

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK LOKASI DAN ALOKASI PERMUKIMAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CILIWUNG HULU KABUPATEN BOGOR

Andarti Komala Dewi¹, Surjono H Sutjahjo², Kholil², dan Hadi Susilo Arifin³

¹Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Pakuan

²Program Studi Pengelolaan Sumberdaya alam & Lingkungan IPB

³Program Studi Arsitektur Lanskap IPB

ABSTRACT

Geographic Information System (GIS) is used to support strategic spatial planning in several ways. Its able to capture, storage, retrieval, analyse and display of spatial data or information defined by its location. Some studies have been reported the application of GIS to evaluate land used planning. In this case, GIS was applied to determine and allocation suitable area for settlement. Ciliwung watershed is one of several critical watersheds in West Java Province. Degradation of the the upper stream of the watershed junctions was caused by land conversion from forest or agriculture land to settlement utilization. These condition caused carrying capacity of upper stream of the watershed decreased. Location and allocation suitable settlement area is very important as primary step to improved the carrying capacity of upper stream of the watershed. The objective of the research is to determine suitable area for settlement in the upper stream of Ciliwung watershed. Research method used GIS for analysis of suitable area for settlement. The results of the research was showed that suitable area for settlement is 100% of the upper stream of Ciliwung watershed.

Keywords: Ciliwung, GIS, Settlement, Watershed.

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) Ciliwung merupakan salah satu DAS kritis di Jawa Barat. Fungsi ekologisnya sebagai penyedia jasa ekosistem, mengalami degradasi. Degradasi fungsi DAS terjadi karena perkembangan permukiman di DAS Ciliwung hulu sangat pesat dan cenderung kurang terkendali. Hasil penelitian Irianto (2000) menunjukkan perubahan penggunaan lahan dari areal hutan atau pertanian menjadi permukiman, yang berkembang pesat di kawasan hulu DAS Ciliwung yang masuk ke Kabupaten Bogor, telah menyebabkan perubahan perilaku banjir Sungai Ciliwung. Selain itu beberapa hasil penelitian (Irianto, 2000; Tim IPB, 2002; Kadar, 2003; Lukman, 2006), menunjukkan terdapat korelasi antara peningkatan debit Sungai Ciliwung pada musim hujan dengan perubahan penggunaan lahan. Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan di DAS Ciliwung hulu (Karyana 2005) tidak terkendalnya pembangunan permukiman berkaitan dengan lemahnya koordinasi, konsistensi terhadap pelaksanaan peraturan dan kurangnya partisipasi masyarakat.

Berdasarkan PP No 26/2008 tentang RTRWN, dan Perpres No 58/2008 tentang Penataan Ruang Kawasan Jabodetabekpunjur, DAS Ciliwung hulu merupakan bagian dari kawasan strategis nasional, yang memerlukan rehabilitasi dan revitalisasi untuk mengembalikan fungsinya sebagai kawasan

resapan air dan konservasi tanah. Oleh karena itu perlu ditentukan alokasi pemanfaatan lahan DAS untuk permukiman maupun untuk kawasan lindung, karena alokasi dan lokasi pemanfaatan lahan sangat berpengaruh terhadap terjadinya degradasi fungsi DAS (Loi, 2006). Konsep daya dukung sebagai operasionalisasi konsep pembangunan berkelanjutan, selain memperhitungkan seberapa besar populasi yang dapat didukung oleh suatu sumberdaya, juga memperhitungkan dimana mereka akan dialokasikan (Khana *et-al*, 1999). Oleh karena itu berkaitan dengan fungsinya sebagai daerah konservasi air dan tanah serta terjadinya perkembangan permukiman yang pesat, diperlukan suatu identifikasi lokasi dan alokasi permukiman di DAS Ciliwung hulu. Hasil kajian diharapkan dapat menjadi masukan bagi pengelolaan permukiman berkelanjutan di DAS Ciliwung hulu.

Sistim Informasi Geografis(SIG) cocok untuk mengevaluasi kesesuaian kawasan permukiman yang membutuhkan data yang relatif besar dan kompleks secara efisien dan efektif, karena SIG mampu menangani kompleksitas dan volume basis data yang besar secara efisien, serta mampu memvisualisasikan hasil secara efektif sehingga mudah dimengerti oleh pengguna (Shasko and Keller, 1989; Mustafa *et-al*, 2005). Selain itu SIG mampu mendukung proses perencanaan tata ruang dengan beberapa cara, serta mampu menangkap, menyimpan, mencari, menganalisis dan menampilkan data berikut lokasinya (Mustafa *et-al*, 2005). Berbagai penelitian untuk mengevaluasi penggunaan lahan juga menggunakan aplikasi SIG. Berdasarkan hal tersebut, analisis lokasi dan alokasi kawasan yang sesuai untuk permukiman di DAS Ciliwung hulu, menggunakan metoda sistem informasi geografis (SIG).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Ciliwung hulu Kabupaten Bogor. Lokasi penelitian adalah DAS Ciliwung hulu yang terletak pada koordinat $106^{\circ} 50' 50''$ sampai $107^{\circ} 0' 40''$ BT dan $6^{\circ} 36' 10''$ sampai $6^{\circ} 47' 0''$ LS", dengan luas 14.876,37 ha. Batas DAS ditentukan berdasarkan data dari BP DAS Citarum-Ciliwung, PPLH-IPB dan Biotrop. Sedangkan batas administratif lokasi penelitian difokuskan pada kecamatan Ciawi, Cisarua dan Megamendung Kabupaten Bogor, karena ketiga kecamatan merupakan bagian terbesar dari wilayah DAS Ciliwung hulu.

Data yang dipakai dalam penelitian berasal dari data sekunder berupa peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digital skala 1:10.000 yang diperoleh dari Bakosurtanal. Peta RBI menghasilkan peta ketinggian tempat, peta kemiringan lereng, peta sungai dan jalan. Peta jenis tanah dan curah hujan skala 1:250.000 dari PPLH IPB. Peta rawan longsor skala 1:100.000 dari BP DAS CitarumCiliwung. Peta status hutan dari Bapeda Kabupaten Bogor 1:100.000. Selain itu dipakai data sekunder berupa peraturan perundangan yang berkaitan dengan pedoman dan kriteria kawasan permukiman, serta pengamatan lapangan.

Analisis kesesuaian kawasan permukiman menggunakan kriteria (Tabel 1):

- A. Permukiman berada di kawasan budidaya,
- b. Permukiman aman dari bencana alam, dan
- c. Kondisi tapak permukiman.

Analisis menggunakan SIG dilakukan melalui *geoprocessing* terhadap peta-peta yang telah disebutkan, dalam hal ini dipakai operasi *Intersect*, karena proses ini dapat menggabungkan peta sekaligus memotong batas luar dari peta yang tidak sama (*polygon sliver*) yang mengganggu hasil *overlay*. Atribut data yang ditambahkan pada peta hasil operasi *intersect* dilakukan dengan proses *query* (Gambar 2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe iklim DAS Ciliwung hulu menurut sistem klasifikasi Smith dan Ferguson termasuk kedalam Type A, artinya curah hujan musim tinggi. Berdasarkan kondisi lereng dan ketinggian, serta kemampakan lapangan, DAS Ciliwung hulu dikelompokkan menjadi 4 sesuai satuan morfologi yaitu, morfologi pedataran tinggi, morfologi bergelombang rendah, morfologi perbukitan terjal dan morfologi pegunungan (Suhari *et-al*, 1991). Morfologi pedataran tinggi terletak pada elevasi antara 600-1300 m dpl, kemiringan lereng kurang dari 8% akan tetapi pada lembah yang kemiringannya lebih terjal (Suhari *et-al*, 1991). Morfologi bergelombang landai berada pada elevasi 1000 m sampai 1500 m dari muka laut, umumnya merupakan kaki G. Pangrango dan G. Pangrango, dengan kemiringan lereng antara 8-45%. Morfologi perbukitan terjal terdapat dibagian dan selatan DAS Ciliwung hulu, dengan kemiringan lereng antara 25% sampai lebih dari 70%, termasuk dalam satuan breksi dan tufa hasil erupsi G. Pangrango dan Pangrango (Suhari, *et-al*, 1991). Satuan terdapat pada morfologi perbukitan terjal antara 400 m dari muka laut dan elevasi antara 1950 m dari muka laut. Morfologi pegunungan merupakan bagian lereng daerah pegunungan, dengan puncak-puncaknya sesuai dengan G. Talaga (1.608 m), G Gedogan (1.640 m), G Labur (1.745 m), G Kencana (1.800 m), G. Joglog (1.844 m), Pasir Jagatmawang (2.042 m) dan G Pangrango (2.000 m) dengan elevasi berkisar antara 1.015 m dan 3.019 m di atas muka laut dan kemiringan lereng >40%.

Berdasarkan peta hidrogeologi, sebagian besar DAS Ciliwung hulu tertutup oleh satuan dan tanah hasil lapukan dari breksi vulkanik hasil erupsi G Pangrango (Qvpo) dan tufa vulkanik dan lava hasil produksi G. Kencana dan Limo (Qvk), mempunyai permeabilitas sedang sampai tinggi (10^{-4} - 10^{-3} cm/detik). Daerah Gunung Mas merupakan daerah terjal vulkanik dan tufa hasil erosi G. Pangrango nilai permeabilitas batuan > 10^{-3} cm/detik. Di DAS Ciliwung hulu juga

dijumpai breksi vulkanik dan lava hasil erupsi G Kencana dan Limo dengan permeabilitas rendah ($<10^{-5}$ cm/detik). Di DAS Ciliwung hulu, daerah peresapan air terutama terletak pada ketinggian >1.050 m dpl.

Berdasarkan kondisi morfologi dan kemampuan tanah meresapkan air tersebut, maka dapat diperkirakan bahwa di DAS Ciliwung hulu luas kawasan yang dapat dikembangkan untuk permukiman terbatas. Hasil analisis kesesuaian kawasan permukiman menggunakan GIS menunjukkan luas kawasan untuk permukiman adalah 19,89% dari luas DAS Ciliwung hulu. Kawasan permukiman tersebut terdiri dari zona yang sesuai untuk dijadikan kawasan permukiman (10,63%) dan zona agak sesuai untuk dijadikan kawasan permukiman sebesar (9,26%). Kawasan tidak sesuai untuk permukiman terdiri dari kawasan budidaya non permukiman (22,65%) dan kawasan lindung (57,46%) (Tabel 2 dan Gambar 1). Apabila DAS Ciliwung hulu dibagi menjadi bagian hulu, tengah dan hilir, maka DAS Ciliwung hulu bagian hulu merupakan kawasan tidak sesuai untuk permukiman yang terdiri dari zona budidaya non permukiman (24,34%) dan zona lindung (75,26%). Sebagian besar zona sesuai permukiman (98,32%) dan zona agak sesuai permukiman (86,36 %) berada di DAS Ciliwung hulu bagian tengah (Tabel 2).

Faktor pembatas perkembangan permukiman di DAS Ciliwung hulu adalah kondisi fisik lingkungan dan hidrogeologi. Morfologi pedataran tinggi yang bergelombang terjal dan pegunungan sebagian besar terdapat di bagian timur laut dan selatan, demikian pula dengan daerah resapan air. Berdasarkan hasil analisis terhadap kesesuaian kawasan untuk permukiman di DAS Ciliwung hulu, alokasi kawasan permukiman, kawasan budidaya non permukiman dan kawasan lindung mempunyai proporsi 19,89% : 22,65% : 57,46%. Dari segi penataan ruang maupun fungsi DAS Ciliwung hulu sebagai daerah konservasi air dan tanah, komposisi tersebut cukup ideal. Temuan tersebut tidak berbeda jauh dari hasil penelitian Syartinilia *et-al*, (2006), yang mengidentifikasi kawasan

potensial untuk permukiman $\pm 16\%$ dan kawasan potensial untuk lindung $\pm 84\%$ dari luas DAS Ciliwung hulu. Apabila berpedoman pada UUPR No 26/2007(ps 17:5) yang menyebutkan bahwa luas minimal kawasan hutan adalah 30 % dari luas daerah aliran sungai (DAS), maka luas kawasan lindung, yang terdiri dari hutan lindung, kawasan resapan air, dan sempadan sungai, sebesar 57,46% telah memenuhi persyaratan tata ruang.

Kondisi morfologi DAS Ciliwung hulu, terutama di bagian hulu merupakan pembatas bagi perkembangan permukiman. Oleh karena itu informasi tentang lokasi dan alokasi kawasan yang sesuai untuk digunakan sebagai permukiman ini, sangat berguna untuk mengevaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) khususnya bagi kabupaten Bogor sebagai bagian terbesar dari DAS Ciliwung hulu. Hasil analisis terhadap lokasi kawasan yang sesuai untuk permukiman akan memudahkan pemda dalam menerbitkan izin pembangunan perumahan, mendata permukiman yang berada di kawasan yang tidak sesuai untuk permukiman seperti di zona lindung, sekaligus mengawasi perkembangan permukiman.

Pengelolaan permukiman berkelanjutan di DAS membutuhkan perencanaan yang positif dan realistis, dengan cara menyeimbangkan kebutuhan permukiman dengan daya dukung ekosistem DAS. Daya dukung permukiman dapat diartikan sebagai seberapa besar alokasi kawasan permukiman yang harus disediakan dibandingkan dengan kebutuhan lahan permukiman (Khana *et-al*, 1999). Alokasi kawasan permukiman di DAS Ciliwung hulu adalah 18,89% dari luas DAS Ciliwung hulu, maka agar daya dukung tidak terlampaui, perlu diperhitungkan daya tampung penduduknya. Untuk memperkirakan daya tampung penduduk dilakukan perhitungan luas lahan (Richard, 2002; Rees, 1996). Perhitungan luas lahan dilakukan melalui pendugaan kepadatan penduduk pada areal tertentu, selanjutnya dihitung jumlah penduduk yang masih dapat didukung oleh areal tersebut (Richard, 2002).

agar tetap berkelanjutan, kepadatan penduduk berkisar antara 50-100 orang /ha (Murai, 1996). Apabila alokasi kawasan permukiman sebesar 2.95893 ha, dan kepadatan penduduk 100 orang/ha, maka daya tampung penduduk ideal di DAS Ciliwung hulu maksimal 295.893orang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mengingat banyaknya data spasial yang dipakai dalam analisis kesesuaian kawasan untuk permukiman, maka pemakaian GIS sangat membantu dalam mengelola data dasar (*data base*) dan mensosialisasikan hasil analisis secara jelas dan cepat pada para pengguna (*stakeholders*).

Faktor pembatas perkembangan permukiman adalah morfologi DAS Ciliwung hulu yang merupakan pedataran tinggi bergelombang terjal. Berdasarkan faktor pembatas tersebut, maka daya dukung lingkungan DAS Ciliwung hulu untuk permukiman sangat kecil yaitu seperlima dari luas DAS. Sesuai dengan daya dukung lingkungan, sebagian besar kawasan yang sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman berada di DAS Ciliwung hulu bagian tengah.

Untuk mempertahankan daya dukung lingkungan dengan tujuan jasa ekosistem DAS Ciliwung hulu sebagai pengatur sistem tata air dan penyedia air tetap terjaga dan tidak terjadi degradasi fungsi ekologi DAS, maka alokasi kawasan permukiman, kawasan budidaya non permukiman dan kawasan lindung harus dipertahankan sesuai hasil analisa yaitu 20%:23%:57%, demikian pula halnya lokasi kawasan lindung sebesar 75,26 % di bagian hulu DAS harus tetap dipertahankan.

Hasil penelitian ini belum sempurna karena keterbatasan data, terutama dalam hal skala peta yang masih terlalu kecil (diatas 1:100.000) seperti data jenis tanah, status hutan, longsor dan curah hujan. Oleh karena itu masih diperlukan pengecekan lapangan dengan menggunakan Geografic Positioning

... (GPS) untuk memastikan lokasi yang ...

DAFTAR PUSTAKA

... 2006. *Kajian Hidrologi Daerah Aliran Sungai Ciliwung Menggunakan Model HEC-1. [tesis]* Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

... 2002. *Analisis Pengaruh Tata Ruang Terhadap Konservasi Air dan Perencanaan Daerah di Kawasan Pasau Kabupaten Bogor.*[disertasi] Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

... A. 2005. *Analisis Posisi, Peran Sistemhugant, dan Pengembangan Sistemhugant Daerah Aliran Sungai (DAS). Studi Kasus di DAS Ciliwung.* [disertasi] Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

... P. P.R. Babu, M.S. George. 1999. *Carrying-Capacity as a Basis for Sustainable Development: A Case Study of National Capital Region in India.* Progress in Planning 52 (1999) 101-163. Pergamon . India : National Environmental Engineering Research Institute, Nehru Marg, Nagpur-440020.

... K. 2006. *Decision Support System (DSS) and GIS for Sustainable Watershed Management in Dong Nai Watershed.* International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2006. Nong Lam University (NLU), Ho Chi Minh City, Vietnam.

... H. 2006. *Kajian Kondisi Hidrologi Berbasis DAS Sebagai Masukan*

dalam Pengembangan Wilayah Jabodetabek-Punjur. Jendela Kota. J. Perencanaan Wilayah dan Kota 2 (1):13-24.

Murai S. 1996. *Global Environment and Population Carrying Capacity.* Di dalam: Uitto I.J., A. Onno, editor. *Population, Land Management and Environmental Change The UNU Global Environmental Forum IV Tokyo, Japan :The United Nations University(UNU).* <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/> [7 mar 2007]

Mustafa Y.M., M.S. Amin, T.S. Lee, A.R.M. Shariff. 2005. *Evaluation of Land Development on Tropical Watershed Hydrology Using Remote Sensing and GIS.* J. Spatial Hydrology 5(2):16-30.

Rees W.E. 1996. *Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicators of Sustainability. Population and Environment: J Interdisciplinary Studies.* Januari 1996. 17(3) <http://dieoff.org/page110.html> [8 Feb.2007].

Richard G. 2002. *Human Carrying Capacity of Earth.* <http://www.ilea.org/leaf/richard2002.html> [8 Feb.2007].

Shasko and Keller, 1989. *Assessing Large Scale Slope Stability and Failure Within a Geographic Information System.* Di dalam: M. Heit and A. Shorteid, [eds]. *GIS Application in Natural Resources .* GIS World, Inc.

Suhari, K.E. Sasongko, D. Bisri, A. Anwar. 1991. *Penyelidikan Geologi Lingkungan Daerah Cisarua, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.* Laporan . Direktorat Geologi tata Lingkungan. Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi

Syartinilia, H.S. Arifin, L.B. Prasetyo, S.Tsuyuki. 2006. Identification of Potensial Protection Area Using GIS and Remote Sensing, A Case Study in The Upper Stream of Ciliwung Watershed of West Java, Indonesia. Di dalam: Yoshimoto A., H. Kondoh, T. Hiroshima, editor. Forest Resource & Mathematical Modeling (Formath Kyoto 2005)(5):209-219.

Tim IPB. 2002. Peningkatan Kapasitas Pengelolaan DAS Ciliwung Untuk Pengendalian Banjir di Ibukota Jakarta. Makalah Sintesa di dalam Lokakarya Pengelolaan DAS Terpadu di Era Otonomi Daerah : Peningkatan kapasitas Multipihak

dalam Pengendalian Banjir DKI Jakarta. Jakarta: 8 Mei 2002. IPB dan Andersen/Prasetyo Strategic Consulting.hlm 1-36.

Weng Q. 2002. Land Use Change Analysis in the Zhujiang Delta of China Using Satellite Remote Sensing, GIS and Stochastic Modeling. *J Environ Manag* 64:273-284. Indiana State University, Terre Haute, IN 47809, USA: Department of Geography, Geology, and Anthropology. <http://www.idealibrary.com> [5 Juli 2006].

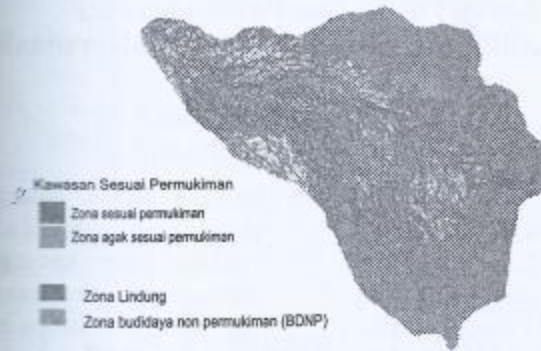
TABEL DAN GAMBAR

Tabel 1. Kriteria dan Parameter Kesesuaian Kawasan Permukiman

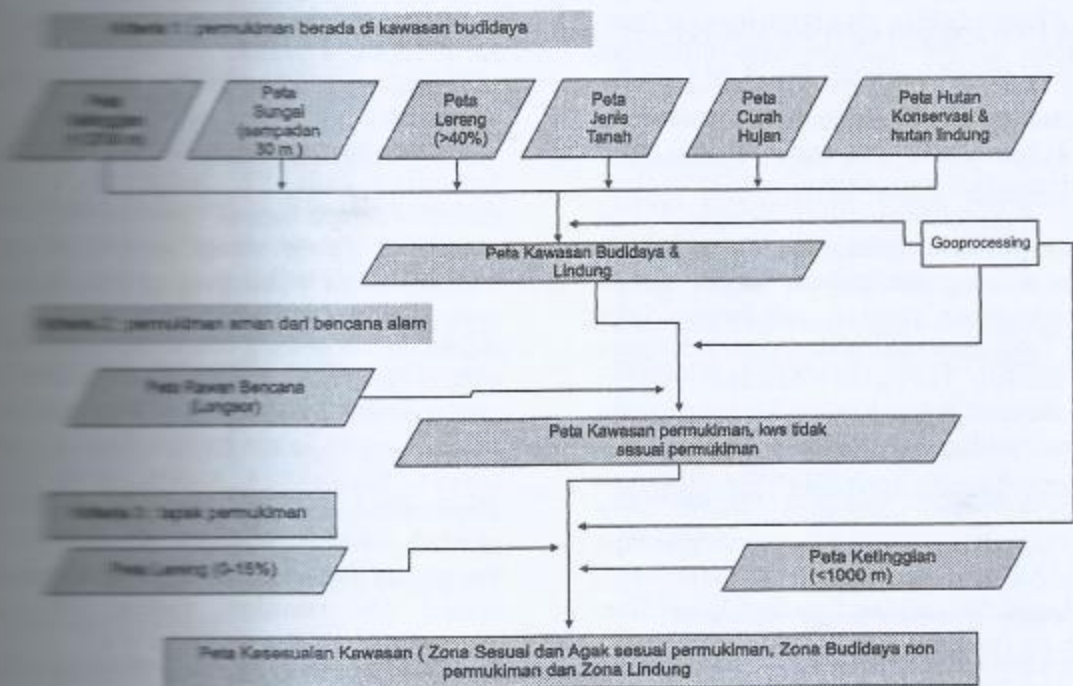
No	Kriteria	Parameter	Ukuran
1	Kawasan budidaya	Jenis tanah Curah hujan Kemiringan lereng Ketinggian tempat Sempadan sungai Status hutan	tidak sampai agak peka erosi <27 mm/hari <40% < 2000 m > 30 m bukan kawasan hutan
2	Aman dari bencana alam	Longsor	aman, potensial
3	Tapak permukiman	Ketinggian, kemiringan lereng	< 1000 m, 0 - 15 %

Tabel 2. Kesesuaian Kawasan Permukiman di DAS Ciliwung Hulu

DAS Ciliwung Hulu	Kesesuaian Kawasan							
	Kawasan Permukiman				Kawasan Tidak Sesuai Permukiman			
	Zona Sesuai permukiman		Zona Agak sesuai permukiman		Zona Budidaya no Permukiman		Zona Lindung	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bagian hulu	0	0,00	0	0,00	820,25	24,34	6,432,83	75,26
Bagian Tengah	1.554,22	98,32	1.190,20	86,36	2.062,40	61,20	1.995,26	23,34
Bagian hilir	26,58	1,68	187,94	13,64	487,16	14,46	119,53	1,40
Jumlah	1.580,80	100,00	1.378,13	100,00	3.369,82	100,00	8.547,62	100
% thd DAS Ciliwung hulu	(10,63)		(9,26)		(22,65)		(57,46)	



Gambar 1. Kesesuaian Kawasan Permukiman



Gambar 2 Proses Analisis