

# UPAYA KONSERVASI LINGKUNGAN PADA KAWASAN INDUSTRI CANDI KOTA SEMARANG

**Dewi Liesnoor Setyowati**

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang

[liesnoor@yahoo.com](mailto:liesnoor@yahoo.com)

---

## ABSTRACT

The opening of Candi Industrial Area (KIC) resulted in hill cutting, deforestation, geological structure changes, the loss of two streams, the construction of warehousing with the stainless roof, installation, and construction of artesian wells. As a result, there is a problem of air, water, and soil pollution. The study was conducted in KIC. The data of land use was interpreted from Landsat TM imagery in 1994, and SPOT 5 imagery in 2006, as well as the field inspection in 2010. In General, there were changes in land use to residential and industrial. The extent of the settlement in 1994 amounted to 371.824 ha, in 2010, it was 486.350 ha, and 16,097 ha area of the industry in 1994 became 319.043 ha in 2010. Changes in land use had an impact on the increased value of peak discharge flow, amounting to 1,471 m<sup>3</sup> / s in 1994, 3.338 m<sup>3</sup> / s in 2005, and in 2010 increased to 7.229 m<sup>3</sup> / s. Conservation models are done in the upstream area of Silandak River. KIC must build green line with annual plants, a garden with shade trees, reservoirs or absorption pools, and absorption wells for every industry building and each residential plots of the industry. In the downstream area, it is essential to build solid embankments on the right and left side of the river. It is also important to construct proper drainage system to prevent the water stagnating. Last, planting trees which have strong roots durability is necessary

Keywords: land use, environmental conservation, industrial estates.

## ABSTRAK

Pembukaan Kawasan Industri Candi (KIC), mengakibatkan pemotongan bukit, penebangan pohon, perubahan struktur geologis, hilangnya dua aliran sungai, pembangunan pergudangan dengan atap stainless, pemasangan instalasi, dan pembuatan sumur artesis. Akibatnya terjadi permasalahan polusi udara, air, dan tanah. Penelitian dilakukan di KIC. Data penggunaan lahan diinterpretasi dari citra Landsat TM tahun 1994, dan citra SPOT 5 tahun 2006, serta cekung lapangan tahun 2010. Pada umumnya terdapat, perubahan penggunaan lahan menjadi pemukiman dan industri. Luas pemukiman tahun 1994 sebesar 371,824 Ha, tahun 2010 menjadi 486,350 Ha, luas industri 16,097 Ha tahun 1994, menjadi 319,043 Ha tahun 2010. Perubahan penggunaan lahan berdampak pada meningkatnya nilai debit puncak aliran, sebesar 1,471 m<sup>3</sup>/dt tahun 1994, pada tahun 2005 sebesar 3,338 m<sup>3</sup>/dt, dan tahun 2010 meningkat menjadi 7,229 m<sup>3</sup>/dt. Model konservasi dilakukan pada kawasan hulu Kali Silandak. KIC harus membangun jalur hijau, dengan tanaman tahunan, pembuatan taman dengan pohon pelindung, pembuatan embung atau kolam resapan, kewajiban membuat sumur resapan pada setiap bangunan industri, dan setiap kapling perumahan industri. Pada kawasan hilir sungai, dilakukan pembuatan tanggul, yang kokoh pada sisi kanan kiri sungai, pembuatan sistem drainase yang layak, supaya air tidak menggenang, sisi sungai ditanami tanaman yang mempunyai daya tahan akar yang kuat.

Kata Kunci: penggunaan lahan, konservasi lingkungan, kawasan industri.

## PENDAHULUAN

Kawasan Industri Candi (KIC) memiliki luas 300 ha, terletak di Kelurahan Purwoyoso, Ngaliyan, dan Babankerep, Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang. Secara keseluruhan pemanfaatan KIC meliputi penggunaan lahan untuk kapling industri, kantor pengelola dan fasilitasnya, jaringan jalan dan jembatan, jalur hijau, sungai dan drainase lingkungan, area pengembangan perumahan kawasan, dan pergunangan. Tujuan utama adalah sebagai industri sekunder yaitu tempat untuk menampung atau merakit bahan jadi atau sebagai tempat gudang saja. Namun pada perkembangannya terdapat industri primer yang mengolah industri pada KIC sehingga menimbulkan limbah dan terindikasi terjadi pencemaran air, tanah, dan udara, maupun kebisingan.

Kawasan ini berada pada areal perbukitan yang berfungsi sebagai recharge area atau kawasan resapan bagi Kali Silandak. Namun dalam perkembangannya Kawasan perbukitan tersebut dikepras sehingga kawasan industri candi tampak sebagai kawasan datar. Dalam kurun 6 tahun (2003-2009) kawasan perbukitan telah berubah menjadi hamparan bangunan dengan atap yang lebar, dari kejauhan tampak berwarna putih mengkilap tanpa ada rona hijau. Kondisi demikian menyebabkan aliran air tidak dapat meresap ke dalam tanah, tetapi mengalir di permukaan tanah sebagai limpasan permukaan yang sangat deras.

Pengeprasan dilakukan dengan cara *cut and fill* yang dilanjutkan dengan pengurangan dan pemadatan tanah. Kegiatan pemotongan tebing dan pengurangan pada daerah rendah dilakukan untuk mendapatkan daerah yang datar. Kegiatan ini akan merubah morfologi perbukitan dengan lereng  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  menjadi  $2^{\circ}$ - $4^{\circ}$  sehingga akan terdapat tebing terjal hingga  $80^{\circ}$  pada daerah sekelilingnya (Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah, 2007). Akibatnya timbul beberapa permasalahan, yaitu pengeprasan bukit untuk mendatarkan kawasan industri berakibat daerah tersebut lebih rendah dari sekitarnya sehingga menjadi tempat berkumpulnya air hujan, serta menyisakan lereng yang terjal pada tebing pengeprasan. Kondisi demikian dapat men-

imbulkan bencana di kemudian hari, jika tidak ditangani dengan baik.

Peubahan penggunaan lahan DAS Silandak perlu diidentifikasi untuk menentukan seberapa besar tingkat kerusakan DAS Silandak. Interpretasi Citra penginderaan jauh jenis citra satelit resolusi tinggi secara multi temporal akan membantu dalam mengidentifikasi kondisi perubahan penggunaan lahan DAS Silandak khususnya kawasan Industri Candi (KIC). Menurut Mellese, dkk (2004) akurasi data persebaran informasi keruangan dapat diidentifikasi melalui interpretasi citra. Pembuatan peta maupun analisis peta perubahan penggunaan lahan dilakukan melalui teknologi system informasi geografi (SIG).

Pembangunan dan pembukaan KIC berdampak pada pengubahan fenomena alam dengan cara melakukan pemotongan bukit, penebangan pohon, merubah struktur geologis, penambahan lahan terbuka, dan pengurangan air bawah tanah, Ancaman yang akan terjadi pada KIC antara lain, terancamnya resiko keseimbangan ekosistem, hilangnya cadangan sumber air bawah tanah, rusaknya lingkungan alam, ancaman banjir akibat kawasan resapan tidak berfungsi (Hartono, 2007).

Menurut Young (1997) dalam Sabarnurdin (2002) menyatakan bahwa ada pendekatan baru dalam konservasi tanah yang disebut *land husbandy* yang diwujudkan dalam usaha tani dengan pendekatan konservasi lingkungan. Lebih lanjut Sabarnurdin (2002) menjelaskan bahwa pendekatan baru ini memberikan peluang digunakannya sistem *agroforestry*. *Agroforestry* adalah nama kolektif untuk sistem penggunaan lahan dan teknologi dimana pohon dan tanaman tahunan sengaja digunakan pada suatu unit lahan ditanam bersama tanaman semusim dan atau terpadu dengan ternak yang diatur secara spasial (tata ruang) dan temporal (tata waktu) sesuai dengan pola, tanam setempat. *Agroforestry* dimungkinkan untuk mengelola sumberdaya lingkungan secara berkelanjutan, terpadu dan saling mendukung dengan bidang lain yang terkait.

Permasalahan yang akan diungkap berupa bagaimana perubahan penggunaan lahan kic tahun 1994 sampai tahun 2010 dan bagaimanakah kerusakan lingkungan dan sejauhmana upaya konservasi yang dilakukan.

Tujuan penelitian adalah 1) mengkaji perubahan penggunaan lahan Kawasan Industri Candi dan DAS Silandak tahun 1994 sampai 2010, 2) mengidentifikasi kerusakan lahan yang terjadi, 3) sejauhmana upaya konservasi yang telah dilakukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan pada kawasan industri candi (KIC) berada pada wilayah DAS Silandak, yang merupakan salah satu sungai yang selalu mengalami permasalahan banjir. Lokasi penelitian dipilih dengan teknik sampel secara *purposive sampling* dengan pertimbangan: karakteristik biofisik DAS Silandak, variasi morfometri DAS, dan ketersediaan data (terutama keberadaan stasiun pengamat debit aliran sungai). Alasan yang mendasari pemilihan DAS Silandak antara lain karena problem banjir dan kekeringan selalu terjadi setiap tahun dengan indikasi bencana semakin meluas, terjadi perubahan penggunaan lahan yang kompleks.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah data-data sekunder, data spasial, dan data primer, meliputi: (1) Data sekunder *time series*: curah hujan beberapa stasiun hujan pada wilayah penelitian, suhu bulanan tiap stasiun selama 15 tahun terakhir, data debit sungai harian dan bulanan selama 15 tahun, terekam dalam AWLR, data morfometri DAS, diperoleh dari peta rupabumi skala 1 : 25.000; (2) Data sekunder Spasial: Citra Landsat TM tahun 1994 dan citra spot 5 tahun 2006, (untuk identifikasi data perubahan penggunaan lahan), Peta Rupabumi skala 1 : 25.000, meliputi wilayah sungai DAS Silandak (pola aliran sungai, ketinggian tempat, slope, batas DAS, tata guna lahan), Peta lokasi stasiun penakar hujan dan penempatan AWLR; (3) Data primer, diperoleh dari lapangan (daerah penelitian) meliputi: Data sifat fisik tanah: tekstur, struktur, kadar air, warna tanah, pH tanah, permeabilitas tanah, dan kedalaman perakaran. Data penggunaan lahan: luas tajuk penutup lahan, jenis vegetasi, zona perakaran.

Penelitian ini menggunakan beberapa metode analisis antara lain studi literatur, pendekatan ekologi dan metode kualitatif-

kuantitatif serta analisis deskriptif. Pendekatan ekologi bentang lahan (*ecological landscape approach*), digunakan untuk melakukan analisis kerusakan lahan yang terjadi pada kawasan industri Candi maupun pada DAS Silandak. Analisis kuantitatif, analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung dan melakukan prediksi-prediksi, untuk menggambarkan kondisi kerusakan lahan yang terjadi di daerah penelitian. Analisis deskriptif, untuk menguraikan hasil penelitian terutama hasil analisis tingkat kerusakan lahan, analisis spasial, analisis pengelolaan dan pengendalian banjir DAS Silandak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan industri KIC PT. IPU saat ini memiliki luas 300 ha, terletak di Kelurahan Purwoyoso, Ngaliyan dan Bambankerep, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Batas-batas administrasi di sebelah barat Perumahan Pokok Pondasi, dan Sulanji Graha; sebelah barat laut Perumahan BPI/Dolog; sebelah timur Perumahan Pasadena, dan A Gatot Subroto; sebelah utara Kampung Purwoyoso; sebelah selatan Kampung Bambankerep dan Pucung; sebelah barat daya Kampung Desel.

Data Penggunaan Lahan KIC dan DAS Silandak diinterpretasi dari citra Landsat tahun perekaman 1994, citra SPOT-5 tahun perekaman 2005, dan citra Landsat tahun perekaman 2009, serta ceking data lapangan tahun 2010. Berdasarkan hasil interpretasi citra Landsat 5 tahun perekaman 1994 dan citra SPOT 5 tahun perekaman 2005 dan cek lapangan pada bulan maret 2010 dihasilkan data penggunaan lahan. Data penggunaan lahan tahun 2005 merupakan hasil interpretasi citra SPOT 5 tahun perekaman 2005, dan data penggunaan lahan daerah penelitian tahun 2009 disajikan pada Tabel 1, merupakan hasil interpretasi citra SPOT 5 tahun perekaman 2005 dan cek lapangan bulan Juli tahun 2010.

Berdasarkan hasil interpretasi citra Landsat 5 tahun perekaman 1994, citra SPOT 5 tahun perekaman 2005, dan citra Landsat tahun 2009, serta ceking lapangan pada bulan Mei 2010 dihasilkan data penggunaan lahan. Berdasarkan uraian peru-

Tabel 1. Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1994 – 2010

Penggunaan Lahan	Tahun Perubahan		
	1994	2005	2010
Pemukiman	371,824 Ha	474,382 Ha	486,350 Ha
Industri	16,097 Ha	239,164 Ha	319,043 Ha
Lahan terbuka	0 Ha	211,783 Ha	141,234 Ha
Kebun/kebun campuran	339,092 Ha	116,609 Ha	116,197 Ha
Sawah	84,102 Ha	50,806 Ha	50,325 Ha
Rumput	100,866 Ha	39,437 Ha	39,223 Ha
Tegalan	213,523 Ha	15,873 Ha	15,873 Ha

Sumber: Setyowati, 2010.

bahan penggunaan lahan yang dominan pada DAS Silandak terjadi perubahan penggunaan lahan yang sangat signifikan, berupa peningkatan penggunaan lahan industri dan pemukiman (87%), serta penurunan lahan kebun/kebun campuran (66%), tegalan (93%), lahan terbuka, rumput (61%), dan sawah (40%) (Tabel 1).

Pada perubahan penggunaan lahan berupa peningkatan luas lahan pemukiman dan industri akan berdampak pada nilai koefisien aliran (C) yang semakin tinggi. Nilai C yang semakin tinggi (semakin mendekati 1) akan menyebabkan semakin meningkatnya air yang menjadi aliran permukaan, sedangkan air yang meresap ke dalam tanah akan semakin sedikit atau berkurang. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya banjir ketika terjadi hujan maksimum dan terjadi kelangkaan air tanah ketika musim kemarau.

Penurunan lahan kebun/kebun campuran, tegalan, lahan terbuka, rumput, dan sawah mengakibatkan terjadi penyusutan dalam jumlah luasan yang berubah menjadi pemukiman dan kawasan industri. Hal ini akan berdampak pada nilai koefisien aliran (C) semakin tinggi, sehingga menyebabkan terjadinya banjir ketika terjadi hujan maksimum dan terjadi kelangkaan air tanah ketika musim kemarau.

Kawasan industri Candi mengalami peningkatan luasan sangat besar. Pada tahun 1994 bangunan gedung atau bangunan industri baru sekitar 0,87 Ha pada tahun 2010 meningkat menjadi 290,73 Ha. Prasarana jalan meningkat dari tidak ada pada tahun 2010 penggunaan lahan untuk jalan menjadi 25,37 Ha. Belukar dan semak belukar

meningkat menjadi 77,77 Ha, terjadi karena kawasan industri Candi meluas. Pada tahun 1994 luas kawasan industri masih sekitar 57,56 Ha meluas menjadi 325,28 Ha.

Pada awalnya kawasan industri Candi merupakan kawasan perbukitan. Pembangunan kawasan industri melalui proses pengeprasan bukit, di tandai dengan banyaknya lereng terjal bekas pengeprasan bukit. Kawasan perbukitan dahulu merupakan recharge area sebagai kawasan pemasok air tanah supaya meresap masuk ke dalam tanah, sehingga air limpasan kecil. Namun setelah dilakukan pembangunan KIC yang dari tahun ke tahun semakin meluas sangat mengurangi fungsi recharge area. Akibatnya debit air Kali Silandak meningkat setiap kali terjadi hujan, bahkan beberapa kali sungai Silandak meluap.

Identifikasi kerusakan lahan DAS Silandak diidentifikasi berdasarkan beberapa parameter seperti disajikan pada Tabel 3. Keberadaan batuan berupa pasir yang mengandung lanau dan lempung yang bersifat lepas hingga agak padat serta lanau dan lempung yang bersifat lunak. Batuan yang kompak dan keras hanya dijumpai pada bagian barat tengah (blok 23C) dan bagian selatan. Batuan yang bersifat lunak dan urai tersebut dalam keadaan terbuka (tersingkap) cenderung mudah tererosi pada saat hujan dan tergerus membentuk alur-alur. Kondisi ini sangat tidak menguntungkan karena air limpasan yang mengalir dari kawasan akan bercampur material sedimen sehingga memungkinkan terjadinya banjir lumpur. Di sisi lain, jika gerusan terus berlangsung, maka akan mengganggu kestabilan lapisan batuan di sekitarnya sehingga dapat men-

imbulkan gerakan tanah (longsor).

Hasil identifikasi berbagai dampak pembangunan kawasan industri dan kerusakan lahan yang terjadi, maka diperoleh skor sebesar 53 (Tabel 2). Berdasarkan nilai skor tersebut disimpulkan bahwa dampak pembangunan kawasan industri termasuk sedang, atau dikategorikan menuju ke arah dampak negatif. Dampak negatif yang ditimbulkan berupa dampak pada lahan dan lingkungan, maupun dampak sosial yang dirasakan oleh masyarakat di sekitarnya. Permasalahan akibat perluasan KIC dengan warga perumahan Ngaliyan dan Pasadena dari waktu ke waktu semakin meningkat.

Fakta lain menunjukkan bahwa usaha

penyelamatan lingkungan KIC sesuai yang tercantum pada AMDAL tidak dilaksanakan, antara lain (1) Pembangunan KIC sudah berjalan lebih dari 15 tahun, namun tidak dibuat sabuk hijau; (2) Pengelolaan lingkungan utamanya pengelolaan limbah tidak sesuai ketentuan yang berlaku; (3) Kompensasi kepada warga terkena dampak tidak dilaksanakan; (4) ijin yang diberikan kepada PT IPU selaku pemrakarsa hanya mengembangkan kawasan seluas 300 ha, pada kenyataannya telah dibangun KIC seluas 400 ha, dan wilayah yang telah dibeli PT IPU mencapai 600 ha lebih.

Upaya mengatasi masalah kerusakan lahan terutama kekuatan tanah dan batuan,

Tabel 2. Identifikasi Kerusakan Lahan di Kawasan Industri Candi

No.	Kondisi Lingkungan	Dampak	Keterangan	Skor
1	Kualitas Udara dan Kualitas Air	Sedang	Kadar parameter kualitas udara & air kurang dari baku mutu (80% dari baku mutu)	3
2	Kebisingan	Kecil	Tingkat kebisingan < baku mutu (90% dari baku mutu)	2
3	Banjir / Genangan	Sedang	Q maks : Q min = 40-59	3
4	Tata Guna Lahan	Besar	Perubahan tata guna lahan 60-79%	4
5	Bahaya Erosi dan Longsor	Besar	Longsor (2-1)x setahun	4
6	Kualitas Air	Kecil	Debit air tanah 1-10 (m/hari)	2
7	Pengelolaan Sampah	Sedang	pernah agak sering	3
		Sangat Besar	setiap hari	5
8	Transportasi	Besar	tingkat pelayanan jalan 50-69%	4
9	Pendapatan	Besar	Rp 700.000 – Rp1.000.000	4
10	Kesempatan Kerja	Sedang	10-15% tenaga kerja lokal yang terlibat	3
11	Keresahan Masyarakat	Besar	terjadi antipati terhadap proyek (dalam Kelompok)	4
12	Persepsi masyarakat terhadap kawasan industri Candi	Sedang	tidak setuju 20 - < 25%	3
13	Estetika Lingkungan	Sedang	kondisi alamiah cukup	3
14	Kesehatan	Kecil	urutan 1-3 adalah penyakit infeksi, sedang urutan 4-5 bukan penyakit infeksi	2
15	Kenyamanan	Kecil	kondisi alamiah sedang	2
16	Keamanan	Kecil	frekuensi tindak kriminalitas sedikit	2
			Jumlah Skor	53

Sumber: Data pengukuran dan Wawancara, Setyowati (2010).

dapat dilakukan berbagai alternatif penanganan agar dapat menahan butir-butir sedimen sehingga tidak tererosi saat hujan. Beberapa alternatif konservasi lingkungan (Arsyad, 1989; Blaikie, 1989) adalah: *Pertama*, penutupan lahan terbuka dengan rerumputan, agar batuan tidak tersingkap secara langsung, cara ini efektif selama tanaman dapat hidup dengan baik. Namun akan menimbulkan permasalahan pada sebaran kesuburan tanah, proses erosi dan sedimentasi tetap berlangsung.

*Kedua*, mengikat butiran-butiran sedimen agar menjadi kompak yang dilakukan dengan melakukan grouting (Suprayogo, 2004), yaitu menginjeksikan larutan semen ke dalam batuan. Hal ini dapat dilakukan karena nilai porositas dan permeabilitas batuan cukup besar. Hampir semua sampel batuan menunjukkan porositas lebih besar dari 45% dengan permeabilitas di atas orde  $E^{-5}$  cm/det. Keuntungan cara ini selain melindungi butiran dari erosi juga mampu meningkatkan kohesi dan sudut geser dalam batuan. Kelemahan yang harus diperhitungkan adalah batuan menjadi keras dan tanaman sulit untuk hidup, sehingga bertentangan dengan kegiatan lain untuk menyejukkan kawasan melalui penghijauan. Cara grouting akan memperkecil porositas dan permeabilitas sehingga infiltrasi kecil berakibat air limpasan meningkat dan isian air tanah di kawasan ini menjadi tidak ada.

*Ketiga*, menutup batuan terbuka dengan paving block. Cara ini dapat menahan sedimen dari gerusan air hujan, namun proses infiltrasi masih dapat terjadi.

Cara ideal adalah cara kombinasi dalam penanganan singkapan batuan. Pada daerah yang direncanakan dihijaukan, sekitar sempadan jalan dan kawasan sabuk hijau diamankan dengan tanaman penghijauan rerumputan, sedangkan pada lahan lain yang datar dipasang paving block sementara grouting hanya direkomendasikan secara selektif pada tebing curam.

Hasil penelitian laboratorium mekanika tanah (Setyowati 2010) menunjukkan batuan/tanah pada lokasi tersebut mempunyai kohesi 0.404 hingga 1,6404 kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam 15,6 hingga 23,754<sup>0</sup>. Adanya rembesan air dari atas melalui batuan pada tebing tersebut akan meningkatkan tekanan

pori batuan sehingga tingkat kestabilan lereng menjadi lebih kecil sehingga tebing pada kawasan tersebut harus dilandaikan/dibuat terasering untuk memperkecil beban yang harus ditanggung lapisan bawah batuan atau kekuatan batuanya ditingkatkan.

Upaya konservasi lingkungan atau ekokonservasi dilakukan pada kawasan hulu dan hilir DAS Silandak. Pada kawasan hulu dilakukan pembenahan pada kawasan penyebab banjir berupa perubahan penggunaan lahan dominan untuk kawasan industri. Sedangkan kawasan hilir sungai perlu dibenahi pada kondisi lingkungan sungai, kapasitas saluran, dan kekuatannya.

Bahaya erosi, sedimentasi, dan longsor yang terjadi pada DAS Silandak disebabkan karena adanya pembangunan Kawasan Industri Candi (KIC). Pemanfaatan KIC untuk kapling industri, kantor pengelola dan fasilitasnya, jaringan jalan, jembatan, jalur hijau, sungai, drainase, lingkungan, pengembangan perumahan kawasan industri dan fasilitas pendukung lainnya. Pola tata ruang pembangunan lahan di KIC adalah hasil dari *cut and fill* dengan pola jalan yang memperhatikan arah aliran dan kapasitas saluran, sehingga tidak akan terjadi genangan pada bagian kawasan tertentu pada saat terjadi hujan dan debit air yang tinggi.

Upaya konservasi untuk bangunan ditentukan *Building coverage* (BC) atau koefisien dasar bangunan (KDB) yang diperkenankan 40% (sesuai Peraturan Daerah Kota Semarang nomor 5 Tahun 2004 tentang RTRW Kota Semarang tahun 2000-2010). Pertimbangan lain untuk menjaga kelestarian lingkungan adalah terdapatnya ruang terbuka hijau pada kapling-kapling industri yang ada di seluruh KIC. Hal ini dapat digunakan untuk menjaga agar paru-paru lingkungan terjamin keberlanjutannya. Garis sempadan bangunan perlu dipertahankan agar terdapat ruang terbuka (*open space*). Kegunaannya sebagai aktivitas kegiatan industri seperti bongkar muat, tempat parkir, dan sebagai kawasan hijau untuk peresapan air hujan. Sumur resapan disyaratkan pada ada setiap kapling industri untukantisipasi banjir.

Penghijauan di KIC sudah cukup memadai, tetapi perlu penambahan pada lokasi-lokasi baru yang pada saat ini sedang

dibangun untuk kawasan industri dan perumahan industri maupun jalan yang ada di dalam kawasan. Model konservasi yang harus terus dikembangkan pada KIC antara lain taman-taman, jalur hijau di sepanjang jalan, embung atau kolam resapan, sumur resapan pada setiap bangunan. Konservasi lingkungan pada kawasan KIC memiliki peranan dalam menjaga kelestarian ekosistem lingkungan yang ada, meningkatkan gairah kerja karyawan, melindungi pejalan kaki, mobil yang parkir, untuk menyegarkan lingkungan, meningkatkan estetika lingkungan, sebagai paru-paru lingkungan kawasan industri.

Konservasi lingkungan atau penghijauan kawasan merupakan suatu usaha menuju kelestarian lingkungan. Kegiatan yang dilakukan berupa penanaman tanaman keras, rerumputan, serta pembuatan teras dan bangunan pencegah erosi. Kawasan hijau harus terdapat pada setiap jalur atau area tanah terbuka yang terbina dan pengawasannya ditetapkan sebagai daerah

yang tidak terbangun. Fungsi dari upaya ekokonservasi tersebut dalam menunjang kelestarian ekosistem lingkungan, seperti terlihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat yang tinggal di kanan kiri sungai, dirumuskan beberapa upaya penanganan bencana banjir yang terjadi pada daerah hilir kali Silandak Kota Semarang, diantaranya adalah. *Pertama*, pembuatan tanggul yang kokoh pada setiap sisi sungai khususnya pada wilayah hilir sungai. Hal ini bertujuan untuk menahan tingginya debit air pada sungai sekaligus pelindung bagi pemukiman penduduk yang tinggal disekitar aliran sungai Silandak hilir. *Kedua*, pembuatan saluran-saluran kecil yang masuk ke sungai utama sebagai upaya untuk memperlancar aliran air agar tidak menggenangi pada daerah rawan banjir ketika terjadi debit puncak maksimum. *Ketiga*, pada setiap sisi sungai ditanami tanaman yang mempunyai daya tahan akar yang kuat untuk menahan debit air dan memperkuat tanggul alam

Tabel 3. Fungsi tanaman sebagai upaya konservasi lingkungan

No	Aspek Fungsi	Manfaat
1	estetika atau keindahan	menata tanaman akan menampilkan keindahan
2	orologis	mengurangi kerusakan tanah pada saat terjadi erosi dan longsor, pada saat banjir dapat menjaga kestabilan tanah, perpaduan antara tanah dan tanaman merupakan kesatuan yang dapat menahan tanah sehingga mengurangi erosi.
3	hidrologis	struktur akar tanaman mampu menyerap air apabila turun hujan, sehingga tidak mengalir dengan sia-sia melainkan dapat terserap oleh tanah. Kawasan hijau merupakan kawasan persediaan air tanah.
4	pengendali pencemaran	tanaman konservasi berperan sebagai pengendali pencemaran limbah cair (filter biologis), penangkal kebisingan, mengurangi pencemaran (gas dan debu), sebagai tabir terhadap cahaya yang menyilaukan.
5	klimatologis	tanaman pelindung menambah kesejukan dan kenyamanan lingkungan, karena proses fotosintesa tumbuhan mengeluarkan oksigen, sehingga ruang hijau akan memberikan keseimbangan dan kenyamanan ekologi lingkungan.
6	edhaphis	lingkungan hijau akan memberikan tempat nyaman bagi satwa tanpa terusik.
7	protektif	ruang hijau berfungsi untuk mencegah terjadinya pencemaran udara yang diakibatkan oleh asap kendaraan bermotor, asap buangan industri, dan gas-gas beracun lainnya. Vegetasi berfungsi sebagai pelindung dari sinar matahari pada siang hari sehingga manusia memperoleh keteduhan.
8	higienis	tanaman hijau mengurangi polusi karena dedaunan tanaman mampu menyerap debu dan menghisap kotoran di udara
9	edukatif	menanaman merupakan upaya pendidikan berupa peduli lingkungan, penanaman kembali pepohonan dapat bermanfaat sebagai laboratorium alam

## SIMPULAN

Hasil interpretasi citra Landsat 5 tahun 1994, citra SPOT 5 tahun 2006, dan citra Landsat tahun 2009, serta ceking lapangan bulan Mei 2010 dihasilkan data penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang dominan pada DAS Silandak berupa peningkatan penggunaan lahan pemukiman (87%), serta penurunan lahan kebun/kebun campuran (-66%), tegalan (-93%), rumput (-61%), dan sawah (40%). Pada tahun 1994 bangunan gedung atau bangunan industri baru sekitar 0,87 Ha pada tahun 2010 meningkat menjadi 290,73 Ha. Prasarana jalan meningkat dari tidak ada menjadi 25,37 Ha pada tahun 2010. Belukar dan semak belukar meningkat menjadi 77,77 Ha, terjadi karena kawasan industri Candi meluas. Pada tahun 1994 luas kawasan industri masih sekitar 57,56 Ha meluas menjadi 325,28 Ha.

Terjadi kenaikan nilai limpasan, intensitas hujan dan jumlah luas DAS sebagai akibat pembangunan kawasan industri candi pada kawasan hulu DAS Silandak yang menyebabkan terjadinya kenaikan nilai debit puncak aliran Kali Silandak. Upaya konservasi dilakukan dengan penanganan pada kawasan hulu dan hilir DAS. Pada kawasan hulu tepatnya di kawasan industri candi (KIC) dilakukan jalur hijau dengan tanaman tahunan, pembuatan taman-taman dengan pohon pelindung, pembuatan embung atau kolam resapan, kewajiban membuat sumur resapan pada setiap bangunan industri dan setiap kapling perumahan industri. Pada kawasan hilir dilakukan pembuatan tanggul yang kokoh, pembuatan sistem drainase yang baik supaya tidak terjadi genangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB.
- Blaikie, Piers. 1989. Explanation and Policy in Land Degradation and Rehabilitation for Developing Countries. *Land Degradation and Rehabilitation, Vol.1, 23-37 (1989)*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah, 2007, *Studi Kelayakan Penyusunan Master Plan Sub Kegiatan Survey Geologi*, Semarang.
- Hartono. 2007. Pembangunan Kawasan Industri Menurut kajian Hukum Lingkungan. *Tesis*. Semarang: Pascasarjana Undip
- Mellese, A.M. and W.D.Graham, 2004, Storm Runoff On A. Spatially Distributed Travel Time Method Utilizing Remote Sensing And GIS, *Journal of The American Water Resources Association*, August 2004.
- Mustofa, Y.M.Mustafa., M.S.M.Amin, T.S.Lee, A.R.M.Shariff, 2005, Evaluation of Land Development Impact on a Tropical Watershed Hydrology Using Remote Sensing and GIS, *Journal Of Spatial Hydrology*, 5(2).
- Sabamurdin, Sambas. 2002. Agroforestry dalam Pengelolaan Intensif Sumberdaya Lahan. *Proceeding Seminar*. Yogyakarta Fakultas Kehutanan UGM.
- Setyowati, Dewi Liesnoor. 2010. Model Ekokonservasi Kawasan Industri Candi untuk Penanggulangan Banjir Kali Silandak Kota Semarang. *Laporan Penelitian*. Semarang: LP2M Unnes.
- Suprayogo, D., Widiyanto, P.Purnomosidi, R.H.Widodo, F.Rusiana, N.Khasanah, 2004, Degradasi Sifat Fisik Tanah sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan menjadi Sistem Kopi Monokultur. *Agrivita*, 26 (1), hal. 60-67.



