

LAJU SEDIMENTASI DI HULU DANAU TEMPE

SEDIMENTATION RATE OF UPSTREAM TEMPE LAKE

Adang S. Soewaeli¹⁾, Sri Mulat Yuningsih²⁾

^{1,2)} Peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
Jl. Ir. H. Juanda 193, Bandung. Telp. (022) 2501083
E-mail: asadik52@gmail.com

Diterima: 18 Maret 2014 ; Disetujui: 19 Mei 2014

ABSTRAK

DAS Walanae hulu termasuk kawasan yang mempengaruhi sistem danau Tempe. Sekitar 37% luas lahan di daerah tangkapan Danau Tempe memiliki kemiringan lereng lebih dari 45%, dan sekitar 70% lahan peka terhadap erosi tanah. Sedimentasi yang terjadi berdasarkan data debit sedimen selama 20 tahun (1976-1995) adalah 519.000m³ per tahun, dengan 74% berasal dari Sungai Walanae. Penelitian laju sedimentasi ini dilakukan untuk mengetahui tingkat laju sedimentasi saat ini dan Sub DAS mana yang menjadi sumber sedimentasi terbesar. Pendekatan metode dalam penelitian ini adalah dengan melaksanakan analisis lengkung sedimen dan analisis data debit runtut waktu. Hasil analisis data debit runtut waktu menunjukkan kualitas data debit banyak yang meragukan dan tidak realistis, sedangkan validasi lengkung debit tidak dapat dilakukan. Hasil analisis lengkung sedimen menunjukkan bahwa angkutan sedimen terbesar adalah Sub DAS Walanae-Sempajeruk. Laju erosi yang terjadi di DAS Walanae dari analisis sedimentasi sungai di Walanae-Ujung Lamuru sebesar 1.189.143 m³/tahun. Laju erosi ini mengalami peningkatan hampir 309% dari hasil kajian tahun 1976-1995 dari 384.060 m³/tahun menjadi 1.189.143 m³/tahun. Mengingat DAS Walanae ini masuk dalam DAS Super Prioritas dan hasil analisis laju sedimentasi menunjukkan kecenderungan naik maka konservasi lahan sudah harus menjadi prioritas utama.

Kata kunci: Data debit sedimen, laju sedimentasi, laju erosi, analisis lengkung sedimen, analisis data debit runtut waktu, DAS Walanae, Danau Tempe

ABSTRACT

System of Tempe lake was influenced by Walanae upstream watershed, around 37% of total land area in ecosystems of Tempe lake have a slope of more than 45% where 70% of land susceptible to soil erosion. Based on data of sediment discharge for 20 years (1976-1995), volume of sedimentation was estimate about 519,000m³ per year with 74% came from Walanae River. Research was conducted to specify current level of sedimentation rate and determine the largest source area of sedimentation. Methodology of the research were done by analyzing sediment curve and discharge time series data. Analysis of discharge time series data showed most of discharge data lack in quality, dubious and unrealistic, because of this, validation for discharge curve could not be done. On the other hand, sediment curve analysis indicates the largest sediment was transported from Walanae-Sempajeruk subwatershed. Based on river sedimentation analysis in Walanae-Edge LAMURU, rate of erosion in Walanae watershed was around 1,189,143 m³/year. The erosion rate has increased almost 309 % from year of 1976-1995, increasing from 384,060 m³/year up to 1,189,143 m³/year . Therefore, as a watershed Super Priority, result of sedimentation rate analysis showed an upward trend, it was recommended land conservation to be the main proirity in Walanae watershed.

Keywords: Sedimen discharge data, sedimentation rate, erosion rate, sediment curve analysis, discharge time series data analysis, Walanae watershed, Tempe lake

PENDAHULUAN

Usaha penyelamatan sumber daya alam (hutan, tanah, dan air) telah dilakukan oleh pemerintah Indonesia sejak tahun 1984 dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri, tentang Penanganan Konservasi Tanah dalam Rangka Penanganan DAS Prioritas pada tahun tersebut. Dalam keputusan tersebut telah

ditetapkan wilayah kerja dikonsentrasikan pada 22 DAS super prioritas. Hasil yang diperoleh setelah 20 tahun nampaknya tidak banyak. Hal ini ditandai dengan tingkat erosi terus meningkat, frekuensi dan intensitas banjir yang terjadi di Indonesia terus meningkat, bahkan DAS kritis yang masuk dalam kategori super prioritas meningkat. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan

No. 284/Kpts-II/1999, telah ditetapkan 62 DAS kritis masuk dalam kategori super prioritas yang sebelumnya hanya 22 DAS dalam tahun 1984. Pada tahun 2005 DAS kritis diperkirakan sekitar 282 DAS. Kerusakan DAS tersebut juga dipacu oleh pengelolaan DAS yang kurang terkoordinasi antara hulu dan hilir, serta kelembagaan yang masih lemah. Sebenarnya Indonesia merupakan Negara dengan luas hutan terbesar disbanding dengan Negara ASEAN lainnya, namun memiliki laju deforestasi terbesar. Berdasarkan laju deforestasi periode tahun 1985-1997 adalah 1,6 juta ha/tahun meningkat menjadi 2,1 juta ha/tahun pada periode 1997-2002 (PP 7, 2005).

DAS Walanae telah ditetapkan masuk DAS kritis dalam kategori super prioritas baik dalam Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri tahun 1984 maupun Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 284/Kpts-II/1999. DAS Walanae hulu dengan luas 4.031,02 km² termasuk kawasan yang mempengaruhi sistem danau Tempe dari bagian Selatan, dan masuk dalam Wilayah Sungai Walanae-Cenranae (WS-Wal-Cen).

Ada dua sungai utama dengan berbagai anak sungai yang mengalir ke dalam sistem danau Tempe, yaitu sungai Bila di bagian Utara dan sungai Walanae di bagian Selatan. Sungai Walanae berasal dari kawasan pegunungan di bagian Selatan (kabupaten Maros) mengalir sejauh kurang lebih 100 km ke arah Selatan bertemu dengan sungai Cenranae.

Sistem danau Tempe terdiri dari tiga danau, yaitu Danau Tempe, Danau Sidenreng, dan Danau Buaya. Pada musim hujan ketiga danau ini bergabung membentuk satu danau besar, sedangkan pada musim kemarau danau tersebut terbagi menjadi tiga danau yang terpisah satu sama lain. Sungai Cenranae merupakan satu-satunya outlet. Sungai ini mengalir sepanjang 69 km ke arah Tenggara dari kota Sengkang menuju Teluk Bone.

Berdasarkan Potret DAS Sulawesi, luas wilayah DAS Danau Tempe sendiri (WS Wal-Cen) adalah 789.700 hektar. Secara administratif dalam kawasan ekosistem danau Tempe terdapat 6 kabupaten, yaitu: Enrekang, Sidrap, Wajo, Soppeng, Bone dan Maros. Ekosistem Danau Tempe dikelilingi oleh deretan pegunungan dengan elevasi dari 1500-3000 meter. Kurang lebih 37 % area lahan di ekosistem Danau Tempe memiliki kemiringan lereng lebih dari 45 %. Sebagian besar area lahan (70 %) peka terhadap erosi tanah. Tingkat kerusakan lingkungan di DAS-DAS yang terdapat di dalam ekosistem DAS Tempe sangat parah dan memprihatinkan. Tingkat sedimentasi yang terjadi di Danau Tempe sangat tinggi. Sedimentasi yang terjadi berdasarkan data debit

sedimen (*sediment discharge*) selama 20 tahun dari tahun 1976-1995 adalah 519.000 m³ per tahun. Dari jumlah sedimen ini, 74 % berasal dari Sungai Walanae. Untuk melihat kondisi yang terjadi, maka studi erosi dan sedimentasi perlu dilakukan guna mengetahui daerah-daerah mana yang telah mengalami lahan kritis akibat erosi dan juga pemantauan sedimen yang terjadi di sungai sebagai hasil produksi sedimen akibat erosi.

Penelitian laju sedimen ini dilakukan untuk mengetahui kondisi tingkat laju sedimen saat ini dan daerah mana yang menjadi sumber sedimen terbesar.

Erosi adalah proses yang mana tanah atau bahan batuan menjadi terlepas atau terlarut dan dipindahkan dari suatu tempat di permukaan bumi, dan sering dibedakan menurut penyebab erosinya dan sumbernya (Moerwanto, dan Putuhena, 2010). Berlangsungnya erosi pada tanah pertanian dan tanah pada umumnya dipengaruhi oleh pengaruh alam dan dipercepat oleh aktivitas manusia itu sendiri (*accelerated erosion*). Untuk mencegah dan mengurangi laju erosi diperlukan langkah-langkah pencegahan, dan upaya-upaya pengendalian (Arsyad, 1989). Penyebab utama erosi adalah akibat penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya, pengolahan lahan yang salah, dan tidak dipakainya teknik atau kaidah-kaidah pengawetan (*konservasi*) tanah dan air secara memadai. Kerusakan tanah akibat erosi dapat mengakibatkan menurunnya kesuburan serta produktivitas tanah, bahaya banjir pada musim hujan, serta kemungkinan kekeringan pada musim kemarau, dan terjadinya pendangkalan sungai dan waduk serta meluasnya lahan-lahan kritis.

Pada umumnya erosi dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu energi (hujan, air, angin, limpasan, kemiringan, dan panjang lereng), aspek ketahanan (erodibilitas tanah yang ditentukan oleh beberapa sifat fisik dan kimia tanah), dan aspek konservasi (penutupan tanah oleh vegetasi atau ada tidaknya tindakan konservasi).

Dengan kondisi tersebut perlu diketahui daerah-daerah mana saja yang memiliki tingkat kerawanan erosi yang tinggi, agar dapat dilakukan tindakan-tindakan pencegahan yang sesuai dengan keadaan di wilayah yang bersangkutan.

Untuk mengetahui tingkat kerawanan erosi, banyak metode yang dapat digunakan dan semuanya akan dapat memberikan gambaran mengenai daerah-daerah yang memiliki tingkat kerawanan erosi, yaitu dengan pengukuran langsung atau tidak langsung. Pengukuran langsung lebih dapat diandalkan.

Penelitian laju sedimen ini dilakukan untuk mengetahui kondisi tingkat laju sedimen saat ini. Lokasi pemantauan data tinggi muka air (pos duga air), pengukuran debit dan sedimen dapat diperiksa pada Gambar 1.

KAJIAN PUSTAKA

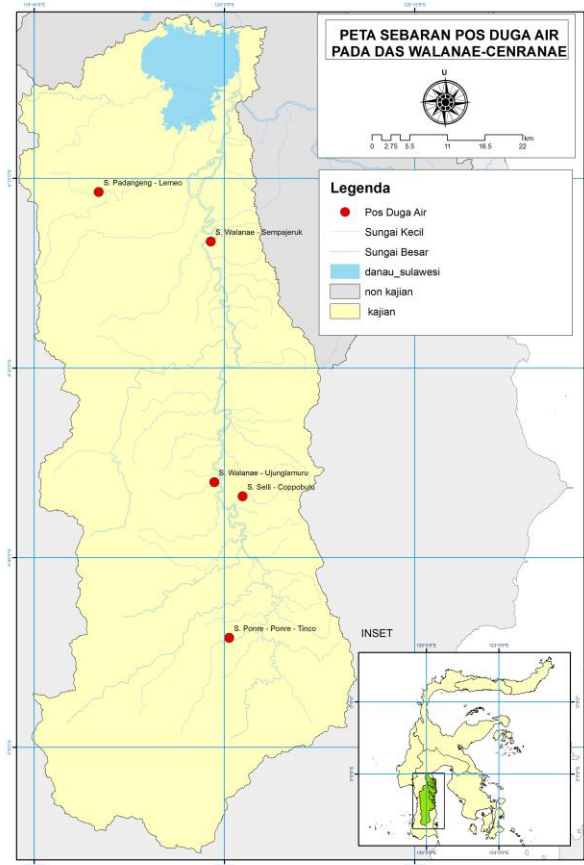
Kerusakan Hutan dan Lahan

Menurut laporan Pusat Pengelolaan Ekoregion Sumapapua pada Potret DAS Sulawesi <http://ppesumapapua.menlh.go.id> bahwa luas areal hutan yang tersisa di wilayah DAS danau Tempe berdasarkan interpretasi citra Landsat pada tahun 2002 adalah 119.816 hektar atau hanya sekitar 15 % dari luas kawasan ekosistem danau Tempe. Luas hutan di kawasan ekosistem danau Tempe ini jauh di bawah persyaratan minimal, yaitu 30 %, sesuai dengan UU 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Berdasarkan kondisi kemiringan lereng dan sesuai arahan penggunaan lahan, luas kawasan hutan lindung yang harus ada di kawasan DAS danau tempe harus mencapai luas 236.910 hektar (42 %). Selain hutan lindung, disarankan untuk adanya Buffer zone seluas 116,157 Ha (15 %). Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan Kabupaten, luas kawasan hutan yang ada banyak digunakan oleh masyarakat untuk

kegiatan non kehutanan seluas 121.054,81 hektar atau 50.24 % dari luas total hutan.

Dengan tingkat kerusakan hutan seperti di atas maka tidak heran jika banyak areal lahan telah berubah menjadi lahan kritis. Luas lahan kritis di kawasan ekosistem danau Tempe mencapai 170.976 hektar, terdiri dari 92.187 hektar di areal hutan dan 78.789 hektar di luar kawasan hutan. Penyebab utama kerusakan hutan di kawasan ini adalah oleh konversi kawasan hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan oleh masyarakat, aktivitas perladangan berpindah, dan *illegal logging* yang dilakukan oleh masyarakat.

Kerusakan hutan tersebut juga akan berpengaruh terhadap koefisien regim sungai (KRS), yaitu perbandingan antara debit maksimum (Qmax) dan debit minimum (Qmin) bulanan. Makin kecil koefisien ini berarti makin baik kondisi tata air (hidrologi) wilayah DAS. Dari data yang ada terlihat bahwa nilai KRS sungai-sungai yang ada di kawasan ekosistem danau Tempe ini pada umumnya sangat besar, lebih besar dari ambang batas yang dipersyaratkan yaitu KRS harus kurang dari 50 (Anonim, 2002). Ini berarti kondisi tata air di ekosistem danau Tempe telah mengalami kerusakan yang serius.



Gambar 1 Peta Lokasi Pos Duga Air

Erosi dan Sedimentasi

Kerusakan hutan pasti akan berpengaruh terhadap terjadinya erosi tanah dan sedimentasi di sungai dan danau. Menurut potret DAS Sulawesi bahwa DAS Bila yang terdiri dari tiga Sub DAS, yaitu Sub DAS Bila, dan Sub DAS Bulu Cenranae, mempunyai nilai erosi aktual (rata-rata erosi) masing-masing adalah 4.858.527,61 ton/thn (83,73 ton/ ha/ thn), 1.983.683,44 ton/thn. Berdasarkan data RTL RLKT tahun 1987, tingkat erosi yang terjadi di Sub DAS Bila berkisar antara 74-7.400 ton/ha/tahun. Sebagian besar yaitu sekitar 92 % areal lahan di Sub DAS Bila ini mengalami erosi sangat berat.

Tingkat sedimentasi yang terjadi di Danau Tempe sangat tinggi. Sedimentasi yang terjadi berdasarkan data debit sedimen (*sediment discharge*) selama 20 tahun dari tahun 1976-1995 adalah 519.000 m³ per tahun. Dari jumlah sedimen ini, 74 % berasal dari Sungai Walanae. Berdasarkan analisa erodibilitas lahan di 5 DAS utama yang ada di ekosistem danau Tempe, terlihat bahwa seluruh DAS berada dalam kondisi buruk, dengan nilai koefisien erodibilitasnya di bawah 40.

Kerusakan Hutan Riparian di Sepanjang Sungai dan sekeliling Danau

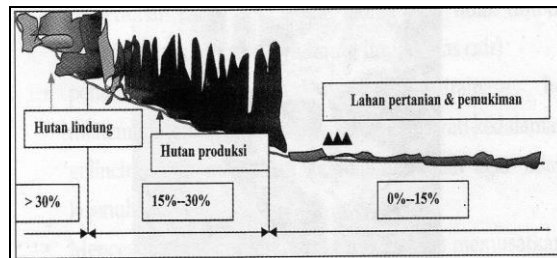
Tingginya sedimen di dalam sungai dan danau juga disebabkan oleh karena sungai dan danau di kawasan ekosistem ini sudah tidak memiliki benteng pertahanan terakhir berupa kawasan hijau yang terdapat di sepanjang sungai dan di sekeliling danau. Menurut laporan Pusat Pengelolaan Ekoregion Sumapapua Potret DAS Sulawesi, daerah sempadan sungai pada umumnya didominasi oleh tegalan/ladang, sawah dan kawasan permukiman penduduk dan di beberapa tempat berupa belukar. Lahan-lahan basah yang terdapat di sepanjang kiri kanan sungai sudah banyak yang beralih fungsi menjadi peruntukan lain. Daerah sempadan danau pada umumnya didominasi oleh rawa dan sawah, dan kawasan permukiman penduduk.

Erosi tebing sungai banyak terjadi pada sungai-sungai yang ada di dalam ekosistem Danau Tempe ini. Di beberapa ruas sungai yang terdapat di sungai Walanae, Bila, dan Cenranae, erosi tebing sungai terjadi di beberapa titik, dengan panjang bisa mencapai ratusan meter, dengan lebar bervariasi antara 3-5 meter.

Mulyanto telah membuat konsep usulan tataguna lahan dalam rangka pengelolaan DAS yang lebih baik (Gambar 2), dengan memperhatikan dua kepentingan yaitu menghutankan kembali dan kepentingan masyarakat yang memerlukan lahan untuk

pertanian dan pemukiman. Usulan tataguna lahan yang diusulkan adalah:

- a Lahan dengan lereng 0-15% dialokasi bagi tanaman semusim.
- b Lahan dengan lereng 15-30% dialokasikan untuk hutan produksi.
- c Lahan dengan lereng > 30 % dialokasikan untuk hutan lindung dan tidak dieksploitasi untuk apapun.

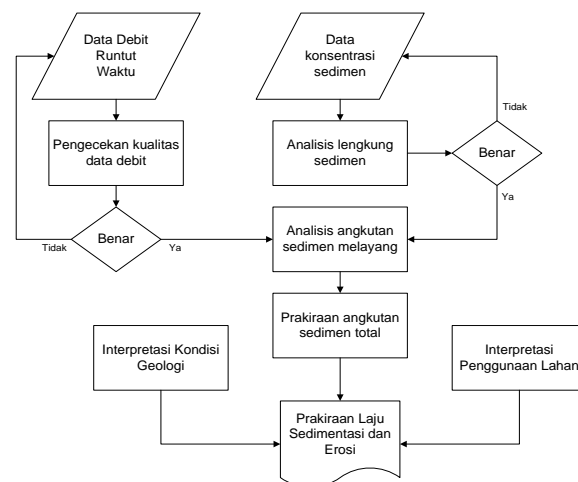


Gambar 2 Skema Tataguna Lahan (Mulyanto, 2008)

METODOLOGI

Pendekatan umum

Pendekatan umum terhadap masalah yang ada dirumuskan dengan bagan alur seperti disajikan pada Gambar 3. Dalam melaksanakan penelitian estimasi laju sedimentasi ini perlu dilakukan pendekatan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan strategi kegiatan sebagai berikut : pengumpulan data sekunder, analisis data dan intrepetasi peta, prakiraan angkutan sedimen dan laju erosi.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk mendukung penelitian ini adalah data debit harian deret waktu, data pengukuran debit dan sedimen melayang, peta geologi, peta tataguna lahan (*land use*) dan

data penunjang lainnya. Data tersebut diperoleh dari beberapa sumber, antara lain dari Balai Hidrologi dan Tata Air, Pusat Litbang Sumber Daya Air, BBWS Jeneberang, Unit Hidrologi dari Dinas Pengairan Sulawesi Selatan, dan informasi terkait dari Penelusuran Google. Data yang dikumpulkan dari berbagai sumber tersebut dicek kebenarannya sebelum digunakan untuk analisis lebih lanjut. Periode data debit harian deret waktu yang diperoleh di 5 sub DAS bervariasi antara 5 tahun sampai 18 tahun, sedangkan ketersediaan data sedimen bervariasi antara 7 tahun sampai 32 tahun.

Pendekatan metode analisis dalam penelitian ini adalah dengan melaksanakan analisis lengkung sedimen dan analisis data debit harian deret waktu. Analisis lengkung sedimen berdasarkan data pengukuran debit dan data pengukuran angkutan sedimen melayang. Sedangkan analisis kualitas data debit harian berdasarkan hidrograf debit harian, tebal aliran dan kondisi lengkung debit.

Lengkung Sedimen Melayang

Lengkung sedimen melayang perlu dibuat untuk mendapatkan angkutan sedimen melayang runtut waktu. Lengkung sedimen melayang adalah grafik atau persamaan yang menggambarkan hubungan antara debit sedimen (Q_s) terhadap debit (Q). Lengkung sedimen melayang dibuat berdasarkan data pengukuran debit dan sedimen melayang. Data pengukuran yang digunakan terlebih dahulu sudah dicek kebenarannya.

Persamaan umum yang digunakan untuk menggambarkan lengkung sedimen adalah sebagai berikut :

$$Q_s = aQ^b \quad 1)$$

Keterangan

a, koefisien

b, eksponen

Q_s , angkutan sedimen melayang (ton/hari)

Q , debit (m^3 /sekon)

Ada bagian kedalaman yang lokasinya hampir mendekati dasar sungai tidak dapat diambil sampelnya, kira-kira setinggi alat ukur sedimen, sehingga pada saat pengukuran sedimen melayang tidak seluruh kedalaman dapat terwakili. Sedimen melayang di lokasi itu disebut *unsample zone*. Umumnya nilai sedimen melayang di lokasi *unsample zone* (Q_{su}) ditaksir, biasanya diambil nilai 10 % terhadap debit sedimen melayang.

Demikian pula dengan debit sedimen dasar runtut waktu karena umumnya sedimen dasar sulit diukur maka besarnya debit sedimen dasar (Q_{sd}) dalam satu tahun ditaksir berdasarkan persentase

sedimen melayang untuk tahun yang bersangkutan, biasanya diambil 10 % dari sedimen melayang (Mutreja, K.N., 1986). Angkutan sedimen total (Q_{stot}) runtut waktu dihitung berdasarkan rumus:

$$Q_{stot} = Q_s + Q_{su} + Q_{sd} \quad 2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geologi Di Lokasi Pos Pemantauan

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian barat, Sulawesi (Sukanto, 1982) skala 1 : 250.000, kondisi geologi di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Welanae, Propinsi Sulawesi Selatan yang meliputi susunan, jenis, dan umur batuan mencerminkan sifat erosivitasnya. Urutan dan penyebaran batuan dari yang berumur tua ke muda adalah sebagai berikut:

- a Formasi Balangbaru(Kb) dan Formasi Marada (Km); batuan berumur Kapur yang termasuk Pra-Tersier, berupa endapan lingkungan laut yang tebal dengan selang-seling antara batupasir dan serpih atau disebut batuan sedimen flis (*flysch*). Batuan ini yang berumur paling tua dan penyebarannya setempat-setempat atau bersifat lokal. Merupakan batuan paling tua dan mempunyai sifat erosivitas sedang.
- b Batuan Gunung Api Terpropilitkan (Tpv); berumur Paleosen yang terdiri dari breksi, lava dan tufa. Batuan ini sifat erosivitasnya adalah kecil.
- c Formasi Tonasa (Temt); batuan yang berumur Eosen - Miosen Tengah adalah batugamping koral pejal, sebagian terhamburkan, berwarna putih dan kelabu muda; batugamping *bioklastika* dan *kalkarenit*, berwarna putih, coklat muda dan kelabu muda, sebagian berlapis baik, berselingan dengan *napal globigerina tufaan*; bagian bawahnya batugamping klastik berbutir halus mengandung organik (*bitumen*), setempat bersisipan breksi batugamping dan batugamping pasiran. Penyebaran Formasi ini tersebar di bagian tengah memanjang timur - barat, diduga tertindih secara tidak selaras oleh Formasi Camba. Formasi Tonasa sifat erosivitasnya adalah sedang.
- d Batuan Terobosan (gd,d,t,b) yang berumur Miosen terdiri dari grano-diorit, diorit, trakit dan basal. Umumnya batuan kompak yang mempunyai erosivitas lemah atau kecil.
- e Batuan Gunung Api Soppeng (Tmsv) yang berumur Miosen Tengah terdiri dari breksi dan

lava. Berupa batuan yang kompak dan mempunyai erositivitas lemah atau kecil.

- f Formasi Camba (Tmc); berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir disusun oleh batuan sedimen laut yang berselingan dengan batuan gunung api terdiri dari batupasir tufaan, batupasir, batulempung, napal, batugamping dan batubara. Anggota Batugamping (Tmcl), Anggota Batuan Gunung Api (Tmcv) yang terdiri dari breksi, lava, tufa dan konglomerat, Anggota Tefrit Leusit didalam lava dan breksi (Tmca). Umumnya adalah sedimen klastik dan vulkanik dengan erositivitas sedang.
- g Formasi Walanae (Tmpw); berumur Miosen Akhir - Pliosen secara tidak selaras diatas Formasi Camba. Formasi Walanae terdiri dari selang-seling batupasir, batulanau, tufa, napal dan batubara (*lignit*), batulempung, konglomerat dan batugamping Anggota Tacipi (Tmpt). Batupasirnya berbutir sedang sampai kasar, umumnya gampingan, agak kompak, berkomposisi andesit dan sebagian banyak mengandung mineral kuarsa. Formasi ini disusun umumnya batuan sedimen klastik dengan erositivitas sedang.
- h Gunung Api Baturape-Cindako (Tpbv); berumur Plistosen terdiri dari lava dan breksi. Batuananya relatif kompak yang berupa lava dan breksi, bila kena air hujan dan gerusan air sungai sifat erositivitasnya adalah lemah atau kecil.
- i Endapan Aluvium, Danau dan Pantai (Qac); rombakan dari semua batuan yang telah ada terdiri dari berangkal, kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lempung. Endapan ini disusun oleh material bersifat lepas dan belum kompak, sehingga mudah sekali terjadi erosi dan sedimentasi atau bisa disebut erositivitas kuat.

Secara lengkap penyebaran batuan di daerah penelitian dan urutan stratigrafi batuan yang mencerminkan sejarah geologinya dan lingkungan pengendapannya pada Gambar 4 dan Tabel 1.

Lokasi pos duga air yang berada di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae antara lain, ialah:

- a Pos duga air Ponre – Ponre – Tinco lokasinya berada pada Formasi Camba (Tmc) yang disusun oleh batuan sedimen laut yang berselingan dengan batuan gunung api. Sedimen transport yang tertangkap di pos duga air, berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan di daerah hulunya yang termasuk

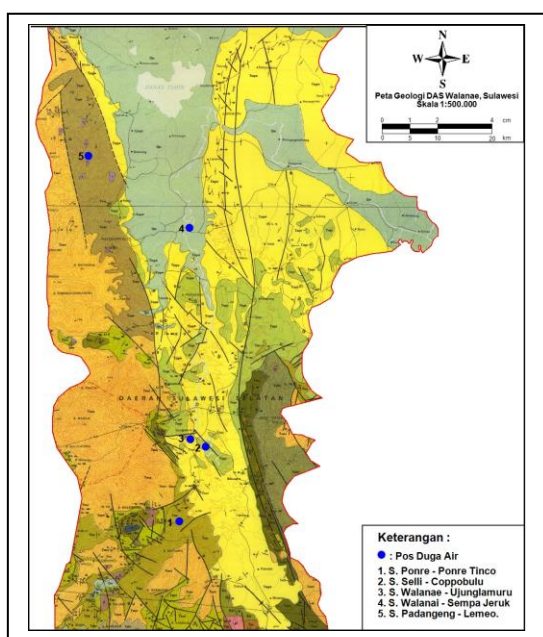
Formasi Camba terdiri dari batupasir tufaan, batupasir, batulempung, napal, batugamping, batubara, breksi, tufa dan konglomerat. Sumber erosi dari batuan berumur tua dan kompak, diduga erosi sedimennya relatif kecil.

- b Pos duga air Selli – Coppobulu berada pada Formasi Walanae (Tmpw).
- c Sedimen transport yang tertangkap di pos duga air, berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan di daerah hulunya yang termasuk Formasi Walanae terdiri dari selang-seling batupasir, batulanau, tufa, napal, batubara batulempung, konglomerat dan batugamping Anggota Tacipi (Tmpt). Sumber erosi dari batuan klastik dengan luas DAS paling kecil, sehingga erosi sedimennya adalah relatif kecil.
- d Pos duga air Walanae – Ujung Lamuru berada pada Formasi Walanae (Tmpw). Sedimen transport yang tertangkap di pos duga air, berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan di daerah hulunya yang termasuk Formasi Walanae terdiri dari selang-seling batupasir, batulanau, tufa, napal, batubara, batulempung, konglomerat dan batugamping. Formasi Camba terdiri dari batupasir tufaan, batupasir, batulempung, napal, batugamping, lava dan breksi. Sumber erosi berasal dari batuan klastik yang sifat erosinya sedang dengan DAS cukup luas, hasil erosi sedimennya kuat.
- e Pos duga air Walanae – Sempa Jeruk berada pada Endapan Aluvium(Qac). Sedimen transport yang tertangkap di pos duga air berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan di daerah hulunya yang termasuk Formasi Walanae terdiri dari selang-seling batupasir, batulanau, tufa, napal, batubara, batulempung, konglomerat dan batugamping. Sumber erosi berasal dari batuan klastik yang sifat erosinya sedang dan endapan aluvium sifat erosinya kuat dengan DAS cukup luas, diduga hasil erosi sedimennya kuat.
- f Pos duga air Padangeng – Lemeo berada pada Batuan Gunung Api Soppeng (Tmsv). Sedimen transport yang tertangkap di pos duga air, berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan di daerah hulunya yang termasuk batuan Gunung Api Soppeng, Anggota Batuan Gunung Api dari Formasi Camba yang terdiri dari breksi, lava, tufa dan konglomerat. Sumber erosi berasal dari batuan yang sifat erosinya kecil, diduga hasil erosi sedimennya kecil.

Tabel 1 Tabel Stratigrafi Daerah Aliran Sungai Welanaea

Formasi Batuan	Umur								Sifat Erosivitas	
	Pra Tersier	Paleosen	Eosen	Oligosen	Miosen	Pliosen	Plistosen	Holosen		
Endapan Aluvium (Qac)									—	Kuat
Gunung Api Baturape -Cindako (Tpbv)							—			Kecil
Formasi Walanae, (Tmpw), Anggota Batu gamping Tacipi (Tmpt)					—	—				Sedang
Formasi Camba (Tmc), Anggota Batu gamping, Anggota Tefrit Leusit, Anggota Gunung Api					—	—				Sedang
Batuan Gunung Api Soppeng (Tmsv)					—					Kecil
Batuan Terobosan (gd, d, t, b)					—					Kecil
Formasi Tonasa (Temt)			—	—	—					Sedang
Gunung Api (Tpv)		—	—							Kecil
Formasi Balang Baru (Kb) dan Formasi Marada (Km)	—									Sedang

Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4 Peta Geologi Daerah Aliran Sungai (DAS) Welanaea Hulu

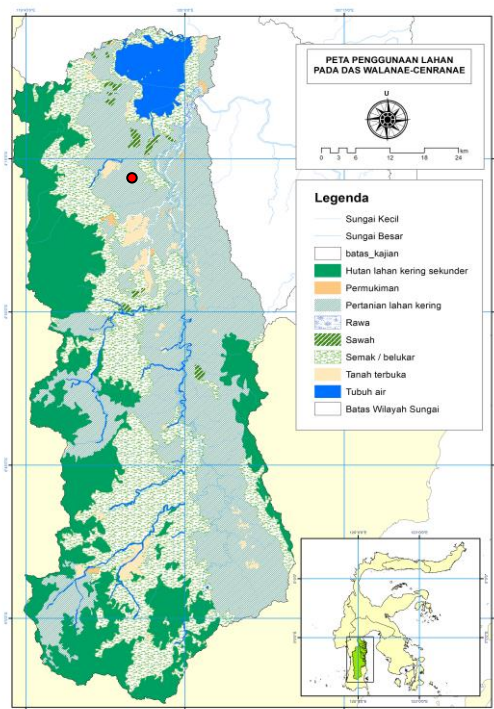
Kondisi Tataguna Lahan

Penggunaan lahan terbesar di wilayah Sub DAS Walanae hulu bagian selatan waduk Tempe seperti pada Gambar 5, dan Tabel 2 didominasi oleh kumulatif dari pertanian lahan kering, tanah terbuka, permukiman dan sawah dengan luas

1.724,50 km² atau sekitar 42,78 % dari luas total 4.031,02 km². Sedangkan luas hutan hanya seluas 1.028,44 atau 25,51 % dan itupun bukan hutan primer tetapi hutan lahan kering sekunder, padahal idealnya suatu DAS harus memiliki hutan sekitar 30 % dan untuk DAS ini berarti harus tersedia seluas 1.209,31 km².

Tabel 2 Penggunaan lahan Sub DAS Walanae Hulu

No.	Penggunaan Lahan	Luas	
		Km ²	%
1	Hutan lahan kering sekunder	1.028,44	25,51
2	Permukiman	9,09	0,23
3	Pertanian lahan kering	1.608,71	39,91
4	Rawa	5,74	0,14
5	Sawah	9,09	0,23
6	Semak belukar	1.101,28	27,32
7	Tanah terbuka	81,86	2,03
8	Tubuh air	171,05	4,24
Total		4.031,02	100,00



Gambar 5 Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Walanae Hulu

Karakteristik Angkutan Sedimen Sungai

Data yang diperoleh berupa data pengukuran debit, data pengukuran sedimen melayang berupa data hasil analisis laboratorium, serta data debit runtut waktu. Data tersebut hanya tersedia di 5 (lima) pos hidrometri (pos pemantauan) di Sub DAS Walanae Hulu dengan periode pengukuran dan debit runtut waktu yang bervariasi, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Ketersediaan data pengukuran sedimen dan debit, serta data debit deret waktu

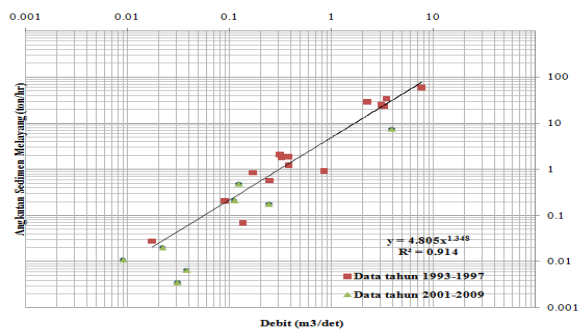
Sungai Tempat	Ketersediaan Data			
	Sedimen Melayang		Debit Harian Runtut Waktu	
	Periode	Tahun	Periode	Tahun
Ponre-Ponre-Tinco	1993-2009	7	2001-2002 2010-2012	5
Selli-Selli-Coppobulu	2001-2011	11	1993-1994 1996-1999, 2001-2004 2006 2009-2011	14
Walanae-Ujung Lamuru	1993-2011	19	1995,1996, 1998,1999 2001-2007 2009-2012	14
Walanae-Sempa Jeruk	1980-2011	32	1990-1999 2003-2004 2006,2008 2011-2012	18
Padangeng-Lemeo	1995-2011	17	1996-2000 2001,2003 2006,2007 2009-2012	13

Selanjutnya, berdasarkan hasil analisa laboratorium dihitung besarnya angkutan sedimen melayang (ton/hari) dan hasilnya seperti contoh pada Tabel 4. Perhitungan angkutan sedimen melayang serupa dilakukan terhadap 4(empat) lokasi lainnya. Berdasarkan data pengukuran debit dan angkutan sedimen melayang, maka dapat dibuat lengkung sedimen melayang untuk masing-masing lokasi di Sub DAS Walanae Hulu. Hasil analisis lengkung sedimen melayang kelima lokasi dapat dilihat pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 10.

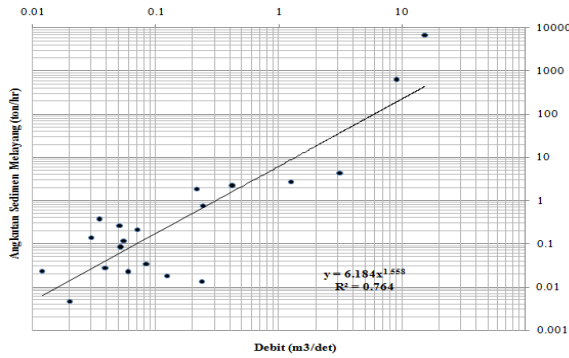
Tabel 4 Data angkutan sedimen melayang di S. Walanae – Sempajeruk

No. Urut	Tanggal	Debit (m ³ /det)	Angkutan Sedimen (ton/hari)
83	22 Jan.-2006	37,5	223
84	9 Mei-2006	113	64,9
85	20 juni-2006	1.578	8.863
86	2 Agust.-2006	21,4	242
87	5 Des.-2006	7,82	9,16
88	4 Juli-2007	129	249
89	7 des.-2007	12,4	68,4
90	13 Feb.-2008	348	181
91	10 Juli-2008	14,3	12,0
92	20 Okt.-2008	24,1	115
93	28 Des.-2008	29,9	24,5
94	5 Mar.-2009	31,4	3,61
95	15 Juli-2009	22,6	7,16
96	23 Okt.-2009	8,24	0,89
97	3 Agust.-2010	851	5.523
98	31 Agust.-2010	41,5	65,8
99	18 Jan.-2011	169	68,2

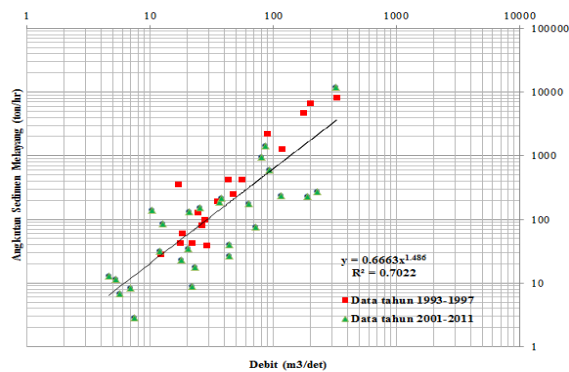
Hasil analisis lengkung sedimen menunjukkan bahwa dari plotting data pengukuran debit dan angkutan sedimen melayang menunjukkan penyebaran data yang relatif stabil di 4 (empat) lokasi pemantauan, seperti pada Gambar 6 sampai dengan 10. Sedangkan hasil analisis di pos Padangeng-Lemeo, data pengukuran sangat menyebar pada, seperti pada Gambar 10.



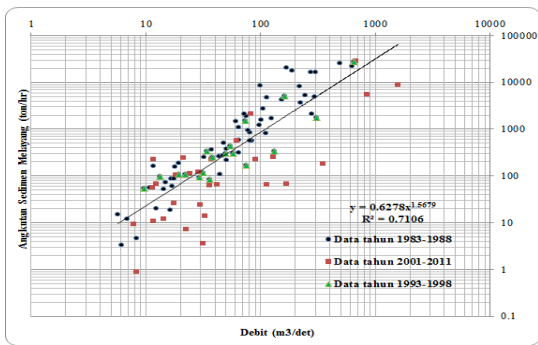
Gambar 6 Lengkung sedimen melayang di Ponre-Ponre-Tinco



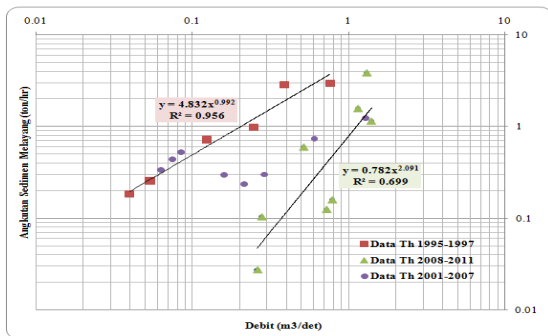
Gambar 7 Lengkung sedimen melayang di Selli-Selli-Coppobulu



Gambar 8 Lengkung sedimen melayang di S Walanae-Ujung Lamuru



Gambar 9 Lengkung sedimen melayang di S Walanae-Sempajeruk



Gambar 10 Lengkung sedimen melayang di Padangeng-Lemeo

Pada Gambar 10, lengkung sedimen pos Padangeng – Lemeo menunjukkan hubungan yang tidak stabil. Angkutan sedimen melayang terlihat semakin tinggi, berturut-turut pada periode 1995-1997, 2001-2007, dan 2008-2011. Untuk sementara lengkung sedimen di pos Padangeng-Lemeo menunjukkan 2 (dua) lengkung, yaitu lengkung untuk periode tahun 1995-1997 dan 2001-2009. Lengkung sedimen di pos Padangeng-Lemeo yang akan digunakan untuk analisis angkutan sedimen adalah persamaan $Q_s = 0.7829Q_w^{2.0919}$ dengan nilai korelasi sebesar 84 %. Hasil analisis lengkung sedimen melayang di 4 lokasi lainnya cukup baik dengan korelasi mencapai > 0,84, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Persamaan lengkung debit sedimen di DAS Walanae

Lokasi	Rumus	R ²	R
Ponre-Tinco	$Q_s = 4,805 \cdot 1,348$	0,91	0,96
Selli-Coppobulu	$Q_s = 6,184 Q_w^{1,588}$	0,76	0,87
Walanae-U.Lamuru	$Q_s = 0,666 Q_w^{1,486}$	0,70	0,84
Walanae-Sempajeruk	$Q_s = 0,6278 Q_w^{1,5679}$	0,71	0,84
Padangeng-Lemeo**	$Q_s = 0,7289 Q_w^{2,0919}$	0,74	0,86

Keterangan: ** data meragukan

Kondisi Aliran Sungai

Data debit runtut waktu dari pos duga air di daerah penelitian dapat dikumpulkan dari Buku Publikasi Debit Sungai, Puslitbang SDA. Data debit runtut waktu tersebut sebelum digunakan dilakukan pengecekan tentang kebenaran datanya. Data debit yang salah atau meragukan kebenarannya tidak digunakan untuk perhitungan sedimen.

Hasil analisis data runtut waktu menunjukkan kualitas data debit banyak yang meragukan dan tidak realistis. Data yang meragukan dan yang tidak realistis tersebut tidak digunakan dalam analisis. Analisis data debit runtut waktu berdasarkan hidrograf debit harian runtut waktu, tebal aliran runtut waktu dan kondisi lengkung debit. Berdasarkan analisis tebal aliran menunjukkan bahwa banyak data di suatu DAS yang tidak realistis. Kondisi data tebal aliran untuk keempat lokasi dapat dilihat pada Gambar 11. Pada Gambar 11 terlihat banyak data tebal aliran yang meragukan dan perlu dilakukan pengecekan dan konfirmasi dengan Pengelola data, bila data tersedia dan memenuhi syarat maka perlu dilakukan kalibrasi. Tebal aliran yang meragukan dan beberapa data bahkan tidak realistis tersebut pada Gambar 11 diberi tanda merah.

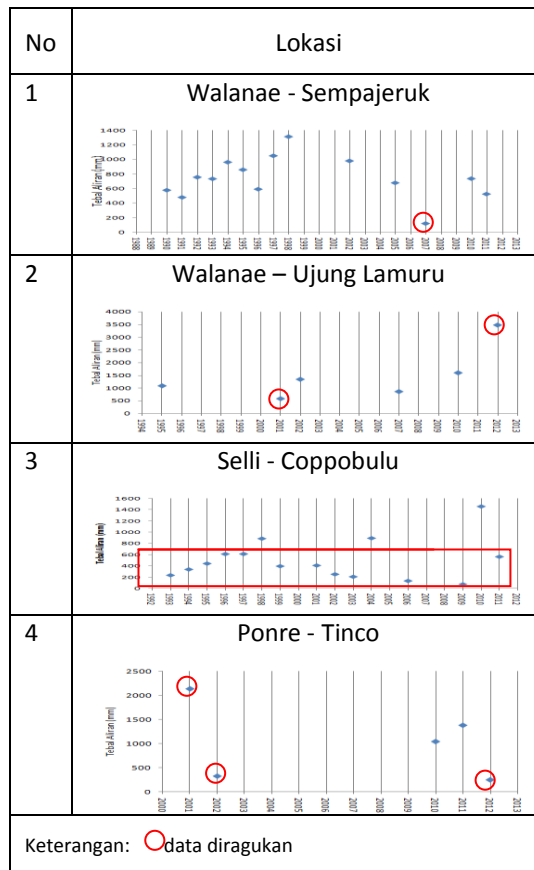
Sedangkan hasil analisis terhadap lengkung debit menunjukkan bahwa dengan data pengukuran yang ada belum dapat dilakukan pengkinian lengkung debit, hal ini dikarenakan:

- a) data pengukuran debit hanya tersedia pada muka air rendah sampai muka air sedang
- b) hasil plotting data pengukuran debit sangat menyebar
- c) data penampang melintang sampai muka air banjir tidak tersedia.

DAS Ponre-Ponre-Tinco dengan luas DAS 61,25 km² mempunyai debit runtut waktu 5 tahun dan tidak kontinyu. Berdasarkan analisis pengkinian lengkung debit dengan menggunakan data pengukuran periode tahun 1992-2009 menunjukkan bahwa pengkinian lengkung debit belum dapat dilakukan karena pengukuran debit baru sampai muka air (MA) 1,70 m, padahal tinggi muka air maksimum terjadi sampai pada MA 2,34 m. Berdasarkan hasil analisis data debit runtut waktu menunjukkan beberapa data meragukan, maka data yang dapat dan akan digunakan dalam analisis angkutan sedimen adalah data tahun 2010 saja. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa debit harian rata-rata berkisar antara 0,10–29,22 m³/sekon. Debit banjir terbesar yang terjadi adalah 29,3 m³/sekon pada tinggi muka air 2,34 m tanggal 26-6-2010. Debit minimum terkecil yang terjadi adalah 0,1 m³/sekon, pada tinggi muka air 0,03 m tanggal 6-4-2010.

DAS Selli-Selli-Coppobulu dengan luas DAS 36,90 km² mempunyai data runtut waktu 15 tahun dan tidak kontinyu. Kondisi data pengukuran banyak yang meragukan dan hasil plotting data pengukuran yang ada sangat menyebar, maka pengkinian lengkung debit tidak dapat dilakukan. Data debit tanpa kalibrasi menunjukkan data banyak yang meragukan. Debit banjir terbesar yang pernah terjadi adalah 360 m³/sekon pada tinggi muka air 5,25 m tanggal 13-3-1995. Debit minimum terkecil yang pernah terjadi adalah 0 m³/sekon, pada tinggi muka air 0,01 m tanggal 9-4-2006. Melihat kondisi kualitas data yang demikian dan kalibrasi tidak dapat dilakukan maka data yang dapat dan akan digunakan dalam analisis angkutan sedimen adalah data debit tahun 2010.

DAS Walanae-Ujung Lamuru dengan luas DAS 1.625,0 km² mempunyai debit runtut waktu 16 tahun dengan kondisi data kurang kontinyu. Berdasarkan analisis pengkinian lengkung debit dengan menggunakan data pengukuran periode tahun 2000-2011 menunjukkan bahwa lengkung debit belum dapat dibuat karena pengukuran debit sampai muka air 1,80 m, padahal tinggi muka air maksimum sampai 9,30 m, serta belum tersedia data penampang melintang sungai sampai muka air banjir tertinggi.



Gambar 11 Kondisi data tebal aliran

Berdasarkan data 16 tahun tersebut dan tanpa kalibrasi maka dapat diketahui bahwa debit rata-rata harian berkisar antara 1,95–2639 m³/sekon. Debit banjir terbesar yang pernah terjadi adalah 4.110m³/sekon pada tinggi muka air 9,30 m tanggal 6-5-2003. Debit minimum terkecil yang pernah terjadi adalah 0,0 m³/sekon, pada tinggi muka air -0,07m tanggal 24-9-2004. Melihat kondisi data banyak yang meragukan maka data debit yang dapat dan akan digunakan dalam analisis angkutan sedimen adalah data tahun 2002, 2003, 2006, dan 2012.

DAS Walanae-Sempajeruk dengan luas DAS 2.846 km² mempunyai debit runtut waktu 18 tahun dan data tidak kontinyu. Kondisi datapengukuran tahun 1990-2011 banyak data yang meragukan dan hasil plotting data sangat menyebar. Pengkinian lengkung debit tidak dapat dilakukan, walaupun sudah mengacu pada lengkung debit grafis yang pernah dibuat.

Berdasarkan data tahun 1990-2011 tanpa dilakukan kalibrasi dapat diketahui bahwa debit rata-rata harian berkisar antara 0,37–1372 m³/sekon. Debit banjir terbesar yang pernah terjadi adalah 974.26m³/sekon pada tinggi muka air 8,78 m tanggal 2-3-1997. Debit minimum terkecil yang pernah terjadi adalah 0,55 m³/sekon, pada tinggi muka air 0,15 m tanggal 7-11-1997.

Melihat kondisi data banyak yang meragukan maka data debit yang dapat dan akan digunakan dalam analisis angkutan sedimen adalah data tahun 2003, 2006, 2011, dan 2012.

Produksi Sedimen (*Sediment Yield*)

Sumber angkutan sedimen umumnya berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan, sangat dipengaruhi oleh susunan, jenis, umur dan penyebaran batuan serta luas daerah aliran sungai (DAS). Beberapa jenis batuan yang berpengaruh terhadap sumber angkutan sedimen, seperti endapan alluvium akan mudah ter-erosi, karena materialnya masih bersifat lepas dan akan menjadi sumber angkutan sedimen yang paling besar atau sifat erosivitasnya kuat. Batuan sedimen klastik akan menghasilkan sebagai sumber angkutan sedimen sedang. Batuan vulkanik dan batuan beku sebagai sumber angkutan sedimen relatif kecil, karena umumnya adalah kompak dan sulit untuk menjadi lapuk serta hancur oleh hujan maupun gerusan air sungai. Selain itu umur batuan menentukan tingkat kekerasan atau kekompakan batuan, sehingga umur batuan yang lebih tua akan lebih sulit ter-erosi dibandingkan yang berumur muda.

Mengingat kondisi kualitas data debit banyak yang meragukan dan tidak dapat dilakukan kalibrasi karena data pengukuran banyak yang meragukan dan hanya tersedia pada muka air sedang bahkan muka air rendah, maka analisis prakiraan sumber asal angkutan sedimen ditinjau berdasarkan data debit tahun tertentu dengan periode data yang sangat pendek dan lengkung sedimen di 5 (lima) titik pemantauan. Gambaran kondisi besarnya angkutan sedimen untuk 5 titik pemantauan dapat digambarkan seperti pada Gambar 11.

Pada Gambar 12 tersebut terlihat bahwa Sub DAS dengan kondisi angkutan sedimen terbesar pada nilai satuan debit yang sama sebetulnya berasal dari Sub DAS Padangeng-Lemeo. Melihat kondisi data pengukuran angkutan sedimen suspensi yang tersedia sangat terbatas pada debit kecil dan hasil plotting data sangat menyebar, maka data angkutan sedimen pada titik pemantauan ini tidak digunakan.

Melihat kondisi geologi dan luas DAS yang ada, maka hasil prediksi angkutan sedimen terbesar adalah Sub DAS Walanae-Sempajeruk yang berasal dari endapan alluvium. Berdasarkan luas DAS untuk angkutan sedimen sedang adalah Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru dan Selli-Coppobulu yang berasal dari endapan klastik Formasi Tonasa, sedangkan angkutan sedimen terkecil bersumber dari Sub DAS Ponre-Ponre-

Tinco dan Padangeng-Lemeo yang berasal dari batuan vulkanik.

Sub DAS Walanae-Sempajeruk dan Walanae-Ujung Lamuru cenderung mempunyai potensi angkutan sedimen dengan potensi debit dan luas DAS relatif besar, maka produksi angkutan sedimen dari kedua DAS tersebut cukup besar dalam menyumbang sedimentasi pada waduk Tempe.

Berdasarkan persamaan lengkung sedimen yang dapat dibuat dan data debit yang tersedia, maka dapat diperkirakan besarnya laju angkutan sedimen melayang yang terjadi di empat pos pemantauan di sub DAS Walanae seperti dapat dilihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6 tersebut sudah diperhitungkan besarnya sedimen melayang dilokasi itu disebut '*unsample zone*' dan sedimen dasar. Nilai sedimen melayang dilokasi '*unsample zone*' (*Qsu*) ditaksir, biasanya diambil nilai 10 % terhadap debit sedimen melayang. Demikian pula dengan debit sedimen dasar runtut waktu karena umumnya sedimen dasar sulit diukur atau data tidak tersedia, maka besarnya debit sedimen dasar (*Qsd*) dalam satu tahun ditaksir berdasarkan persentase sedimen melayang untuk tahun yang bersangkutan, biasanya diambil 10% dari sedimen melayang (Mutreja, K.N., 1986).

Berdasarkan hasil analisis produksi sedimen di 4 titik pengamatan tersebut, bila didasarkan pada nilai *sediment yield* didapatkan hasil yang tidak wajar di Sub DAS Walanae-Sempajeruk. *Sediment yield* di Sub DAS Walanae-Sempajeruk seharusnya lebih besar dibandingkan dengan *sediment yield* di Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru, mengingat Sub DAS Walanae-Sempajeruk mempunyai luas DAS lebih besar. Hal ini berarti telah terjadi proses erosi yang berlebihan di Sub DAS Walanae - Ujung Lamuru, diduga telah terjadi perubahan tataguna lahan atau terjadi penggundulan hutan.

Nilai angkutan sedimen yang dinyatakan sebagai laju sedimentasi per satuan luas, maka prakiraan laju sedimentasi di 4 titik pemantauan seperti pada Tabel 6. Menurut Morgan (1980) batas maksimum laju sedimentasi yang dapat diterima untuk skala DAS adalah 0,20 kg/m²/tahun (2 ton/ha/thn). Melihat nilai laju sedimentasi pada Tabel 6 maka laju sedimentasi Sub DAS Walanae Hulu masih dalam ambang batas kecuali Sub DAS Walanae - Ujung Lamuru.

Besar laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Ponre-Ponre-Tinco diperoleh rata-rata 7.267,04 ton/tahun. Total angkutan sedimen sekitar 8.793,12 ton/tahun yang diperoleh dengan memperhitungan '*unsample zone*' sebesar 10 % terhadap angkutan sedimen melayang dan angkutan sedimen dasar diambil 10 % dari

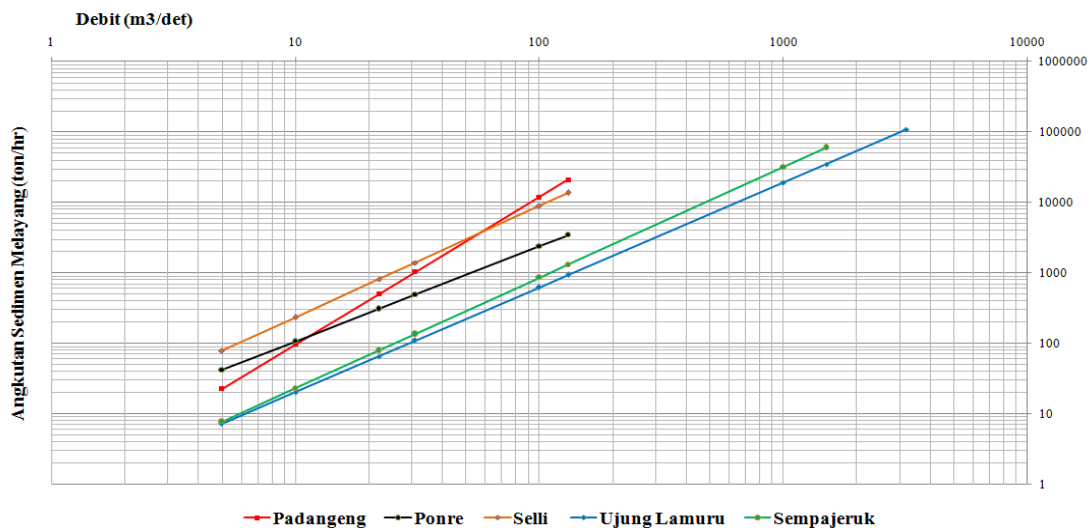
angkutan sedimen suspensi, dengan luas DAS 61,25 km² dengan berat jenis tanah diambil sekitar 1,2 ton/m³, maka laju sedimentasi rata-rata di seluruh lahannya menjadi 1,44 ton/ha/tahun dengan tebal sedimen sekitar 0,12 mm/tahun.

Besar laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Selli-Coppobulu diperoleh rata-rata 6.105,62 ton/tahun. Total angkutan sedimen sekitar 7.387,80 ton/tahun yang diperoleh dengan memperhitungkan 'unsample zone' sebesar 10 % terhadap angkutan sedimen melayang dan angkutan sedimen dasar diambil 10 % dari angkutan sedimen suspensi, dengan luas DAS 36,9 km² dengan berat jenis tanah diambil sekitar 1,2 ton/m³, maka laju sedimentasi rata-rata di seluruh lahannya menjadi 2,00 ton/ha/tahun dengan tebal sedimen sekitar 0,17 mm/tahun.

Besar laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru diperoleh rata-rata 474.210,65 ton/tahun. Total angkutan sedimen sekitar 573.794,89 ton/tahun yang

diperoleh dengan memperhitungkan 'unsample zone' sebesar 10 % terhadap angkutan sedimen melayang dan angkutan sedimen dasar diambil 10 % dari angkutan sedimen suspensi, dengan luas DAS 1.625 km² dengan berat jenis tanah diambil sekitar 1,2 ton/m³, maka laju sedimentasi rata-rata di seluruh lahannya menjadi 3,53 ton/ha/tahun dengan tebal sedimen sekitar 0,29 mm/tahun.

Besar laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Walanae-Sempajeruk diperoleh rata-rata 307.900,14 ton/tahun. Total angkutan sedimen sekitar 372.559,16 ton/tahun yang diperoleh dengan memperhitungkan 'unsample zone' sebesar 10 % terhadap angkutan sedimen melayang dan angkutan sedimen dasar diambil 10 % dari angkutan sedimen suspensi, dengan luas DAS 2.846 km² dengan berat jenis tanah diambil sekitar 1,2 ton/m³, maka laju sedimentasi rata-rata di seluruh lahannya menjadi 1,3091 ton/ha/tahun dengan tebal sedimen sekitar 0,11 mm/tahun.



Gambar 12 Kurva angkutan sedimen melayang

Tabel 6 Prakiraan Besar Angkutan sedimen yang terjadi di sub DAS Walanae Hulu di 4 titik pemantauan

Lokasi Pemantauan	Luas DAS	Qs melayang	Prakiraan Angkutan Sedimen			Angkutan Sedimen Total				Volume Sedimen (m ³ /thn)	Sediment yield (mm/thn)*
			Unsample zone	Qs melayang +Unsample zone	Dasar	ton/thn	(ton/km ² /thn)	(ton/ha/thn)	(kg/km ² /thn)		
1	2	3	4=10%*(3)	5=(3)-(4)	6=105*(5)	7=(5)+(6)	8=(7)/(2)	9=(7)/(2)*100	10=(7)*1000/(2)	11=(7)/(8)	12=(11)/(2)
Ponre-Ponre Tinco	61,25	7.267,04	726,70	7.993,75	799,37	8.793,12	143,56	1,44	146,43	7.327,60	0,12
Selli-Selli Coppobulu	36,90	6.105,62	610,56	6.716,19	671,62	7.387,80	200,21	2,00	73,77	6.156,50	0,17
Walanae-Ujung Lamuru	1.625,00	474.210,65	47.421,06	521.631,71	52.163,17	573.794,89	353,10	3,53	169.019,80	478.168,40	0,29
Walanae-Sempa Jeruk	2.846,00	307.900,14	30.790,01	338.690,15	33.869,01	372.559,16	130,91	1,31	130.906,24	310.465,97	0,11

Keterangan: *) Berat jenis tanah diambil 1,2 ton/m³

Besar angkutan sedimen melayang yang terjadi di Hulu waduk Tempe dari Sungai Walanae hulu sebetulnya dapat diwakili pada titik pemantauan di pos Walanae-Sempajeruk dan Padangeng-Lemeo. Berdasarkan hasil analisis lengkung sedimen, ternyata lengkung sedimen di Padangeng-Lemeo tidak dapat digunakan. Sedangkan hasil analisis angkutan sedimen di pos Walanae-Sempajeruk menunjukkan hasil yang meragukan karena hasilnya lebih kecil dibandingkan dengan angkutan sedimen di pos Walanae-Ujung Lamuru. Melihat kondisi yang demikian maka penentuan besar laju angkutan sedimen melayang yang terjadi di Hulu waduk Tempe dari Sungai Walanae hulu diambil dari titik pemantauan di pos Walanae-Ujung Lamuru.

Luas DAS Walanae hulu adalah 4.031,02 km² dengan asumsi laju sedimentasi dan tebal sedimen sama dengan sub DAS Walanae-Ujung Lamuru, yaitu 3,5310 ton/ha/tahun dan 0,29 mm/tahun maka besar angkutan sedimen total yang terjadi di Hulu waduk Tempe dari Sungai Walanae hulu dengan diperkirakan 1.423.371,48 ton/tahun dengan volume sedimen 1.186.142,9 m³/tahun

Tabel 7 Klasifikasi Tingkat Laju Erosi

Nomor	Besarnya Erosi	Tingkat Erosi
1	1,5 – 2,0 mm 1.500 – 2.000 m ³ 3.750 – 5.000 ton/km ²	Normal atau baik
2	2,0 – 5,0 mm 2.000 – 5.000 m ³ 5.000–12.500 ton/km ²	Sub Kritis atau sedang
3	> 5 mm > 5.000 m ³ > 12.500 ton/km ²	Kritis atau berat

Sumber: Mulyanto, 2008

Besarnya erosi berdasarkan analisis sedimen sungai yang terjadi di DAS Walanae pada tahun 1976-1995 yang tertuang pada laporan Potret DAS Sulawesi adalah sebesar 384.060 m³/tahun. Sedangkan hasil analisis saat ini dan mengacu pada tingkat sedimentasi di titik pemantauan Walanae-Ujung Lamuru maka besarnya sedimentasi di DAS Walanae dan masuk ke waduk Tempe adalah sekitar 1.186.142,9 m³/tahun, meningkat hampir 309 %. yaitu dari 384.060 menjadi 1.186.142,9 m³/tahun .Dengan volume sedimen 1.186.142,9 m³/tahun atau 3,5310 ton/ha/tahun dan berdasarkan klasifikasi tingkat erosi pada Tabel 7, maka DAS Walanae masuk dalam tingkat erosi yang normal.

Hasil prakiraan erosi yang mengacu pada analisis laju sedimen sungai pada kenyataannya selalu lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil erosi pada suatu lahan. Hal ini sudah umum bahwa

hanya sebagian kecil material tanah yang tererosi pada suatu lahan mencapai di outlet atau sungai.

Kondisi data pengukuran sedimen yang tersedia di DAS ini hanya pada debit rendah sampai sedang namun telah menunjukkan peningkatan laju erosi sebesar 309 %, apabila pengukuran sedimen dilakukan pada debit besar maka dapat diprediksi angkutan sedimen akan lebih besar. Dengan terbatasnya data pengukuran sedimen pada debit rendah sampai sedang maka pengukuran sedimen pada debit besar dan penelitian lebih detail perlu segera dilakukan, mengingat das walanae termasuk dalam kriteria das kritis super prioritas dalam pp 7 tahun 2005.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

Hasil analisa kondisi geologi dan luas DAS yang ada, diprediksi angkutan sedimen terbesar adalah Sub DAS Walanae-Sempajeruk yang berasal dari endapan alluvium, angkutan sedimen sedang adalah Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru dan Selli-Coppobulu yang berasal dari endapan klastik Formasi Tonasa.

Laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru adalah 3,53 ton/ha/tahun dengan tebal sedimentasi 0,29 mm/tahun. Sedangkan laju sedimen melayang yang terjadi Sub DAS Walanae-Sempajeruk adalah 1,3091 ton/ha/tahun dengan tebal sedimentasi 0,11 mm/tahun.

Berdasarkan kondisi geologi yang ada, nilai tebal aliran di Sub DAS Walanae-Sempajeruk seharusnya lebih besar dibandingkan dengan *sediment yield* di Sub DAS Walanae-Ujung Lamuru. Kondisi ini menunjukkan telah terjadi proses erosi yang berlebihan di Sub DAS Walanae - Ujung Lamuru, diduga telah terjadi perubahan tataguna lahan atau terjadi penggundulan hutan.

Laju erosi yang terjadi di DAS Walanae dengan mengacu pada laju sedimentasi di sub DAS Walanae-Ujung Lamuru diperkirakan sebesar 1.186.142,9 m³/tahun dan termasuk dalam tingkat erosi yang normal (kecil).

Laju erosi yang terjadi di DAS ini mengalami peningkatan dari 384.060 m³/tahun berdasarkan hasil kajian tahun 1976-1995 menjadi 1.186.142,9 m³/tahun.

Hasil analisis laju sedimen berdasarkan pada data pengukuran sedimen pada debit rendah sampai sedang, menunjukkan peningkatan sebesar 309 %. Pengukuran angkutan sedimen pada debit besar, diprediksi akan terjadi angkutan sedimen lebih besar. Diperlukan penelitian lebih detail

tentang laju erosi tanah/lahan yang segera dilakukan, disamping konservasi lahan yang sudah harus menjadi prioritas utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kinnell, P.I.A. 2008. *The Miscalculation of The USLE Topographic Factors in GIS*. Canberra Australia: Faculty of Science University of Canberra.
- Moerwanto, A.S. dan Putuhena, W.M. 2010. *Pedoman Pengelolaan dan Pengukuran Sedimen*. Bandung: Pusat Litbang Sumber Daya Air.
- Mulyanto, H.R. 2008. *Efek Konservasi dari Sistem Sabo untuk Pengendalian Sedimentasi Waduk*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Peraturan Presiden No. 7, 200. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2004-2009. Jakarta
- Pusat Pengelolaan Ekoregion SUMAPAPUA, 2014. Potret DAS Sulawesi. <http://ppesumapapua.menlh.go.id>, Diakses: Rabu, 23 Juli 2014 jam 10.20.
- Sarwan. 2008. *Kajian Laju Angkutan Sedimen Pada Sungai – Sungai di Sumatera Selatan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sukamto. 1982. *Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi*, skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Wischmeier, W. H., and Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide To Conservation Planning. U.S Department of Agriculture, *Agriculture Handbook No.537*.