

INOVASI MANAJEMEN AIR BERKELANJUTAN PADA PENGEMBANGAN KAWASAN DI INDONESIA

AAA Made Cahaya Wardani¹ dan Cokorda Putra²

^{1,2} Dosen Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Hindu Indonesia

Email: agungmadecahaya@yahoo.com

ABSTRAK

Water Demand Management adalah usaha pengembangan dan implementasi strategi pengelolaan air yang bertujuan mengatur permintaan air melalui pengaturan tingkat konsumsi air secara konsisten dalam penggunaan sumber daya air yang terbatas, efisien dan berkelanjutan. Tujuan dari penerapan WDM di kawasan dan di masing-masing negara sangat banyak seperti : perlindungan sumber daya, pengelolaan permintaan pada sumber daya yang langka, peningkatan produksi. Strategi manajemen permintaan air adalah prioritas utama dalam manajemen air berkelanjutan. Pengelolaan permintaan air dapat menghemat suplai air minum dan mengurangi air limbah. Diasumsikan dalam suatu pembangunan daerah baru yang akan dikembangkan harus mempertimbangkan kebutuhan arus tertinggi standar industri berkenaan dengan efisiensi air, melalui langkah-langkah penghematan dengan menggunakan peralatan yang dapat menghemat air. Dalam rangka mengelola air secara berkelanjutan yang dihadapkan dengan perubahan iklim, pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan air domestik dan non domestik, perlu didorong pengelolaan air secara terpadu. Beberapa langkah yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan Sustainable Drainage System (SuDS) diantaranya : Inovasi dalam teknologi penghematan air pada Water treatment, Pemanenan Air Hujan pada tingkat rumah tangga dan kawasan, Green Roof, Biopori, dan lain-lain.

Kata Kunci: *Water Demand Management, Sustainable Drainage Systems (SuDS), Pemanenan Air Hujan, Green Roof, Biopori*

I. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk dan kepadatan penduduk yang cepat menimbulkan tekanan terhadap ruang dan lingkungan untuk kebutuhan perumahan, kawasan industri/jasa dan fasilitas pendukungnya, yang selanjutnya mengubah lahan terbuka dan/atau lahan basah menjadi lahan terbangun. Dalam rangka mengelola air secara berkelanjutan yang diperhadapkan dengan perubahan iklim, pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan air domestik dan non domestik, perlu didorong pengelolaan terpadu. (Sunil and Legono 2021)

Water Demand Management (Manajemen Kebutuhan Air) adalah usaha pengembangan dan implementasi strategi pengelolaan air yang bertujuan mengatur permintaan air melalui pengaturan tingkat konsumsi air secara konsisten dalam penggunaan sumber daya air yang terbatas, efisien dan

berkelanjutan *Water Demand Management* adalah pendekatan manajemen yang bertujuan untuk menghemat air dengan mempengaruhi permintaan. Manajemen ini melibatkan penerapan insentif selektif untuk mendapatkan penggunaan air yang efektif, efisien dan adil. *Water Demand Management* memiliki potensi untuk meningkatkan ketersediaan air melalui alokasi dan penggunaan air yang lebih efisien serta menerapkan efisiensi ekonomi; keadilan, akses; perlindungan lingkungan dan fungsi ekosistem berkelanjutan; pemerintahan berdasarkan partisipasi maksimum; tanggung jawab dan akuntabilitas.

Tujuan dari penerapan WDM di kawasan dan di masing-masing negara sangat banyak seperti : perlindungan sumber daya, Pengelolaan permintaan yang memudahkan tekanan pada sumber daya yang langka, peningkatan produksi, mendorong atau mengadopsi langkah-

langkah untuk penggunaan air yang efisien daripada berinvestasi dalam sumber pasokan tambahan. Perkiraan penggunaan air sektoral saat ini dan masa depan dapat dibuat pengurangan kehilangan air: Ini mempromosikan keberlanjutan sumber daya. Pengelolaan sumberdaya air sangat berhubungan dengan keberlanjutan pembangunan. Sehingga sangat jelas bahwa kemampuan pengelolaan sumberdaya air juga dipengaruhi oleh sumber daya manusia untuk

memberi nilai tambah sumberdaya pendukung pembangunan melalui penerapan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni merupakan kunci terlaksananya pembangunan yang berkelanjutan. Pengelolaan dapat dilihat bahwa wewenang dan tanggungjawab pemerintah pusat meliputi menetapkan kebijakan pengelolaan sumberdaya air di wilayahnya berdasarkan kebijakan nasional dengan memperhatikan kepentingan provinsi. Kebijakan tersebut kemudian dalam tataran lokal, wewenang meliputi menetapkan pola dan rencana pengelolaan pada wilayah sungai lintas provinsi. Sedangkan dalam menjaga hubungan dengan negara lain, tetap dikelola mengenai keberadaan wilayah sungai lintas negara dan wilayah sungai strategis nasional. (Wulandari,S., 2019).

Konservasi sumberdaya air menurut RUU SDA adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, dan fungsi air agar dapat tersedia dalam jumlah dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun di masa yang akan datang (RUU SDA, 2017). Sedangkan pendayagunaan air dan penataan penggunaan, dan pengembangan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna (RUU SDA, 2017).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dirumuskan masalahnya sebagai berikut :
Bagaimanakah manajemen air yang baik yang baik dalam mendukung pembangunan dan bagaimana

pengembangan Sumber Daya Air suatu wilayah perumahan secara berkelanjutan? Penelitian ini, menerapkan suatu metode riset meja (desk study), bertujuan mereview konsep manajemen sumberdaya air water management. Setiap langkah yang dijelaskan telah dicakup menggunakan teknologi yang diasumsikan di masing-masing bidang ini, dan kinerjanya dinilai di seluruh tujuan proyek utama, dan berbagai hasil yang lebih luas dan kriteria keberlanjutan. Kriteria ini telah didiskusikan dan disempurnakan bersama dengan pemangku kepentingan, untuk mencerminkan prioritas keseluruhan daripada pengelolaan air berkelanjutan di dalam pengembangan. Selain teknologi yang diasumsikan, berbagai potensi inovasi untuk beberapa tindakan telah dimasukkan untuk menetapkan detail awal tentang bagaimana masing-masing tindakan dapat diimplementasikan dengan cara yang paling berkelanjutan dan efisien. (Wulandari, A.,S 2019)

II. TUJUAN UTAMA DARI WATER MANAGEMENT

Pengelolaan air adalah pengendalian dan pergerakan sumber daya air untuk meminimalkan kerusakan pada kehidupan dan harta benda dan untuk memaksimalkan penggunaan yang bermanfaat secara efisien. Pengelolaan air bendungan dan tanggul yang baik mengurangi risiko bahaya akibat banjir. Sistem pengelolaan air irigasi membuat penggunaan paling efisien dari persediaan air yang terbatas untuk pertanian. Pengelolaan drainase melibatkan penganggaran air dan analisis sistem drainase permukaan dan bawah permukaan. Terkadang pengelolaan air melibatkan perubahan praktik, seperti tingkat pengambilan air tanah, atau alokasi air untuk tujuan yang berbeda. (Agriculture, 2013)

Ada sejumlah masalah pengelolaan air yang dapat diperkirakan sebagai akibat dari pengembangan yang diusulkan.

Tujuan inti dari manajemen kebutuhan air adalah menyediakan fitur redaman dan drainase berkelanjutan untuk mencapai kualitas dan kuantitas secara optimal, dan memberikan redaman yang cukup untuk mempertahankan dan mengurangi aliran air hujan sehingga dapat mengurangi risiko banjir di hilir, dan menyediakan kapasitas saluran pembuangan tambahan untuk menangani peningkatan signifikan dalam aliran busuk yang timbul dari pengembangan selama kejadian curah hujan intensitas tinggi. Manajemen air akan memberikan manfaat kualitas air yang substansial dengan cara :

1. Meminimalkan permintaan pada pasokan air minum yang terpusat sejauh mungkin
2. Meningkatkan efisiensi air dengan cara mengelola permintaan, serta menerapkan daur ulang air.
3. Mengatasi volume air limbah gabungan- secara maksimal
4. Meminimalkan volume air limbah dan air permukaan yang dibuang,
5. Mengupayakan kapasitas drainase yang sudah terbatas infrastruktur.

Langkah pengelolaan air yang dapat diterapkan untuk mitigasi masalah terkait dengan pengembangan sangatlah bervariasi pada setiap wilayah karena berbagai tantangan dan penggunaan air karakteristik masing-masing daerah. Infrastruktur baru juga diperlukan, sehingga dapat memberikan peluang signifikan untuk pengiriman simultan air yang efisien dan terdesentralisasi. Manajemen dan system drainase berkelanjutan juga dapat dikembangkan ditengah keterbatasan sumber daya. Pertimbangan lainnya adalah kelayakan ruang dan keuangan secara keseluruhan, dan kemudahan pengiriman air. Persyaratan manajemen air dapat ditinjau melalui aspek-aspek di bawah ini:

- Biaya modal - termasuk dalam kriteria ini adalah pertimbangan kelayakan yang terkait dengan persyaratan dan biaya konstruksi serta kendala

membangun terkait dengan instalasi di lingkungan baru.

- Persyaratan operasional, pemeliharaan atau pemantauan, dengan implikasi biaya berkelanjutan yang terkait,
- Persyaratan spasial
- Regulasi dan penerimaan publik
- Peraturan dan perundang-undangan yang ada di air
- Fleksibilitas dan skalabilitas tindakan terkait

III. STRATEGI MANAGEMEN PERMINTAAN AIR

Strategi manajemen permintaan air adalah prioritas utama dalam manajemen air berkelanjutan. Pengelolaan permintaan air dapat menghemat suplai air minum dan mengurangi air limbah. Diasumsikan dalam suatu pembangunan daerah baru yang akan dikembangkan harus mempertimbangkan kebutuhan arus tertinggi standar industri berkenaan dengan efisiensi air , melalui langkah-langkah penghematan dengan menggunakan peralatan yang dapat menghemat air. Sejumlah pasokan air terpusat baru menghadirkan kesempatan dengan cara :

1. Pengembangan instalasi teknologi jaringan pintar untuk mengoptimalkan operasi. Sistem seperti itu dan mengembangkan teknologi memungkinkan pemantauan penggunaan air jarak jauh dan pemantauan waktu nyata, serta deteksi cepat terhadap kebocoran air, masalah operasi dan ketidakefisienan sistem. Selain pelanggan dapat diberikan informasi tersebut dan alat yang mereka butuhkan untuk membuat pilihan berdasarkan informasi tentang perilaku dan pola penggunaan air mereka.
2. Pemantauan terperinci terhadap parameter kualitas air juga akan sangat berharga dalam menilai kinerja dan potensi masa depan sistem daur ulang air.

3. Di dalam area perumahan, ada kemungkinan penghematan air yang signifikan dapat diwujudkan melalui retrofit efisiensi air melalui, perbaikan proses dan pemasangan teknologi modern.

3.1 Inovasi dalam Manajemen Permintaan Air

a. Menggunakan teknologi dan perlengkapan yang hemat air.

Sebagian besar teknologi yang digunakan adalah teknologi standar, seperti dual flush toilet dan mandi aerasi yang menghemat air dengan teknologi udara bertekanan dengan aliran air. Namun tantangan untuk mempertahankan tingkat kinerja, dan saat ini meskipun secara teknis dimungkinkan untuk menemukan perlengkapan yang dapat menghemat pemakaian air di awah 80lpd, pengiriman penghematan efisiensi tambahan ini dari sekitar 105- saat ini untuk mempertahankan kepuasan pengguna, yang dapat berisiko terhadap penggantian perlengkapan dan perlengkapan hemat air dengan perlengkapan alternatif yang kurang efisien. Keunggulan teknologi hemat air ini adalah :

1. Duravit Rimless - Salah satu tantangan kinerja utama dari toilet aliran rendah adalah untuk menjaga higienis membersihkan kekuatan siram dengan air terbatas. Untuk mengatasi ini, fokusnya adalah untuk meningkatkan kecepatan aliran horizontal serta flush vertikal tradisional. The Duravit Rimless adalah contoh dari toilet baru yang menciptakan aliran siklon untuk membersihkan mangkuk.
2. Kemajuan dalam penginderaan dan pemantauan juga memungkinkan penggunaan air yang lebih terarah dan terkontrol meningkatkan kesadaran yang mendukung respons perilaku yang membantu mengurangi permintaan air.

b. Green Roofs

Atap hijau terdiri dari lapisan tanah yang ditanam, dibangun di atas atap bangunan untuk menciptakan permukaan hidup. Yang tumbuh substrat umumnya dibangun di atas lapisan drainase. Berikut hujan, air disimpan di lapisan tanah dan diserap oleh vegetasi. Atap hijau dapat dirancang untuk dibangun menjadi diakses, dan taman untuk menyediakan keanekaragaman hayati dan manfaat komunitas. Dalam banyak kasus, mungkin bermanfaat bagi kombinasikan atap yang bervegetasi dengan penyimpanan pengumpulan air atap buat atap biru-hijau, tempat air yang disimpan bisa digunakan untuk itu menyediakan pasokan irigasi penyeimbang tambahan untuk tumbuh-tumbuhan. Atap hijau dapat dibangun di atas bangunan baru, atau dipasang ke permukaan yang ada, meskipun, dalam beberapa kasus akan ada pembatasan kemampuan untuk retrofit karena struktur yang tidak memadai kapasitas atau permukaan yang terlalu miring, dan cenderung lebih mahal. Pembangunan Atap Hijau akan menghasilkan pengurangan limpasan yang terjadi dari permukaan atap, melalui adsorpsi, dan evapotranspirasi oleh vegetasi atap. Pengurangan permukaan kedap air juga akan memberikan manfaat dalam mengurangi kecepatan limpasan dan memberikan manfaat kualitas air melalui penyaringan dan bioretensi. Atap Hijau juga memiliki potensi untuk memberikan berbagai manfaat yang lebih luas, termasuk penyediaan habitat untuk keanekaragaman hayati, peningkatan kualitas udara, manfaat rekreasi dan kemudahan dan perbaikan efek panas perkotaan. Dinding hidup dan fasad hijau juga mungkin cocok untuk dipasang dan disediakan fungsi dan manfaat serupa dengan atap hijau

c. Roof Water Recycling

Air hujan dapat dikumpulkan dari atap gedung dan disimpan di bawah tanah atau di atas tangki tanah untuk digunakan kembali secara lokal. Air yang terkumpul dapat digunakan untuk

penyiraman taman atau indoor penggunaan yang tidak dapat diminum, seperti pembilasan toilet atau air panas dan penggunaan binatu. Dengan demikian, pengumpulan air atap berkontribusi terhadap mengurangi debit limpasan kota ke gabungan dan sistem saluran air permukaan dan pengurangan air minum volume pasokan. Karena berkurangnya paparan kontaminan, infrastruktur perawatan seringkali lebih rendah daripada jenis lain air; Namun, desinfeksi mungkin diperlukan jika air akan digunakan untuk penggunaan kontak yang lebih tinggi termasuk air panas sistem, penggunaan cucian atau aplikasi semprot, dan khususnya jika air cenderung bercampur dengan persediaan minum yang terpusat.

d. Inovasi dalam memanen air hujan secara gravitasi

Potensi untuk digunakan kembali air hujan mungkin terbesar dalam perkuatan bangunan dengan area atap besar seperti di dalam Park Royal. Sebagian besar sistem panen air hujan adalah mengumpulkan air di dasar pipa bawah untuk penyimpanan di bawah tanah. Namun ini membutuhkan energi untuk memompa air hujan kembali ke tempat akan digunakan; sering beberapa lantai ke atas.

sistem yang menahan air di ruang atap untuk membangun kepala tekanan sehingga pemompaan menjadi mubazir.

e. Menerapkan Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan (SuDS)

(SuDS) bertujuan untuk menciptakan kembali sistem drainase yang lebih alami dalam lingkungan perkotaan. Fitur-fitur ini merayakan keberadaan air, memperkaya lingkungan perkotaan, serta berupaya untuk pengentasan banjir dan peningkatan keanekaragaman hayati. Di plot atau pengembangan (sub-area) skala, langkah-langkah kontrol sumber terlihat memaksimalkan permukaan permeabel dalam situs dalam upaya untuk meningkatkan jumlah air yang

dilemahkan, dirawat dan diproses dalam hidrologi alam siklus. Dengan demikian, menggabungkan fitur seperti rain gardens, strip filter, sengkedan dan lubang pohon akan membantu menyerap limpasan yang dihasilkan dalam pengembangan, mengurangi banjir, meningkatkan kualitas air, menyediakan irigasi untuk tumbuh-tumbuhan dan meningkatkan kemudahan. Seperti itu fitur juga dapat berkontribusi pada berbagai manfaat yang lebih luas, termasuk penyediaan habitat untuk keanekaragaman hayati, peningkatan udara kualitas dan perbaikan efek panas perkotaan. Penggabungan langkah-langkah ini akan berkontribusi dalam menyediakan penyimpanan air dan mengurangi volume penyimpanan yang dibutuhkan. Mengelola kualitas dan kuantitas air permukaan di lokasi juga akan dilakukan sangat penting untuk keberhasilan setiap tindakan hilir, mencegah genangan air permukaan jaringan pengangkutan dan mengelola kualitas air secara efektif di seluruh pengembangan. Langkah-langkah dirancang untuk memperbanyak penyerapan infiltrasi limpasan ke tanah di bawahnya, meningkatkan resapan muka air tanah dan mengurangi limpasan. Namun, langkah-langkah semacam ini tidak mungkin cocok di dalam situs pengembangan karena geologi yang mendasarinya, yang sebagian besar kedap (serta risiko kontaminasi di beberapa daerah). Karena itu, fitur SuDS perlu difokuskan pada air permukaan penyimpanan dan redaman. Sementara rumput, permukaan permeabel harus didorong di lokasi; apa saja Fitur-fitur SuDS terpadu yang dirancang untuk mengumpulkan dan mengangkut air harus dilapisi agar dapat diangkut air ke daerah di mana ia bisa dibuang dengan aman. Sedangkan tindakan hijau seperti yang dijelaskan di atas lebih disukai, sistem hardscape seperti paving permeabel, kanal, rill dan penyimpanan bawah tanah mungkin cocok, mengingat kendala spasial situs.

3.2 Inovasi dalam Sustainable Drainage (Drainage Berkelanjutan)

Sistem drainage berkontribusi dalam meningkatkan dan mengembangkan wilayah secara

berkelanjutan sehingga dapat mengharmoniskan dan memberikan peluang dan kesempatan yang berbeda dalam mendesain pengembangan komunitas secara berkelanjutan.



Gambar 1. Peresapan air hujan normal dan pada wilayah terbangun

3.3 Kolam Penyimpanan ir hujan bawah tanah

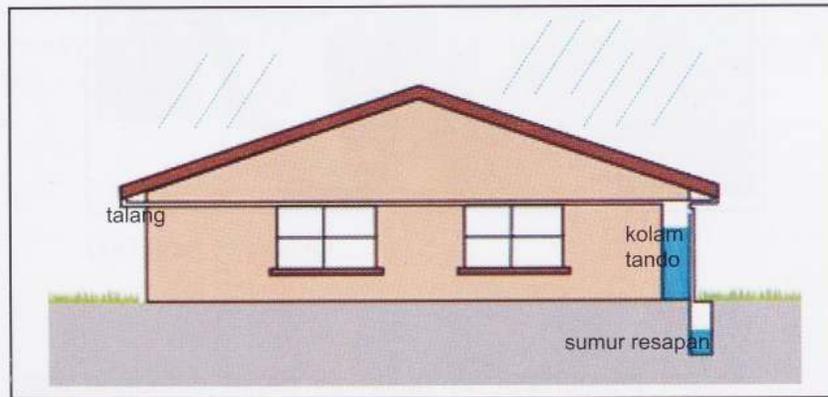
Sistem drainase situs untuk mengontrol dan mengelola limpasan yang dihasilkan di tempat. Sistem ini dapat dirancang untuk bertahan beban lalu lintas, artinya dapat dipasang di bawah jalan dan tempat parkir serta area rekreasi dan publik lainnya ruang terbuka. Selama acara curah hujan intensitas tinggi, fasilitas ini menyediakan pelemahan di tempat, membatasi aliran keluar ke menghindari kelebihan sistem drainase. Struktur ini tidak akan bermanfaat dalam mengurangi total dibuang ke sistem saluran pembuangan, namun, dapat membatasi puncak tingkat pelepasan sesaat selama hujan, untuk mencegah masalah banjir. Tangki redaman dapat dikombinasikan dengan

penyimpanan untuk greywater atau sistem daur ulang air hujan, menghasilkan efisiensi biaya dan, jika tindakan pengobatan yang tepat tersedia, digunakan kembali untuk pasokan non-minum.

Orang jaman dahulu sebenarnya juga sudah menyadari pentingnya penampungan air hujan, dan hampir semua orang memiliki drum atau tong penangkap air hujan. Sekarang tanah di Jakarta, khususnya di Jakarta Pusat mulai turun sedikit demi sedikit karena kurangnya penahanan tanah akibat dari air yang selalu tersedot dan tidak ada resapan. Bila diteruskan maka gedung-gedung bertingkat di Jl. Sudirman dan sekitarnya bisa roboh kapan saja. Memang gedung-gedung tersebut juga yang menjadi masalah. Mereka mengambil begitu banyak air dan sangat

kencang tanpa melakukan regenerasi resapan air dengan sumur resapan yang cukup dan lainnya. Apalagi sekarang tren apartemen di pusat kota semakin

menjamur. Bisa dibayangkan apartemen 30 lantai menyedot berapa banyak air. (Nugroho 2015)



Gambar : Sumur Resapan
Sumber : (Maryono 2006)

3.4. Kolam Penampungan Air Hujan

Volume penyimpanan air yang signifikan akan diperlukan untuk dapat digunakan, yang bisa jadi disediakan sebagai volume tunggal, serangkaian volume terdispersi, atau digunakan bersama dengan sarana lain dari memberikan redaman. Topografi alami akan berpengaruh terhadap keberadaan sistem drainase yang ada dan akan berdampak pada lokasi yang diperlukan dan memberikan kontribusi pada penyimpanan retensi. Sistem-sistem ini akan paling efektif jika dipasang bersama dengan jaringan SuDS hulu, untuk

dirawat dan menyalurkan air hujan yang masuk. Keterbatasan ruang akan menjadi kendala utama dalam pengiriman penyimpanan air permukaan, dengan tantangan lebih lanjut yang diperhatikan oleh keberadaan infrastruktur kanal dan kereta api, mengganggu konektivitas permukaan tangkapan. Air hujan adalah air yang lebih halus daripada air PAM biasanya dan juga tidak menggunakan klorin dan obat kimia lainnya. Karena itu tanaman pun lebih menerima air hujan dengan baik dibandingkan menyiram dengan air PAM.



Gambar Kolam Penampungan Air Hujan
Sumber (Friendly, 2021.)

Biopori

Biopori adalah lubang atau terowongan-terowongan kecil di dalam tanah yang terbentuk akibat aktivitas perakaran tanaman dan berbagai fauna tanah, seperti cacing, rayap, semut, dan lain-lain. Biopori yang terbentuk akan terisi udara, dan akan menjadi tempat lewatnya air di dalam tanah sehingga memperlancar peresapan air ke dalam perkembangan akar tanaman serta populasi dan aktivitas fauna tanah (Brata 2008).

Biopori adalah metode alternatif untuk meresapkan air hujan dan mengolah sampah organik, sampah yang dimasukkan kedalam lobang akan memancing faunafauna di dalam tanah untuk membuat terowongan kecil sehingga air cepat meresap. (Siregar 2017)

KESIMPULAN

Dalam rangka mengelola air secara berkelanjutan yang diperhadapkan dengan perubahan iklim, pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan air domestik dan non domestik, perlu didorong pengelolaan terpadu. Beberapa langkah yang dapat dilakukan adalah dengan pengembangan SuDS diantaranya :

1. Inovasi dalam teknologi penghematan air pada Water treatment
2. Pemanenan Air Hujan pada tingkat rumah tangga dan kawasan
3. Green Roof
4. Biopori, dan lain-lain

Dengan adanya sustainable drainage system ini bertujuan untuk menciptakan kembali sistem drainase yang lebih alami dalam lingkungan perkotaan serta memperkaya lingkungan perkotaan,serta berupaya untuk pengentasan banjir dan peningkatan keanekaragaman hayati.

DAFTAR PUSTAKA

Agriculture, United States Department of. 2013. "Water Management." USDA. 2013. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/por>

tal/nrcs/main/national/water/management/.

- Andi Sri Rezky Wulandari, Anshori Ilyas. 2019. "Pengelolaan Sumber Daya Air Di Indonesia: Tata Pengurusan Air Dalam Bingkai Otonomi Daerah." *Jurnal Gema Keadilan* III (2).
- Brata, Kamir. 2008. *Lubang Resapan Biopori*. Jakarta.
- Cooper, D.F.; G. Raymond, and F Walker. 2005. *Project Risk Management Guidelines in Managing Risk in Large Project and Complete Procurement*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Friendly, Eco. 2021. "Eco-Friendly Modern Water Features by H2O Designs Utilise Recycled Rainwater."
- Maryono, A. 2006. "Metode Memanen Dan Memanfaatkan Air Hujan Untuk Penyediaan Air Bersih, Mencegah Banjir Dan Kekeringan'." Kementrian Pekerjaan Umum. 2006.
- Nugroho. 2015. "Teknologi Pengendalian Banjir." Jakarta Bebas Banjir 2021. 2015.
- Siregar, M. 2017. "Lubang Resapan Biopori."
- Sunil, Yulius P. K., and Djoko Legono. 2021. "MANAJEMEN SUMBER DAYA AIR TERPADU DALAM SKALA GLOBAL, NASIONAL DAN REGIONAL." *Jurnal Teknik Sipil* 10 (1).