has been constructed three large cascade reservoirs: Saguling-Cirata-Jatiluhur that produce around 1,900 MW electricity and irrigate the paddy fields with technical irrigation for DKI Jakarta over 240,000 ha and water supply through the West Tarum Canal, East Tarum Canal and North Tarum Canal. However, Citarum river is very polluted. Various efforts starting from laws and regulations as well as structuring of institution, and has been done several government programs establishing to control water pollution control. However, Citarum river can not be restored properly due to disposal of wastewater still permits regardless of the factual condition. This study aimed at analysing the sustainability status of water pollution control in Citarum river by applying Multi Dimensional Scaling method covering the dimensions: Policy, Technical, Economic, Socio-Cultural, Law Enforcement and Stakeholders Support, in order to define a proposal for him solution. The results of the study for the existing condition in 2015 that in all dimensions less sustainable. However, for year 2030 and 2050 the so technical dimension increased significantly as a highly sustainable status followed by other dimensions achieving sustainable status. The analysis results indicated that a technical dimension can be more implemented than others, and the most difficult one is the economic dimension.

Keywords: Water quality, water pollution control, Citarum river, sustainability status analysis, multi-dimensional scaling

UDC: 502.3 + 1e (204)

Ninin Gusdini; M. Januar J Purwanto; Kukuh Murtilaksono; Kholid

**WATER SCARCITY : REVIEW OF WATER SUPPLY
SYSTEM IN BEKASI REGION**

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 175-186

Imbalance of supply and demand is the beginning of a scarcity of clean water. To detect the occurrence of water scarcity needed calculation of water demand to estimating water source to be used. Water scarcity occurs due to natural factors associated with limited sources of raw water to water drinking, the system performance of water supply services are inefficient and increasing of water demand. The high level of leakage, inefficient processing, and low of coverage service from PDAM are performance factors that is causing water scarcity. Meanwhile, population growth and development of the region is demand side factor which led to the scarcity of water. Shortage of safe drinking water to the community caused by the condition of water management is not optimal. This is demonstrated by the leakage rate is still above the standard that tolerated (20%), a relatively small customer coverage is 15.69% of the population that has been underserved by the piping systems, idle capacity because of unoptimal instalation. Scarcity can anticipate with three ways: (1) increasing quantity and quality of raw water, (2) save the use of water and recycle waste water, (3) decrease of leakage, improve PDAM performance, and efficiency of water treatment.

Keywords: Clean water, demand, supply, scarcity, piping system

UDC: 1e (282) : 627.516

Nuryanto Sasmito Slamet; Sarwono

**FLOOD INUNDATION SIMULATION USING ASTER DEM
DATA IN CILEMER RIVER**

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 61-76

The Cilemer River is a river which flowing to Lada Bay in west coast of Pandeglang District, Banten Province. The influence of the tide, the high flood discharges and settlements located at the flood plain has caused flooding every year. In order to understand flood overtopping mechanism and inundation map, numerical model simulation for flood and inundation area were conducted. The numerical model of the river were conducted using cross sectional of the river, result of these simulations were further integrated with Geographical Information System (GIS). The objective of this study is to obtain inundation map area. The input for GIS is a Digital Elevation Model which is obtain from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Digital Elevation Model (ASTER DEM). The simulation results shows the capacity of Cilemer River upstream is 210 m³/s while on the downstream segment was only 100 m³/s. Simulation shows with overtopping of the dike of 0,96 m generate 546 Ha of inundation area for 2 year return period of flood discharge. The overtopping of 1,1 m has generated 592 Ha of inundation area for 5 year return period of flood discharge. With overtopping of 1,26 m of 10 year return period flood discharge has caused 682 Ha inundation area, while 2,56 m overtopping has generated 912 Ha inundation area for 25 year return period of flood discharge. Effect of flood control structure on the outlet of bypass has generated 19 cm increase of water level.

Keywords: River, flood, numerical modeling, flood inundation area, GIS

UDC: 122+628.221

Orita Mega Delani; Bambang Dwi Dasanto

**COMPARISON OF DISCHARGE HYDROGRAPH USING
SOME METHODS OF EFFECTIVE RAINFALL (CASE
STUDY: UPPER CISADANE WATERSHED)**

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 187-198

Calculation of effective rainfall is an important step in hydrologic modelling. The used methods to calculate effective rainfall rarely observe watershed conditions on site. The objectives of the study is to determine the optimum method in calculating effective rainfall based on infiltration approach in Upper Cisadane Watershed and to analysis dominant characteristic of watershed on selected method. SCS-CN, Initial and Constant Rate Loss Method, and Green and Ampt Loss Method were the methods that used to estimate run off value in Upper Cisadane Watershed. The simulation was performed using HEC-HMS and tested using EF and RMSE on peak discharge and volume of hydrograph. The three events of peak discharge was chosen. Based on EF and RMSE test, Green and Ampt Loss Method model showed that simulated hydrograph was similar to measured hydrograph in Upper Cisadane Watershed with EF was 0.764 and RMSE was 5.93 m³/s. Based on the analysis, green and Ampt method is recommended to use on watershed with mountainous topographic and simillar on shape with Upper Cisadane Watershed.

Keywords: Effective rainfall, green and ampt loss method, initial and constant rate loss method, SCS-CN

UDC: 691.215 : 551.442

Pulung A. Pranantya; Nurlia Sadikin

GEOELECTRIC RESISTIVITY APPLICATION FOR CAVE DETERMINING IN SEROPAN AREA GUNUNGKIDUL, YOGYAKARTA

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 105-106

In terms of geology, most areas in south of the Gunungkidul District in Central Java consist of the Wonosari formation limestone. The land is generally very dry and source of raw water is also difficult to reach. Findings on the existence of underground river in caves, however, indicate the potential amount of water within the area, especially in the eastern part of the Gunungkidul District. Although limited information available, some fishermen have discovered that Seropan cave contains fresh water source. This cave is situated at 65 m below the cliff. Initial exploration, which done using a multichannel resistivity method, confirmed the availability of freshwater in the cave and underground river. The isopach of cave depth is found in ranges of 80 – 200 m below the ground surface. The water of Seropan cave can be utilized by implementing pipeline or by drilling at the suggested point based on the interpretation results, i.e. 110o22'23.6388" EL 804'2.874" SL.

Key word: Limestone, Seropan Cave, Gunungkidul, resistivity method, sub-surface river

UDC: 72.012 + 628.221

Segel Ginting; William M. Putuhena

THE DESIGN RAINFALL BASED ON REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS USING TL-MOMENT METHOD

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 1-16

The designs rainfall were estimated with the regional frequency analysis provides benefits to a dataset that has a limited amount of data. Minimum data used in calculating the amount of design rainfall has a very large error for higher return period. Therefore, the regional frequency analysis was used based on TL-moment method. There are three types of probability distributions used in this study, namely the Generalized Extreme Value (GEV), Generalized Pareto (GPA) and the Generalized Logistic (GL). Two of the three types probability distributions are the best chosen by the TL-moment ratio diagrams which are Generalized Extreme Value, and Generalized Logistic. An another analysis was conducted by the Z test and the Generalized Extreme Value (GEV) gives the best results. Therefore, the designs rainfall was estimated based on the regional frequency analysis in Jaka watershed using the Generalized Extreme Value (GEV) has been determined.

Keywords: Design rainfall, frequency analysis, generalized logistic, TL-moment, generalized extreme value

UDC: 004.725.5 + 626-338

Sarwono

STUDY OF LOCAL SCOURING CHARACTERISTICS SURROUNDINGS SEVERAL BRIDGE PILARS FORMS

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 89-104

The local scouring characteristic surroundings several bridge pillars forms have a different characteristics, some forms of pillars of the bridge are considered optimum when equipped with the data: discharge, slope of riverbed, material, and on the same flow direction, that will produce the most shallow scouring. The objective of this study is to find the form of pillars that will generate the most superficial scouring. The study is conducted at the Laboratory of River in Surakarta. The used flume has length of 10.00 m, width 0.40 m and height of 0.40 m. The forms of pillar studied are two cylindrical pillars, sheet pile and full walls pillar. The slope of the riverbed (i) are varied, there are three: 0.006, 0.0125 and 0.020. The flow discharge rate there are five variations: 5,37 m³/s, 8,94 m³/s, 12,52 m³/s, 14,31 m³/s, 17,89 m³/s. Land was used at material for river bed, and, there are three kinds of value D_{50} : 0.60 mm, 0.80 mm and 1.00 mm. The research method includes: a field survey, two dimension physical model test with 1:20 scale. The results showed for each pillar shapes have different characters. The deepest scouring surroundings the pillar beside the point, at the beginning of the first minute to the 20th minute in a sudden deep scour the riverbed and form of river bed surroundings are the pillars up and down irregularly. In the 20th minute until the end of the stream scouring decreased almost linearly lines are horizontal. In general the pile type pillars was found to cause the minimum scouring than other pillar shapes.

Keywords: Local scouring, scouring of characteristics, forms of pillars bridge, physical model test, flume

UDC: 1e (204) + 632.5

Syamsul Bahri

IDENTIFICATION OF NITROGEN (N) AND PHOSPHOR (P) POLLUTANT SOURCES ON BLOOMING AQUATIC WEEDS IN TEMPE LAKE, SOUTH SULAWESI

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 159-174

Tempe Lake is one of 15 lakes as national priority to be saved. Today, the Tempe Lake has been blooming of aquatic weeds. The aims of research are i). to know the vegetation succession, ii). To know the condition of water quality in lake and input river to lake, iii). To identify the main pollution sources of the nitrogen (N) and fosfor (P). The research carried out in dry season on June and August 2015. Analysis of succession vegetation using the theory of vegetation succession in shallow lakes. Analysis of water quality using the criteria for fisheries and trophic status. Identification of N and P pollutant sources using secondary data namely agriculture area, type of fertilizer, total population, livestock. Based on the research, that in Tempe Lake has been processing the succession of vegetation, at least about four group of vegetation dominantly, namely phytoplankton, floating plant, emergent plant, and fringing plant. The lake water quality and the input river to lake still meets the criteria for fisheries. However, according to the status trophic of lake based on N dan P were hypertrophic with the average concentration N-total 0,697 mg/L and P-total 0,224 mg/L. The status trophic for the input river to lake based on N was oligotrophic with the average concentration of N-total 0,362 mg/L and based on P was eutrophic with the average concentration of P-total 0,291 mg/L.

Keywords : Aquatic weeds, Tempe Lake, phosphor, nitrogen

UDC: 771.71 : 54 + 902.01

Wulan Seizarwati; Heni Rengganis

TYPOLOGY AND QUALITY OF WATER RESOURCES IN YAMDENA AND SELARU ISLAND, WEST SOUTHEAST MALUKU

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 1, p. 77-88

Yamdena and Selaru Islands are clustered in Tanimbar Archipelago, West Southeast of Maluku. Some of water resources have been identified in this area such as springs, dug wells, and rivers. Water quality study is carried out in order to utilize water resources to support regional development of small islands in Tanimbar Archipelago. Groundwater chemistry typology assessment is performed to potential springs to be developed, namely Wetemar, Wemomolin, Wesori, as well as Wetotote by using a classification method in Piper Trilinier Diagram. Both water quality assessment status and utilization feasibility are performed to all type of water resources that have been identified and potential to be utilized. Physical and chemical parameters of water are obtained from direct field measurement and laboratory testing as well. Analysis and evaluation results indicate that the springs typology in Yamdena and Selaru Islands came from groundwater flow in the upper zone which is influenced by surface water. According to the laboratory testing results, most of identified water resources in Yamdena and Selaru Islands have not met the quality standard yet. The final results of this research are expected to be useful for the further water utilization to make a sustainable utilization.

Keywords: Water quality, water chemistry typology, Tanimbar archipelago, piper trilinier diagram, water quality standard

UDC: 543.395 + 1d (078.9)

Yuliya Mahdalena Hidayat

the model of AQUATIC biota mortality as a function of etention time OF THE DETERGENT WASTEWATER AND simple idea for CONTROLLING

J-SDA Mei 2016, vol. 12, no. 2, p. 131-146

Wastewater is a residual from detergents usage that has negative impact to the environment, such as aquatic biota toxic. The Model of aquatic biota mortality as a function of detention time for the wastewater detergent concentration was eliminated by secondary data. Model is selected by election of trendline type that have highest determination coefficient, while simple idea of the detergent pollution control technique was analized from previous research and some other aspect. Result showed that aquatic biota mortality with perception time can be expressed with second order polynominal model. Damage of the vital aquatic biota organ such as cell membran, liver and heart, and also water quality degradation is allegedly caused of organisms mortality as a due to detergent increased in water bodies. A very high detergent concentration, is endangering biota in water bodies. Usage of environmentally friendy detergents, and also wastewater treatment for detergent before entering the water bodies, is expected to protecting more aquatic biota so that ecosystem can maintained. Individual detergent screening technique (TPDI) idea expected acceptable and exploited by public as one of the detergent pollution control.

Keywords: Detergent, model, aquatic biota mortality, determination coefficient, individual detergent screening technique

KELANGKAAN AIR BERSIH : TELAAH SISTEM PELAYANAN PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KABUPATEN BEKASI

WATER SCARCITY : REVIEW OF WATER SUPPLY SYSTEM IN BEKASI REGION

Ninin Gusdini ¹⁾ M. Januar J Purwanto²⁾ Kukuh Murtilaksono ³⁾ Kholid ⁴⁾

¹⁾ Mahasiswa Doktor Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan – IPB

²⁾ Departemen Sipil dan Teknik Lingkungan-IPB

³⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Manajemen Sumberdaya Lahan-IPB

⁴⁾ Program Studi Teknik Lingkungan-Usahid

Email: ¹⁾adhe_tl@yahoo.com

Diterima: 21 April 2016; Direvisi: April 2016; Disetujui: 29 Oktober 2016

ABSTRAK

Ketidakseimbangan suplai dengan kebutuhan, merupakan awal sebuah kelangkaan air bersih. Untuk mendeteksi terjadinya kelangkaan air bersih, perlu adanya perhitungan terhadap kebutuhan dan alokasi air yang berpeluang dimanfaatkan. Kelangkaan air bersih terjadi karena adanya faktor alam yang terkait dengan terbatasnya sumber air baku untuk air bersih, kinerja sistem layanan penyediaan air bersih yang tidak efisien dan kebutuhan air bersih yang tidak terkendali. Tingginya tingkat kebocoran, tidak efisiennya proses pengolahan, lambatnya upaya peningkatan pelanggan merupakan faktor kinerja sistem layanan air bersih yang menyebabkan terjadinya kelangkaan air bersih. Sedangkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah merupakan faktor kebutuhan yang menyebabkan kelangkaan air bersih. Kekurangan air bersih yang aman bagi masyarakat disebabkan oleh kondisi pengelolaan air bersih yang belum optimal. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat kebocoran yang masih diatas standar yang ditoleransi (20%), cakupan pelanggan yang relatif kecil yaitu 15,69% dari jumlah penduduk administratif yang sudah terlayani oleh sistem perpipaan, idle capacity yang disebabkan oleh kerusakan dan ketidak optimalan instalasi yang ada. Kelangkaan dapat di antisipasi tiga cara: (1) peningkatan kuantitas dan kualitas air baku, (2) melakukan penghematan penggunaan air bersih dan daur ulang air limbah, (3) menurunkan tingkat kebocoran, meningkatkan kinerja PDAM dan efisiensi pengolahan air bersih.

Kata kunci: Air bersih, kebutuhan, suplai, kelangkaan air, sistem perpipaan

ABSTRACT

Imbalance of supply and demand is the beginning of a scarcity of clean water. To detect the occurrence of water scarcity needed calculation of water demand to estimating water source to be used. Water scarcity occurs due to natural factors associated with limited sources of raw water to water drinking, the system performance of water supply services are inefficient and increasing of water demand. The high level of leakage, inefficient processing, and low of coverage service from PDAM are performance factors that is causing water scarcity. Meanwhile, population growth and development of the region is demand side factor which led to the scarcity of water. Shortage of safe drinking water to the community caused by the condition of water management is not optimal. This is demonstrated by the leakage rate is still above the standard that tolerated (20%), a relatively small customer coverage is 15.69% of the population that has been underserved by the piping systems, idle capacity because of unoptimal instalation. Scarcity can anticipate with three ways: (1) increasing quantity and quality of raw water, (2) save the use of water and recycle waste water, (3) decrease of leakage, improve PDAM performance, and efficiency of water treatment.

Keywords: Clean water, demand, supply, scarcity, piping system

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, keberadaannya tidak dapat digantikan. Posisi

strategis ini dapat menjadikan sumber konflik bagi manusia dalam hal pemenuhannya. Menurut WRC (2014), Kelangkaan air akan berdampak terhadap stabilitas sosial politik suatu wilayah, seperti

halnya di Afrika Selatan pada tahun 2004, terjadi peningkatan secara eksponensial konflik sosial sejalan dengan kebutuhan air bersih masyarakat yang tidak terpenuhi. Selain konflik sosial, masalah yang dapat timbul akibat kebutuhan air yang tidak layak adalah kondisi buruknya sanitasi yang dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan dan estetika yang pada akhirnya berdampak pada kesejahteraan masyarakat.

Kelangkaan air bersih merupakan kondisi tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih sesuai dengan persyaratan yang ada (Jauad El Kharraz, 2012). Kondisi kelangkaan air ditunjukkan oleh jumlah kebutuhan yang melebihi kemampuan penyedianya serta tidak terpenuhinya persyaratan layanan air bersih sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif. Persyaratan yang dimaksud berhubungan dengan keamanan bagi kesehatan (kualitas air), kecukupan kebutuhan dasar masyarakat (kuantitas dan kontinuitas) serta keterjangkauan dari sisi harga. Kelangkaan air dari sisi kebutuhan diakibatkan oleh jumlah pengguna air yang meningkat dan atau tingkat konsumsi air per individu yang meningkat. Banyak literatur yang menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk memberikan dampak buruk, salah satunya adalah terhadap kelangkaan air bersih (Claudio, 2012). Kabupaten Bekasi merupakan salah satu Kabupaten yang berdekatan dengan DKI Jakarta. Kondisi demikian memberikan dampak tersendiri terhadap perkembangan sosial ekonomi wilayah dan jumlah penduduk. Pada akhirnya kondisi ini akan mempengaruhi peningkatan konsumsi dan kebutuhan air bersih di Kabupaten Bekasi.

Untuk mengatasi hal kelangkaan air bersih di masyarakat, ada dua pendekatan dasar untuk menyelesaiannya yaitu pendekatan yang menitik beratkan pada ketahanan ekologi dan ketahanan *engineering* (Holling, 1996; Butler D, 2014). Ketahanan ekologi yang dimaksud adalah menitik beratkan pada pengelolaan keberadaan fungsi sistem ekologi (*system integrity*). Sedangkan ketahanan *engineering* lebih menitikberatkan pada memastikan efisiensi dari sistem dan menghindari kesalahan sistem penyediaan air bersih (*system performance*). Dalam konteks penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi, pendekatan terhadap ketahanan ekologi lebih kompleks karena upaya ini tidak dapat dilakukan hanya oleh Kabupaten Bekasi. Hal ini karena fungsi ekologi terkait dengan sumber daya air bersifat lintas wilayah administratif. Oleh karena itu penyelesaian dengan pendekatan ini, Kabupaten Bekasi harus bekerjasama dengan Kabupaten lainnya seperti Kabupaten Karawang, Purwakarta, dan Bogor contohnya dalam hal cemaran beberapa sungai yang merupakan sumber air permukaan. Dalam konteks yang lebih sederhana, Kabupaten Bekasi

dapat lebih fokus pada pendekatan ketahanan *engineering*, karena pendekatan ini lebih bersifat internal Kabupaten Bekasi. Langkah awal dari pendekatan ini adalah melakukan telaah terhadap kondisi sistem penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi, guna mengetahui kinerja sistem penyediaan air bersih. Sejauh ini penyediaan air bersih perpipaan yang dilakukan oleh pemerintah daerah di Kabupaten Bekasi dilakukan oleh PDAM, yang merupakan salah satu badan usaha milik daerah.

Tujuan dalam kajian ini adalah untuk memberikan gambaran terkait kinerja layanan air bersih khususnya yang diselenggarakan oleh PDAM di Kabupaten Bekasi yang dapat memberikan cerminan terhadap kelangkaan air bersih yang aman bagi masyarakat. Banyak indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem penyediaan air bersih. Lambert *et al* (1999) menyampaikan tingkat kebocoran air pada sistem penyediaan air bersih merupakan indikator utama terhadap kinerja sistem penyediaan air bersih. Kebocoran air dalam sistem akan berpengaruh terhadap kualitas air yang diterima masyarakat, tekanan air, kontinuitas suplai, kecukupan air, dan harga air. Melengkapi hal tersebut, *International Benchmarking Network* (IBNET) menyatakan ada beberapa indikator yang dapat memberikan gambaran kinerja sistem penyediaan air bersih, yaitu tingkat layanan, jumlah air yang dikonsumsi dan diproduksi, kebocoran air, penggunaan meteran air khususnya di pelanggan, kondisi jaringan pipa, kualitas layanan, pembiayaan dan tenaga kerja, *billing collection*, kinerja keuangan dan aset (Ricardo MNV, 2015). Dalam kajian ini, indikator yang digunakan untuk melihat kinerja sistem penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi lebih difokuskan pada aspek teknis yang meliputi tingkat layanan (*service coverage*), jumlah air yang diproduksi dan dikonsumsi, dan tingkat kebocoran air. Pada akhirnya, hasil kajian ini dapat memberikan informasi awal bagi Pemerintah Kabupaten Bekasi, untuk melakukan berbagai upaya mengatasi kelangkaan air bersih di masyarakat sehingga kewajiban pokok Pemerintah Daerah dalam memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dapat terpenuhi.

KAJIAN PUSTAKA

Kelangkaan air bersih merupakan kondisi dimana masyarakat memiliki akses yang tidak memadai dari sisi kualitas dan kuantitas untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka (WRC, 2014). Kelangkaan air dapat menimbulkan kerawanan dalam bidang sanitasi, kesehatan, sosial dan kesejahteraan. Kelangkaan tersebut dapat

ditimbulkan oleh 2 sebab, yaitu sebab alamiah diantaranya akibat struktur geohidrologi suatu wilayah yang menyebabkan sulitnya sumber air atau kondisi alamiah yang menyebabkan sumber air tidak dapat dikonsumsi atau tidak memenuhi kualitas air bersih. Penyebab lainnya adalah kegagalan dalam pengelolaan sistem penyediaan air bersih (Kharraza el Jaudad, 2012)

Terdapat beberapa indikator yang menyatakan pengelolaan air bersih yang tidak optimal. Pertama, cakupan pelayanan yang masih rendah, yaitu kurang dari 40% (PP No. 14 Tahun 2010). Kedua, kualitas air yang diterima oleh pelanggan tidak sesuai dengan standar kualitas air minum (Permenkes No 492 Tahun 2010). Ketiga, tingkat kehilangan air baik di instalasi maupun di jaringan distribusi, kehilangan air yang dapat ditoleransi dalam sistem penyediaan air bersih adalah 20% (*American Water Work Association*).

Suplai Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih bertujuan untuk menyediakan kebutuhan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan jumlah dan tekanan yang cukup. Namun untuk saat ini jumlah air yang disalurkan dilakukan pembatasan karena mempertimbangkan adanya penghematan energi dan adanya keterbatasan dari sumber daya air (Noerbambang, 1993).

Secara teknis, sistem penyediaan air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1 Sistem penyediaan air bersih individual (*Individual Water Supply System*)

Sistem penyediaan air bersih individual adalah sistem penyediaan air bersih untuk penggunaan individual atau pelayanan terbatas. Sumber air yang digunakan dalam sistem ini umumnya berasal dari air tanah. Hal ini disebabkan air tanah memiliki kualitas yang relatif baik dibanding sumber lainnya.

2 Sistem penyediaan air bersih komunitas (*Community/Municipality Water Supply System*)

Sistem penyediaan air bersih komunitas atau perkotaan adalah suatu sistem penyediaan air bersih untuk masyarakat umum atau skala kota, dan untuk pelayanan yang menyeluruh, termasuk untuk keperluan rumah tangga (domestik), sosial maupun industri. Pada umumnya sistem ini merupakan sistem yang lengkap dan menyeluruh bahkan kompleks, baik dilihat dari teknis maupun sifat pelayanannya.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 16 Tahun 2005 tentang Penyediaan Air Minum, menyatakan bahwa sistem suplai air bersih yang dilakukan oleh PDAM meliputi 2 cara, yaitu :

1 Suplai air bersih dengan sistem perpipaan

Pada sistem ini, air didistribusikan sampai kepada pengguna dengan menggunakan perpipaan, sistem meliputi sambungan rumah (SR), hidran Umum (HU), dan hidran kebakaran. Setiap kampung terdiri dari 3-10 unit hidran untuk melayani masyarakat antara (30-50) L/orang/hari. Jarak antara kran 100 m – 150 m disesuaikan dengan kondisi. Jumlah masyarakat yang dapat dilayani oleh satu hidran umum antara (100-300) orang.

2 Suplai air bersih dengan sistem non perpipaan

Dalam Sistem non perpipaan air diperoleh dari sumur dangkal, sumur pompa tangan, penampungan air hujan, tangki air, dan bangunan pelindungan mata air. Sistem non perpipaan merupakan sistem individual. Dalam sistem ini standarisasi kualitas air bersih yang diperoleh sangat sulit untuk dipantau karena sistem dikendalikan oleh masing-masing pengguna.

Secara umum sumber air diklasifikasikan menjadi 5 (lima) yaitu:

1 Air hujan, air yang berasal dari kondensasi uap air yang jatuh ke tanah.

2 Air tanah, yaitu air yang mengalir dari mata air, sumur, atau diambil melalui sumur buatan.

3 Air permukaan, seperti sungai, danau, waduk dan lain-lain.

4 Desalinasi air laut atau air payau.

5 Hasil pengolahan air limbah.

Dari kelima sumber air tersebut di atas, air permukaan merupakan sumber air yang paling mudah untuk diperoleh. Secara kualitas sumber air permukaan memiliki resiko yang besar terhadap pencemaran. Kualitas air sungai sudah terdegradasi, sungai-sungai yang dijadikan badan air penerima limbah sudah tidak ada lagi yang bisa dijadikan sumber air baku air minum (kelas I) bahkan banyak sungai yang cenderung menurunkan kualitasnya dari kelas II menjadi kelas III.

Sungai-sungai yang dijadikan sumber air baku sekarang ini, yaitu Kalimalang (Saluran Tarum Barat) dan Kali Cikarang meskipun merupakan sungai yang bukan merupakan badan air penerima limbah tetapi menghadapi tekanan kualitas (Suparyadi, 2008)

Kebutuhan Air Bersih (Water Demand)

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, pengelontoran kota dan lain-lain.

Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran. Kebutuhan akan air dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, masak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kantor, tempat ibadah, niaga dan lain-lain. Berdasarkan hasil studi, alokasi konsumsi air untuk rumah tangga di Kota Phonix Arizona sebesar 35% dari total kebutuhan air bersih, dimana total kebutuhannya sebesar 2831,7l (748 gal). Wentz (2007) menyatakan bahwa kebutuhan air pada suatu wilayah dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya:

- 1 Jumlah penduduk
- 2 Kondisi iklim
- 3 Kebiasaan dan gaya hidup penduduk
- 4 Fasilitas plumbing
- 5 Kondisi kualitas sistem penyediaan air
- 6 Industri
- 7 Harga air

Kebutuhan air menurut Matthew dan Gavlin (2001) dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- 1 Jumlah penduduk
Jumlah penduduk yang meningkat akan meningkatkan kebutuhan air hal ini akan mendorong peningkatan terhadap konflik sosial dan menurunkan kerjasama dalam berbagai bidang khususnya dalam penyediaan air bersih.
- 2 Produktivitas dalam *agriculture*
Bidang *agriculture* merupakan salah satu aktivitas yang mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak, oleh karena itu jika produktivitas di bidang ini meningkat otomatis air yang dibutuhkannya pun akan meningkat pula.
- 3 Perkembangan ekonomi
Tingkat ekonomi akan mempengaruhi pola dan gaya hidup masyarakat. Meningkatnya kemampuan ekonomi masyarakat akan meningkatkan konsumsi masyarakat secara umum termasuk dalam hal konsumsi terhadap air.

Secara prinsip berdasarkan penjelasan di atas, maka kebutuhan air bersih masyarakat akan selalu bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Hal ini berbanding terbalik dengan suplai air bersih yang jumlahnya selalu terbatas. Pendekatan konvensional dalam pemenuhan kebutuhan air

bersih yang sering dilakukan adalah dengan meningkatkan suplai air bersih. Dalam kondisi tertentu pendekatan ini sudah tidak dapat dilakukan lagi, sehingga mulailah dikembangkan pendekatan dalam manajemen kebutuhan air. Manajemen kebutuhan air mengatur dan medorong untuk mengurangi konsumsi air sehingga keterbatasan suplai air dan keseimbangan antara *supply - demand* dapat terpenuhi. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk manajemen kebutuhan air bersih.

Wentz (2007) mengemukakan bahwa kebutuhan air disuatu pemukiman diklasifikasikan menjadi kebutuhan air bersih untuk di dalam rumah yang meliputi kebutuhan air untuk masak, minum, serba cuci dan lain-lain, aktivitas rumah tangga, dan kebutuhan air untuk diluar rumah seperti untuk taman kota, dan pertanian. Untuk kasus di Phoenix, kebutuhan air bersih dipengaruhi besar oleh temperatur karena 74% dari air bersih yang ada digunakan untuk aktivitas diluar ruangan.

Kebutuhan air bersih merupakan acuan untuk memprediksi jumlah air yang dibutuhkan dalam mendesain sistem penyediaan air bersih. Tingginya jumlah kebutuhan air yang diprediksi maka kapasitas sistem penyediaan air bersih yang disediakan semakin besar. *Over estimate* terhadap kebutuhan air akan mengakibatkan biaya investasi dalam pembangunan sistem penyediaan air bersih semakin tinggi dan tidak efisien. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mengatur atau meminimalkan kebutuhan air bersih masyarakat.

Kebutuhan air bersih perkapita setiap rumah tangga berbeda - beda dipengaruhi oleh banyak faktor. Wentz (2007) menyatakan bahwa kebutuhan air bersih perkapita untuk rumah tangga dipengaruhi oleh luasan rumah, jumlah toilet, usia penghuni rumah dan jenis fasilitas rumah, misalnya apakah memiliki kolam renang atau tidak. Aitiken, et al (1991) menyampaikan kebutuhan air untuk rumah tangga dipengaruhi oleh ukuran rumah, pendapatan, metode penyiraman tanaman, jumlah anak-anak dan variasi penggunaan air. Kebutuhan perkapita rumah tangga akan mempengaruhi kebutuhan air bersih suatu wilayah.

Grover (2002) diacu dalam David (2006) mendefinisikan manajemen kebutuhan air, diantaranya:

- 1 Manajemen kebutuhan air merupakan berbagai tindakan untuk mengurangi rata-rata kebutuhan puncak dan mengurangi konsumsi air dan perlindungan terhadap kualitas air sehingga bermanfaat bagi masyarakat banyak dengan biaya pemanfaatan yang rendah atau minimal.

- 2 Manajemen kebutuhan air merupakan kegiatan strategis dengan meningkatkan pemanfaatan air secara berkeadilan efisien dan berkelanjutan.
- 3 Manajemen kebutuhan air merupakan pengembangan dan implementasi strategi yang bertujuan untuk mempengaruhi permintaan penggunaan air, sehingga efisiensi dan keberlanjutan dari ketersediaan air dapat terpenuhi.

Menurut Da-pinga Xia, *et al* (2011), pendekatan Manajemen *Water Demand* meliputi:

- 1 Mengoptimalkan peran hukum dan peraturan, seperti perlunya kita mengelola SDA, pemanfaatan SDA yang lintas daerah administrasi, penilaian terhadap indikator lingkungan atau ekologi dan meningkatkan akuntabilitas sistem ekologi.
- 2 Rasionalisasi pengguna air dengan pendekatan harga air, melalui langkah dengan membuat tarif air secara bertingkat dimana semakin banyak air yang digunakan maka semakin mahal harga per satuannya dan memberikan insentif terhadap masyarakat yang hemat air.
- 3 Pemanfaatan yang efisien dan berkelanjutan untuk membangun ekonomi masyarakat.
- 4 Meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi pengelolaan SDA dengan melibatkan teknologi informasi, simulasi, optimalisasi, pengambilan keputusan dengan berdasarkan teori sistem.
- 5 Melalui peningkatan propaganda manajemen *water demand*, meningkatkan kesadaran akan manfaat efisiensi penggunaan air untuk diri sendiri melalui program kampanye dan *capacity building* pada masyarakat.

Menurut Fotanza dalam WRC (2014), utilitas dari distribusi untuk memenuhi kebutuhan air sangat bergantung pada variasi kebutuhan air (*water demand*), ukuran, perawatan pipa, dan volume reservoir. Oleh karena itu, tingginya kebutuhan air (*water demand*) akan mempengaruhi tingginya atau banyaknya utilitas yang dibutuhkan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi besarnya biaya yang dibutuhkan untuk investasi penyediaan air bersih.

METODOLOGI

Kelangkaan air bersih terjadi jika tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih masyarakat yang sesuai dengan persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Tidak terpenuhi layanan air bersih diindikasikan oleh rendahnya cakupan layanan perpipaan dan sumber air yang terlindungi serta tidak seimbangnya antara suplai air dengan kebutuhan air bersih. Metode yang digunakan untuk menghitung cakupan layanan berdasarkan Permen PU No: 14/2010 yaitu:

$$F_{AM} = \frac{\Sigma P_{AML}}{\Sigma P} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F_{AM} = Fasilitas air minum

ΣP_{AML} = banyaknya penduduk yg akses air bersihnya terlindungi

ΣP = jumlah penduduk

Percentase cakupan pelanggan menurut Permen PU No. 14 Tahun 2010, yaitu :

Sangat Buruk : < 30%

Buruk : (30 - <40)%

Sedang : (40 - <60)%

Baik : (60 - <70)%

Sangat Baik : >70%

Estimasi kebutuhan air bersih dihitung baik kebutuhan domestik maupun non domestik. Jumlah penduduk dan rata-rata laju pertumbuhan penduduk merupakan dasar perhitungan kebutuhan air bersih. Perhitungan kebutuhan air bersih pada suatu wilayah dipengaruhi oleh jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, tingkat pelayanan yang direncanakan dan kebutuhan air bersih perkapita.

$$K_{AB} = \Sigma P \times q \times T_{KL} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

K_{AB} = Kebutuhan air bersih

ΣP = jumlah penduduk

q = konsumsi air bersih perkapita

T_{KL} = tingkat pelayanan

Analisis kapasitas pengolahan dilakukan untuk mengetahui apakah instalasi pengolahan sudah berjalan optimal atau belum. Dalam perhitungan jumlah sambungan yang dapat dilayani berdasarkan kapasitas pengolahan yang ada diasumsikan 1 liter/detik dapat melayani 80 keluarga (Sambungan langsung atau SL) atau

setara dengan tingkat konsumsi air bersih per kapita sebesar 90/liter/orang/hari.

Keterangan :

Σ_{SL} = Jumlah sambungan langsung

C_x = kapasitas instalasi terpasang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Layanan Air Bersih Kabupaten Bekasi

Penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi dilayani dengan sistem perpipaan yang dikelola oleh PDAM, masyarakat dan PAM Swasta serta non perpipaan berupa hidran umum, sumur bor dan masih ada sebagian kecil yang memanfaatkan air permukaan dari sungai.

Untuk PDAM di Kabupaten Bekasi melayani wilayah Kabupaten dan sebagian dari Kota Bekasi. Saat ini Kabupaten Bekasi dilayani oleh 10 unit instalasi pengolahan air. Kondisi dari kesepuluh IPA tersebut, sebagian beroperasi kurang optimal akibat berbagai kendala yaitu kerusakan pada filter, kapasitas pengolahan yang tidak maksimal serta kesulitan air baku pengolahan. Sumber air baku yang digunakan oleh IPA lebih dari 80% berasal dari Perum Jasatirta 2, dan sebagian kecil berasal dari 3 buah sungai yaitu Ciherang untuk IPA Cabangbungin (40 l/s), Cibeet untuk IPA Bojongmangu (25 l/s) dan Sungai Cikarang untuk IPA Sukatani (40 l/s) (PDAM, 2015).

Total kapasitas terpasang IPA yang dikelola PDAM adalah sebesar 2.745 l/s sedangkan IPA terpasang yang digunakan khusus untuk Kabupaten Bekasi hanya sebesar 1.345 l/s, sedangkan sisanya digunakan untuk melayani sebagian wilayah Kota Bekasi. Untuk kapasitas produksi 2.182 l/s yang digunakan oleh PDAM, sedangkan kapasitas produksi yang digunakan untuk Kabupaten Bekasi adalah sebesar 1.038 l/s dan sisanya digunakan untuk melayani Kota Bekasi (PDAM, 2015). Berdasarkan data diatas, terdapat 307 l/s yang tidak termanfaatkan (*Idle capacity*) untuk IPA yang melayani Kabupaten Bekasi. Hal ini diakibatkan oleh penurunan kapasitas dari beberapa IPA yang ada khususnya dari IPA baja. Selain itu *idle capacity* terjadi karena rendahnya permintaan pelayanan dari masyarakat, sehingga IPA tidak dioperasikan sesuai dengan kapasitas

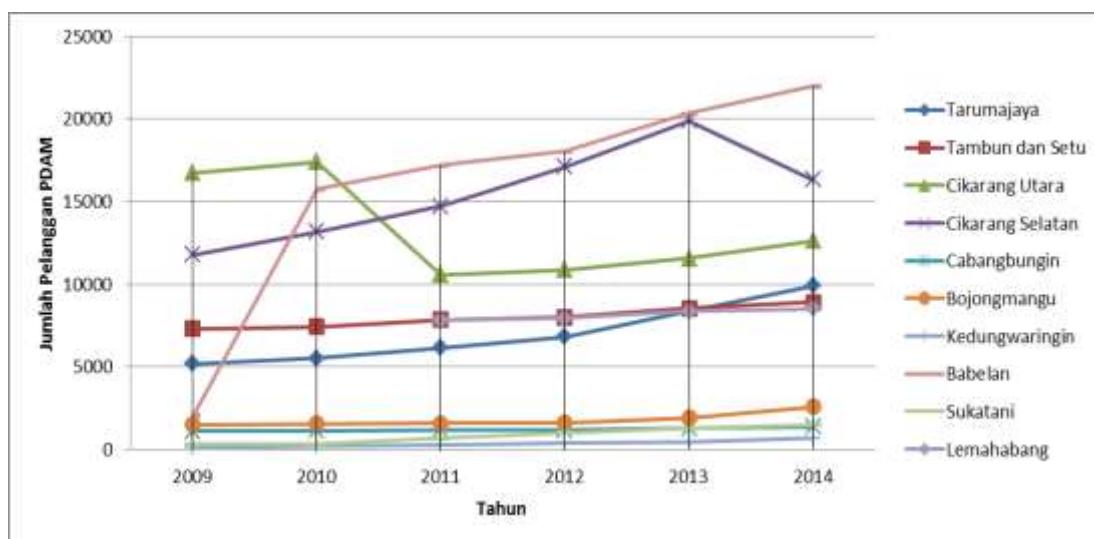
terpasang. Sistem distribusi air bersih ke konsumen dilakukan menggunakan sistem perpompaan. Berdasarkan data BPS, tingkat kebocoran pada layanan air bersih di PDAM Kabupaten Bekasi berfluktuasi antara (22-25)%. Tingkat kebocoran tersebut masih berada diatas tingkat kebocoran yang dapat ditoleransi yang ditetapkan oleh AWWA (*American Water Work Association*) yaitu sebesar 20% (Farley, 2008). Kebocoran ini meliputi kebocoran teknis yang disebabkan oleh performa pipa atau kualitas sambungan pipa. Selain itu ada kebocoran non teknis yang berasal dari kesalahan dalam pembacaan meter, ketidak akuratan water meter atau adanya *illegal connection*. Kebocoran air yang tinggi menyebabkan hilangnya pendapatan air dari PDAM yang tinggi pula. Selain itu, kebocoran menyebabkan terbatasnya kuantitas air yang dapat dimanfaatkan oleh pelanggan atau masyarakat. Hal ini dapat menghambat pemenuhan kebutuhan air bersih secara luas dan mempengaruhi kinerja PDAM. Jika jumlah air yang didistribusikan di wilayah pelayanan Kabupaten Bekasi pada tahun 2014 sebesar 2.231.834 m³/tahun (BPS, 2014) sedangkan tingkat kebocoran 25%, jika diambil tarif air minimum Rp 2.500,-/m³ maka PDAM kehilangan potensi pendapatan pertahunnya sebesar Rp 1.394.896.250,-/tahun. Sedangkan jika menggunakan harga rata-rata konsumen berdasarkan hasil audit kinerja PDAM sebesar Rp 6.747,09/m³ maka besarnya kehilangan potensi pendapatan PDAM dalam setahun sebesar Rp 3.764.596.216,- Hilangnya potensi pendapatan ini tentunya berpotensi untuk mempengaruhi biaya operasional atau perawatan yang dapat digunakan. Sehingga penanganan kebocoran baik teknis maupun non teknis menjadi sebuah keharusan guna meningkatkan kualitas pelayanan. Trend kebocoran rata-rata dan pendapatan rata-rata PDAM antara tahun 2009-2013 dapat dilihat pada Tabel 1. Dari sisi pelanggan, jumlah pelanggan sejak tahun 2009-2014 berfluktuasi. Jumlah pelanggan terbanyak berada di Babelan dan Cikarang Selatan. Sedangkan jumlah pelanggan terkecil berada di Kecamatan Kedungwaringi. Fluktuasi jumlah pelanggan dari tahun 2009-2014 dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan data jumlah pelanggan dapat dihitung cakupan pelanggan yang dilayani oleh

Tabel 1 Tingkat kebocoran terhadap pendapatan rata-rata

Tahun	2009	2010	2011	2012	2013
Kebocoran	23	25	22	24	25
Pendapatan	5.103.652.708	67.775.927	98.652.452.684	115.305.803.020	10.090.477.600

Sumber: BPS (2010-2014)

**Gambar 1** Fluktuasi jumlah pelanggan PDAM

sistem perpipaan PDAM untuk melihat tingkat pemenuhan kebutuhan air bersih dengan sistem perpipaan yang dapat dipenuhi oleh pemerintah melalui pengelolaan PDAM. Jumlah pelanggan rumah tangga yang dilayani PDAM pada tahun 2014 adalah sebanyak 97.996. Jika jumlah pengguna rata-rata per sambungan adalah 5 orang maka tingkat layanan perpipaan adalah :

$$\begin{aligned}
 Tk \text{ layanan} &= \frac{\text{penduduk yg dilayani}}{\text{jumlah penduduk}} \times 100\% \\
 &= \frac{97.996 \times 5}{3.122.698} \times 100\% \\
 &= 15,69\%
 \end{aligned}$$

Tingkat layanan ini masih jauh dibawah target pemerintah dengan cakupan layanan 80%. Hal ini mengindikasikan potensi kerawanan terhadap kelayakan akses air bersih untuk masyarakat. Masyarakat yang tidak dilayani oleh PDAM memenuhi kebutuhan air bersihnya dengan beberapa cara diantaranya, layanan air bersih yang dikelola oleh masyarakat, sumur dangkal, serta beberapa perumahan di Cikarang pusat dan Tambun Utara dilayani oleh PAM swasta. Untuk PAM swasta merupakan layanan perpipaan yang kualitasnya *relative* terkontrol, namun untuk sumur dangkal dan layanan air bersih yang dikelola masyarakat memiliki potensi kerawanan dalam unsur standar kualitas air yang dikonsumsinya. Hal ini karena tidak adanya mekanisme *monitoring* kualitas sumber air non perpipaan yang dilakukan oleh pemerintah secara regular.

Kehadiran PAM swasta memberikan manfaat bagi masyarakat yang belum terlayani oleh air bersih. Sedikitnya terdapat 9 unit pengolahan air yang diselenggarakan oleh swasta, baik yang

dikelola murni swasta yang berorientasi profit dan swasta yang dikelola secara *social entrepreneur*. Manfaat yang diperoleh masyarakat dengan keberadaan PAM swasta diantaranya adalah adanya jaminan terpenuhinya kebutuhan air bersih dengan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas sesuai dengan yang dipersyaratkan dan dibutuhkan oleh masyarakat. Selain itu, masyarakat dapat mereduksi pengeluaran air mereka rata-rata Rp 100.000,- per bulan karena mensubstitusikan air gallon dan biaya listrik untuk penggunaan pompa air dengan air perpipaan yang diselenggarakan oleh swasta. Harga air rata-rata yang dikelola oleh swasta antara Rp 4.500,- – Rp 6.000,- per m³.

Analisis Suplai dengan Kebutuhan Air Bersih

1 Suplai

Suplai air bersih berhubungan dengan ekonomi, lingkungan, sosial dan peningkatan kinerja sistem (Ricardo 2015). Sistem suplai air bersih yang efisien akan berdampak terhadap biaya operasional pengolahan air bersih yang pada akhirnya berdampak pada harga jual air. Sistem suplai air yang efisien didorong dengan adanya kualitas lingkungan yang baik, khususnya terkait dengan sumber air baku yang tidak tercemar dan kinerja unit pengelola air bersih yang efisien dan memenuhi standar. Hal yang paling sering berkontribusi terhadap inefisiensi sistem suplai air bersih adalah adanya kebocoran sistem. Sedangkan dampak dari kondisi inefisiensi sistem suplai adalah tingkat layanan air yang rendah, pemborosan terhadap sumber air baku, meningkatnya konsumsi energi, serta

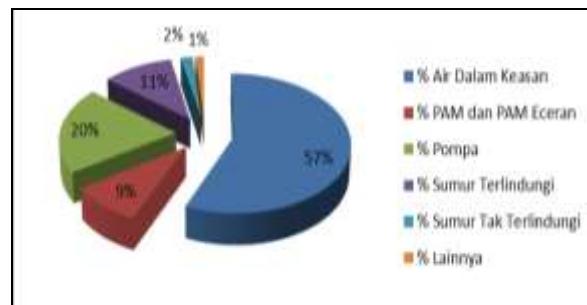
timbulnya emisi gas rumah kaca (Ricardo,2015).

Layanan air bersih di Kabupaten Bekasi, baik yang dikelola oleh PDAM maupun swasta dengan sistem perpipaan, sebagian besar berasal dari Jasatirta II (BAPPEDA, 2013). Jumlah air baku yang disuplai dari Jasatirta II yang digunakan PDAM untuk melayani Kabupaten Bekasi berfluktuasi perbulananya yaitu sebesar 7.817.519 m³/tahunnya atau rata-rata perbulan sebesar 651.460 m³/bulan. Sistem perpipaan yang dikelola oleh swasta, juga bersumber dari saluran irigasi yang disuplai dari Jasatirta II dengan debit maksimum 20% dari debit saluran irigasi yang dimanfaatkan. Hasil Sensus Daerah Kab. Bekasi tahun 2014, menunjukkan sumber air bersih masyarakat didominasi oleh sumber air dalam kemasan dan masih ada sebagian kecil yang bersumber dari sumur air yang tidak terlindungi. Kondisi demikian mengindikasikan beban biaya air bersih yang relatif tinggi dan harus ditanggung oleh masyarakat. Jika setiap minggunya untuk kebutuhan air bersih keluarga menggunakan 2-4 galon air dalam kemasan sehingga Rp 6000 - Rp 16,000, serta untuk masak dan minum, maka biaya minimal yang dialokasikan untuk air minum adalah Rp 48,000 - Rp 256,000 per bulan. Proporsi sumber air yang digunakan oleh masyarakat dapat dilihat pada Gambar 2.

2 Kebutuhan

Kebutuhan air bersih masyarakat dipenuhi oleh sistem penyediaan perpipaan yang dilayani oleh PDAM dan sebagian kecil oleh non PDAM. Berdasarkan data tahun 2015, masih terdapat sekitar 84% yang tidak dilayani oleh perpipaan PDAM. Relatif rendahnya layanan perpipaan yang dilakukan oleh PDAM tentunya disebabkan oleh banyak hal, baik dari sisi suplai air baku, kebutuhan masyarakat, maupun sisi proses dan faktor penunjang lainnya baik teknis maupun non teknis. Keseimbangan antara suplai dengan kebutuhan mendorong upaya pemenuhan kebutuhan air bersih. Suplai air baku yang cukup atau sesuai kebutuhan akan mendorong PDAM dalam mengembangkan jaringan. Dari sisi kebutuhan, kebutuhan yang terkontrol akan berkontribusi pada pencapaian pemenuhan kebutuhan air bersih. Kondisi disaat suplai lebih sedikit dari kebutuhan akan menyebabkan kondisi defisit atau kekurangan air bersih, sedangkan pada kondisi sebaliknya menyebabkan kondisi air bersih surplus. Untuk kondisi tersebut diperlukan kebijakan agar kebutuhan dasar air bersih dapat

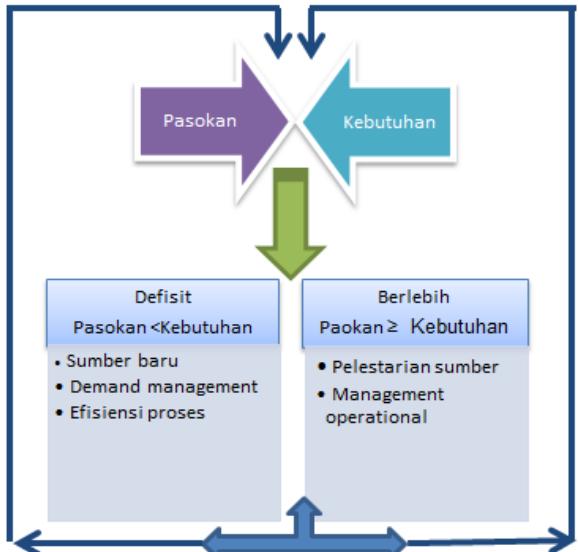
terpenuhi. Kebijakan yang dilakukan dapat berupa pengelolaan sistem suplai dan kebutuhan jika pada kondisi defisit atau kekurangan air bersih, atau dengan melakukan upaya *sustainability* jika pada kondisi air bersih telah memenuhi kebutuhan air masyarakat (ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3).



Sumber : Suseda (2014)

Gambar 2 Sumber air bersih masyarakat Kabupaten Bekasi

Kondisi Kabupaten Bekasi, bila dilihat dari konsep ini, terlihat adanya potensi terjadinya kelangkaan atau kekurangan air bersih. Hal ini ditandai dengan jumlah konsumsi setiap tahunnya yang meningkat, sedangkan sumber air bersih semakin terbatas. Hal ini sebagai akibat dari semakin maraknya pencemaran terhadap sumber air masyarakat, baik oleh domestik maupun industri. Kondisi ini didukung oleh teori yang disampaikan dalam model Malthus, yaitu suatu saat akan terjadi tekanan sebagai akibat dari peningkatan jumlah penduduk yang tinggi, diantaranya adalah tingkat kebutuhan air bersih di suatu wilayah yang meningkat (Matthew, 2001; Gzelis 2010; Bohmelt 2014). Fenomena tersebut mulai dirasakan di Kabupaten Bekasi. Sumber air tanah masyarakat sudah mulai berkurang dari segi kualitas dan kuantitas sebagai akibat dari pencemaran air tanah oleh limbah serta konversi lahan terbuka hijau untuk permukiman dan kawasan komersial. Hasil analisa laboratorium terhadap sampel kualitas air tanah yang dikonsumsi oleh masyarakat diperoleh bahwa dari seluruh sampel air sumur semuanya tercemar bakteri *E.Coli* dan sebagian dari sampel kandungan Fe, Mn, Hardness, organic matter, sulphate dan amoniak telah melebihi standar air minum yang dipersyaratkan dalam Permenkes 492 Tahun 2010 (Gusdini, N. et.al, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa fenomena kelangkaan sumber air tanah yang aman dikonsumsi oleh manusia sudah dirasakan di Kabupaten Bekasi.

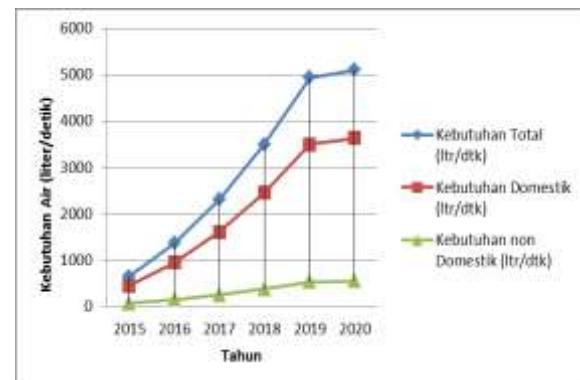
**Gambar 3** Konsep Manajemen Air Bersih

Fakta lain yang telah dirasakan saat ini, adalah sumur warga yang menjadi sumber air telah banyak tercemar oleh buangan domestik. Kondisi ini memaksa masyarakat untuk beralih atau melengkapi kebutuhan air bersihnya dengan mengkonsumsi air kemasan, sehingga menyebabkan sumber air bersih masyarakat dari air kemasan mencapai porsi tertinggi dibandingkan sumber air yang lain yaitu 57% (Gambar 2).

Untuk mencegah memburuknya kondisi kelangkaan air bersih di Kabupaten Bekasi, perlu dilakukan upaya pengelolaan dari sisi suplai dan kebutuhan. Pendekatan pengelolaan air bersih secara klasik dengan menitikberatkan pada pencarian sumber-sumber air yang baru akan mengalami kesulitan pada masa yang akan datang, karena sumber daya air akan terbatas. Selain itu, penggunaan air akan berkorelasi terhadap penggunaan energi (Stambouli AB, 2014). Semakin tinggi penggunaan air maka akan semakin tinggi pula konsumsi energinya. Oleh karena itu, pendekatan ini harus diselaraskan dengan pendekatan lain yang berbasis pengelolaan kebutuhan (*demand management*), melalui pengurangan air yang terbuang (Neverre, 2015).

Estimasi kebutuhan air bersih di Kabupaten Bekasi meliputi kebutuhan domestik dan non domestik didasarkan pada pertumbuhan jumlah penduduk. Dalam konteks pemenuhan air bersih yang aman, pelayanan air bersih dilakukan secara perpipaan. Berdasarkan hasil estimasi, jumlah kebutuhan air bersih terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah peduduk. Gambaran estimasi kebutuhan air setiap tahunnya dapat dilihat pada Gambar 4.

Kebutuhan air bersih pada tahun 2019 sebagai target pencapaian akses 100% air bersih yang aman (sistem perpipaan) membutuhkan air sebanyak 4.938 liter/detik. Pada estimasi tersebut, direncanakan dengan tingkat kebocoran 23% dimana terjadi penurunan kebocoran sebesar 1% pertahunnya terhadap kebocoran eksisting. Target layanan air bersih dengan sistem perpipaan pada tahun 2019 adalah sebesar 80% sesuai dengan komposisi layanan perpipaan dan non perpipaan eksisting.

**Gambar 4** Estimasi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air perkapita dialokasikan 60 liter/orang/hari sesuai dengan standar minimal pemenuhan kebutuhan air minum, dan meningkat terus sampai 100 liter/orang/hari pada tahun 2019 seiring dengan pertumbuhan ekonomi daerah (Arbues, 2003). Dilihat dari hasil estimasi tersebut, jelas bahwa untuk memenuhi seluruh kebutuhan air bersih tersebut tidak bisa hanya mengandalkan sumber air baku eksisting. Hal ini perlu didukung dengan upaya penurunan air yang hilang (kebocoran), penghematan konsumsi air, dan peningkatan upaya daur ulang air.

Analisis Kapasitas Pengolahan

Hasil evaluasi terhadap kondisi eksisting instalasi pengolahan air diperlukan untuk mengetahui apakah instalasi yang terpasang saat ini sudah berjalan efisien dan sesuai dengan target layanan atau belum. Jika diperoleh kondisi bahwa kapasitas perpasangnya masih dibawah target layanan, hal ini dapat mengindikasikan kemungkinan adanya kebocoran atau rendahnya tingkat sambungan layanan. Untuk kondisi demikian dilakukan evaluasi terhadap kebocoran, dan pengembangan jaringan di sekitar wilayah layanan tersebut. Namun jika diperoleh kondisi bahwa kapasitas terpasang sudah melebihi kebutuhan air konsumen, maka harus dilakukan telaah lebih mendalam karena hal ini

mengidikasikan tidak terpenuhinya aspek kuantitas atau kontinuitas pada masyarakat.

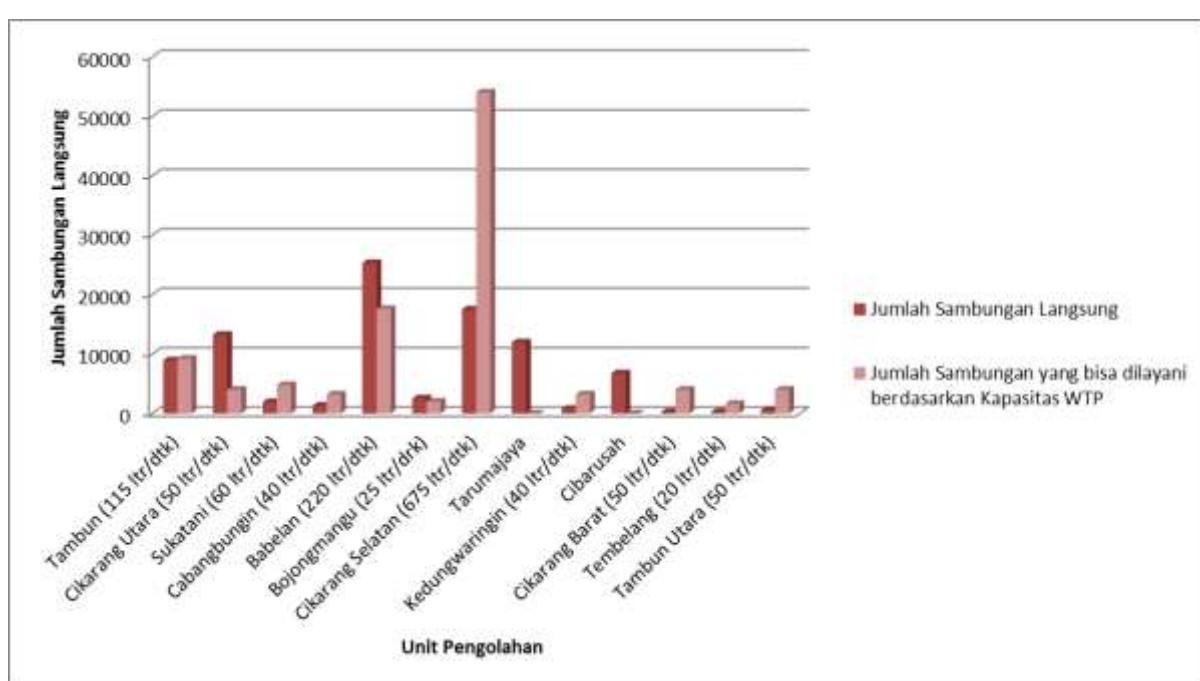
Jika 1 liter/detik dapat melayani 80 kepala keluarga (SL), maka sesuai dengan instalasi pengolahan air yang terpasang total sambungan yang dapat dilayani sebesar 107,600 SL, namun dalam kondisi eksisting baru tersambung 97,996 SL. Hal tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan kapasitas terpasang dari instalasi masih ada potensi peningkatan jumlah sambungan sebesar 9604 SL tanpa melakukan penambahan instalasi baru atau peningkatan kapasitas. Tidak maksimalnya jumlah sambungan yang terlayani dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kinerja pengolahan yang tidak efisien sehingga tidak mampu mengolah air sesuai dengan kapasitas pengolahan; adanya kebocoran sehingga air yang diproduksi tidak dapat dimanfaatkan untuk peningkatan pelanggan; rendahnya minat dari masyarakat untuk berlangganan air secara perpipaan kepada PDAM. Hal ini disebabkan oleh rendahnya pemahaman masyarakat terhadap pentingnya air bersih yang sesuai dengan standar, atau buruknya sistem layanan PDAM sehingga minat untuk penyambungan rendah. Secara rinci kondisi eksisting jumlah sambungan berdasarkan kapasitas pengolahan dari masing-masing instalasi dapat dilihat pada Gambar 5. Merujuk pada Gambar 5 diatas, sebagian besar unit instalasi pengolahan berpeluang untuk dilakukan peningkatan jumlah sambungan.

Unit yang berpeluang untuk dilakukan peningkatan jumlah pelanggan adalah Tambun,

Sukatani, Cabangbungin, Cikarang Selatan, Kedungwaringin, Cikarang Barat, Tambelang dan Tambun Utara. Namun ada beberapa unit yang sudah *over capacity*, yaitu Cikarang Utara, Babelan, Bojongmangu, Tarumajaya dan Cibarusah. Wilayah Babelan merupakan daerah yang terpadat di Kabupaten Bekasi, sehingga jumlah masyarakat yang membutuhkan layanan juga tinggi sedangkan untuk wilayah Bojongmangu dan Cibarusah merupakan daerah yang sangat sulit air tanahnya, sehingga masyarakat tidak memiliki pilihan lain selain berlangganan air perpipaan PDAM.

Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kapasitas instalasi yang telah terpasang. Pertama, melakukan evaluasi kinerja tiap instalasi guna memberikan rekomendasi perbaikan teknis dan non teknis terhadap instalasi yang terpasang agar instalasi dapat berproduksi sesuai dengan kapasitas terpasang. Kedua, penurunan tingkat kebocoran air. Kebocoran merupakan fenomena yang kerap terjadi di berbagai sistem layanan air bersih.

Tingkat kebocoran di beberapa negara antara lain brazil 36%, colombo berkisar antara 30% - 40% dan dieropa berkisar antara 9% - 30 % (ricardo, 2015), sedangkan di kabupaten bekasi berkisar antara 20% - 27%, kebocoran tertinggi berada pada sistem distribusi air ke pelanggan. Hal ini menggambarkan bahwa ada potensi kehilangan ketersediaan air untuk melayani masyarakat dan kehilangan pendapatan bagi pdam itu sendiri.



Gambar 5 Jumlah sambungan air bersih perpipaan PDAM

Kondisi ini bila tidak segera direpons, akan menurunkan kualitas layanan air bersih, menghambat pertumbuhan pelanggan, dan mengganggu pdam dari sisi keuangan. Untuk mengatasi hal tersebut masih dapat dilakukan upaya-upaya penurunan kebocoran di kabupaten bekasi, baik melalui perbaikan jaringan untuk mengurangi kebocoran fisik, perbaikan sistem pencatatan meter air, serta penggantian meter air pelanggan secara berkala untuk mengurangi kebocoran non fisik sistem pelayanan air bersih. Ketiga, perbaikan layanan air bersih. Perbaikan ini dilakukan untuk meningkatkan kepercayaan masyarakat dalam memanfaatkan sumber air perpipaan. Perbaikan layanan dilakukan terhadap perbaikan kondisi fisik layanan (kualitas, kuantitas, dan kontinuitas) maupun perbaikan administrasi pelayanan.

KESIMPULAN

Kelangkaan air bersih ditandai dengan tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Sumber air dengan sistem perpipaan merupakan sumber air bersih yang lebih mudah untuk dijamin pemenuhan persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Oleh karena itu untuk meminimalkan tingkat kerawanan air bersih, perlu adanya upaya signifikan terhadap pengembangan jaringan perpipaan.

Kelangkaan air bersih dapat terjadi karena sistem suplai yang tidak efisien baik akibat instalasi yang tidak berfungsi optimal, maupun kebocoran sistem atau sistem kebutuhan yang tidak terkontrol. Kinerja sistem layanan air bersih baik administrasi maupun teknis berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan potensi kelangkaan air bersih.

Terkait dengan layanan air bersih di Kabupaten Bekasi terlihat bahwa ancaman kerawanan air bersih cukup tinggi. Terdapat fakta yang menyimpulkan hal tersebut meliputi tingkat layanan air secara perpipaan relatif kecil yaitu 15,69% dengan tingkat kebocoran di atas toleransi (20%) dan relatif meningkat 1% - 2% per tahunnya.

Peningkatan kebocoran akan meningkatkan penurunan kualitas layanan dan peluang peningkatan cakupan layanan. Dari sisi kebutuhan, seiring pertumbuhan Kabupaten Bekasi, kebutuhan air bersih terus meningkat secara signifikan sedangkan dari sisi suplai ketersediaan air relatif tetap, bahkan semakin terancam dari sisi kualitas. Adanya *idle capacity* sebesar 307 l/s juga turut berdampak terhadap jumlah air yang dapat

dikonsumsi oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang aman. Untuk kualitas air yang dikonsumsi oleh masyarakat saat ini yang perlu menjadi perhatian karena dapat mengganggu pemenuhan kebutuhan air bersih yang aman, terdapat beberapa parameter diantaranya adalah bahan organik, bakteri colli, dan bahan mineral.

Kebijakan terhadap upaya meminimalkan potensi kelangkaan air dapat dilakukan melalui peningkatan kinerja sistem secara teknis diantaranya adalah perbaikan instalasi pengolahan air, penurunan kebocoran minimal sampai pada tingkat 20% sesuai dengan batasan toleransi kehilangan air, evaluasi jaringan distribusi untuk meminimalkan *illegal connection*, pengembangan jaringan untuk meningkatkan cakupan pelanggan, serta menurunkan potensi terjadinya pencemaran air permukaan. Sedangkan kebijakan secara non teknis dilakukan melalui peningkatan kesadaran masyarakat untuk melakukan penghematan penggunaan air; pentingnya penggunaan sumber air bersih yang terjamin kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya; perbaikan kinerja pelayanan para operator atau penyedia layanan air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbues F, Angeles M, Martinez R. 2003. Estimation of residential water kebutuhan:a state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics* 32 : 81–102.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA). 2013. *Rencana Induk Pengembangan Air Minum*. Bekasi: BAPPEDA.
- Badan Pusat Statistik. 2010-2014. *Kabupaten Bekasi Dalam Angka*. Jakarta: BPS.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2014. Survey Sosial Ekonomi Daerah (Suseda). Kabupaten Bekasi: Baappaedra.
- Bohmelt T, Bernauer T, Buhaug H. 2014. Kebutuhan, Supply and Restraint: Determinants of Domestic Water Conflict and Cooperation. *Global Environmental Change* 29 : 337-348.
- Butler D, Farmani R, G Fu S, Diao, Astaraie-Imani. 2014. New Approach to Urban Water Management: Safe and Sure. *16 th Conference on Water Distribution System Analysis*, WDSA 2014. Elsevier Ltd. 347-354.
- Claudiu. 2012. *Scarcity and Population. A Non-Malthusian Point Of View*. WC-BEM 2012. Elsevier Ltd. 1115-1119.
- Da-Ping Xia, Hong-Yu G. 2011. Discussion on Demand Management of Water Resources. *Procedia Environmental Sciences* 10 : 1173 – 1176.

- David H. 2006. Analisa Kebutuhan Air Bersih Berbasis Masyarakat. *Jurnal Teknosain* 6: 76-87
- Farley, M. Wyeth, G. Ghazali. et al. 2008. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Understanding Water Losses*. USAID.
- Gizelis TI, Wooden A.E. 2010. Water Resources, Institution and Intraplate Conflict. *Political Geography* 29 : 444-453.
- Gusdini, N. Purwanto M Y J. Murtilaksono, K. Khalil. 2015. *Model Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Kabupaten Bekasi*. IPB.
- Holling, CS. 1996. *Engineering Resilience Versus Ecological Resilience*. Dans Engineering Within Ecological Constraints, de P. Schulze. National Academy of Engineering.
- Jauad El Kharraz, Alaa El-Sadek, Ghaffour N, Mino E. 2012. *Water scarcity and drought in WANA countries*. ISWEE 11. Elsevier Ltd. 14-29.
- Kharraza el Jaudad, alaa El-Sadek, Noreddine Ghaffourc, Eric Minoa. 2012. *Water Scarcity and Drought in WANA Countries*. ISWEE'11. Elsevier Ltd. 2012 : 14-29.
- Lambert, AO. Brown, TG. Takizawa, M. Weimer D. A. 1999. Review of Performance Indicators for Real Losses For Water Supply System. *Aqua*: 227-237.
- Matthew, R.A. Gaulin T. 2001. Conflict or Cooperation? The Social and Political Impacts of Resource Scarcity on Small Island States. *Global Environmental Politics* 1 : 48-70.
- Neverre, N & Dumas, P. 2015. Projecting and Valuing Domestic Water Use at Regional Scale : A Generic Method Applied to Mediterranean at The 2060 Horizon. *Water Resources and Economic* Vol. 11 : 33-46.
- Noerbambang, S. Morimura T. 1993. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing* (ID). Pradnya Paramita.
- Ricardo MNV, Magalhaes PF, Antonio JPB. 2015. Performance measurement and Indicators for Water Supply Management: Review and International Cases. *Renewable and Sustainable Energy Review* 43 : 1-12.
- Ricardo, M N. Paulo Magalhaes. 2015. Performance Measurement And Indicators For Water Supply Management: Review And International Cases. *Renewable and Sustainable Energy Review* 43, 1-12.
- Stambouli AB, Khiat Z, Flazi S, Tanemoto H, Nakajima M, Isoda H, et al. 2014. Trends And Challenges Of Sustainable Energy And Water Research In North Africa: Sahara Solar Breeder Concerns At Intersection Of Energy And Water. *Renewable sustainable energy Rev* 30: 912-922.
- Suparyadi, E. 2008. Evaluasi Kinerja Forum Bina Lingkungan dalam Pengawasan dan Pengendalian Pencemaran Air Sungai, di Kecamatan Cikarang Barat Kabupaten Bekasi. *Thesis*. Program Pascasarjana Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota. Semarang : Universitas Dipenogoro.
- Water Research Commision (WRC). 2014. A completed WRC-funded project has successfully identified the important link between social water scarcity and water use. South Africa: Water Research Comission.
- Wentz E A. 2007. Determinants of Small Area Water Consumption for The City of Phoenix, Arizona. *Water Resource Manage* 21: 1849-1863.