



Penerapan *Sustainable Water Management* Sebagai Solusi Pengoptimalan Pengelolaan Air Pada Kawasan Pemukiman (Studi Kasus Di Perumahan Beringin Asri, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah)

Hafidho Asyam Bagusrama^{1*}, Tera Syafera¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro

Email Korespondensi: hafidho1222@gmail.com

Diterima: 01-03-2023
Disetujui: 15-03-2023
Diterbitkan: 30-06-2023

Kata Kunci:

internet of things, Perumahan Beringin Asri, rainwater harvesting, Sustainable water management, wasted water filtration

ABSTRAK

Air adalah sumber daya alam paling krusial bagi makhluk hidup. Keterbatasan air pada jangka waktu tertentu dan bencana banjir pada musim penghujan merupakan permasalahan yang dialami oleh kawasan pemukiman. Tujuan penulisan paper ini yaitu membuat inovasi suatu sistem tata air pada kawasan pemukiman Beringin Asri dengan rekayasa pengelolaan air yang terintegrasi guna menjaga ketersediaan air bersih dengan instrumen pengendali kuantitas, kualitas, serta manajemen berbasis *Internet of Things*. Metode penulisan yang digunakan dalam penulisan yakni metode analisis deskriptif kuantitatif dengan data sekunder. *Sustainable Water Management* adalah sistem pengelolaan air yang mengintegrasikan *rainwater harvesting* serta *wasted water filtration* pada pengolahan kuantitas dan kualitas dengan penggunaan *Internet of Things* pada sistem manajemen tata kelola. Konsep ini memberikan keuntungan ekonomi dalam penggunaan air. Dengan demikian, *Sustainable Water Management* dapat mengupayakan kawasan pemukiman yang mandiri akan ketersediaan air bersih serta pengolahan air limbah.

Received: 01-03-2023
Accepted: 15-03-2023
Published: 30-06-2023

Keywords:

internet of things, Perumahan Beringin Asri, rainwater harvesting, Sustainable water management, wasted water filtration

ABSTRACT

Water is the most crucial natural resource for living things. Limited water for a certain period of time and floods during the rainy season are problems experienced by residential areas. The purpose of writing this paper is to innovate a water management system in Beringin Asri residential areas with integrated water management engineering to maintain the availability of clean water with quantity, quality control instruments and management based on the Internet of Things. The writing method used is quantitative descriptive analysis method with secondary data. Sustainable Water Management is a water management system that integrates rainwater harvesting and waste water filtration in quantity and quality processing with the use of the Internet of Things in a governance management system. This concept provides an economic advantage in water use. Thus, Sustainable Water Management can strive for residential areas that are independent of the availability of clean water and wastewater treatment.

1. PENDAHULUAN

Padatnya penduduk di Kota Semarang salah satunya di Kelurahan Wonosari, Kecamatan Ngaliyan, berdasarkan Badan Pusat Statistika Kota Semarang Tahun 2022 yakni mencapai 25.222 jiwa yang mana hal tersebut mengakibatkan tingginya alih fungsi lahan yang berakibat pada berkurangnya lahan terbuka hijau sehingga limpasan air permukaan tidak dapat banyak diserap oleh tanah. Hal tersebut memicu beberapa dampak buruk pada lingkungan seperti kekeringan akibat sedikitnya kandungan air tanah yang dapat ditampung oleh tanah pada wilayah tersebut, serta dampak banjir yang

diakibatkan tingginya intensitas air hujan yang tidak diiringi dengan kemampuan resap air tanah yang memadai.

Berdasarkan penjabaran masalah tersebut, penulisan ini bertujuan untuk merancang teknologi pengelolaan air dan pengelolaan limbah cair, khususnya pada wilayah Perumahan Beringin Asri, Ngaliyan, Semarang. Perumahan Beringin Asri merupakan wilayah pemukiman dengan permasalahan mengenai limbah dan ketahanan air. Melalui penulisan ini penulis mencoba menganalisis penerapan *Sustainable Water Management* sebagai upaya tata kelola air yang terintegrasi

untuk mengurangi pencemaran dan memperbaiki kualitas dan kuantitas air terjadi di Kota Semarang.

IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) adalah suatu proses pengolahan cairan dari sisa proses manufaktur yang mengandung senyawa yang tidak layak menjadi layak untuk dibuang ke lingkungan (Rahmawati, 2014). Air limbah pada umumnya terdiri dari 99,9% komponen air serta 0,1% suspensi (bahan padatan) (Effendi, 2003). Bahan padatan yang dimaksud 70% berupa bahan organik dan 30% berupa bahan anorganik. Limbah rumah tangga di sekitar pemukiman atau industri tertentu terbagi menjadi 2 jenis, yaitu greywater dan blackwater. Greywater merupakan limbah non-kakus yang berasal dari aktivitas mencuci dan memasak di area pemukiman atau industri. Blackwater merupakan limbah kakus yang berasal dari kotoran manusia dan hewan. *Rainwater harvesting* adalah alternatif sumber air dengan cara memanenkan air hujan pada tangki air yang terdiri dari 3 komponen dasar, yaitu: *catchment*, *delivery system*, dan *storage reservoir*.

2. METODE

Metode penulisan yang digunakan yakni metode analisis deskriptif kuantitatif dengan data sekunder. Analisis meliputi kebutuhan air, ketersediaan air serta evaluasi limpasan air. Evaluasi limpasan air dilakukan dengan perangkat lunak EPA SWMM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sustainable Water Management merupakan sebuah konsep yang mengintegrasikan inovasi sistem tata air yang terdiri dari air hujan dan limbah *greywater* yang diterapkan pada kawasan pemukiman dengan rekayasa pengelolaan air yang terintegrasi guna menjaga ketersediaan air bersih dengan instrumen pengendali kuantitas, kualitas, serta manajemen berbasis *Internet of Things* untuk mengoptimalkan teknologi agar menambah efisiensi dan efektivitas pada sistem tersebut. Sistem kerja *Sustainable Water Management* didasarkan pada dua prinsip utama yaitu *Waste Water Filtration (WWF)* dan *Rain Water Harvesting (RWH)*.

Prinsip yang digunakan pada *Waste Water Filtration* yaitu dengan pengelolaan air limbah (IPAL) berupa *greywater* yang berasal dari kegiatan rumah tangga dengan membangun suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang terdiri dari unit pengolahan *Pre-Treatment*, Bak Sedimentasi sebagai *Primary Treatment* dan *Constructed Wetlands (CWs)* sebagai *Secondary Treatment*. Perencanaan dilakukan dengan mengolah data kualitas air di lingkungan Perumahan Beringin Asri Semarang seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Buangan

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu Permen LHK
COD	mg/l	532	100
Amoniak	mg/l	25	10
pH	-	6.8	6-9

Minyak dan Lemak	mg/l	3	5
TSS	mg/l	190.48	30
BOD	mg/l	257.29	30

(Sumber: Data Lingkungan Hidup Kota Semarang, 2017-2021)

Efisiensi removal digunakan untuk mengetahui banyaknya konsentrasi atau kandungan tiap parameter yang harus disisihkan agak memenuhi persyaratan baku mutu, perhitungan efisiensi removal dapat dilihat pada

Tabel 2

Tabel 2. Hasil Perhitungan Efisiensi Removal

Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Removal (%)
COD	532	100	81.20%
Amoniak	25	10	60.00%
TSS	190.48	30	84.25%
BOD	257.29	30	88.34%

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Prinsip yang digunakan dalam pengelolaan limbah cair yaitu direncanakan dengan 3 unit, diantaranya *pre-treatment*, *primary treatment*, dan *secondary treatment*. Pada tahap *pre-treatment* terdiri dari saluran pembawa berupa pipa PVC 6", *bar screen* dengan lebar 2 m dan tinggi 0,5 m, serta unit *equalization tank* dengan dimensi 3 m, 2 m, dan kedalaman 2,5 m yang digunakan untuk menyeragamkan debit aliran.

Air yang tertampung pada *equalization tank* kemudian akan dibawa ke *sedimentation tank* untuk menurunkan kadar solid, selain itu pada bak ini juga dibantu dengan *fitoremediasi* menggunakan tumbuhan *Hydrilla verticillata* (ganggang hijau) yang berfungsi untuk mengubah, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan. Sehingga setelah melewati tahap *primary treatment* akan air telah mengalami penyisihan konsentrasi limbah seperti pada

Tabel 3

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efisiensi Removal pada Primary Clarifier

Parameter	Rumus R	Efisiensi Removal/R (%)
BOD	$\frac{t}{a + bt}$	34.5
COD	40%	40.0
TSS	$\frac{t}{a + bt}$	56.3

Konsentrasi Limbah (mg/L)	Removal mg/L	Konsentrasi Limbah Sesudah (mg/L)
257.29	88.721	168.569
532.00	212.800	319.200
190.48	107.313	83.167

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi Removal pada Primary Clarifier

Parameter	Efisiensi Removal/R	Removal (mg/L)	Konsentrasi Limbah Sesudah (mg/L)
BOD	35 mg/L	35.000	133.569
COD	48.67 %	155.355	163.845
TSS	47.43 %	39.446	43.721

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Konsentrasi limbah yang telah melalui tahap *primary treatment* mengalami penyisihan konsentrasi lebih dari 50%, air yang sudah melalui tahap *primary treatment* kemudian akan dibawa ke tahap *secondary treatment* yaitu berupa *Constructed Wetland* yang memiliki konsep peniruan konsep alam dengan menggunakan tanaman air dan *mikroorganisme* untuk menurunkan konsentrasi limbah cair. Pada tahap *secondary treatment* limbah direncanakan berkurang seperti pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Perhitungan Efisiensi Removal pada Constructed Wetland

Parameter	Efisiensi Removal/R	Removal (mg/L)	Konsentrasi Limbah Sesudah (mg/L)
BOD	98.55	131.633	1.937
COD	98.46	161.322	2.523
TSS	98.06	42.873	0.848
Amoniak	99.01	24.753	0.247

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Berdasarkan efisiensi removal dari ketiga tahap didapatkan persentase reduksi limbah cair untuk setiap parameter lebih dari 90% seperti pada Tabel 6

Tabel 6. Evaluasi Perencanaan Waste Water Filtration

Parameter	Baku Mutu (mg/L)	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	% Reduksi Limbah Cair
BOD	30	257.29	1.937	99.25%
COD	100	532	2.523	99.53%
TSS	30	190.48	0.848	99.55%
Amoniak	10	25	0.247	99.01%

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Prinsip pengolahan air hujan direncanakan dengan alternatif berupa *Rain Water Harvesting*. *Rain Water Harvesting* tersebut menggunakan tangki air guna memanen air hujan agar dapat dimanfaatkan kembali untuk air baku non konsumsi penduduk serta mengurangi resiko banjir yang terjadi pada kawasan tersebut. Saat air jatuh pada atap rumah akan ditangkap oleh talang air dan diterukan menuju tangki air yang kemudian diproses ke filter station sebelum kembali lagi ke rumah warga untuk dimanfaatkan.

Analisa pengelolaan air hujan didapat dengan mengetahui curah hujan harian 10 tahun yang terjadi pada stasiun hujan di

sekitar DAS Beringin yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Hujan Rencana

Kata Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)
2	65
5	79
10	87

(Sumber: Analisis Aprob, 2022)

Perhitungan berdasarkan data luasan tutupan atap di Perumahan Beringin Asri dan data curah hujan andalan 80% untuk setiap bulan dari stasiun hujan sekitar DAS Beringin.



Gambar 1. Pembagian Blok di Perumahan Beringin Asri (Sumber: Google Earth, 2022)

Tabel 8. Luasan Tutupan Atap Perumahan Beringin Asri

Blok	Luas Tutupan Atap (m ²)	Blok	Luas Tutupan Atap (m ²)	Blok	Luas Tutupan Atap (m ²)
1	3926	13	928	25	1098
2	3586	14	4096	26	1470
3	2810	15	2996	27	1918
4	1141	16	3580	28	2198
5	1334	17	3453	29	1758
6	1468	18	2759	30	533
7	1441	19	3812	31	1903
8	1285	20	2771	32	1604
9	1487	21	337	33	1173
10	1602	22	862	34	1122
11	581	23	1021	35	829
12	645	24	1152		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Tabel 9. Curah Hujan Andalan Bulanan 80%

Bulan	Curah Hujan Andalan 80% (mm)
Januari	454,11
Februari	284,02
Maret	417,53
April	249,19
Mei	253,61
Juni	181,44
Juli	78,86
Agustus	28,47
September	6,94
Oktober	88,78
November	220,12
Desember	366,65

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Tabel 10. Total Volume Air Hujan Bulanan Yang Dapat Dipanen

Bulan	Curah Hujan Andalan 80% (mm)	Volume Air Hujan Yang Dapat	
		m ³	liter
Januari	454,11	23497,07	23497074,97
Februari	284,02	14696,35	14696350,05
Maret	417,53	21604,23	21604232,49
April	249,19	12893,72	12893717,09
Mei	253,61	13122,70	13122696,82
Juni	181,44	9388,04	9388040,004
Juli	78,86	4080,63	4080630,207
Agustus	28,47	1473,23	14732226,262
September	6,94	359,22	3592196,415
Oktober	88,78	4593,82	4593821,142
November	220,12	11389,68	11389681,31
Desember	366,65	18971,85	18971851,16

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Berdasarkan Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1996), kebutuhan konsumsi air bersih domestik per unit rumah adalah 150 liter/orang/hari. Jumlah rumah yang terdapat pada Perumahan Beringin Asri yaitu 588 unit. Bila diasumsikan setiap unit rumah ditinggali oleh 4 orang, Maka volume kebutuhan air bulanan di Perumahan Beringin Asri seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Kebutuhan Air Bulanan Perumahan Beringin Asri

Bulan	Kebutuhan Air (liter)	Bulan	Kebutuhan Air (liter)
Januari	10936800	Juli	10936800
Februari	9878400	Agustus	10936800
Maret	10936800	September	10584000
April	10584000	Oktober	10936800
Mei	10936800	November	10584000
Juni	10584000	Desember	10936800

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Rainwater harvesting yang diterapkan menggunakan sistem dengan skala perumahan, sehingga tanki penampung air hujan direncanakan ditempatkan di setiap blok Perumahan Beringin Asri. Penentuan kapasitas tanki penampung air hujan berdasarkan kebutuhan air pada setiap blok perumahan.

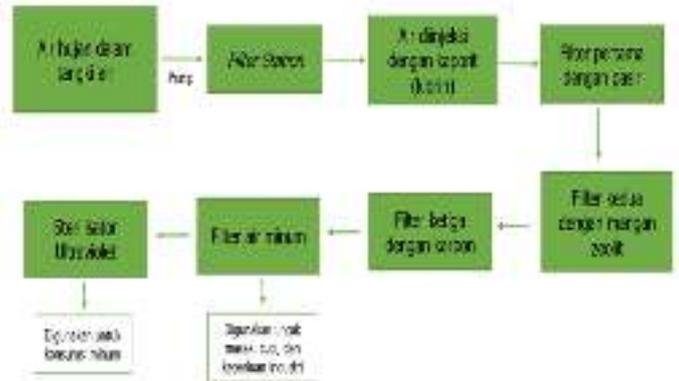
Tabel 12. Kapasitas Rencana Tanki Penampung Air Hujan

Blok	Kapasitas Rencana (liter)	Blok	Kapasitas Rencana (liter)	Blok	Kapasitas Rencana (liter)
1	16800	13	6600	25	4800
2	12000	14	19200	26	9600
3	10200	15	16200	27	14400
4	3000	16	19200	28	16200
5	5400	17	16800	29	12000
6	9600	18	22800	30	3600
7	7200	19	18000	31	10800
8	13200	20	20400	32	9600
9	7200	21	1200	33	4200

10	9600	22	3600	34	7800
11	3000	23	4200	35	5400
12	3000	24	6000		

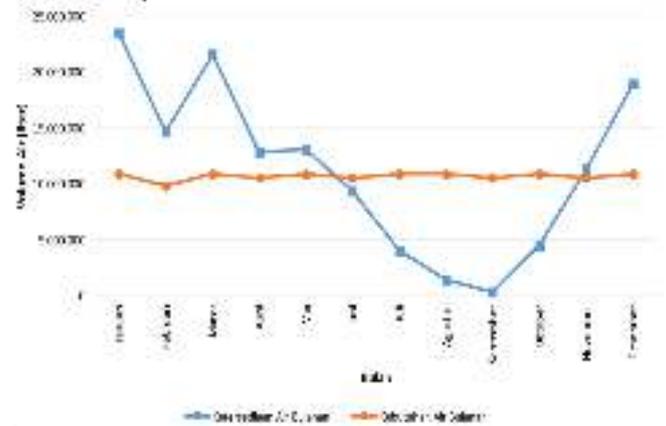
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Selain itu terdapat filter station yang melakukan rekayasa air hujan untuk menghasilkan air siap pakai. Tahapan skema filter station dijelaskan dalam flowchart dibawah ini.



Gambar 2. Skema Filtrasi Air Hujan

Dari analisis ketersediaan air dan kebutuhan air, terlihat bahwa pada bulan Juni-Oktober terjadi kekurangan air tetapi pada bulan Januari-Mei dan November-Desember terjadi kelebihan air hujan.



Grafik 1. Hubungan Antara Ketersediaan Air Hujan dan Kebutuhan Air

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Berdasarkan perhitungan, dengan penerapan *rain water harvesting* rata-rata dapat memanen air sebesar 1339,21 m³ per bulannya. Hal ini akan memberikan penghematan terhadap penggunaan PDAM pada Perumahan Beringin Asri. Menurut PerWal Semarang No. 31 Tahun 2019, tarif pemakaian air sebesar Rp. 4500/m³. Sehingga *rainwater harvesting* akan memberikan penghematan sampai dengan Rp 1.436.880,00.

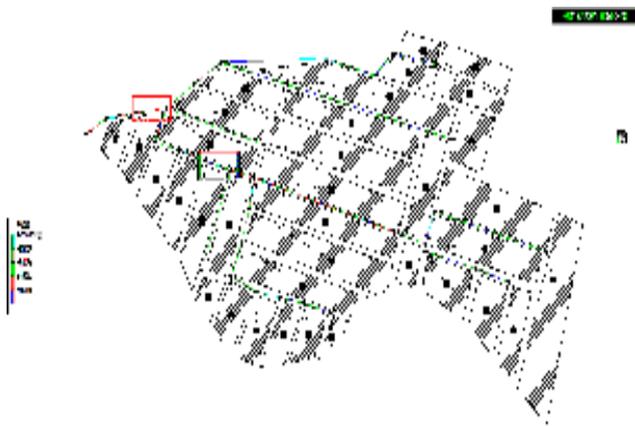
Drainase Eksisting yang terdapat di Perumahan Beringin Asri mayoritas menggunakan saluran terbuka dengan dimensi 500x500x500 mm. Daerah tangkapan air di perumahan tersebut adalah 6,4679 ha. Berdasarkan PerMen PU No. 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, kala ulang yang digunakan adalah kala ulang 2 tahun. Perhitungan banjir pada drainase eksisting menggunakan perangkat lunak EPA SWMM diperoleh debit

banjir pada jam puncak sebesar 1,15 m³/detik. Terdapat 2 saluran drainase yang mengalami kelebihan kapasitas, yaitu saluran yang berwarna merah pada berikut.

Tabel 13. Perhitungan Debit Banjir Drainase Eksisting

Jam Ke-	Debit Banjir (m ³ /detik)	Jam Ke-	Debit Banjir (m ³ /detik)
1	0	13	0
2	0.1	14	0
3	1.15	15	0
4	0.37	16	0
5	0.24	17	0
6	0.05	18	0
7	0.02	19	0
8	0.01	20	0
9	0.01	21	0
10	0	22	0
11	0	23	0
12	0	24	0

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

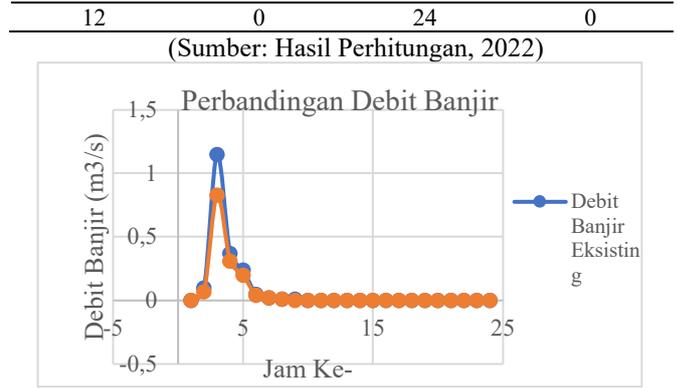


Gambar 3. Analisis Debit Banjir Drainase Eksisting (Sumber: Pemodelan EPA SWMM, 2022)

Berdasarkan hasil analisis penerapan *Sustainable Water Management* mampu mereduksi debit banjir yang diakomodir oleh saluran drainase eksisting tanpa harus merubah dimensi yang sudah ada, sebesar 24,1%. Selain itu tidak terdapat kelebihan kapasitas pada semua saluran pada Perumahan Beringin Asri.

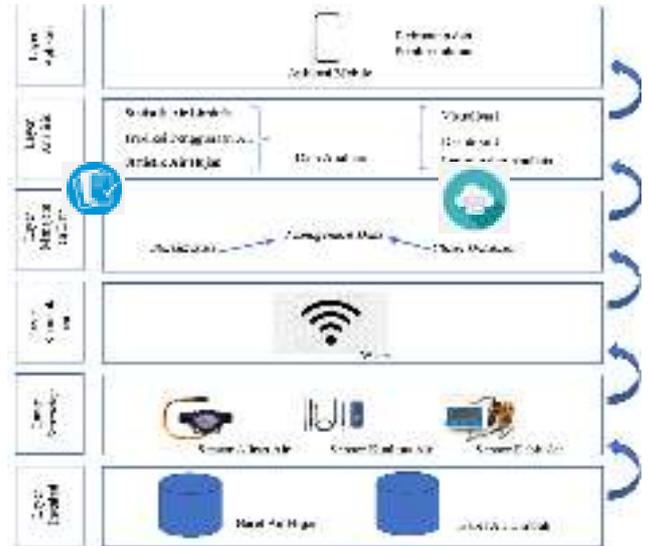
Tabel 14. Perhitungan Debit Banjir Drainase dengan Penerapan RWH

Jam Ke-	Debit Banjir (m ³ /detik)	Jam Ke-	Debit Banjir (m ³ /detik)
1	0	13	0
2	0.07	14	0
3	0.83	15	0
4	0.31	16	0
5	0.2	17	0
6	0.04	18	0
7	0.02	19	0
8	0.01	20	0
9	0	21	0
10	0	22	0
11	0	23	0



Grafik 2. Perbandingan Debit Banjir Drainase Eksisting dengan SWM

Sustainable water management dihadirkan untuk mengatasi kebutuhan sistem pengelolaan air yang lebih maju. Perancangan pemrograman berbasis *Internet of Things* untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan air atau mengetahui kualitas air akan menghadirkan pengoperasian infrastruktur air yang lebih efektif dan efisien. Pada prinsipnya program ini secara *realtime* akan menghasilkan output berupa informasi kualitas air limbah, ketersediaan air hujan yang dapat digunakan, dan peringatan dini mengenai *run-off* pada Kawasan Beringin Asri. Pemrograman *IoT* terdiri dari tiga langkah pengumpulan data, komunikasi data dan analisis data. Segala tahapan pemrograman dijelaskan dalam gambar berikut.



Gambar 4. Alur Kerja Sustainable Water Management (Sumber: Pemodelan, 2022)

Dalam sebuah perencanaan perlu mempertimbangkan aspek ekonomi sebuah inovasi, Berdasarkan perencanaan inovasi diperlukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk mengetahui seberapa layak inovasi ini dalam segi ekonomi. Didapatkan RAB dari pembangunan IPAL dan *rainwater harvesting* seperti tabel berikut.

Tabel 15. RAB Pembangunan Sustainable Water Management

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
I Pekerjaan Persiapan					
	Papan Nama Proyek	bh	1	Rp 286,600.00	Rp 286,600.00
	Dokumentasi dan Administrasi	ls	1	Rp 1,000,000.00	Rp 1,000,000.00
II Pekerjaan Konstruksi Waste Water Filtration					
	Pek. Galian Tanah Bak	m3	16	Rp 72,400.00	Rp 1,158,400.00
	Pek. Plat Lantai dan Dinding Beton Bak	m3	5.2	Rp 987,428.36	Rp 5,134,627.47
	Pek. Galian Tanah CWS	m3	12	Rp 72,400.00	Rp 868,800.00
	Pek. Plat Lantai dan Dinding Beton CWS	m3	2.4	Rp 987,428.36	Rp 2,369,828.06
	Waterproofing beton Bak	m2	26	Rp 96,486.72	Rp 2,508,654.72
	Pasang Bar Screen	m2	1	Rp 750,000.00	Rp 750,000.00
	Pipa Outlet PVC 6" panjang 1m	m	20	Rp 120,000.00	Rp 2,400,000.00
	<i>Hydrilla verticillata</i>	pot	100	Rp 4,500.00	Rp 450,000.00
	<i>Cyperus papyrus</i>	pot	25	Rp 20,000.00	Rp 500,000.00
III Pekerjaan Konstruksi Rainwater Harvesting					
	Pek. Galian Tanah	m3	17.12	Rp 72,400.00	Rp 1,239,488.00
	Pek. Urugan Tanah Kembali Bekas Galian	m3	5.71	Rp 24,100.00	Rp 137,611.00
	Pas. Penutup Beton T 10 cm 1:2:3	m3	0.68	Rp 6,199,600.00	Rp 4,215,728.00
	Pas. Lantai Beton T 10 cm 1:2:3	m3	0.68	Rp 6,310,100.00	Rp 4,290,868.00
	Pas. Kolom Beton 10/10 1:2:3	m3	0.15	Rp 5,452,100.00	Rp 817,815.00
	Pas. Batu Bata 1/2 bata ad. 1:4	m2	22.04	Rp 117,000.00	Rp 2,578,680.00
	Underground Tank 1000 l (TQ 110)	bh	2	Rp 5,000,000.00	Rp 10,000,000.00
	Filter Penjernih Air	bh	1	Rp 3,775,800.00	Rp 3,775,800.00
	Pemasangan Talang Seng 0.45 mm	m'	38	Rp 193,500.00	Rp 7,353,000.00
	Pipa PVC 3"	m'	48	Rp 100,000.00	Rp 4,800,000.00
	Pipa PVC 1"	m'	10	Rp 41,000.00	Rp 410,000.00
	Pengadaan Pompa Air	Unit	1	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Total					Rp60,545,900

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Untuk mengetahui seberapa ekonomis penerapan *Sustainable Water Management* dilakukan perhitungan sederhana seperti perhitungan berikut:

$$\frac{\text{Biaya}}{\text{Manfaat}} = \frac{\text{Rp } 60.545.900}{\text{Rp } 1.436.880} = 42.14 \text{ bulan}$$

Berdasarkan perhitungan dapat diartikan bahwa implementasi pembangunan *SWM* setara dengan nilai penghematan PDAM selama 42 bulan atau sekitar 3,5 tahun. Ha ini dapat dianalogikan penggunaan air PDAM selama 3,5 tahun di kawasan Beringin Asri senilai dengan pembagunan komponen *Sustainable Water Management*

4. SIMPULAN

1. Konsep *Sustainable Water Management* yang membawa prinsip kualitas air, ketersediaan air, dan ketahanan air dapat menjadi solusi terhadap permasalahan pada kawasan Beringin Asri Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang Jawa Tengah.

2. Penerapan Waste Water Filtration dengan sistem IPAL yang terdiri dari Unit Pre-Treatment, Primary Treatment, dan Secondary Treatment menghasilkan persentase pengurangan limbah cair yaitu BOD, COD, TSS, dan Amonia masing masing sebesar 99,25%, 99,53%, 99,55% dan 99,01%. Sehingga air telah memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup sebagai air dengan fungsi mengairi tanaman atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan fungsi tersebut serta kualitas air hasil pengolahan yang dibuang ke saluran dapat mereduksi pencemaran air tanah dan air permukaan.
3. Penerapan rainwater harvesting mampu menjawab kebutuhan air warga Perumahan Beringin Asri dengan melakukan penghematan air bersih PDAM senilai dengan Rp 1.436.880,00 tiap bulannya. Penerapan rainwater harvesting pada Beringin Asri yang terdapat dalam DAS Beringin, mampu mereduksi terjadinya run-off saat terjadi curah hujan rencana 2 tahunan sebesar 24,1%.
4. Sistem pengelolaan Sustainable Water Management dengan pemanfaatan Internet of Things dapat mengoptimalisasi sistem tata kelola air yang berkelanjutan pada Perumahan Beringin Asri, Ngaliyan.

DAFTAR PUSTAKA

Andiese, V. W. (2011). Pengolahan limbah cair rumah tangga dengan metode kolam oksidasi. *Journal Teknik Sipil Dan Infrastruktur*, 1(2).

Azis, S. U., Nugroho, A. M., & Nikita, N. (2019). Konservasi Dengan Rain Water Harvesting System Sebagai Solusi Efektif Bagi Bangunan Sekolah. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal Of Environmental Sustainability Management)*, 258-271.

CV. Rekayasa Jati Mandiri. (2013). Penyusunan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kota Semarang. Semarang. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang

Djaksana dkk. (2022) ‘Sustainable Water Management Framework Berbasis IoT Untuk Mendukung Pertanian Urban’, *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, Vol. 14, No. 1, Maret 2022, P-ISSN 1978-9262, E-ISSN 2655-5018

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta. Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia

Prasetio, A., Pangestu, A., Defrindo, Y., & Lestari, F. (2020). Rencana Pembangunan Sanitasi Berbasis Lingkungan Di Desa Dadisari Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 26-32.

Pujiarni, E. D. (2022). Efektivitas Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Fosfor pada Air Limbah Laundry dengan Biofilter Aerob dan Fitoremediasi Tanaman Ganggang (*Hydrilla Verticillata*) (Doctoral dissertation, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya).

Qomariyah, S., Sobriyah, S., Koosdaryani, K., & Muttaqien, A. Y. (2017). Lahan Basah Buatan sebagai Pengolah Limbah Cair dan Penyedia Air Non-Konsumsi. *Jurnal*

- Riset Rekayasa Sipil, 1(1), 25-32.
- Rahmawati, P. (2014) 'Pengelolaan Metode IPAL dalam mengatasi pencemaran air tanah dan sungai', Naskah Publikasi Teknik Sipil, Jurusan Te, p. 5.
- Ruhmawati, T., Sukandar, D., Karmini, M., & Roni S, T. (2017). Penurunan kadar total suspended solid (tss) air limbah pabrik tahu dengan metode fitoremediasi. *Jurnal Permukiman*, 12(1), 25-35.
- Sukarsa, R., & Rudiarto, I. (2014). Pengaruh Pembangunan Bukit Semarang Baru Terhadap Sosial-Ekonomi Fisik Lingkungan Masyarakat Sekitarnya. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 3(1), 209-219
- Balakrishnan, R. (2006, March 25-26). *Why aren't we using 3d user interfaces, and will we ever?* [Paper presentation]. IEEE Symposium on 3D User Interfaces, Alexandria, VA. <https://doi.org/10.1109/VR.2006.148>.