JIUBJ

Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(1), Februari 2022, 597-602
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat universitas Batanghari Jambi
ISSN 1411-8939 (Online), ISSN 2549-4236 (Print)
DOI 10.33087/jiubj.v22i1.2200

Manajemen Risiko dalam Pengelolaan Sumber Air Baku (Studi Kasus Sungai Cisadane Kota Tangerang)

Idi Namara[1]*, Djoko M Hartono[2], Yusuf Latief[2], Setyo Sarwanto Moersidik[2]
[1]Departemen Teknik Sipil FT Universitas Indonesia & Prodi Teknik Sipil UIKA Bogor
[2]Departemen Teknik Sipil FT Universitas Indonesia, Kampus UI Depok
*Correspondence email: idi.namara@ui.ac.id

Abstrak. Sungai Cisadane Kota Tangerang, merupakan salah satu sungai penting di Indonesia. Sungai ini menjadi sumber air baku bagi PDAM Kota Tangerang dan Bandara Internasional Soekarno-Hatta, namun sayangnya kualitas air sungai ini cenderung menurun akibat pencemaran. Banyak hal yang sudah dilakukan oleh pemerintah dalam mengelola air sungai tersebut, tetapi belum membawa perubahan positif pada sumber air baku tersebut. Permasalahan yang terjadi diantaranya, perkembangan kota dan perubahan tata guna lahan yang membawa pengaruh pada beban pencemaran sungai. Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan analisis kualitatif dan manajemen risiko. Hasil akhir penelitian ini berupa pengembangan kebijakan dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku, yakni manajemen tata guna lahan, pemisahan saluran drainase dengan saluran limbah domestik, peningkatan cakupan layanan IPAL, dan penguatan aspek kelembagaan dan peraturan terutama dalam komitmen pendanaan.

Kata kunci: Pencemaran Air Sungai; Tata Guna Lahan; IPAL & Drainase; Aspek Hukum & Kelembagaan; Manajemen Risiko

Abstract. *Cisadane River, Tangerang City, is one of the important rivers in Indonesia. This river is a source of raw water for PDAM Tangerang City and Soekarno-Hatta International Airport, but unfortunately the quality of this river water tends to decrease due to pollution. Many things have been done by the government in managing the river water, but have not brought positive changes to the raw water source. The problems that occur include urban development and changes in land use which have an influence on the burden of river pollution. The approach taken in this research is qualitative analysis and risk management. The final result of this research is the development of policies in the management of rivers as raw water sources, namely land use management, separation of drainage channels from domestic sewage, increasing the coverage of WWTP services, and strengthening institutional and regulatory aspects, especially in funding commitments.*

Keywords**:** *River Water Pollution; Land Use; WWTP & Drainage; Legal & Institutional Aspects; Risk Management*

PENDAHULUAN

Kota Tangerang merupakan salah satu kota penting di Indonesia mengingat posisinya sebagai salah satu penyangga bagi ibukota negara, Jakarta. Lokasi Kota Tangerang sangat strategis, dimana Bandara Internasional Soekarno-Hatta sebagai pintu gerbang negara Indonesia berlokasi di wilayah Kota Tangerang. Pertumbuhan ekonomi kota ini di atas rata-rata kota dan kabupaten di Provinsi Banten, kemajuan perekomonian membuat kota ini semakin padat penduduknya. Berdasarkan data dari BPS selama 20 tahun, sejak Tahun 1995 hingga 2015, jumlah penduduk Kota Tangerang meningkat hampir 2 kali. Pada Tahun 1995 jumlah penduduk 1,1 juta jiwa sedangkan pada akhir Tahun 2015 mencapai 2 juta jiwa. Pertumbuhan penduduk dalam sebuah kota menuntut peningkatan kebutuhan infrastruktur (Kodoatie, 2011), dengan adanya peningkatan kebutuhan infrastruktur maka pengembangan wilayah menjadi tidak terelakkan. Salah satu kebutuhan infrastruktur yang dibutuhkan adalah sistem penyediaan air bersih. Sebuah anugerah tersendiri, di kota ini terdapat sungai besar yang menjadi sumber air baku bagi penyediaan air bersih, yakni Sungai Cisadane, sungai ini menjadi sungai utama pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane.

Sungai Cisadane ini juga menjadi *icon* bagi Kota Tangerang sebagai *Water Front City*. Selain itu, sungai ini juga menjadi sumber utama air baku bagi PDAM untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di Kota Tangerang, termasuk Bandara Internasional Soekarno-Hatta juga menjadikan air Sungai Cisadane menjadi sumber air baku. Sebagian besar industri yang ada di kota ini memanfaatkan air sungai ini untuk menjalankan aktivitasnya, namun sayangnya, kondisi kualitas air Sungai Cisadane dalam beberapa tahun belakangan ini mengalami pencemaran yang semakin parah (Namara, 2017). Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019, Sungai Cisadane yang berada dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane merupakan 1 dari 15 DAS prioritas di Indonesia. Sungai ini melintasi Kota Tangerang sepanjang 15 km.

Perkembangan Kota Tangerang yang demikian cepat disertai dengan pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi menyebabkan munculnya daerah permukiman baru dan pertumbuhan industri. Pertumbuhan ini membawa konsekuensi perubahan tata guna lahan, yang pada akhirnya dapat menambah beban pencemaran pada khususnya pada DAS Cisadane Kota Tangerang. Perubahan lahan terbuka menjadi lahan

industri, perkantoran, dan permukiman, berdasarkan data BPS tahun 1991 hingga tahun 2015, menunjukan tren perubahan lahan untuk Kota Tangerang.

Penelitian Suwari *et al.,* (2011) menjelaskan perubahan tata guna lahan dapat menimbulkan efek negatif berupa tingginya beban pencemaran. Hasil studi lainya terkait dengan pembangunan kota di negara Vietnam juga menegaskan besarnya pengaruh pembangunan kota bagi penurunan kualitas air permukaan, serta semakin banyak jumlah penduduk semakin banyak jumlah limbah yang dihasilkan (Mihn *et al.,* 2011). Menurut Huang *et al.,* (2013) dijelaskan bahwa semakin cepat perubahan tata guna lahan membawa penurunan terhadap kualitas air sungai.

Upaya yang dilakukan oleh pemerintah sudah cukup beragam, namun masih belum menunjukan hasil yang baik. Pendekatan berbasis konstruksi sudah dilakukan, dengan pembangunan tanggul, Dinding Penahan Tanah, normalisasi sungai, serta pembangunan taman, namun belum mampu memperbaiki kualitas air sungai. Adapun pendekatan lain diantaranya adalah dengan menerbitan peraturan daerah mengenai pengelolaan kualitas air, memperkuat aspek kelembagaan yang mengurusi masalah sungai, serta pengelolaan limbah di wilayah DAS. Kesemuanya ini ternyata belum menunjukan hasil yang positif terhadap perubahan kualitas air. Masalah ini makin terasa kompleks dengan minimnya cakupan layanan IPAL di wilayah DAS yang baru mencapai 5%, serta masih menyatunya saluran buangan limbah domestik dengan saluran drainase.

Penelitian ini bertujuan, untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku, kemudian merumuskan pengelolaan sumber air baku dengan pendekatan Manajemen Risiko.

Penelitian Terdahulu

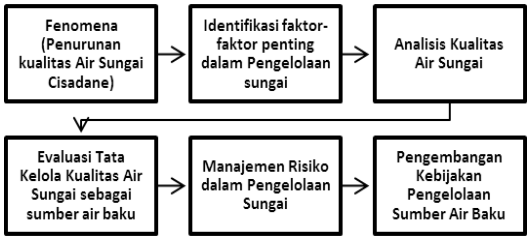
Penelitian sebelumnya menyebutkan adanya hubungan atau memiliki keterkaitan penting antara tata guna lahan dan pencemaran air sungai, diantaranya: tipe penggunanaan lahan dan kepadatan penduduk; manajemen dalam pengendalian perubahan tata guna lahan; kegiatan manusia yang membawa pengaruh terhadap kualitas dan kuantitas air sungai; pengaruh limbah dan residu yang berada diatas permukaan lahan; serta pertumbuhan penduduk dan pengaruh pembangunan, persaingan mengekplorasi sumber air, serta kurangnya perencanaan tata guna lahan akan menjadi kontribusi bagi penurunan kualitas sumber air (Gyawali *et al.*, 2013). Model hubungan antara tata guna lahan dan kualitas air sungai, termasuk dalam model hidrologinya sangat terkait erat, hal ini juga menegaskan bahwa ada hubungan yang positif dan negatif antara jenis dan tipe penggunaan lahan dengan variabel–variabel kualitas air sungai (Susanna & Chen, 2001). Perubahan tata guna lahan juga dapat membawa pengaruh terhadap kualitas sumber air baku serta berimplikasi terhadap alokasi penggunaan air bagi masyarakat (Yun *et al.,* 2014). Hasil penelitian Namara (2020), pada wilayah DAS Cisadane Kota Tangerang menunjukan perubahan lahan terbuka menjadi lahan terbangun, serta bertambahnya luas lahan industri membawa pengaruh terhadap penurunan kualitas air Sungai Cisadane.

Aspek penting lainya dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku adalah, aspek peraturan dan aspek kelembagaan. Studi yang dilakukan oleh (Gyawali et al., 2013; Ananto, 2015; Namara, 2018; Barqawi & Zayed, 2008) merumuskan peranan pemerintah serta prioritas penanganan dan kebijakan. Partisipasi masyarakat juga diperlukan dalam pengelolaan sungai, namun partisipasi ini akan semakin maksimal jika diimbangi dengan penegakan hukum atau implementasi regulasi yang kuat.

Aspek lainnya adalah masalah pengelolaan air limbah dan jaringan drainase di wilayah DAS. Penelitian di negara Turki oleh Gulbaz (2012) menjelaskan bahwa ada pengaruh pencemaran air sungai dari saluran drainase, khususnya parameter polutan TSS akan semakin tinggi pada daerah padat terutama pada saluran air di setiap persimpangan jalan. Heineman (2013) menyatakan saluran drainase bisa menjadi representasi hidrolik lengkap pada sistem drainase alam dan pembangunan sebuah kota dengan simulasi proses kualitas air yang dinamis dapat meningkatkan kualitas air. Berkenaan dengan fungsi drainase sebagai limpasan air hujan tentunya akan membantu proses peningkatan kualitas air. Terlebih lagi bila saluran drainase yang dibangun adalah berwawasan lingkungan atau *eco-drain*, penelitian (Mangangka, 2016) menyebutkan bahwa *Constructed Wetland* atau Rawa Buatan dapat dimanfaatkan sebagai komponen drainase berwawasan lingkungan yang akan mempengaruhi kualitas air sungai. Hermana (2012) menegaskan pentingnya pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan atau badan air. Jika sistem pengelolaan air limbah tidak terlaksana dengan baik, maka akan berimbas pada penurunan kualitas air sungai (Ray, 2010).

METODE

Penelitian ini menggunakan berbagai pendekatan, diawali dengan mengidentifikasi faktor-faktor penting dalam pengelolaan kualitas air, dengan metode *critical review* dan kajian peraturan, kemudian melakukan penilaian terhadap pengelolaan yang sudah dilakukan sekaligus menyusun skenario pengelolaan berdasarkan faktor-faktor penting yang diidentifikasi melalui pendekatan manajemen risiko. Strategi pengelolaan tersebut disusun menjadi Pengembangan Kebijakan Pengelolaan Sumber Air Baku Berbasis Manajemen Risiko. Berikut Gambar 1 ini menjelaskan tahapan dalam penelitian yang dilakukan.

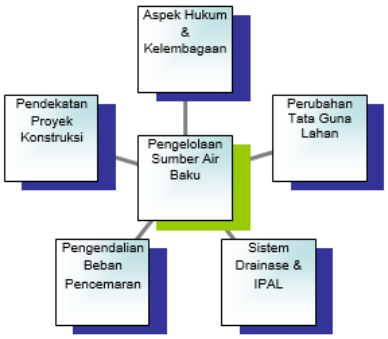


Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Faktor-Faktor Penting

Identifikasi faktor-faktor penting dalam pengelolaan kualitas air sungai, didasari 3 peraturan terkait yang dikomparasi dengan 30 penelitian relevan terdahulu. Adapun peraturan tersebut adalah, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 42 Tahun 2008 Tentang Pengeloaan Sumber Daya Air; Peraturan Pemerintah No 38 Tahun 2011 Tentang Sungai; Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Melalui kajian yang dilakukan, terdapat 5 faktor penting dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku. Gambar 2 dibawah ini menjelaskan kelima faktor penting tersebut.



Gambar 2. Faktor Penting Dalam Pengelolaan Sungai Sebagai Sumber Air Baku

Berdasarkan Gambar diatas, terdapat 5 faktor penting dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku, kelima faktor inilah yang akan menjadi variabel dalam penyusunan tata kelola berbasis manajemen risiko.

Manajemen Risiko

Berdasarkan pembahasan diatas, diperoleh 5 variabel utama dalam pengelolaan kualitas air sungai terkait perubahan tata guna lahan. Kelima variabel ini saling terkait dan sangat menunjang dalam keberhasilan pengelolaan kualitas air sungai. Untuk menunjang keberhasilan dalam pengelolaan kualitas air sungai, kelima variable tersebut akan dianalisis melalui manajemen risiko untuk memaksimalkan nilai positif dan mengantisipasi kegagalan dalam mengelola kualitas air sungai.

Studi dan penilaian Manajemen Risiko dilakukan bersama 4 narasumber yakni, Kepala Balai Wilayah Sungai Cidurian-Cisadane Provinsi Banten, Kepala Bidang Operasional Teknis BBWS Ciliwung-Cisadane Ditjen SDA Kemeterian PUPR, Kepala Bidang Teknik Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Tangerang, serta Kasie Baku Mutu Air Direktorat Pengendalian Pencemaran KLHK RI. Langkah awal adalah dengan mengidentifikasi risiko-risko yang dapat terjadi berdasarkan 5 variabel penting.

Adapun hasil identifikasi risiko dalam variabel-variabel tersebut terdapat 34 identifikasi risiko yang mungkin terjadi. Identifikasi juga dilakukan untuk mengantisipasi dan mencari solusi atas risiko – risiko tersebut, analisis dilakukan melalui *risk register*. Pada tahap ini, peneliti bersama 4 narasumber melakukan penilaian secara terpisah pada waktu bersamaan. Hasilnya dibuat pembulatan angka secara rata-rata. Dari 34 risiko tersebut akhirnya diperoleh 15 risiko prioritas. Adapun risiko prioritas tersebut ditampilkan pada Gambar 3 Fishbone Pengelolaan Sumber Air Baku dan Tabel 1 Risiko Prioritas dibawah ini.

Tabel 1 Risiko Prioritas

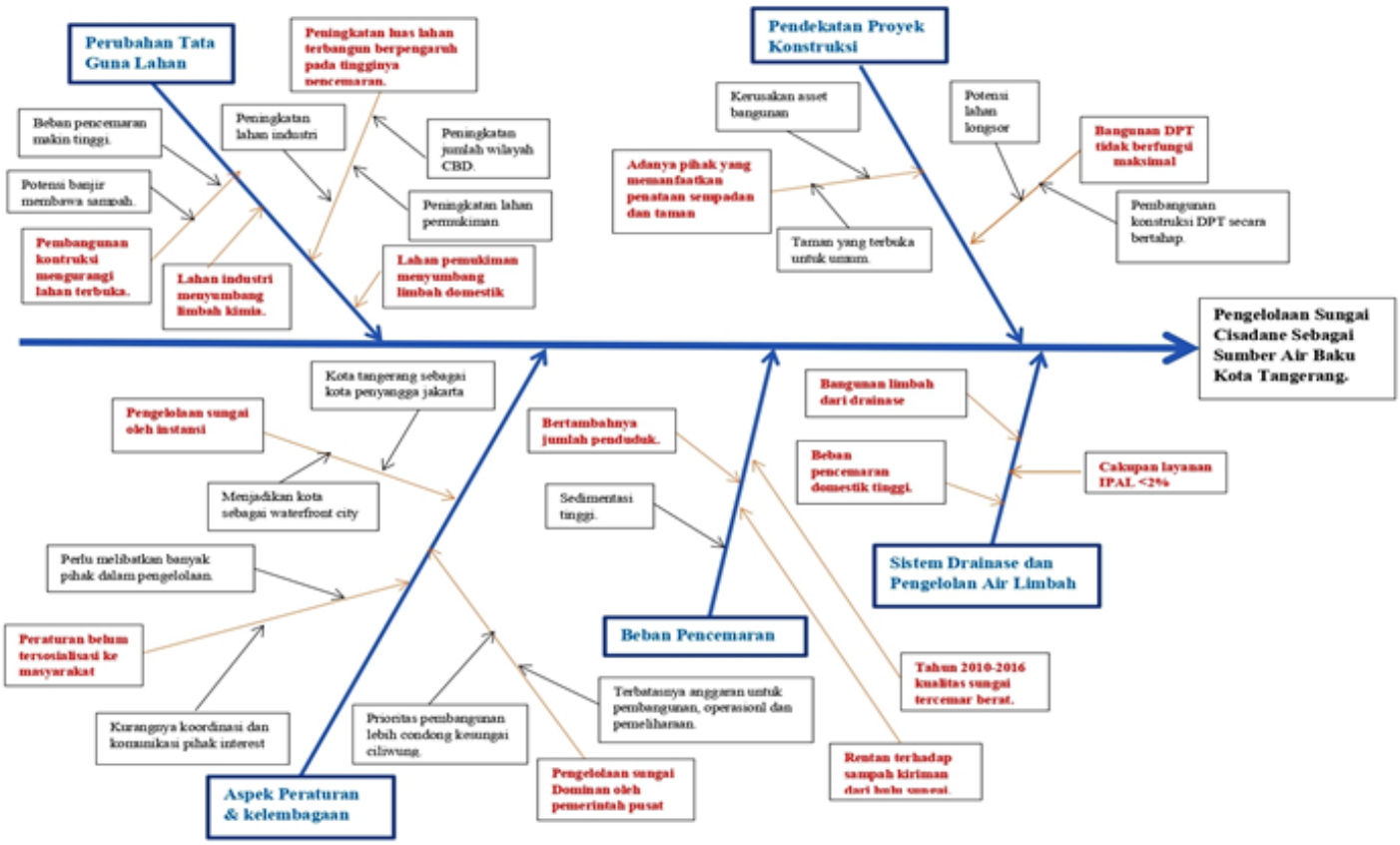
No	Deskprisi Risiko	Severity
1	Perkembangan lahan terbangun membawa dampak penurunan terhadap kualitas air sungai	0,56
2	Pertumbuhan penduduk meningkatkan pencemaran	0,56
3	Peraturan terkait belum tersosialisasi secara maksimal ke masyarakat	0,56
4	Cakupan layanan IPAL Skala Kota < 2%	0,49
5	Beban pencemaran dari bagian hulu dan Kota Tangerang Selatan sangat berpengaruh	0,49
6	Penggunaan lahan untuk permukiman menimbulkan limbah	0,49
7	Kualitas Air Sungai tahun 2010-2016 termasuk kategori tercemak buruk	0,49
8	Perubahan lahan terbuka menjadi area permukiman membawa pengaruh terhadap penurunan kualitas air	0,49
9	Perubahan lahan terbuka menjadi area industri membawa pengaruh terhadap penurunan kualitas air	0,49
10	Pembangunan sektor konstruksi mengurangi lahan terbuka	0,49
11	Penggunaan lahan untuk industri menimbulkan limbah	0,40
12	Buangan limbah cair dari drainase berpengaruh terhadap kualitas air sungai	0,40
13	Pengelolaan sungai dominan oleh BBWS CC KemenPU-Pera	0,40
14	Beban Pencemaran domestik tinggi	0,30
15	Bangunan Tanggul dan DPT belum berfungsi maksimal	0,24

Sumber : Analisis, 2018-2019

Respon-respon risiko didapatkan dari penyebab dan akibat dari prioritas risiko yang ada, serta dan masukan dari para pakar. Respon-respon yang didapatkan bisa berupa tindakan preventif maupun tindakan korektif yang divalidasi oleh para pakar. Risiko-risiko dengan penyebab yang hampir sama yaitu perubahan lahan terbuka menjadi lahan terbangun akan menghasilkan respon-respon yang hampir sama, yakni dengan menguatkan peraturan terkait, diantaranya memperkuat implementasi dan memperhatikan RTRW, adanya kewajiban membangun fasilitas pengolahan limbah pada kawasan yang dikembangkan, dan penguatan partisipasi masyarakat yang juga dituangkan dalam peraturan.

Aktivitas yang berhubungan dengan pendekatan proyek konstruksi dilakukan respon berupa mempercepat pembangunannya agar bisa tuntas, salah satunya adalah DPT yang berlum selesai 100%. Selain itu perlu secara rutin normalisasi sungai, penataan garis sempadan sungai, memperbanyak pembangunan taman disekitar sungai. Pendekatan proyek konstruksi ini juga harus beriringan dengan aspek hukum dan kelembagaan, dan partisipasi masyarakat.

Adapun respon terhadap risiko pencemaran dari drainase primer dan rendahnya cakupan layanan IPAL Skala Kota, yakni dengan melibatkan masyarakat agar berperan aktif mengungi buangan limbah cair ke saluran drainase. Untuk pemerintah wajib membangun IPAL skala kawasan atau meningkatkan cakupan layanan IPAL skala kota, serta meningkatkan pengawasan kepada industri yang tidak melakukan pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke saluran drainase atau ke lingkungan.



Gambar 3. Fishbone

Pada dasarnya aspek kelembagaan dan peraturan menjadi dasar dalam melakukan respon-respon terhadap semua risiko. Semua tindakan respon-respon ini bersifat terintegrasi, tidak bisa berjalan sendiri-sendiri. Penguatan aspek kelembagaan dan peraturan, akan berimbas pada peningkatan peran masyarakat, sekaligus memperkuat organisasi lembaga yang mengelola sungai, serta masalah pendanaan atau komitmen peningkatan anggaran. Diluar itu, penyusunan program terkait konstruksi pendukung sungai juga akan semakin optimal, termasuk peningkatan fasilitas pengolahan limbah cair di wilayah DAS.

Kerjasama antar kota-kabupaten juga sangat diperlukan mengingat sungai ini melintasi antar provinsi (Provinsi Banten dan Provinsi Jawa Barat) dan melalui 5 kabupaten-kota.

Aspek Peraturan harus gencar disosialisasikan, baik melalui media dan teknologi, atau dengan penyuluhan langsung ke masyarakat. Dengan mengoptimalkan sosialisasi regulasi dan pentingnya

pengelolaan kualitas air sungai, diharapkan mampu meningkatkan kesadaran masyarakat.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis sebelumnya faktor-faktor penting dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku ada 5 faktor penting yakni; Aspek Hukum & Kelembagaan, Pengendalian Beban Pencemaran, Pendekatan Proyek Konstruksi, Perubahan Tata Guna Lahan, serta Drainase & IPAL.

Adapun konsep pengembangan kebijakan dalam pengelolaan sungai sebagai sumber air baku berbasis manajemen risiko, sebagai berikut;

1. Penguatan implementasi manajemen tata guna lahan atau RTRW Kota Tangerang, berdasarkan UU No 26 Tahun 2007, minimal luas lahan terbuka (atau RTH) adalah 30%. Pada tahun 2016, luas lahan terbuka sudah mencapai angka 29,87%, perubahan tata guna lahan terus terjadi karena pertumbuhan penduduk dan ekonomi, komitmen rasio lahan terbangun dan terbuka wajib dijaga dan dipertahankan, dan memastikan persyaratan membangun infrastruktur pendukung, khususnya untuk air limbah dan persampahan dalam pengembangan sebuah lahan.
2. Melakukan pemisahan secara menyeluruh antara saluran drainase (limpasan air hujan) dengan saluran pembuangan air limbah domestik, hal ini secara tidak langsung akan berimbas pada peningkatan cakupan Layanan IPAL (peningkatan kapasistas IPAL Skala Kota), memaksimalkan tingkat layanan IPAL Skala kota atau membangun IPAL Komunal di wilayah permukiman, atau dengan keduanya.
3. Memperkuat koordinasi antar lembaga terkait, baik dari level pusat, provinsi hingga kota, untuk mengoptimalkan dan menyelelaraskan berbagai program dalam pengelolaan kualitas air sungai.
4. Memperkuat implementasi peraturan yang ada, sekaligus menjadikan dasar hukum yang kuat untuk melaksanakan program kerja (terkait dengan komitmen anggaran atau pendanaan), selain itu pertegas penerapan sangsi terhadap pihak-pihak yang tidak ikut serta dalam pengelolaan kualitas air sungai dan pengendalian pencemaran.
5. Peningkatan peran serta masyarakat dalam pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, regulasi yang sudah ada disosialisasikan seoptimal mungkin agar masyarakat semakin meningkatkan kepedulianya dalam masalah pengelolaan kualitas air sungai.

DAFTAR PUSTAKA

Ananto, Dwi. (2015). *Pendekatan sosio-hidraulik dalam pengelolaan kualitas air sungai (Studi kasus pengelolaan Sungai Ciliwung DKI Jakarta dan Sungai Citarum Kabupaten Bandung Jawa Barat).* Disertasi. Universitas Indonesia

Barqawi, AH. & T. Zayed (2008), *Infrastructure Management: Integrated AHP/ANN Model to Evaluate Municipal Water Mains' Performance.* Journal of Infrastructure System

Gulbaz, S & C. M. Kazezyilmaz Alhan (2012). *Impact of Land Use/Cover Changes on Water Quality andQuantity in a Calibrated Hydrodynamic Model.* 10th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE 2012), Ankara

Gyawali, S., Techato, K., Monprapussorn, S., Yuangyai, C., (2013). *Integrated Land Use and Water Quality Enviromental Base Land Use Planning for U-Tapao River Basin, Thailand.* Procedia - Social and Behavioral Sciences

Heineman, Mitch, et.al (2013), *A Comprehensive Water Quality Model of Boston's Drainage Systems.* Conference: World Environmental and Water Resources Congress 2013

Hermana, Joni. (2012). *Dasar-dasar Teknik Pengelolaan Air Limbah. Diktat Manajemen Asset Infrastruktur*. Program Pascasarjana Teknik Sipil Program ITS Surabaya.

Huang, Juan, J Zhan, H Yun, Feng Wu, dan X Deng (2013), *Evaluation of the Impact of Land Use on Water Quality A Case Study in The Chaohu Lake Basin.* The Scientific World Journal

Kodoatie, R.J. (2011). *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Penerbit Pustaka Pelajar.

Mangangka, I. R. & Wuisan, E. M. (2016), *Assessing Constructed Wetland Treatment Performance.* Book Chapter 4, ISBN: 978-981-10-1659-2 (Print) 978-981-10-1660-8 (Online/eBook). SPRINGER International

Mihn, Phan Tihn Hanh, Suthipong Sthiannopkao, Dang The Ba, & Kyoung Woong Kim (2011). *Developmemt of Water Quality Indexes to Identify Pollutans in Vietnam's Surface Water.* Journal of Enviromental Engineering.

Namara, I., Hartono, D. M., Rarasati, A. D., Muhammad, L. T, (2017) *Risk Analyze: Management Water Quality Cisadane River By Project Approach*. Malaysian Journal Of Industrial Techonology

Namara, I., Hartono, D. M., Latief, Y., Moersidik, S. S. (2018) *Institution and legal aspect based river water quality management.* International Journal of Engineering & Technology, 7 (3.9), 86-88

Namara, I., Hartono, D. M., Latief, Y., Moersidik, S. S. (2020). *The Effect of Land Use Change on the Water Quality of Cisadane River Of the Tangerang City.* Journal of Engineering and Applied Sciences, 15 (9), 2128-2134

Nian, Yan Yun, Xin Li, Jian Zhou dan Xiali HU (2014). *Impact of Land Use Change on Water Resource Allocation in The Middle Reaches of The Hiehe River Basin in Northwastern China.* Journal of Arid Land

Ray, A. P, Kirshen, P. H., & Vogel, R. (2010) . *Integrated Optimazion of Dual Quality Water and Waste Water System.* ASCE Libarry

Susanna, TY Tong & W. Chen (2001). *Modeling the Relationship Between Land Use and Surface Water Quality.* Journal of Enviromental Management

Suwari, Etty Riani, Bambang Pramudya, dan Ita Djuwita (2011). *Model Dinamik Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya*. Jurnal Bumi Lestari

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 42 Tahun 2008 Tentang Pengeloaan Sumber Daya Air

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air