

## STUDI HIDROLOGI KOTA DI CILEGON JAWA BARAT

Hendro Wibowo dan Eko Harsono

### ABSTRAK

Cilegon sebagai kota yang baru tumbuh dan berkembang mempunyai pengaruh terhadap kondisi hidrologi terutama terhadap siklus hidrologi dan kualitas air. Pertumbuhan penduduk yang pesat diikuti oleh bertambahnya kebutuhan lahan untuk perumahan dan pembangunan fasilitas pendukung menyebabkan meningkatnya kepadatan bangunan atau pemekaran kawasan terbangun. Kondisi tersebut akan berpengaruh berpengaruh terhadap siklus hidrologi terutama kofisien aliran permukaan, disisi lain jumlah penduduk yang meningkat akan mempengaruhi kualitas air, dan bertambahnya limbah domestik. Studi ini bertujuan untuk mengetahui respon kota Cilegon terhadap hujan dalam hubungannya dengan kuantitas dan kualitas aliran permukaan.

Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan kota Cilegon sebagai sistem dari proses hidrologi, subsistem hulu dan hujan sebagai masukan, sedang luarannya adalah kuantitas dan kualitas air di daerah hilir. Kegiatan yang telah dilakukan untuk mendukung studi tersebut adalah survei lapangan pada musim kemarau dan musim penghujan untuk memperoleh data mengenai kondisi aliran dan pengambilan sampel air untuk analisa kualitas air. Sedangkan untuk memperoleh data fisik dan delineasi batas kawasan terbangun dilakukan interpretasi dan analisis foto udara dan peta rupabumi.

Hasil survei di perkotaan menunjukkan bahwa air buangan yang dihasilkan dari kegiatan domestik dialirkan melalui saluran terbuka yang pada akhirnya masuk ke sungai yang melewati kota. Kofisien aliran kota yang masuk ke Sungai Cikondang dan Kali Berung masing-masing 0,6396 dan 0,6265. Dari hasil survei di daerah hulu dapat diketahui bahwa kedua sungai tersebut mengalir sepanjang tahun, hal tersebut dapat dilihat dari adanya aliran dasar saat musim kemarau, yaitu masing-masing 43 liter/detik dan 113 liter/detik. Hasil analisis kualitas air pada musim peralihan tidak menunjukkan bahwa air sungai di bagian hulu mempunyai kualitas air yang lebih baik dibanding daerah hilir, sedang kualitas air sungai di kota lebih buruk dari daerah hulu maupun daerah hilir. Pada musim penghujan terdapat kecenderungan kualitas air sungai di daerah hilir lebih buruk dari daerah hulu. Selama kegiatan lapangan hujan yang jatuh tidak menghasilkan aliran permukaan sehingga data hubungan hujan dengan kuantitas dan kualitas air tidak diperoleh. Secara umum studi ini belum selesai sehingga respon kota Cilegon terhadap hujan belum dapat disimpulkan.

Kata Kunci: Hidrologi Kota

## **PENDAHULUAN**

Kota dapat dianggap sebagai sistem yang membatasi proses hidrologi yang terjadi di suatu kawasan. Pertumbuhan penduduk yang pesat diikuti oleh bertambahnya lahan untuk perumahan dan pembangunan fasilitas pendukung, akan meningkatkan kepadatan bangunan dan atau pemekaran kawasan terbangun. Kondisi tersebut akan meningkatkan nilai koefisien aliran permukaan sehingga memperpendek siklus hidrologi.

Di sisi lain, pertambahan jumlah penduduk dan sarana pendukung aktivitas kota memerlukan air yang cukup memadai, namun tidak semua air yang dibutuhkan habis dipakai, sekitar 60 – 80% akan dibuang lagi sebagai limbah yang secara langsung atau tidak langsung akan mencemari air permukaan dan air tanah. Disamping itu sampah yang merupakan produk kegiatan penduduk juga merupakan sumber pencemar badan air yang potensial apabila penanganannya tidak baik.

Persepsi tentang sistem perkotaan yang tidak komprehensif akan menghasilkan perencanaan dan pengembangan kota yang tidak benar. Sebagai contoh adalah kekumuhan lingkungan perkotaan, langkanya ketersediaan air yang layak untuk digunakan dalam aktivitas perkotaan yang pada gilirannya akan menghambat proses pembangunan itu sendiri. Untuk itu penelitian tentang hidrologi kota dengan memandang kota sebagai pembatas suatu sistem dari proses hidrologi perlu dilakukan.

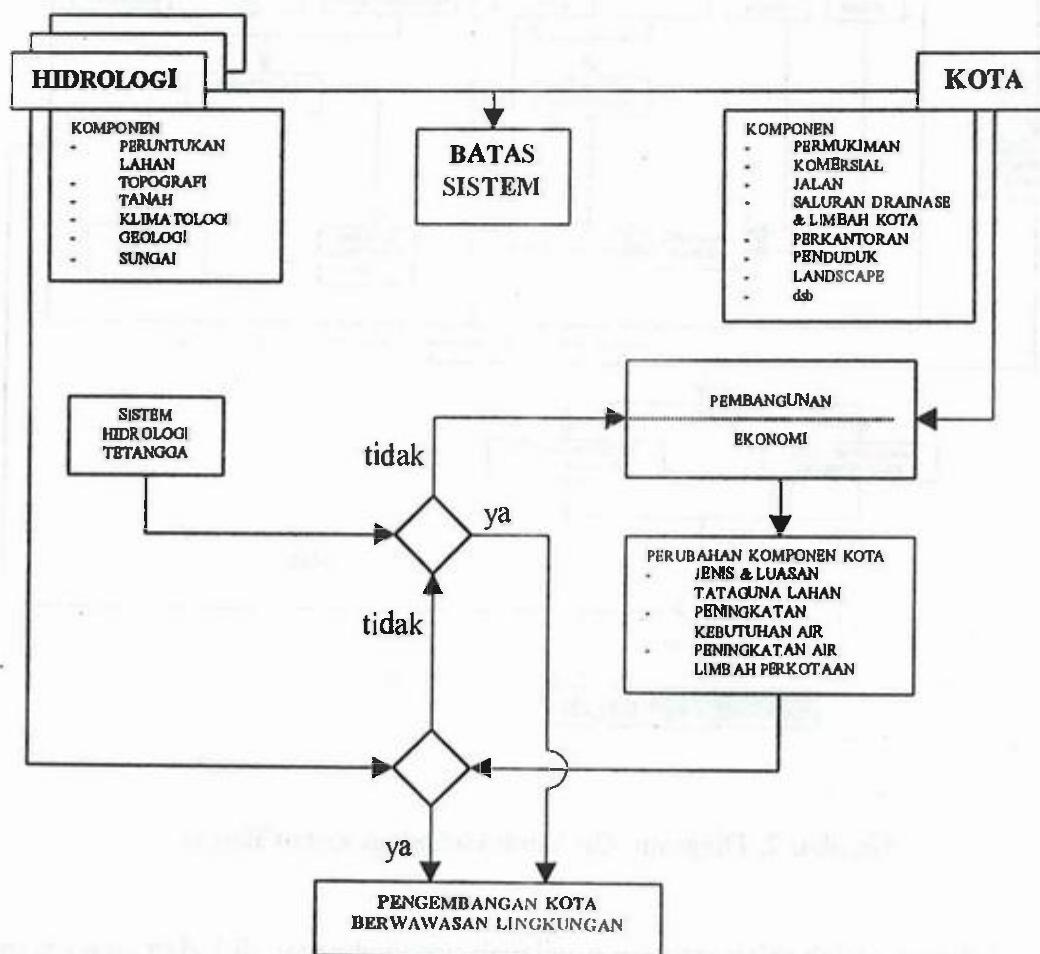
## **TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon kota Cilegon terhadap hujan dalam hubungannya dengan kuantitas dan kualitas air permukaan yang dihasilkan

## **METODE PENELITIAN**

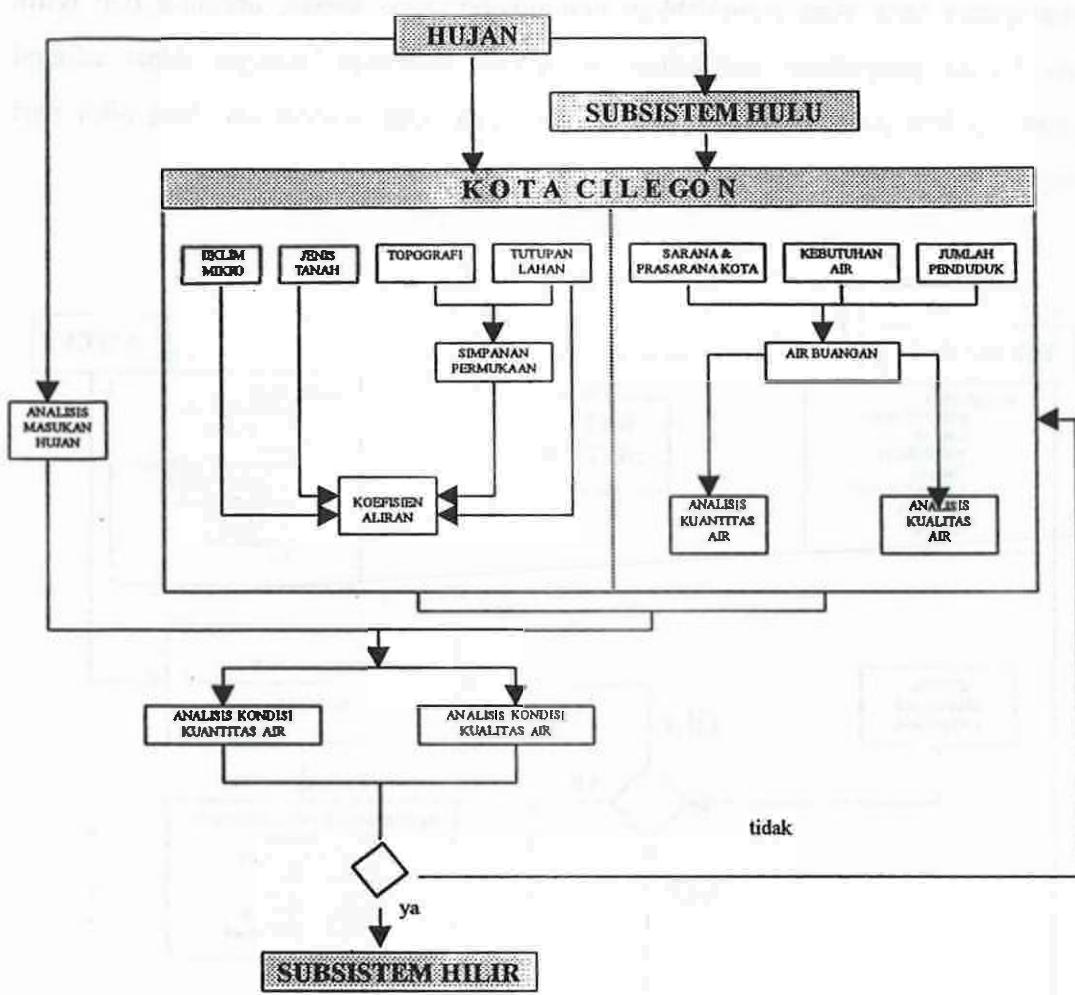
Konsep pengembangan kota yang menjadi dasar dalam penelitian ini adalah kota sebagai batasan sistem dari suatu proses hidrologi. Sistem tersebut mencakup semua komponen baik komponen hidrologi maupun kota. Pembangunan kota baik fisik maupun ekonomi akan menyebabkan perubahan komponen kota terutama perubahan jenis dan luasan tataguna lahan, peningkatan kebutuhan air, dan peningkatan air limbah perkotaan. Sedangkan terhadap komponen hidrologi

pembangunan kota akan menyebabkan peningkatan zona kedap, drainase dan iklim mikro. Untuk penyediaan kebutuhan air, sistem hidrologi tetangga dapat sebagai alternatif apabila potensi sumberdaya air yang ada tidak mencukupi. Alur pikir dari konsep ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Bagan Alir Konsep Studi Hidrologi Kota**

Sedangkan metode studi proses hidrologi yang terjadi pada sistem perkotaan Cilegon dapat dilihat dalam skema di bawah ini

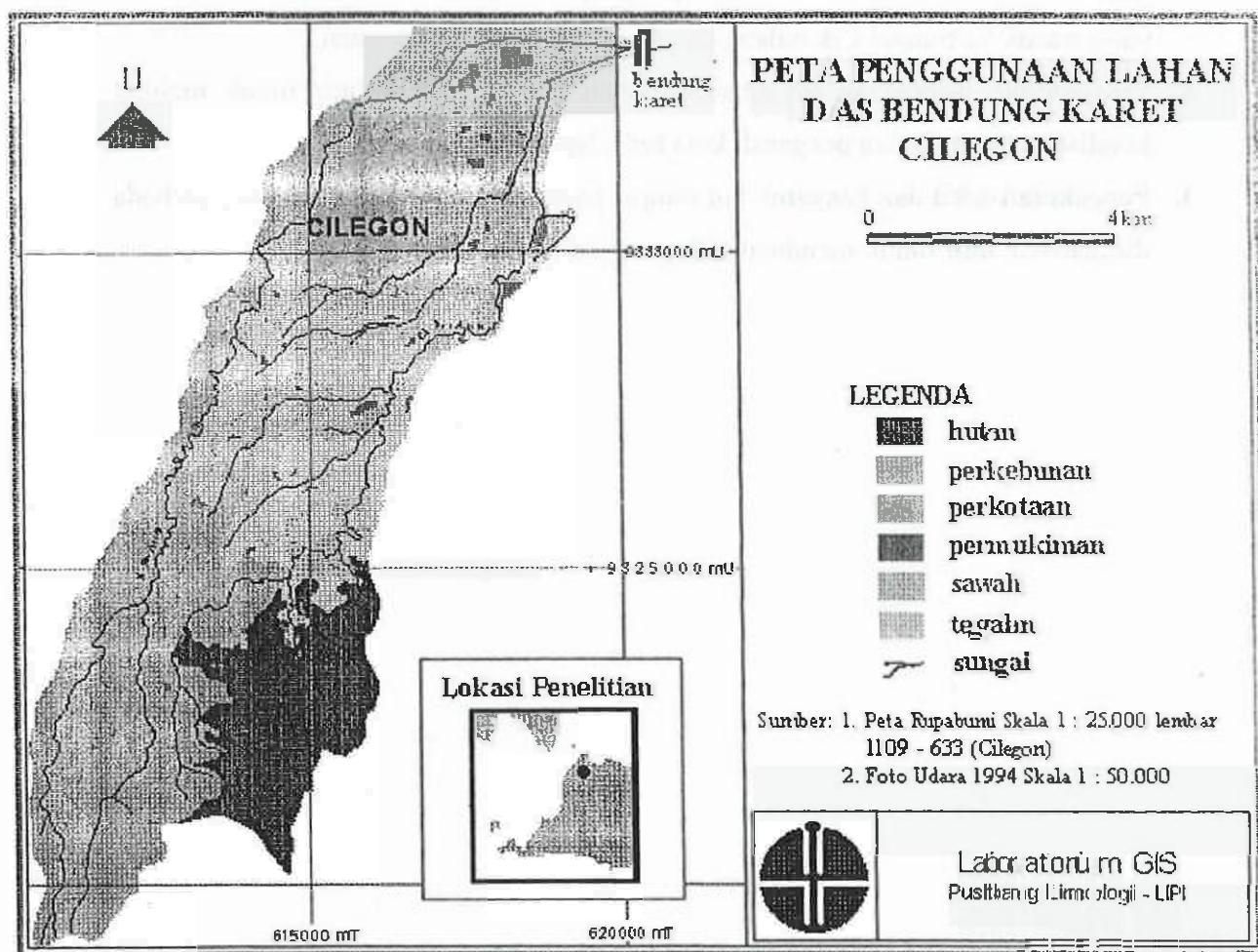


Gambar 2. Diagram Alir Studi Hidrologi Kota Cilegon

Cilegon adalah salah satu pusat wilayah pengembangan di Kabupaten Serang, sebagai konsekuensinya maka sarana prasarana yang mendukung aktivitas kota juga ikut berkembang. Bertambahnya lahan untuk perumahan menyebabkan Cilegon berkembang ke daerah sekitarnya. Hal tersebut diperkirakan akan menimbulkan dampak terhadap kondisi hidrologi terutama kuantitas dan kualitas air buangannya. Di bagian hilir terdapat bendung karet yang terletak pada pertemuan sungai Cikondang dan Kali Berung yang melewati kiri kanan Kota Cilegon (Gambar 3). Air bendung digunakan sebagai bahan baku untuk pengolahan air bersih. Dengan adanya bendung karet tersebut maka kuantitas dan kualitas air buangan kota harus diperhatikan.

Prosedur yang dilakukan untuk mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Interpretasi foto udara dan cek lapangan guna mengetahui tutupan lahan terutama untuk identifikasi zona kedap di Kota Cilegon. Parameter tutupan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng dan hujan digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan koefisien aliran.
2. Pengumpulan data dan peta pendukung untuk memperoleh informasi tentang karakteristik dan parameter hidrologi Kota Cirebon.
3. Survei lapangan pada musim kemarau, peralihan dan penghujan untuk mengetahui regim aliran. Khusus pada musim penghujan dilakukan identifikasi *inlet-inlet* yang masuk ke Sungai Cikondang dan Kali Berung dari perkotaan.
4. Pengambilan sampel air di subsistem hulu dan subsistem hilir untuk melihat kondisi kualitas air dan pengaruh kota terhadap subsistem hilir.
5. Pengukuran debit dan pengambilan sampel pada tiap tinggi muka air yang berbeda disubsistem hilir untuk membuat hidrograf dan polutograf.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan DAS Bendung Karet Cilegon

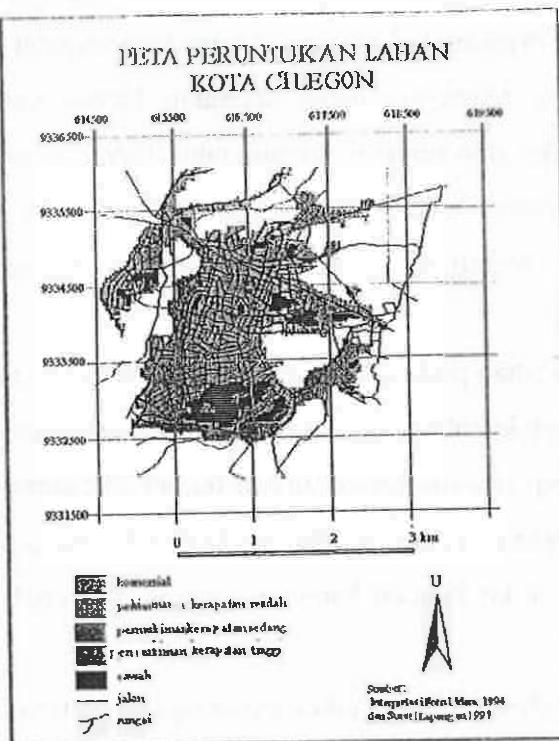
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejalan dengan perkembangan Kota Cilegon maka terjadi perubahan tutupan lahan yaitu bertambahnya kawasan terbangun terutama ke arah selatan dan timur Kota Cilegon. Dari hasil survei sementara dapat diketahui bahwa kawasan usaha dan permukiman berkembang ke arah timur sepanjang jalan Raya Serang, sedang ke arah selatan perubahan lahan yang terjadi adalah tegalan dan sawah menjadi kawasan permukiman seperti yang terjadi di Desa Kosambilangon, Jerang, Sambirata dan Ciberko.

Perubahan tutupan lahan pada akhirnya akan mempengaruhi tata air di daerah tersebut. Ditinjau dari segi kuantitas air, perubahan tutupan lahan yang terjadi di Cilegon belum banyak berpengaruh karena masih terjadi di bagian hilir dari sistem DAS. Namun apabila ditinjau dari segi kualitas air, berkembangnya permukiman akan menyebabkan memburuknya kualitas air karena penambahan limbah terutama limbah domestik.

Berdasarkan interpretasi foto udara dan survei lapangan dapat diketahui bahwa luas perkotaan Cilegon adalah  $7,191 \text{ km}^2$ . Di kiri kanan Kota Cilegon mengalir Sungai Cikondang dan Kali Berung sehingga sebagai sistem dari proses hidrologi, Kota Cilegon harus dibagi menurut *water devide-nya* menjadi dua daerah tangkapan hujan. Dari hasil perhitungan diperoleh luas tangkapan hujan Sungai Cikondang dan tangkapan hujan Kali Berung masing-masing  $5,2775 \text{ km}^2$  dan  $1,9135 \text{ km}^2$ . Tutupan lahan pada kedua daerah tangkapan tersebut diklasifikasikan menggunakan metode SCS untuk memperoleh persentase zona kedapnya seperti yang terlihat pada Tabel 1. dan Gambar 4. Parameter tutupan lahan tersebut bersama-sama jenis tanah, kemiringan lereng dan hujan digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan koefisien aliran.

Kota Cilegon mempunyai curah hujan sekitar 2000 mm per tahun. Adapun jenis tanah di Kota Cilegon adalah regosol dan regosol kelabu kekuningan, tekstur halus dengan kedalaman efektif  $>90 \text{ cm}$ . Kemiringan lereng bervariasi antara 0 sampai 8 %. Nilai *surface retention* didekati dengan jenis tutupan lahan (ASCE, 1968). Berdasarkan tutupan lahan Kota Cilegon dapat diperkirakan bahwa nilai *surface retention* bervariasi antara 1,25 sampai 3 mm. Dari parameter-parameter tersebut dapat diperkirakan nilai koefisien aliran tangkapan Cikondang dan tangkapan Kali Ciberung masing-masing 0,6396 dan 0,6265.



Gambar 4. Peta Peruntukan Lahan Kota Cilegon

Tabel 1. Tutupan Lahan Kota Cilegon

Tutupan Lahan Perkotaan	Luas (km <sup>2</sup> )
<u>Daerah Tangkapan Cikondang</u>	
• Komersial	0,5900
• Permukiman Kerapatan Tinggi	1,1215
• Permukiman Kerapatan sedang	1,8570
• Permukiman Kerapatan rendah	0,8798
• Sawah	0,8292
<u>Daerah Tangkapan Kali Berung</u>	
• Komersial	0,1970
• Permukiman Kerapatan Tinggi	0,5272
• Permukiman Kerapatan sedang	1,1893

Sumber : Hasil Interpretasi Foto Udara dan Survei Lapangan

Survei pada musim hujan dimaksudkan untuk mengidentifikasi inlet-inlet Sungai Cikondang dan Kali Berung dari perkotaan. Selanjutnya dari inlet-inlet tersebut dapat di deliniasi daerah tangkapannya. Sebagian besar saluran drainase di Kota Cilegon dibangun sejajar jalan sehingga dalam pendeliniasian daerah tangkapan masing-masing inlet, selain topografo mikro juga diperhitungkan saluran-saluran drainase yang ada. Selama survei dilakukan tidak diperoleh data hujan yang menghasilkan aliran permukaan, sehingga penentuan daerah tangkapan masing-masing inlet tidak dapat dilakukan secara detail. Tidak adanya kejadian hujan yang menghasilkan aliran permukaan selama survei menyebabkan tidak diperolehnya sampel air pada masing-masing inlet sehingga kontribusi pencemar masing-masing tangkapan saat hujan belum dapat diidentifikasi.

Hasil survei di perkotaan menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik dialirkan melalui saluran limbah terbuka yang pada akhirnya masuk ke sungai. Pada saat tidak ada hujan saluran tersebut tidak mengalir lancar karena adanya sampah, pelumpuran dan kemiringan saluran yang sudah tidak memadai, sehingga tidak mencapai inlet sungai. Hal tersebut mengakibatkan sulitnya penentuan titik pengambilan titik sampel yang mewakili kondisi masing-masing tangkapan inlet.

Di Cilegon terdapat bendung karet yang terletak pada titik pertemuan antara Kali Berung dan Sungai Ci kondang, di Desa Kubangjero. Kegunaan bendung ini adalah untuk penyediaan air bersih Kota Cilegon, maka limbah hasil dari aktivitas kota harus diperhatikan. Pada musim kemarau bendung tersebut kering. Untuk mengetahui lebih jauh mengenai kondisi aliran maka dilakukan penelusuran sampai ke hulu Kali Berung dan sungai Ci kondang. Kondisi aliran di hulu baik Kali Berung dan sungai Ci kondang adalah mengalir sepanjang tahun. Tetapi karena debitnya yang kecil yaitu saat pengukuran masing-masing  $113/\text{dt}$  dan  $431/\text{dt}$ , maka aliran tersebut hilang selama perjalanan menuju hilir. Hal disebabkan banyaknya bendung-bendung kecil yang dibangun secara Swadaya oleh masyarakat sepanjang kedua sungai tersebut untuk kepentingan irigasi.

Pengukuran debit aliran dilakukan di hulu dan hilir kota saat kejadian hujan untuk membuat hidrografi aliran, sedang pengambilan sampel air dilakukan pada debit yang berbeda saat aliran naik dan saat aliran turun untuk membuat polutografi pengambilan sampel dibedakan pada saat aliran naik dan aliran turun karena

diasumsikansaat aliran naik proses hujan masih berpengaruh terhadap pencucian debu di jalan dan penggelontoran limbah yang tergenang di saluran-saluran pembuangan. Dengan mengetahui hidrografi aliran dan polutograf maka diharapkan respon kota terhadap hujan dalam hubungannya dengan kuantitas dan kualitas aliran permukaan yang dihasilkan dapat diketahui.

Untuk memperoleh gambaran tentang kondisi kualitas air sungai Cikondang dan Kali Berung pada saat tidak ada kejadian hujan, maka dilakukan pengambilan sampel di hulu perkotaan dan hilir Kota Cilegon pada tiga musim yang berbeda yaitu kemarau, peralihan dan penghujan. Adapun hasil pengukuran dan analisa laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2,3 dan 4.

Hasil pengukuran kualitas air sungai di hulu, perkotaan dan hilir menunjukkan bahwa kualitas air sungai Cikondang pada musim kemarau di perkotaan lebih buruk dari hulu karena debit sungai yang kecil. Hal ini dapat dilihat dari DO sebesar 1,41 mg/l dan daya hantar listrik yang lebih besar dari daerah hulu. Demikian juga berdasar analisa logam diperoleh hasil untuk Pb,Cr dan Mn yang lebih besar yaitu masing-masing 0,0175 mg/l, 0,008 mg/l dan 0,383 mg/l. Nitrit ( $\text{NO}_2$ )menunjukan di Atas 1,00mg/l.

Pada musim peralihan kualitas air Kali Berung dari hulu,perkotaan dan hilir kota Cilegon menunjukkan kecenderungan semakin buruk. Kadar DO di hulu, perkotaan dan hilir berturut-turut sebesar 6,45 mg/l, 5,07 mg/l dan 4,58 mg/l, untuk daya hantar listrik cenderung meningkat yaitu sebesar 0,086mS/cm, 0,137 mS/cm dan 0,482 mS/cm.

Tabel 2. Kualitas Air Sungai di Kota Cilegon

Musim	Lokasi	PH	Suhu (°C)	Turb. NTU	DO (mg/l)	Cond. (mS/cm)	Sal (%)
Kemarau	Hulu (Berung)	8.37	27	33	9.01	0.102	0
	Hulu (Kondang)	7.9	30.1	56	7.53	0.122	0
	Kota (Kondang)	7.21	30.5	43	1.41	0.281	0
Peralihan	Hulu (Berung)	7.93	27.6	222	6.45	0.086	0
	Hulu (Kondang)	7.56	27.4	94	4.54	0.111	0.01
	Kota (Berung)	7.85	28.9	91	5.17	0.137	0.01
	Kota (Kondang)	7.64	28.4	126	4.8	0.283	0.01
	Hilir (Berung)	7.9	26.9	126	4.58	0.482	3
	Hilir (Kondang)	9.4	31.7	40	11.4	0.139	3
Penghujan	Hulu (Berung)	7.3	30	82	4.05	0.47	0
	Hulu (Kondang)	7.8	30.2	41	6.58	0.96	0
	Kota (Kondang)	7.0	29.6	87	0.37	0.47	0.01
	Hilir (Kondang)	8.1	32.7	183	9.94	0.357	0.01

Sumber : Hasil Pengukuran Lapangan

Tabel 3. Kualitas Air Sungai di Kota Cilegon

Musim	Titik Sampel	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Ammonia mg/l	TN mg/l	TP mg/l	COD
Kemarau	Hulu Berung	0.029	0.056	1.659	0.009	0.000	-
	Hulu Kondang	tt	0.048	2.340	0.019	0.000	-
	Kota Kondang	tt	0.521	1.476	0.073	0.000	-
Peralihan	Hulu Kondang	0.207	0.000	tt	0.048	0.000	-
	Hulu berung	0.318	0.412	1.960	0.060	0.000	-
	Kota Kondang	tt	0.076	1.1514	0.000	tt	-
	Kota Berung	0.221	0.330	tt	*	tt	-
	Hilir Kondang	0.086	0.315	1.847	0.083	0.000	-
	Hilir Berung	tt	0.008	tt	0.000	tt	-
Penghujan	Hulu Berung	0.761	0.096	1.120	0.000	tt	0
	Hulu Kondang	1.152	0.169	1.946	0.000	tt	0
	Kota Kondang	0.926	0.124	1.312	0.000	tt	0
	Kota Berung	0.266	0.131	1.856	0.000	tt	-
	Hilir Kondang	tt	0.125	1.486	0.009	0.000	0

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Kadar nitrit menunjukan penurunan ke arah hilir. Sedang kualitas air Sungai Kondang di bagian hilir lebih baik, DO sebesar 11,4 mg/l dan daya hantar listrik lebih kecil apabila dibanding dengan daerah hulu dan perkotaan. Hasil analisa logam menunjukan di perkotaan baik di Sungai Cikondang maupun Kali Berung mempunyai kadar yang lebih tinggi dari hulu dan hilir. Kadar Fe bahkan lebih besar dari 5 mg/l.

Kadar DO Sungai Cikondang pada musim hujan di perkotaan lebih rendah dari hulu maupun hilir. Dari analisa logam, terjadi kecenderungan peningkatan kadar Pb, Cu dan Fe dari hulu ke hilir, sedang untuk kadar Cr, Zn, Mn, nitrit, nitrat dan amonia tidak menunjukan perbedaan yang cukup berarti.

Tabel 4. Kualitas Air Sungai di Kota Cilegon

Musim	Titik sampel	Pb mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
Kemarau	Hulu Berung	0.0184	0.0025	0.062	0.03	2.984	0.052
	Hulu Kondang	0.0111	0.0001	0.004	0.074	2.263	0.105
	Kota Kondang	0.0175	0.0001	0.008	0.07	1.246	0.383
Peralihan	Hulu Kondang	0.1501	0.0001	0.013	0.041	1.67	0.203
	Hulu berung	0.0121	0.0012	0.013	0.1	1.828	0.242
	Kota Kondang	0.0219	0.0167	0.013	0.125	5.632	0.266
	Kota Berung	0.026	0.0038	0.003	0.166	5.204	0.805
	Hilir Kondang	0.0485	0.0068	0.008	0.052	0.345	1.241
	Hilir Berung	0.0000	0.0006	0.006	0.078	0.443	0.919
Penghujan	Hulu berung	0.231	0.0003	0.000	0.263	1.721	0.583
	Hulu Kondang	0.0027	0.0012	0.002	0.06	1.359	0.191
	Kota Kondang	0.0048	0.0065	0.14	0.044	1.431	0.092
	Kota Berung	0.0131	0.011	0.009	0.032	2.209	0.632
	Hilir kondang	0.0964	0.0103	0.012	0.028	2.718	1.92

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium

Berdasarkan kualitas air sungai pada saat tidak terjadi hujan, baik pada musim kemarau, peralihan maupun penghujan, diperoleh gambaran bahwa tidak terjadi kesinambungan sistem pembuangan di Kota Cilegon. Dalam kondisi ideal maka pada musim kemarau di saat debit sungai kecil, kualitas air di perkotaan akan lebih buruk dari pada bagian di hulu karena adanya masukan limbah hasil aktivitas kota. Dengan

asumsi limbah hasil aktivitas kota tetap, maka pada musim penghujan kualitas air sungai di perkotaan akan lebih baik di banding pada musim kemarau akrena terjadi pengenceran akibat naiknya debit sungai. Tidak terjadi kondisi ideal tersebut diduga disebabkan oleh tidak lancarnya aliran sungai karena adanya sampah dan tumbuhan air dan kondisi saluran pembuangan yang tidak terawat secara baik. Limbah hasil kegiatan domestik dialirkan melalui saluran pembuangan terbuka akhirnya masuk ke sungai. Kondisi saluran pembuangan yang tidak terawat sehingga kehilangan kemiringan akibat pendangkalan di berbagai tempat, menyebabkan terjadinya genangan limbah pada saluran tersebut.

Kondisi kualitas air sungai saat tidak terjadi hujan di atas dapat dijadikan pertimbangan sebagai faktor pembatas dalam penelitian respon Kota Cilegon terhadap hujan dalam hubungannya dengan kualitas dan kuantitas air. Saluran yang tergenang pada masing-masing tangkapan *inlet* dan segmen-segmen sungai dan alirannya terhambat harus diidentifikasi, sehingga dapat sebagai faktor koreksi apabila terjadi data yang ekstrim pada polutografi yang akan dibuat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kualitas air sungai saat tidak terjadi hujan menunjukkan ketidaksinambungan data antara hulu, perkotaan dan hilir Kota Cilegon yang disebabkan oleh tidak lancarnya aliran sungai dan buruknya kondisi saluran pembuangan di perkotaan.
2. Respon Kota Cilegon terhadap hujan dalam hubungannya dengan kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan belum dapat disimpulkan karena tidak diperoleh kejadian hujan yang menyebabkan aliran permukaan.
3. Normalisasi saluran pembuangan dan sungai di Kota Cilegon perlu mendapat perhatian.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASCE. 1969. Design Construction of Sanitary and Storm Sewers, Manual and Report of Eng. Practise No. 37. New York
- Lazaro, T.R., 1990. Urban Hydrology, a Multidisciplinary perspective. A Techomic Publishing Company, Lancaster

- Linsey, R.K., Kohler M.A., and Paulhus, J.L.H., 1975. Hydrology for Engineers. McGraw Hill, London
- Wilson, E.M. 1990. Engineering Hydrology. The McMillan Press Ltd. London
- Waseco Tirta, PT. 1992. Rencana Induk dan Studi Kelayakan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kab Dati. II Serang. PDAM Kab. Serang.
- Soil Conservation Service (1972) National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, USDA, Washington. DC.