



PENERAPAN KONSEP *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN* UNTUK MEWUJUDKAN PERMUKIMAN PESISIR KOTA PEKALONGAN YANG TANGGUH

Santy Paulla Dewi*, Retno Widjajanti, Novia Sari Ristianti

Fakultas Teknik, Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro

Email: santy.paulla.dewi@pwk.undip.ac.id

Naskah Masuk : 6 Desember 2022

Naskah Revisi : 21 Desember 2022

Naskah Diterima : 26 Desember 2022

Abstract

Coastal settlements are areas with a high level of vulnerability, both in terms of floods, tidal waves, land subsidence, and threats from climate change. Settlements in the North Pekalongan District are part of the coastal area, which is also struggling with flooding and tidal problems. Current efforts by the government tend to be responsive to current problems, and there are no adaptive efforts that look at long-term impacts. Therefore, the purpose of this research is to develop the application of the Water Sensitive Urban Design concept to realize resilient coastal settlements. The Water Sensitive Urban Design concept is one of the efforts that are based on coastal characteristics. The research method used quantitative descriptive, to identify the characteristics of the settlement and formulate design directions for the application of the Water Sensitive Urban Design concept. The results of this study showed that the application of the concept of Water Sensitive Urban Design are structuring river borders on the Loji River, providing air storage ponds downstream of the river, and installing rainwater harvesting systems.

Keywords: *Water sensitive urban design, settlements, coastal area*

1. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan *Sustainable Development Goals* (SDG's) adalah memastikan semua masyarakat tinggal di kawasan perumahan yang layak, terjangkau, dan berkualitas. Selain itu, SDG's juga bertujuan untuk mendorong peningkatan jumlah permukiman yang mengadopsi dan mengimplementasikan konsep serta kebijakan mitigasi bencana. Salah satu permukiman yang rawan bencana ada di kawasan pesisir, yang tidak hanya mengalami permasalahan fisik, tetapi juga sosial ekonomi dan lingkungan (Miladan, 2009). Permasalahan fisik ini mulai dari kenaikan muka air laut, banjir, rob, penurunan tanah, dan kualitas hunian. Selain itu juga adanya masalah kemiskinan, rendahnya kualitas sumber daya manusia, hingga rendahnya kualitas lingkungan (kekumuhan). Beberapa upaya telah dilakukan pemerintah salah satunya adalah Program Desa Pesisir Tangguh sebagai program Kementerian Kelautan dan Perikanan yang dimulai sejak tahun 2011. Fokus dari program ini adalah

rencana pengembangan desa yang responsif terhadap persoalan eksisting. Jangka waktu Program Desa Pesisir Tangguh adalah lima tahun sehingga masyarakat dituntut kemandiriannya setelah program selesai. Upaya adaptif secara jangka panjang sangat bergantung dari kemandirian masyarakat tersebut. (Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, 2021).

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota di pesisir utara Pulau Jawa yang memiliki permasalahan banjir dan rob, serta penurunan muka tanah. Upaya mengatasi banjir di Kota Pekalongan selama ini adalah dengan menambah stasiun pompa, normalisasi saluran air, membangun talud sungai hingga membangun pengendali banjir dan rob di sistem Sungai Loji dan Banger. Banjir dan rob tersebut tentu berdampak secara fisik dan sosial ekonomi masyarakat (Ismanto et al., 2021). Berdasarkan hasil kajian dari Mercy Corps Indonesia, kerugian akibat banjir dan rob di Kota Pekalongan sejak tahun 2000 – 2020 mencapai

Rp. 4 triliun (radarpekalongan.co.id, 2020). Kawasan pesisir Kota Pekalongan termasuk rawan banjir, salah satunya adalah Kecamatan Pekalongan Utara. Oleh karena itu, pada kajian ini fokus pada Kecamatan Pekalongan Utara yang termasuk prioritas penanganan banjir (RTRW Kota Pekalongan, 2020).

Banjir dan rob di Kota Pekalongan mengindikasikan perlunya pengelolaan air yang terpadu. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak banjir dan rob adalah dengan meminimalkan air limpasan. Hal ini dapat dilakukan melalui penataan kawasan pesisir yang berbasis pengelolaan air berkelanjutan serta penyediaan infrastruktur hijau. Konsep ini merujuk pada *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) yang merupakan sebuah upaya pengelolaan air melalui pengintegrasian penataan lingkungan binaan. Oleh karena itu, pertanyaan penelitian yang akan dijawab adalah bagaimana penerapan konsep WSUD di Kecamatan Pekalongan Utara untuk mewujudkan permukiman yang tangguh.

Konsep WSUD menekankan pada pengelolaan air yang berkelanjutan, mulai dari penyediaan air minum, kualitas air, pengolahan air limbah, dan siklus air (Dannowski, 2013). Pendekatan WSUD memiliki aspek penting, yaitu tentang memanfaatkan kembali air; artinya air hujan tidak seluruhnya terbuang tetapi bisa dimanfaatkan, dan pengolahan air (France, 2002). Penerapan WSUD mempertimbangkan kondisi fisik kawasan antara lain jenis tanah, tutupan lahan, kerawanan banjir, frekuensi banjir, ketinggian banjir, dan durasi surutnya genangan (Sharma et al., 2016). Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah menyusun penerapan konsep *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) sebagai upaya mengisi celah upaya adaptif pada dampak jangka panjang banjir dan rob di Kecamatan Pekalongan Utara.

2. METODE PENELITIAN

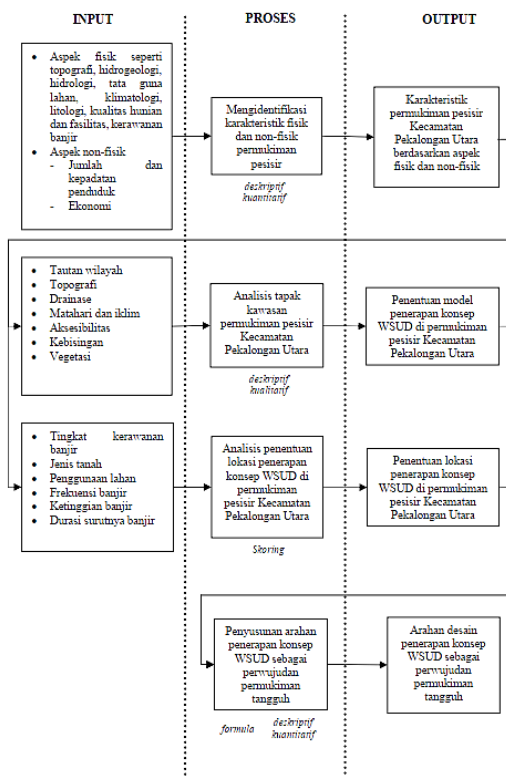
Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Pekalongan Utara yang memiliki tujuh kelurahan sebagai daerah di pesisir utara Pulau Jawa. Ruang lingkup penelitian ini adalah tentang penyusunan penerapan konsep *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) di Kecamatan Pekalongan Utara. Metode penelitian ini

menggunakan metode deskriptif-kuantitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik permukiman dan menyusun arahan desain penerapan konsep WSUD. Pengumpulan data penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kuesioner kepada masyarakat dan wawancara semi terstruktur kepada instansi pemerintah. Responden pada penelitian ini adalah masyarakat Kecamatan Pekalongan Utara yang dipilih secara acak sejumlah 100 orang. Data yang digali melalui kuisisioner mencakup :

- a) Identitas responden
- b) Karakteristik tata guna lahan Kawasan
- c) Kondisi hunian dan fasilitas lingkungan
- d) Partisipasi masyarakat dan stakeholder dalam pengembangan kawasan

Data sekunder bersumber dari laporan pelaksanaan program penataan kawasan pesisir, RTRW Kota Pekalongan, serta dari instansi pemerintah Kota Pekalongan maupun dari media massa baik media cetak maupun *online* seperti BPS.

Variabel penelitian yang digunakan dan proses pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 1.



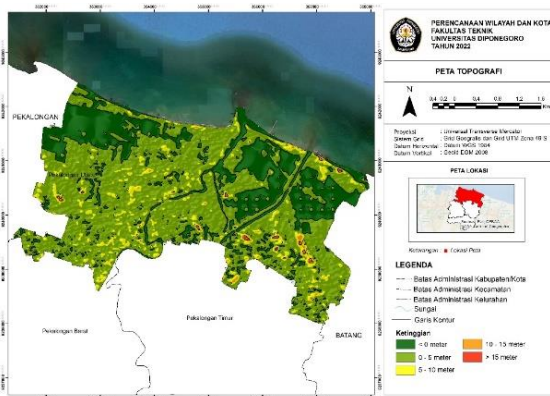
Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 1 Kerangka Analisis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Topografi

Berdasarkan topografinya, Kecamatan Pekalongan Utara berada di dataran rendah dengan ketinggian antara 0-12,5 mdpl. Seluruh wilayah Kecamatan Pekalongan Utara berada di area dengan kemiringan lereng 0-15% sehingga Kecamatan Pekalongan Utara merupakan wilayah yang sangat datar dan memiliki perbedaan ketinggian yang sangat kecil. Bahkan di beberapa lokasi atau daerah saat ini sudah berada di bawah permukaan air laut. Berdasarkan kondisi tersebut, muncul adanya indikasi penurunan permukaan tanah. Selain itu, permukaan tanah Kecamatan Pekalongan Utara yang datar turut serta dalam menyulitkan pengaturan saluran drainase perkotaan. Akibatnya, genangan air kerap ditemukan di Kecamatan Pekalongan Utara yaitu wilayah pesisir terdapat permasalahan banjir dan rob.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 2 Peta Topografi

Analisis topografi pada kawasan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

DATA	ANALISIS	RESPON
<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan RPJMD Kota Pekalongan, kawasan perancangan termasuk ke dalam daerah dengan topografi datar dengan kemiringan lereng 0-8% dan ketinggian lahan 0-6 mdpl.. 	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan analisis <i>Google Earth</i>, kontur tanah pada titik A ke titik A' memiliki nilai interval ketinggian sebesar 0-4 meter dengan kemiringan lereng 2-12% 	<ul style="list-style-type: none"> Seluruh kawasan perancangan berada pada kemiringan 0-15% yang tergolong landai sehingga kawasan dapat dimanfaatkan sebagai lahan terbangun

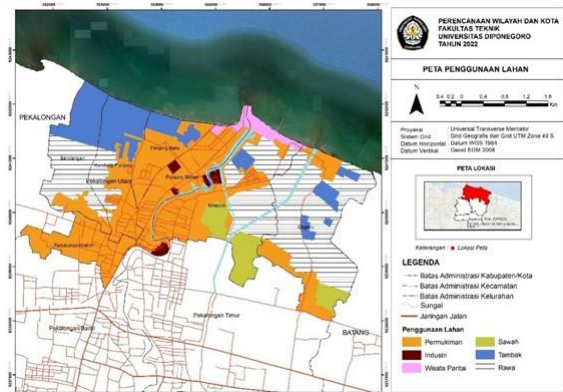
DATA	ANALISIS	RESPON
	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan analisis <i>Google Earth</i>, kontur tanah pada titik B ke titik B' memiliki nilai interval ketinggian sebesar 0-4 meter dengan kemiringan lereng 2-9% 	<ul style="list-style-type: none"> Topografi yang landai menjadi salah satu faktor kawasan perancangan sering dilanda banjir. Oleh karena itu, intervensi desain dapat dilakukan sebagai upaya perwujudan permukiman yang tangguh, salah satunya dengan konsep desain WSUD
	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan citra DEMNAS, kawasan perancangan berada di kawasan yang landai dengan interval ketinggian 0-12,5 meter kemiringan lereng 0-15% 	

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 3 Analisis Topografi

3.2. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Kecamatan Pekalongan Utara didominasi oleh kawasan permukiman, diikuti oleh lahan tambak dan rawa, serta lahan sawah. Lahan-lahan sawah semakin berkurang seiring berjalannya waktu, sebagian karena digunakan untuk kebutuhan kegiatan budidaya non-pertanian dan sebagian terdampak banjir rob. Lahan sawah yang terdampak banjir rob tidak dapat dimanfaatkan dan berakhir menjadi lahan menganggur yang tergenang air.



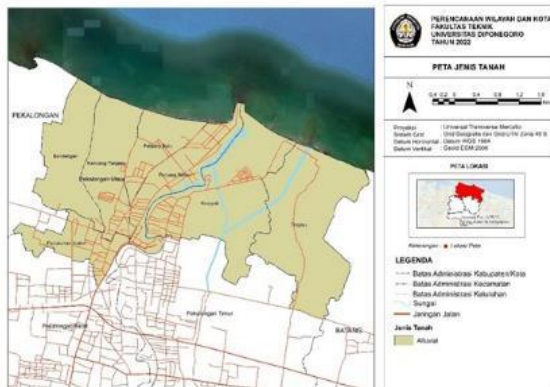
Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 4 Peta Penggunaan Lahan

3.3. Jenis Tanah

Jenis tanah yang berada di Kecamatan Pekalongan Utara adalah tanah aluvial. Tanah aluvial memiliki ciri berwarna kelabu, permeabilitas atau *water run-off* yang lambat, dan bertekstur liat. Tanah aluvial cocok digunakan sebagai permukiman, tambak dan pertanian. Tanah aluvial lebih sering ditemukan di dataran rendah, seperti di Kecamatan Pekalongan Utara yang relatif datar dan banyak

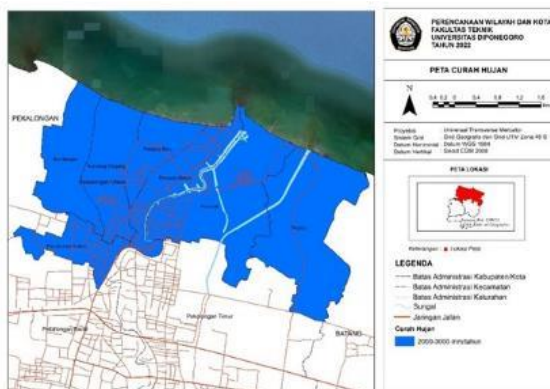
digenangi air sehingga memiliki warna atau kelabu hingga kehitaman.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022
Gambar 5 Peta Jenis Tanah




3.4. Curah Hujan

Jumlah hari dan curah hujan di Kecamatan Pekalongan Utara sepanjang tahun sangat bervariasi. Selama tahun 2020, jumlah hari hujan di Kecamatan Pekalongan Utara adalah 116 hari dengan curah hujan 2.896 mm. Jumlah hari hujan dan curah hujan terbanyak terjadi pada bulan Januari, yaitu jumlah hari hujan sebanyak 17 hari dan curah hujan sebesar 497 mm. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa Kecamatan Pekalongan memiliki curah hujan harian 24,9 mm/hari yang termasuk dalam kategori hujan sedang.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022
Gambar 6 Peta Curah Hujan

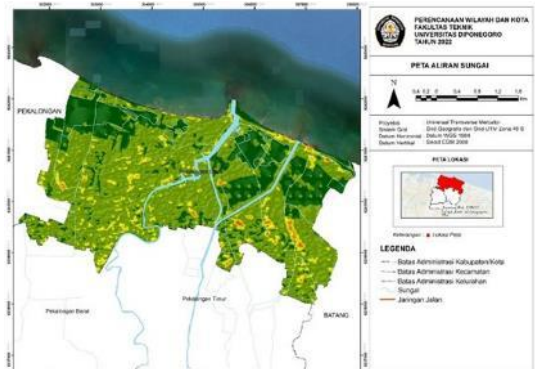
Analisis iklim pada Kawasan penelitian ditunjukkan pada Gambar 7.

DATA	ANALISIS	RESPON
 <ul style="list-style-type: none"> Kecepatan angin di kawasan perancangan sebesar 4-14 km/jam. Arah angin untuk pagi sampai siang hari bergerak dari arah timur laut menuju barat daya, sementara pada malam hari angin bergerak sebaliknya. Arah matahari dari timur ke barat selama 12 jam. Iklim tropis dengan curah hujan yang sedang. 	 <ul style="list-style-type: none"> Menentukan arah angin diperlukan untuk penentuan arah bangunan agar bangunan tersebut memiliki sirkulasi udara yang baik Pada kawasan memiliki intensitas penyinaran yang baik dari pukul 10.00 sampai 15.00 WIB Garis sumbu ideal merupakan perpotongan dari sumbu arah pergerakan angin dan matahari yang menjadi acuan dalam orientasi arah bangunan 	 <ul style="list-style-type: none"> Orientasi bangunan di kawasan perancangan menghadap ke barat laut dan tenggara yang dapat mempermudah penghuni untuk mendapatkan penyinaran yang baik saat pagi dan sore serta tetap mendapatkan angin pada siang dan malam hari. Iklim tropis dengan curah hujan sedang dapat dimanfaatkan dengan pemanfaatan air hujan dengan sistem <i>rainwater harvesting</i> yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan sumber air baku dalam rumah tangga.

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022
Gambar 7 Analisis Iklim Kawasan




3.5. Hidrologi

Di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara terdapat dua sungai yang bermuara ke Laut Jawa, yaitu Sungai Loji dan Sungai Banger. Sungai Loji dan Sungai Banger masing-masing memiliki lebar berkisar 15-45 meter dan 30-50 meter. Kedua sungai tersebut saat ini sedang dalam proses normalisasi dan pembangunan tanggul sungai, khususnya di bagian aliran sungai yang melalui kawasan permukiman. Dataran rendah dengan elevasi maksimal 6 mdpl di Kecamatan Pekalongan Utara menyebabkan laju aliran sungai menuju muara tidak terlalu deras.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022
Gambar 8 Peta Aliran Sungai

Analisis kondisi hidrologi dalam konteks penerapan WSUD pada Kawasan penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.

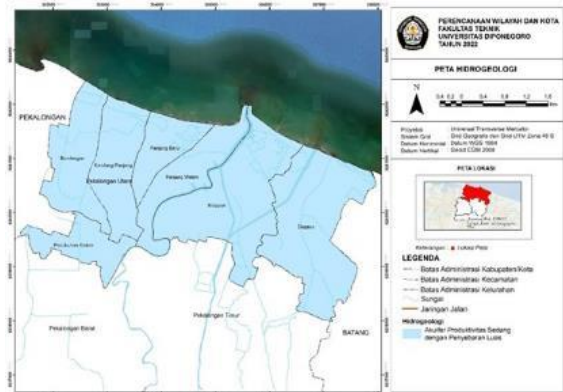
DATA	ANALISIS	RESPON
		
<ul style="list-style-type: none"> • Drainase pada wilayah perencanaan merupakan drainase permukaan yang mengalirkan air limpasan permukaan berupa drainase alami yang berada di sekitar sungai dan drainase buatan yang berada di sekitar permukiman • Saluran drainase pola alirannya mengikuti perbedaan ketinggian dan menuju sungai di sekitarnya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kawasan perancangan memiliki jenis tanah aluvial yang memiliki sifat infiltrasi yang rendah dan memiliki warna kelabu • Curah hujan tinggi di kawasan perancangan berpengaruh terhadap fungsi drainase. Semakin banyak daerah yang tertutup perkerasan, menyebabkan air tidak dapat disalurkan melalui saluran drainase • Kondisi sebagian besar saluran yang ada di wilayah perancangan tersumbat oleh sampah dan tidak mengalirkan air dengan lancar • Kondisi saluran drainase dan kelerengan yang landai sering disertai banjir rob yang membuat air laut masuk ke saluran drainase dan meluap sehingga menggenangi daerah sekitar saluran drainase 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem drainase yang dapat diterapkan di kawasan perancangan adalah sistem drainase terintegrasi antara drainase primer, sekunder dan tersier. • Dapat disediakan kolam-kolam penampung air untuk membantu penampungan air dan pengaliran air dari saluran drainase yang sudah ada • Area permukiman juga dapat menerapkan sistem pemanenan air hujan untuk mengurangi jumlah limpasan air yang langsung teralirkan ke drainase

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 9 Analisis Hidrologi

3.6. Hidrogeologi

Kota Pekalongan secara umum termasuk ke dalam Cekungan Air Tanah (CAT) Pekalongan – Pemalang. Jenis akuifer di Kecamatan Pekalongan Utara adalah akuifer produktivitas sedang dengan penyebaran luas. Penyusun jenis akuifer ini adalah berupa formasi aluvial dengan material lempung, lanau, pasir, kerikil dan brangkal. Air tanah wilayah Kota Pekalongan tergolong air tanah dataran pantai sehingga sebagian besar kondisi air tanah merupakan air tanah dangkal dengan kedalaman kurang dari 1,5 meter (Putranto et al., 2020). Sumber air baku Kota Pekalongan untuk pemenuhan air bersih berasal dari Kota Pekalongan, Kabupaten Pekalongan, dan Kabupaten Batang. Sementara itu, sumber air baku untuk kebutuhan air minum berasal dari air tanah yang disebabkan tidak adanya sumber mata air dan tidak memungkinkannya penggunaan air permukaan sebagai sumber air baku.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 10 Peta Hidrogeologi

3.7. Penerapan Konsep WSUD

Kecamatan Pekalongan Utara termasuk kawasan dengan topografi yang relatif datar yang menjadi salah satu faktor kawasan perancangan sering dilanda banjir. Selain itu, permasalahan drainase seperti sulitnya mengalirkan air karena pengaruh topografi dan curah hujan, serta keberadaan sungai yang dapat meluap saat terjadinya hujan. Tanah aluvial di Kecamatan Pekalongan Utara juga merupakan tanah yang sulit menyerap air. Berdasarkan karakteristik kawasan perancangan Kecamatan Pekalongan Utara, dapat ditentukan model penerapan konsep WSUD yang sesuai. Model penerapan konsep WSUD tersebut antara lain pemanenan air hujan, penyediaan kolam penampungan air, dan penataan area sempadan sungai.

Pemanenan air hujan, merupakan sebuah metode dalam menyediakan opsi sumber air bersih yang lain dengan mengumpulkan air hujan. Pemanenan air hujan dapat membantu pengurangan pemanfaatan air tanah karena meminimalkan dampak lingkungan. Pemanenan air hujan juga dapat memberi akses terhadap kebutuhan air untuk irigasi (Nolasco, 2011; United Nations Environment Programme, 2009). Pemanenan air hujan yang digunakan dalam skala rumah tangga di luar pemakaian air baku dapat membantu mengurangi kebutuhan air bersih yang bersumber dari sumber konvensional seperti air PDAM atau air tanah (Lupia et al., 2017). Air hujan yang dipanen juga mengurangi air hujan yang langsung terbuang ke drainase. Air di permukaan dapat dikurangi jika terjadi banjir dan rob, serta mendukung

pemenuhan kebutuhan air. Penerapan pemanenan air hujan dapat dilakukan dalam skala permukiman oleh masing-masing rumah tangga.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 11 Ilustrasi Desain Model Pemanenan Air Hujan

Kolam penampungan air, merupakan kolam yang berfungsi untuk menampung air hujan, air permukaan, hingga luapan air sungai untuk kemudian dapat diserap ke dalam tanah, dialirkan kembali ke sungai, atau digunakan sebagai suplai air bersih. Kolam penampungan air berperan sebagai upaya konservasi atau pelestarian air (Andayani et al., 2019; Harmani & Soemantoro, 2017). Penyediaan kolam penampungan air secara konseptual perlu diiringi dengan ketersediaan lahan yang cukup karena kolam tersebut berada di luar aliran sungai sehingga tidak mengganggu aliran sungai yang ada (Zevri, 2019). Penyediaan kolam penampungan air dilakukan sebagai upaya menambah daerah tangkapan air dan mengontrol

aliran air permukaan, terutama saat terjadi hujan agar tidak menyebabkan banjir. Kolam penampungan air dapat dikombinasikan dengan penataan sekitar kawasan menjadi ruang publik yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Selain itu, area kolam dilengkapi dengan elemen desain yang membantu mengalirkan atau menampung air saat terjadi hujan yang tidak langsung masuk ke dalam kolam seperti ruang terbuka hijau dengan pohon peneduh, serta area pedestrian di sekeliling kolam. Penyediaan kolam penampungan air dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan milik pemerintah yang dapat dimanfaatkan, khususnya di area sekitar sungai.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

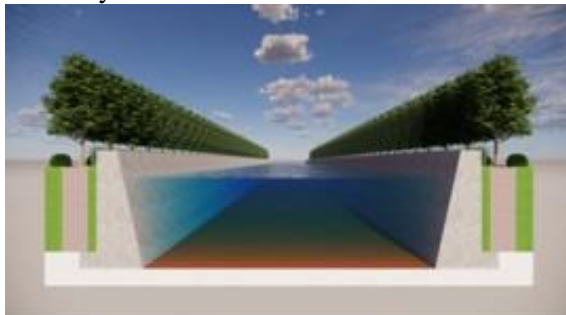
Gambar 12 Ilustrasi Desain Model Kolam Penampungan Air



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 13 Ilustrasi Desain di Kawasan Kolam Penampungan Air

Penataan area sempadan sungai dilakukan sebagai upaya peremajaan daerah aliran sungai. Selain itu, penataan area sempadan sungai juga dapat dilakukan dengan upaya vegetatif. Upaya vegetatif juga dilakukan untuk menjaga kekuatan area tanah di sempadan dan tanggul sungai. Salah satu upaya vegetatif dalam penataan area sempadan sungai adalah dengan penanaman tanaman seperti pohon dan rumput-rumputan yang ideal digunakan untuk konservasi tanah dan air, menjaga kekuatan tanah di sempadan dan tanggul sungai dari longsor, meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah, serta mengurangi limpasan air ke sekitar tepi sungai (Edem & Okoko, 2015; Mondal & Patel, 2020; Truong *et al.*, 2008). Penataan area sempadan sungai di Kecamatan Pekalongan Utara dapat dilakukan di area Sungai Loji. Sungai Loji sendiri melintasi kawasan Kecamatan Pekalongan Utara dan di sekitarnya merupakan daerah permukiman yang padat. Permasalahan yang kerap muncul adalah ketika terjadi hujan, air yang meluap dari Sungai Loji menyebabkan terendamnya kawasan di sekitarnya.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 14 Ilustrasi Model Desain Penataan Area Sempadan Sungai

4. KESIMPULAN

Pemanfaatan air di Kota Pekalongan selama ini fokus pada air tanah, sedangkan penggunaan sumber air lainnya belum dimaksimalkan, termasuk air hujan. Kategori curah hujan sedang menjadi potensi bahwa air hujan dapat digunakan oleh masyarakat. Hal ini yang menjustifikasi bahwa konsep WSUD sesuai untuk diterapkan, khususnya di Kecamatan Pekalongan Utara. Berdasarkan karakteristik permukiman pesisir di Kecamatan Pekalongan Utara, dapat dilakukan penerapan konsep *Water WSUD* sebagai upaya perwujudan permukiman tangguh dalam menghadapi bencana banjir dan rob; model penerapan konsep WSUD yang dapat diterapkan adalah penerapan sistem pemanenan air hujan untuk permukiman skala rumah tangga, penyediaan kolam penampungan air di sekitar hilir sungai, dan penataan area sempadan sungai di Sungai Loji. Ditinjau dari kompleksitas penggunaan teknologi dan aplikasinya, *rain water harvesting* dan kolam retensi merupakan dua model yang mudah diterapkan (Kuller *et al.*, 2017). Berdasarkan rekomendasi penerapan konsep tersebut, konsep yang dihasilkan diharapkan dapat ditindaklanjuti dengan mengecek kembali lokasi yang menjadi rekomendasi penerapan dengan memperhatikan persyaratan umum dan teknis yang ada, diintegrasikan dengan kebijakan pembangunan dan penataan ruang, serta disosialisasikan kepada masyarakat di Kecamatan Pekalongan Utara. Mengingat pada rencana tata ruang dan rencana induk sistem drainase Kota Pekalongan belum secara spesifik menyebutkan mengenai pemanfaatan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro, Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Pekalongan, serta masyarakat Kecamatan Pekalongan Utara yang telah terlibat dan mendukung pelaksanaan penelitian ini.

6. REFERENSI

- Andayani, R., Djohan, B., & Arlingga, K. A. (2019). Penanganan Banjir Dengan Kolam Retensi (Retarding Basin) Di Kelurahan Gandus Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 27–33. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v7i1.247>
- Dannowski, R. (2013). Handbook of Water Sensitive Planning and Design. In *Journal of Environment Quality* (Vol. 33, Issue 1). <https://doi.org/10.2134/jeq2004.4090>
- Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. (2021). *Program Pengembangan Kawasan Pesisir Tangguh (PKPT)*. Direktorat Pendayagunaan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil. <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4327-program-pengembangan-kawasan-pesisir-tangguh-pkpt>
- Edem, I., & Okoko, P. (2015). Pedo-transfer Function of Saturated Hydraulic Conductivity and Soil Loss under Vetiver Alleys for Soil Fertility and Aggregation. *International Journal of Plant & Soil Science*, 4(5), 461–474. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2015/13036>
- France, R. L. (2002). *Handbook of Water Sensitive Planning and Design*.
- Harmani, E., & Soemantoro, M. (2017). Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pengendali Banjir. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1), 71–80.
- Ismanto, K., Pratikwo, S., Diah Madusari, B., & Agung Christianto, P. (2021). Analisis Kebutuhan Masyarakat Terdampak Banjir Rob: Studi Kasus Kota Pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 20(1), 20–28. <https://doi.org/10.54911/litbang.v20i.141>
- Kuller, M., Bach, P. M., Ramirez-Lovering, D., & Deletic, A. (2017). Framing water sensitive urban design as part of the urban form: A critical review of tools for best planning practice. *Environmental Modelling and Software*, 96, 265–282. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.07.003>
- Lupia, F., Baiocchi, V., Lelo, K., & Pulighe, G. (2017). Exploring Rooftop Rainwater Harvesting Potential for Food Production in Urban Areas. *Agriculture (Switzerland)*, 7(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture7060046>
- Miladan, N. (2009). *Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang Terhadap Perubahan Iklim*. 15.
- Mondal, S., & Patel, P. P. (2020). Implementing Vetiver grass-based riverbank protection programmes in rural West Bengal, India. *Natural Hazards*, 103(1), 1051–1076. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04025-5>
- Nolasco, J. (2011). *Sustainable Water Management for Urban Agriculture: Planting Justice, Oakland*.
- RTRW Kota Pekalongan, Perda Kota Pekalongan Nomor 9 Tahun 2020 (2020). <http://klik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2011>
- Putranto, T. T., Hadiyanto, & Hati, A. C. (2020). Studi penentuan sumur resapan sebagai upaya pengendalian banjir di Kota Pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 19(2), 1–13. radarpekalongan.co.id. (2020). *Kerugian Banjir dan Rob Sentuh Rp4 T*. 23–24.
- Sharma, A. K., Pezzaniti, D., Myers, B., Cook, S., Tjandraatmadja, G., Chacko, P., Chavoshi, S., Kemp, D., Leonard, R., Koth, B., & Walton, A. (2016). Water sensitive urban design: An investigation of current systems, implementation drivers, community perceptions and potential to supplement urban water services. *Water (Switzerland)*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/w8070272>
- Truong, P., Van, T. T., & Pinners, E. (2008). *Vetiver System Applications: Technical Reference Manual*. The Vetiver Network International.

- United Nations Environment Programme.
(2009). Rainwater harvesting: a lifeline
for Human Well-Being. In *Water* (Vol.
41).
- Zevri, A. (2019). Desain Kolam Retensi Pada
Daerah Aliran Sungai Bekala. *Jurnal
Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 15(2), 90.
[https://doi.org/10.25077/jrs.15.2.90-
102.2019](https://doi.org/10.25077/jrs.15.2.90-102.2019)