

## PENERAPAN REKAYASA EKOHIKROLIKA UNTUK PENGUATAN TEBING SUNGAI DAN PEMULIHAN HABITAT KAWASAN SUAKA IKAN KALI SURABAYA

Daru Setyo Rini<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Lingkungan Program Pascasarjana ITATS;

<sup>2</sup>Program Doktor Kajian Lingkungan Universitas Brawijaya Malang

Email: darurini@yahoo.com

### ABSTRACT

*Aspects of river hydraulics and ecological aspects have a reciprocal relationship of mutual benefit. The better the ecological condition of the river basin, the steadier the river hydraulics conditions, in terms of decreasing the risk of major flooding, reduced erosion of the riverbed and reduced sedimentation in the river downstream. Ecohydraulic structures design for Surabaya River Fish Sanctuary Area adopt the design of reprofiled and revegetated bank with rock toe reinforcement, by adding triangular large woody structure as a buffer flow and fish habitat. Riverbank reinforcement structure reduce the speed of water flow during high discharge. The large woody structure and the stone along the base of river bank reduces flow velocity and prevent scour flow directly on the river bank base thus reduce the erosion of the riverbed. The water plants are inundated during high water discharge dampen the flow and provide a refuge habitat for biota from the swift currents of the river. The abundance of fish populations in Wringinanom increased 20% after the application of ecohydraulic structure, that create new habitat for fish to spawn and feeding. Stones and large woody structures at the base of river bank provide shelter from predators, into the growth of algae, aquatic plants and aquatic insects that provide new sources of food for fish. The most dominant fish species are *Barbodes balleroides*, *Barbodes gonionotus*, and *Pangasius sp.**

Keywords: *fish conservation, bank erosion control, riparian habitat restoration*

### ABSTRAK

Aspek hidrolika dan aspek ekologi sungai memiliki hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Semakin baik kondisi ekologi wilayah sungai maka kondisi hidrolika sungai akan semakin membaik, dalam hal menurunnya resiko terjadinya banjir besar, berkurangnya erosi dasar sungai dan berkurangnya sedimentasi sungai. Desain struktur ekohidrolika penguatan tebing sungai di Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya dikembangkan dari desain *reprofiled and revegetated bank with rock toe reinforcement* dengan modifikasi penambahan struktur segitiga kayu sebagai peredam arus dan habitat ikan. Adanya batang kayu dan pondasi batu kali di dasar tebing sungai mengurangi kecepatan arus dan mencegah gerusan arus secara langsung mengenai dasar tebing sungai dan mengurangi potensi longsor akibat tergerusnya dasar sungai. Adanya tanaman air yang terendam air saat debit air tinggi meredam arus dan menyediakan tempat menempel bagi biota untuk berlindung dari derasnya arus sungai. Kelimpahan populasi ikan di Desa Wringinanom meningkat 20% pasca penerapan rekayasa ekohidrolika penguat tebing sungai. Struktur penguat tebing ekohidrolika menciptakan habitat baru bagi ikan untuk bertelur, tempat berlindung dari predator, menjadi tempat tumbuhnya lumut, tanaman air dan serangga air yang menyediakan sumber makanan baru bagi ikan. Jenis ikan yang paling dominan adalah ikan bader merah (*Barbodes balleroides*), bader putih (*Barbodes gonionotus*) dan jendil (*Pangasius sp.*).

Kata kunci: konservasi ikan, pengendalian erosi tebing sungai, pemulihan habitat riparian

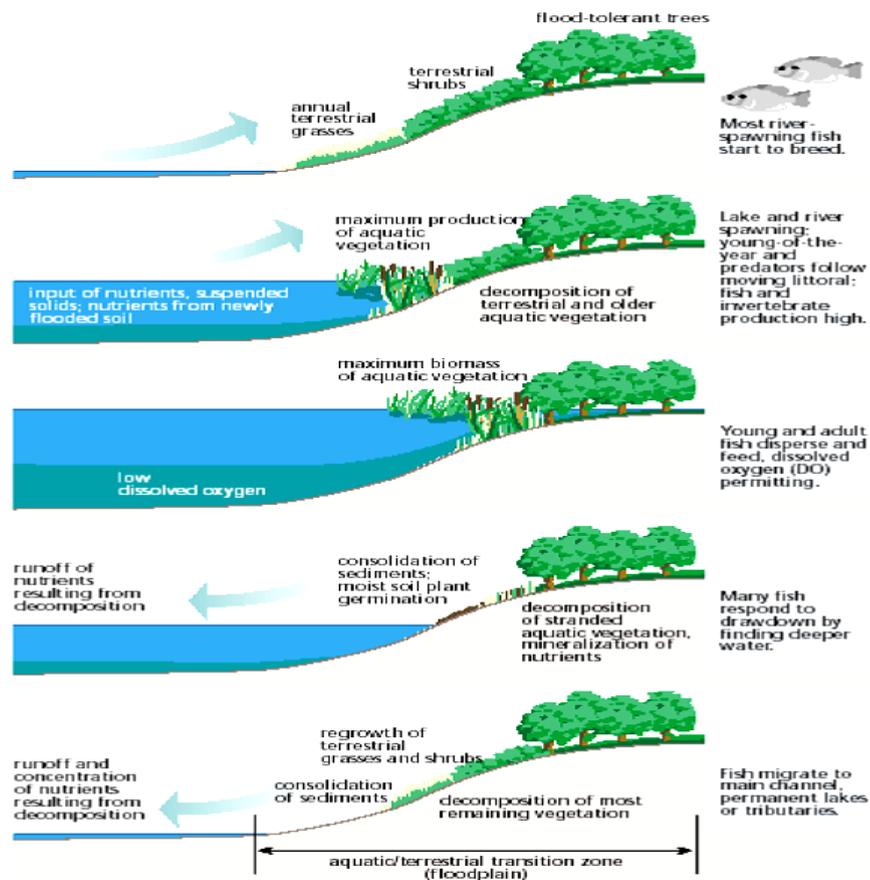
## PENDAHULUAN

Erosi tebing sungai menyebabkan kerusakan sungai, meningkatkan sedimentasi dan kekeruhan air sungai yang mengganggu kehidupan biota perairan. Meningkatnya kecepatan arus dan debit air saat musim hujan menggerus material tebing sungai dan dasar sungai, serta diperparah oleh minimnya tutupan vegetasi sempadan sungai, terutama pada tanah-tanah yang tidak kohesif [1]. Keberadaan ikan di Kali Surabaya semakin terancam oleh hilangnya vegetasi alami di sempadan sungai. Kali Surabaya Hulu wilayah Sumberame, Wringinanom dan Sumengko Kabupaten Gresik merupakan habitat dari ikan papar (*Notopterus notopterus*) yang termasuk jenis ikan dilindungi dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 [2]. Beberapa jenis ikan semakin jarang ditemukan di Kali Surabaya, misalnya ikan muraganting (*Barbonymus altus*), bloso (*Axyeleotris marmoratus*), kuniran (*Mystacoleucus marginatus*), sili (*Macrogathus aculeatus*), berot (*Mastacembelus unicolor*) dan monto (*Osteochillus haseltii*) [3]. Kali Surabaya bagian Mlirip Mojokerto sampai Legundi Gresik telah dicadangkan sebagai kawasan suaka perikanan perairan darat melalui Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 188/785/KPTS/013/2013 [4]. Pencegahan erosi tebing sungai dengan penanaman pohon penguat tebing sungai telah lama dilakukan oleh masyarakat, sebagaimana diungkapkan dalam prasasti-prasasti kuno. Cara tersebut merupakan bagian dari rekayasa ekohidrolika yang semakin berkembang di Eropa dan Amerika Serikat dalam 20 tahun terakhir. Rekayasa ekohidrolika memanfaatkan komponen ekologi dalam pemeliharaan sungai. Penguatan tebing sungai dengan penanaman vegetasi alami di sempadan sungai berfungsi sebagai daerah retensi hidrolik yang menampung limpahan debit air sungai, sehingga dapat meredam banjir di sepanjang alur sungai. Vegetasi alami di sempadan sungai membantu meresapkan air ke dalam tanah sehingga mengurangi dampak kekeringan saat musim kemarau [5].

Pemulihan kerusakan habitat litoral akibat erosi tebing sungai di Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya dilakukan dengan penerapan model rekayasa ekohidrolika yang menggunakan material alami lokal yaitu batu kali, batang kayu dan bambu, serta penanaman vegetasi alami sempadan sungai. Model ini merupakan upaya penanggulangan erosi tebing sungai dengan berbiaya lebih murah dan lebih ramah lingkungan dibandingkan penganggulangan erosi dengan teknik konvensional pembangunan talud dan plengsengan beton. Untuk mengetahui dampak penerapan model rekayasa ekohidrolika perlu dilakukan kajian terhadap perubahan morfologi tebing sungai, dan perubahan komunitas biotik makroinvertebrata dan ikan pasca penerapan model ekohidrolika penguat tebing sungai di kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya.

## TINJAUAN PUSTAKA

Aspek hidrolika dan aspek ekologi sungai memiliki hubungan timbal balik yang saling menguntungkan (*mutual connection*). Semakin baik kondisi ekologi wilayah sungai maka kondisi hidrolika sungai akan semakin membaik, dalam hal menurunnya resiko terjadinya banjir besar semakin rendah, berkurangnya erosi dasar sungai dan berkurangnya sedimentasi sungai di wilayah hilir. Sebaliknya jika kondisi retensi alamiah sungai berkurang, maka kecepatan aliran semakin tinggi, erosi semakin tinggi, banjir di hilir semakin tinggi, dan sedimentasi sungai di hilir pun semakin tinggi, yang berakibat pada penurunan kondisi ekologis sungai [5]. Ekosistem yang terganggu oleh aktivitas manusia mengalami kehilangan spesies dan proses alamiah, sehingga integritas ekosistem menjadi tidak utuh lagi. Konsep integritas ekosistem perlu diperhatikan dalam konservasi. Integritas ekosistem adalah kondisi ekosistem yang lengkap dan mandiri [6]. Gambar 1 memperlihatkan interaksi antara komunitas biologi dengan lingkungan fisik sempadan sungai yang mengalami proses-proses kunci dalam ekosistem, meliputi transfer energi, produksi biomasa, pertumbuhan tanaman riparian, migrasi ikan, serta pergerakan air dalam siklus banjir periodik [7].



Gambar 1. Interaksi sempadan sungai dan sistem perairan sungai pada kualitas air, pertumbuhan tanaman di sempadan sungai dan pola migrasi ikan

Dataran banjir harus dipahami sebagai bagian dari ekosistem sungai. Palung sungai memiliki kapasitas menampung air untuk banjir tahunan dan 2 tahunan, dimana air akan meluber ke dataran banjir. Keterkaitan sungai dan sempadan sungai perlu dipelihara agar aliran air sungai secara periodik menggenangi sempadan sungai saat musim hujan. Dengan memberi kesempatan air sungai agar meluber ke sempadan sungai, energi aliran air akan tersebar dan banjir di kawasan hilir sungai dapat berkurang.

Rekayasa ekohidrolika memiliki keunggulan dibandingkan rekayasa hidrolika konvensional dalam hal manfaat teknis, ekologis, ekonomis dan estetis, sehingga teknik ini semakin banyak diterapkan [8]. Bangunan pembelok arus (*current deflectors*) dapat menggantikan fungsi *riprap* dengan mengubah sebagian kecil kawasan sempadan, tanpa tahap persiapan yang rumit dan menciptakan variasi habitat dengan arus lambat yang dibutuhkan biota perairan. Rekayasa ekohidrolika membentuk variasi kecepatan aliran sungai saat debit rendah dan mengurangi kecepatan aliran sungai saat debit tinggi, melalui penggenangan dataran banjir di sempadan sungai yang meningkatkan resapan air ke dalam cadangan air tanah dan memelihara kelembaban tanah tepi sungai. Sungai perlu dipersempit di beberapa bagian, substrat dasar dipindahkan, sempadan sungai dikeruk dan saluran sungai dibuat berkelok. Perubahan profil melintang sungai mendorong terjadinya suksesi, penumpukan benih tumbuhan dan penggenangan sempadan sungai saat debit air tinggi memperluas penyebaran tumbuhan sehingga menumbuhkan tanaman baru di sempadan sungai [9].

Adanya tumbuhan di tepi sungai memiliki fungsi penting dalam menjaga kestabilan tebing sungai. Tumbuhan di tebing sungai memiliki fungsi sebagai berikut [10].

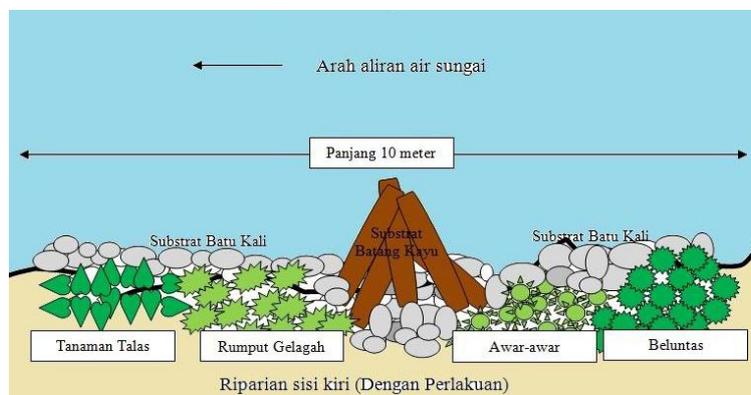
- a. Memberikan kekasaran dinding saluran terhadap aliran air, menyebabkan air tertahan dan memperlambat aliran air, sehingga energi untuk membawa butiran sedimen lebih berkurang.
- b. Aliran air membawa tegangan geser yang terjadi di dasar sungai atau di tebing sungai berpindah mengenai tumbuhan tepi sungai
- c. Akar tumbuhan menyatukan masa tanah membentuk perlindungan mekanikal, sehingga dibutuhkan energi aliran yang besar untuk melepaskan partikel tanah dari dasar sungai.

## METODE

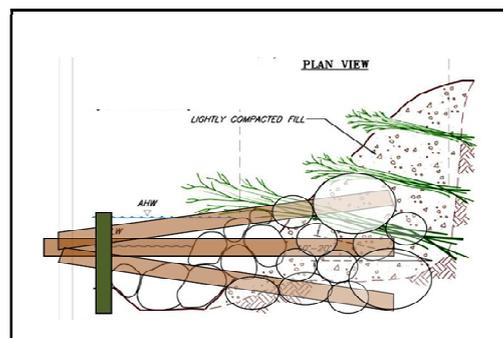
Aplikasi rekayasa ekohidrolika pada zona riparian yang akan dikombinasikan secara bersamaan pada lokasi penelitian seperti diperlihatkan. Komponen kegiatan meliputi:

- a. Pelandaian tebing sungai, penambahan substrat batu kali dan kerikil serta penanaman tanaman semak. Dilakukan perlakuan dengan penambahan batang kayu dan tanpa penambahan batang kayu untuk membandingkan dampaknya pada pemulihan komunitas biotik perairan sungai.
- b. Penanaman tanaman asli perdu dan herba tepi sungai dengan jenis tanaman tepi sungai local yang memiliki laju pertumbuhan cepat, yaitu rumput gelagah (*Saccharum spontaneum*), beluntas (*Pluchea indica*) dan awar-awar (*Ficus septica*). Lebar tepi sungai yang ditanami dan ditambahkan substrat batu kali dan batang kayu besar adalah 5 meter dari tepi sungai basah pada saat musim kemarau.
- c. Panjang zona riparian dengan perlakuan rekayasa ekohidrolika penambahan substrat dan tanaman sempadan sungai dilakukan di sepanjang aliran sungai dengan panjang maksimal 100 meter pada sisi sejajar aliran air sungai

Desain struktur ekohidrolika penguatan tebing sungai merupakan pengembangan dari desain *reprofiled and revegetated bank with rock toe reinforcement* [11] [12], dengan penambahan struktur segitiga kayu sebagai peredam arus dan habitat ikan. Tampak atas desain struktur penguat tebing ekohidrolika diperlihatkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tampak atas desain rekayasa ekohidrolika penguat tebing sungai di kawasan suaka ikan Kali Surabaya



Gambar 3. Tampak samping desain rekayasa ekohidrolika penguat tebing sungai di Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya

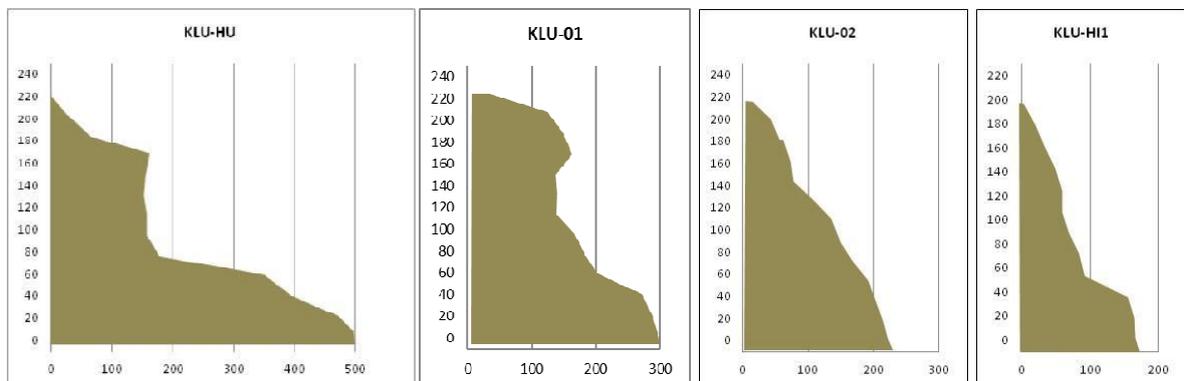
Pengumpulan data penelitian dampak penerapan ekohidrolika meliputi parameter hidrologi, kualitas air, tumbuhan, makroinvertebrata dilakukan pada bulan September 2014 – Desember 2014. Metode pengukuran laju erosi tebing sungai dilakukan dengan menentukan objek tetap sebagai titik acuan (*reference point*). Pengukuran kecepatan air dengan *current meter* dilakukan selama 1 menit dalam setiap pengukuran. Untuk sampel air sungai juga dilakukan pengukuran langsung pada badan air untuk mengukur suhu menggunakan peralatan Termometer, DO diukur dengan DO meter, dan kekeruhan diukur dengan alat turbidity meter. Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata hasil pengukuran parameter kualitas air, persentase kelimpahan EPT dan indeks diversitas Shannon Wiener untuk biota ikan dan makroinvertebrata.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran jarak tebing dengan mistar yang diletakkan tegak lurus badan air di tepi sungai, diketahui bahwa tinggi tebing sungai berkisar antara 1-3 meter. Bekas erosi terlihat jelas di kedua lokasi perlakuan Dusun Krajan dan Dusun Klubuk Desa Wringinanom, dengan panjang lebih dari 100 meter. Beberapa titik mengalami erosi cukup parah dan meninggalkan bekas gerusan yang dalam serta membentuk tebing yang curam, bahkan hampir tegak lurus dengan permukaan air. Akar pohon terlihat menggantung dan terbuka karena tanah di sekitar perakaran telah tergerus oleh deras arus air sungai akibat peningkatan debit air sungai saat musim hujan. Hasil pemetaan profil morfologi tebing sungai yang mengalami erosi diperlihatkan dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Profil tebing sungai sebelum penerapan rekayasa ekohidrolika di Lokasi 1 Dusun Krajan Desa Wringinanom

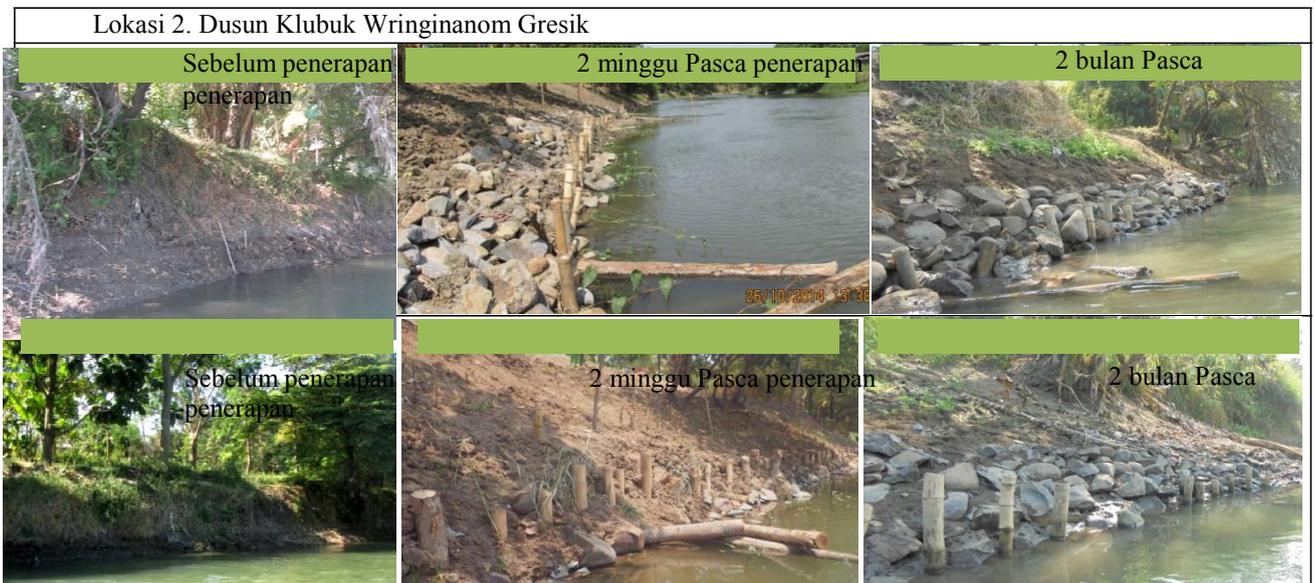


Gambar 5. Profil tebing sungai sebelum penerapan rekayasa ekohidrolika di Lokasi 2 Dusun Klubuk Desa Wringinanom

Penguatan tebing sungai yang tererosi dengan rekayasa ekohidrolika menggunakan material alami, yaitu patok bambu dan kayu, batu kali beragam ukuran, bibit aneka tanaman tepi sungai dari jenis rumput, herba, semak dan pohon. Foto kondisi morfologi tebing sungai sebelum dan setelah penerapan rekayasa ekohidrolika penguat tebing sungai diperlihatkan dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



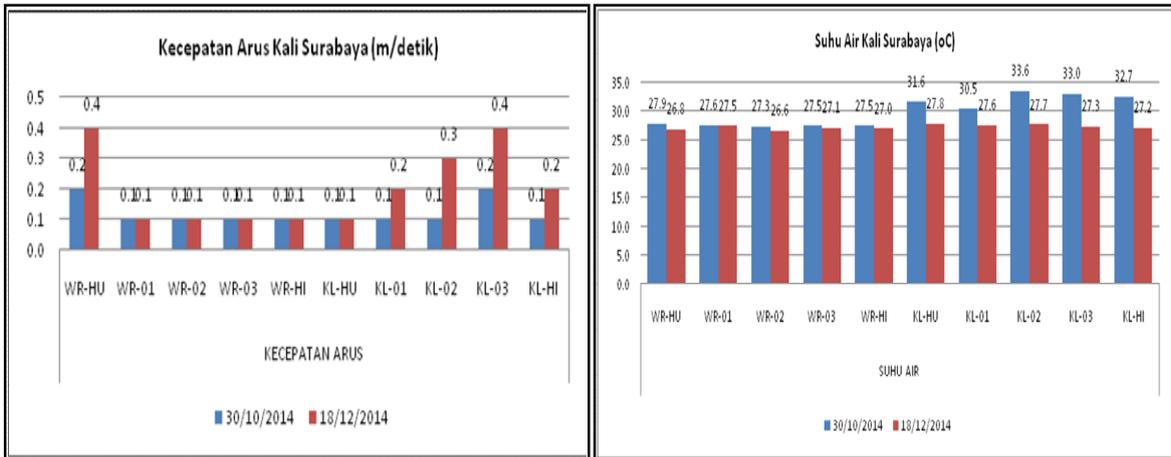
Gambar 6. Foto tebing sungai Dusun Krajan sebelum dan setelah penerapan rekayasa ekohidrolika



Gambar 7. Foto tebing sungai Dusun Klubuk sebelum dan setelah penerapan rekayasa ekohidrolika

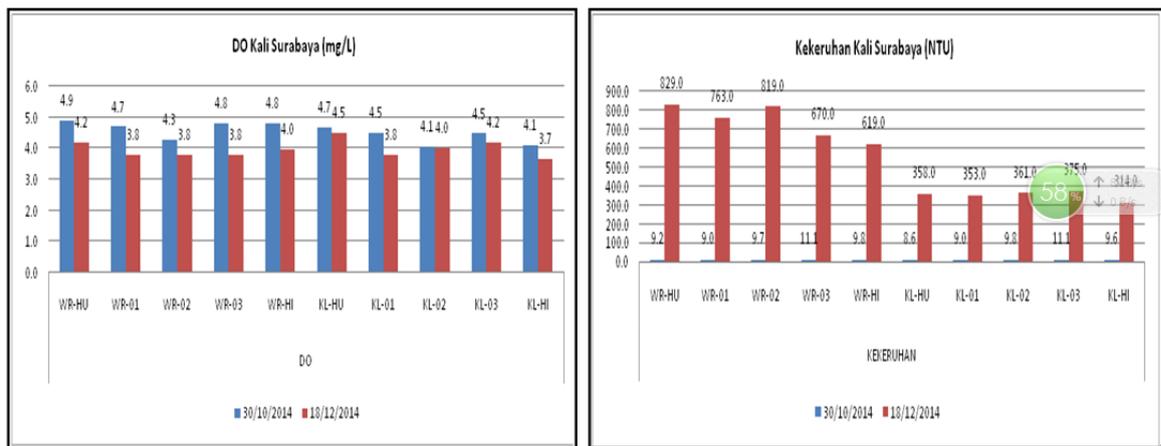
Elevasi Permukaan Air Kali Surabaya di Stasiun Pening mengalami kenaikan tertinggi sebesar 2,05 meter selama periode 5 tahun terakhir. Elevasi muka air maksimal saat

musim hujan adalah 9,46 meter, sedangkan saat musim kemarau adalah 7,41 meter. Kecepatan aliran air sungai di Dusun Klubuk lebih tinggi dibandingkan Dusun Wringinanom. Hal ini disebabkan oleh morfologi aliran sungai di Dusun Klubuk yang tepat berada di belokan sungai, sedangkan di Dusun Wringinanom merupakan segmen sungai yang relatif lurus, dan berada di hilir belokan sungai. Kecepatan arus pada bulan Desember mengalami peningkatan yang tinggi dibandingkan bulan Oktober 2014. Pengukuran pada bulan Desember dilakukan saat debit air meningkat, dan peningkatan muka air mencapai 1,5 meter dibandingkan bulan Oktober 2014.



Gambar 8. Grafik kecepatan arus dan Suhu air sungai

Kualitas air Kali Surabaya di kedua lokasi masih cukup baik yang diindikasikan oleh kadar DO yang berkisar antara 3,7 – 4,9 mg/L pada kedua waktu pengukuran. Suhu air masih berada pada kondisi normal dan suhu air pada bulan Desember lebih rendah dibandingkan suhu air pada bulan Oktober. Kekeruhan air pada bulan Desember meningkat drastis hingga mencapai 829 NTU, sedangkan kekeruhan air bulan Oktober nilainya di bawah 20 NTU. Grafik parameter kualitas air yang dipengaruhi oleh erosi dan sedimentasi sungai diperlihatkan dalam Gambar 9 dan Gambar 10.

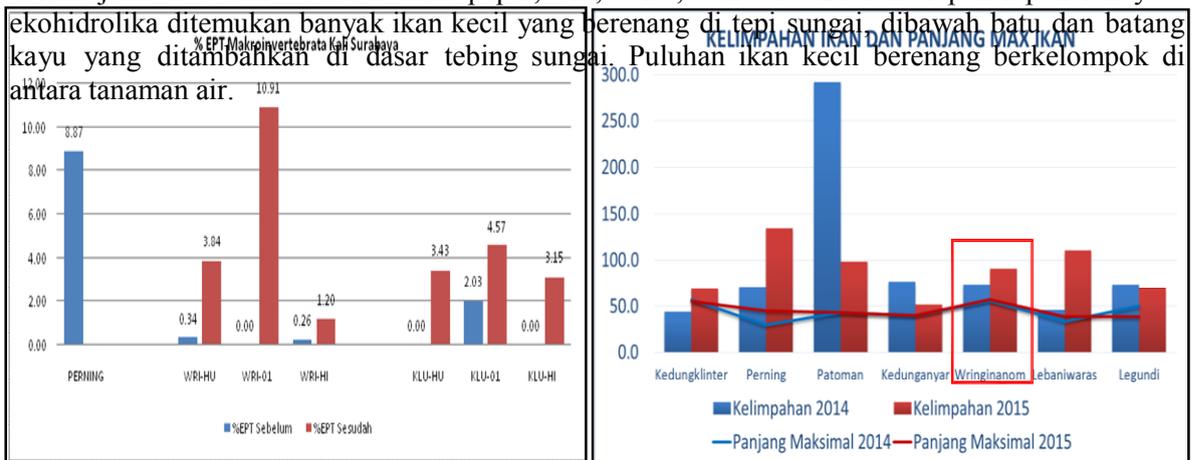


Gambar 9. Grafik DO dan Kekeruhan air Kali Surabaya

Dari hasil pengamatan lapangan diketahui bahwa struktur penguat tebing sungai dengan rekayasa ekohidrolika berdampak pada penurunan kecepatan arus air di tepi sungai saat debit air meningkat di musim hujan. Mekanisme pengurangan erosi yang terjadi adalah:

1. Kecepatan arus di tepi sungai menjadi lebih lambat karena adanya batang kayu yang menjorok ke badan air, sehingga kecepatan arus saat menepi dan mengenai tebing sungai menjadi berkurang;
2. Adanya pondasi batu kali di dasar tebing sungai mengurangi kecepatan arus dan mencegah gerusan arus secara langsung mengenai dasar tebing sungai dan mengurangi potensi longsor akibat tergerusnya dasar sungai;
3. adanya tanaman air di bantaran sungai yang tergenang saat debit air meningkat memecah arus dan menyediakan tempat menempel bagi biota untuk berlindung dari derasnya arus agar tidak terhanyut ke hilir.

Analisis populasi ikan dilakukan pada musim kemarau saat debit air rendah dengan pertimbangan keselamatan dan efektivitas penangkapan ikan dengan menggunakan jala tebar. Penghitungan populasi ikan dilakukan pada bulan September 2014 sebelum penerapan rekayasa ekohidrolika. Untuk membandingkan populasi ikan sebelum dan sesudah penerapan rekayasa ekohidrolika, dilakukan pengambilan sampel ikan pada Juli 2015. Kelimpahan populasi ikan di Desa Wringinanom meningkat 20% pasca penerapan rekayasa ekohidrolika penguat tebing sungai. Hal ini diduga akibat penerapan rekayasa ekohidrolika menciptakan habitat baru bagi ikan untuk bertelur dan mencari makan. Penambahan batu dan batang kayu di dasar tebing sungai menyediakan tempat berlindung dari predator, menjadi tempat tumbuhnya lumut, tanaman air dan serangga air yang menyediakan sumber makanan baru bagi ikan. Jenis ikan yang paling dominan adalah ikan bader merah, bader putih dan jendil (*Pangasius sp.*). Jenis ikan yang ditemukan dalam jumlah sedikit adalah ikan papar, sili, berot, dan Ulo. Di lokasi penerapan rekayasa



Gambar 10. Persentase EPT dan Kelimpahan Ikan di Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya

Penerapan rekayasa ekohidrolika untuk meningkatkan stabilitas tebing sungai yang mengalami erosi ternyata memberikan dampak positif pada kehidupan biota sungai karena meningkatkan ketersediaan habitat bagi tumbuhnya beragam jenis kehidupan biota perairan sungai. Hasil analisis makroinvertebrata menunjukkan adanya peningkatan keragaman jenis taksa, peningkatan persentase serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) yang sensitif terhadap pencemaran air dan sedimentasi sungai, serta meningkatnya keragaman jenis makroinvertebrata. Semakin beraneka ragam jenis makroinvertebrata dan semakin besar kelimpahan populasi makroinvertebrata sehingga meningkatkan ketersediaan pakan alami ikan. Populasi ikan akan semakin meningkat dibandingkan sebelum dilakukan penerapan rekayasa ekohidrolika.

## KESIMPULAN

1. Struktur penguat tebing sungai dengan rekayasa ekohidrolika berdampak positif pada penurunan kecepatan arus air di tepi sungai saat terjadi peningkatan debit air sungai. Mekanisme pengurangan erosi yang terjadi adalah:
  - a. Kecepatan arus di tepi sungai menjadi lebih lambat karena adanya batang kayu yang menjorok ke badan air, sehingga kecepatan arus saat menepi dan mengenai tebing sungai menjadi berkurang;
  - b. adanya pondasi batu kali di dasar tebing sungai mengurangi kecepatan arus dan mencegah gerusan arus secara langsung mengenai dasar tebing sungai dan mengurangi potensi longsor akibat tergerusnya dasar sungai;
  - c. adanya tanaman air di bantaran sungai yang tergenang saat debit air meningkatkan kekasaran tebing sungai, memperlambat aliran air, dan menyediakan tempat menempel bagi biota untuk berlindung dari derasnya arus agar tidak terhanyut ke hilir.
2. Penerapan rekayasa ekohidrolika untuk meningkatkan stabilitas tebing sungai yang mengalami erosi memperlebar zona litoral saat debit air tinggi, sehingga menciptakan habitat baru bagi tumbuhnya beragam jenis kehidupan biota perairan sungai. Pasca penerapan rekayasa ekohidrolika terdapat peningkatan keragaman jenis taksa, peningkatan persentase serangga Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) yang sensitif terhadap pencemaran air dan sedimentasi sungai, serta peningkatan kelimpahan populasi ikan di lokasi penerapan rekayasa ekohidrolika.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo, Hary Christiady. 2006. Penanganan Tanah Longsor & Erosi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [2] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa
- [3] Arisandi, Prigi, 2012, Studi Kelayakan Penetapan Hulu Kali Surabaya Sebagai Kawasan Suaka Perikanan, Tesis, Program Pascasarjana Biologi Universitas Airlangga
- [4] Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 188/785/KPTS/013/2013 tentang Pembentukan Tim Pengelola Kawasan Suaka Perikanan Kali Surabaya
- [5] Maryono, Agus, 2008, Eko-hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [6] Indrawan, Mochamad. 2007. Biologi Konservasi. Jakarta :Yayasan Obor Indonesia
- [7] Junk , W.J., and R.L. Welcomme, 1989, Management of floodplains. In B.C Patten (ed.) Wetlands and shallow continental water bodies, Vol.1. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands
- [8] Donat, M. 1995. Bioengineering techniques for streambank restoration. A review of central European practices. Province of British Columbia. Ministry of Environment, Lands and Parks, and Ministry of Forests. Watershed Restoration Project Report No. 2:86p.
- [9] Moggridge, H.L. and Gurnell, A. (2010). Hydrological controls on the transport and deposition of plant propagules within riparian zones. *River Research and Applications*, 26(4), 512–527.
- [10] Morgan dan Rickson, 2005 Rickson RJ, Mc Hugh M & Morgan RPC (2005) Soil conservation. In: *The encyclopedia of water*, John Wiley & Sons.
- [11] Brisbane City Council. 2000. Natural channel design guidelines. Brisbane.Australia
- [12] McCullah, John and Donald Gray, 2005, Environmentally Sensitive Channel and Bank

Protection Measures, NCHRP Report No.544, Salix Applied Earthcare Redding, Californi

