

**TIPOLOGI DAERAH ALIRAN SUNGAI UNTUK MITIGASI BENCANA BANJIR DI DAERAH
ALIRAN SUNGAI MUSI**
(*Watershed typology for flood mitigation in Musi Watershed*)

Irfan Budi Pramono¹ dan Pamungkas Buana Putra¹
Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. A.Yani Pabelan Kartasura PO BOX 295 Surakarta 57102
Email: ibpramono@yahoo.com

Diterima: 19 Oktober 2017; Selesai Direvisi: 25 November 2017; Disetujui: 26 November
2017

ABSTRACT

The cause of flood problems could be identified from problems that happened in the catchment area as flood water discharge and flooded or inundation area. The objective of this study is to identify the degree of flood vulnerability, both flood water discharge and flooded area, as a basis of flood mitigation at the Musi Watershed. Method applied on this study is the watershed typology formula developed by Watershed Management Technology Centre (WMTC) for identifying flood vulnerability based on land system, land cover, and maximum daily rainfall. Degree of flood vulnerability is differentiated into five categories. Musi Watershed was divided into 14 sub watersheds and each sub watershed is identified its degree of vulnerability on flood water discharge and area of flooded area. Based on these values the rank of sub watershed to its degree of degradation could be generated. The result showed that Komerang and Deras Sub Watersheds were vulnerable to flood due to their nature. Ogan and Upper Musi Sub watersheds were the source of flood due to different caused by high rainfall, while Upper Musi was generated by high land vulnerable. The mitigation program in the flood prone area is complicated since Deras Sub Watershed was the accumulation of many downstream sub watersheds. Mitigation program in the discharge area could be done in Upper Musi Sub Watershed, since it has the highest vulnerability. Upper Musi is also the upstream of Deras Sub Watershed.

Key words: *flood; mitigation; watershed typology; Musi Watershed*

ABSTRAK

Penyebab banjir dapat diketahui dari identifikasi permasalahan di daerah tangkapan air sebagai pasokan air banjir dan daerah kebanjiran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan banjir, yang meliputi tingkat kerentanan pasokan air banjir dan daerah kebanjiran sebagai dasar untuk mitigasi banjir di DAS Musi. Metode yang digunakan adalah "tipologi daerah aliran sungai" yang dikembangkan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) sebagai formula untuk mengidentifikasi kerentanan banjir berdasarkan faktor-faktor sistem lahan, penutupan lahan, curah hujan harian maksimum. Tingkat kerentanan banjir dibedakan menjadi lima kategori. DAS Musi dibagi menjadi 14 Sub DAS, masing-masing diidentifikasi

tingkat kerentanan pasokan air banjir dan kerentanan daerah kebanjiran. Hasil analisis menunjukkan bahwa Sub DAS Komering dan Sub DAS Deras adalah dua sub DAS yang rentan banjir karena sifat alamiahnya. Sedangkan Sub DAS Ogan dan Sub DAS Musi Hulu merupakan dua sub DAS pemasok air banjir. Bila Sub DAS Ogan dikarenakan potensi curah hujan yang tinggi sedangkan Sub DAS Musi Hulu dikarenakan tingkat kerentanan lahan yang tinggi. Program mitigasi daerah rawan banjir di Sub DAS Deras lebih kompleks karena merupakan hilir dari beberapa sub DAS. Program mitigasi daerah pasokan banjir dapat dilakukan di Sub DAS Musi Hulu karena wilayahnya memiliki kerentanan lahan yang tinggi dan menjadi salah satu DAS hulu dari Sub DAS Deras.

Kata kunci: banjir; mitigasi; tipologi DAS; DAS Musi

I. PENDAHULUAN

Ketika kejadian banjir di suatu wilayah DAS meningkat secara luas yang menimbulkan kerugian sosial dan ekonomi, hal ini sering kali dianggap sebagai satu hal buruk yang disebut sebagai bencana alam. Hal ini dapat diindikasikan sebagai ketidakmampuan ekosistem dalam memberikan layanan lingkungan sebagai akibat telah terjadi degradasi fungsi lingkungan dan daya dukung DAS (Paimin, Sukresno, & Purwanto, 2010; Lyytimäki, Petersen, Normander, & Bezák, 2008; Papaioannou, Vasiliades, & Loukas, 2015). Banjir hakekatnya merupakan salah satu kondisi hidrologi hasil luaran dari suatu DAS yang juga menjadi karakteristik DAS tersebut (Paimin *et al.*, 2010; Paimin, Pramono, Purwanto, & Indrawati, 2012). Banjir bersifat sebagai karakteristik alami DAS manakala hanya dipengaruhi oleh faktor alami DAS, namun dapat bersifat sebagai karakteristik aktual DAS ketika dipengaruhi oleh faktor alami dan faktor manajemen (Paimin *et al.*, 2010).

Karakteristik DAS sangat penting untuk diketahui dalam pengelolaan DAS. Hasil karakterisasi tersebut digunakan untuk

melakukan diagnosis (identifikasi) dengan hasil berupa tingkat kerentanan dan potensi yang kemudian dipakai sebagai dasar klasifikasi DAS dan penyusunan perencanaan pengelolaan DAS (Paimin *et al.*, 2012). Prediksi keadaan banjir menjadi salah satu karakter yang perlu diketahui untuk mengetahui respon hidrologi DAS yang terkait kuantitas dan kontinuitas hasil air (Paimin *et al.*, 2010; Chang, 2009). Oleh karenanya dalam Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 banjir dimasukkan dalam sub kriteria karakteristik DAS untuk menentukan klasifikasi DAS apakah termasuk DAS yang dipulihkan atau dipertahankan (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

Dengan mengetahui sifat atau karakteristik suatu DAS, maka pengelolaan DAS akan lebih terarah, efektif dan efisien. Untuk mengetahui karakteristik DAS tersebut dapat dilakukan dengan analisis Tipologi DAS. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa, Departemen Pendidikan Nasional (2002), tipologi diartikan sebagai ilmu watak tentang bagian manusia dalam golongan-golongan menurut corak watak masing-masing. Pengertian tipologi tersebut diaplikasikan

dalam pengelolaan DAS, terutama tipologi banjir, sebagai karakteristik DAS yang menunjukkan sifat rentan dan potensi suatu DAS terhadap banjir, baik kerentanan terhadap pasokan air banjir maupun kerentanan daerah kebanjiran (Paimin *et al.*, 2012).

Informasi ataupun peta areal yang rentan terhadap banjir adalah penting digunakan untuk memonitor dan mengurangi resiko pencegahan dan penanggulangan terjadinya banjir (Ho, Yamaguchi, & Umitsu, 2013). Dengan mengetahui tingkat kerentanan pasokan air banjir dapat digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki daerah tangkapan air terutama bagian hulu DAS. Dengan diketahui daerah rentan bencana banjir atau kebanjiran maka akan diperoleh pedoman untuk merencanakan dan menerapkan teknik penanggulangan banjir di bagian hilir, seperti tanggul dan polder. Selain hal tersebut, peta daerah rawan kebanjiran juga dapat dipergunakan sebagai dasar dalam melakukan peringatan dini sehingga dampak bencana banjir dapat diperkecil. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan kebanjiran dan tingkat kerentanan pasokan air banjir di DAS Musi sebagai dasar untuk mitigasi bencana banjir.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan lokasi

Penelitian dilakukan pada bulan April sampai November 2012 pada DAS Musi yang secara administrasi terletak di sebagian besar Provinsi Sumatera Selatan,

sebagian kecil termasuk kedalam wilayah Provinsi Bengkulu, Jambi, dan Lampung.

B. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2006, peta *Regional Physical Planning Programme for Transmigration* (RePPPProT) tahun 1987 skala 1:250.000, peta topografi, Citra *Digital Elevation Model* (DEM) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), peta penutupan lahan tahun 2011. Peralatan yang digunakan berupa perangkat *Geographic Information System* (GIS) dengan *software* Arc Map 10.

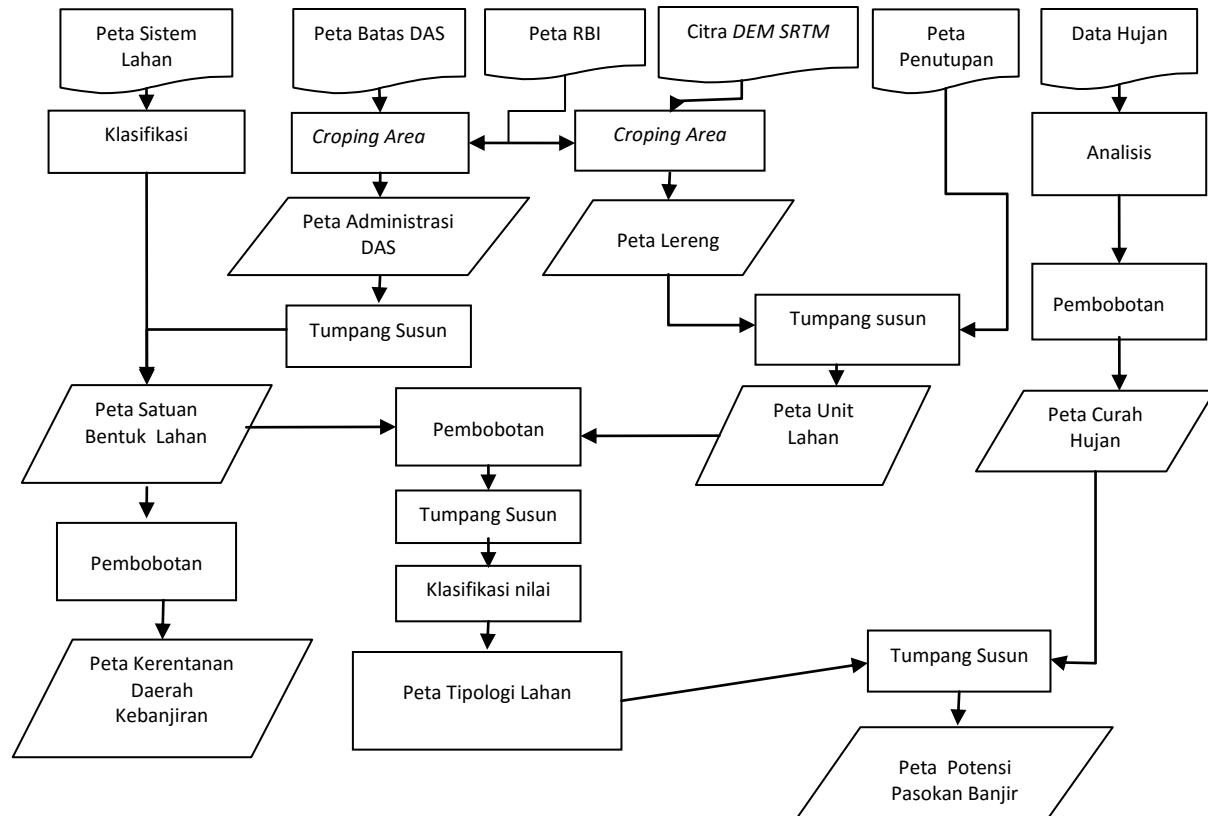
C. Metode penelitian

Formula Tipologi DAS yang dihasilkan oleh Paimin *et al.* (2012) diaplikasikan dalam penelitian ini. Beberapa alasan yang mendasarinya adalah sebagai berikut: 1) bahwa di dalam formulasi Tipologi DAS menghasilkan informasi karakteristik (kerentanan dan potensi) DAS berupa tipologi banjir disamping tipologi lahan, tipologi sosial ekonomi, tipologi daerah tangkapan air, tipologi DAS, tipologi kewilayahan, dan tipologi pengelolaan DAS; 2) bahwa formulasi Tipologi DAS disusun untuk DAS yang mempunyai cakupan wilayah setara dengan tingkatan provinsi dan atau lintas provinsi. Hal ini selaras dengan cakupan wilayah DAS Musi yaitu pada tingkatan lintas provinsi (walau dominan hanya pada satu provinsi).

Analisis banjir didekati secara spasial dengan memilah tingkat kerentanan daerah kebanjiran dan potensi pasokan air banjir (Paimin *et al.*, 2012). Kerentanan daerah kebanjiran adalah hasil analisis spasial yang mencerminkan karakteristik

alami bentang DAS terhadap kejadian banjir berdasarkan parameter bentuk lahan dari suatu sistem lahan. Potensi pasokan banjir adalah hasil analisis spasial yang menunjukkan potensi air banjir sebagai manifestasi luaran dari proses

interaksi antara hujan (sebagai masukan) dengan lahan (sebagai prosesor). Informasi potensi pasokan banjir akan menjelaskan dari sub DAS mana pasokan banjir berasal. Alur pikir penelitian tersaji pada Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. Diagram alir penelitian Tipologi Banjir untuk Mitigasi Banjir di DAS Musi (Flow charts of watershed typology study for flood mitigation in Musi Watershed)

Sumber (Source): Paimin et al., 2012

Data sistem lahan DAS Musi diperoleh dari peta RePPPProT tahun 1987 skala 1:250.000. Dari data satuan sistem lahan di DAS Musi kemudian diambil parameter bentuk lahan (*landform*) untuk selanjutnya diklasifikasikan ke dalam 5 (lima) kelompok dan diberi pembobotan (Tabel 1). Sementara itu, parameter penutupan lahan diperoleh dari peta penutupan lahan BPDAS Musi tahun 2011. Parameter penutupan lahan selanjutnya diklasifikasi ke dalam 6 kelompok bentuk penutup lahan dan diberi pembobotan (Tabel 2).

Tabel (Table) 1. Klasifikasi dan pembobotan bentuk lahan/ sistem lahan (*Landform/ land system classification and scoring*).

No	Klasifikasi bentuk lahan/ sistem lahan (<i>Landform/ land system classification</i>)	Nilai (score)
1	Rawa-rawa, pantai, jalur kelokan (<i>Tidal swamp, beaches, meander belt</i>)	1
2.	dataran aluvial, lembah aluvial (<i>Alluvial plain, alluvial valley</i>)	2
3.	Dataran (<i>Plain</i>)	3
4.	Kipas dan lahar, teras-teras (<i>Fan and lahar, terrace</i>)	4
5.	Pegunungan dan perbukitan (<i>Mountain and hilly</i>)	5

Sumber (Source): Paimin et al., 2012

Tabel (Table) 2. Klasifikasi dan pembobotan penutupan lahan (*Land cover classification and scoring*).

No	Klasifikasi penutupan lahan (<i>Land cover classification</i>)	Nilai (score)
1.	Air payau, air tawar dan gedung (<i>Brackish water, fresh water, buildings</i>)	1
2.	Hutan lindung, hutan konservasi (<i>Protected forest, conservation forest</i>)	1
3.	Hutan produksi, perkebunan (<i>Production forest, estate</i>)	2
4.	Sawah, rumput, semak/ belukar (<i>Paddy field, grassland, shrubs</i>)	3
5.	Pemukiman (<i>Settlements</i>)	4
6.	Tegal, tanah berbatu (<i>Dry field, open land</i>)	5

Sumber (Source): Paimin *et al.*, 2012

Sementara itu, untuk menyusun spasial tipologi kerentanan lahan menggunakan formula kerentanan lahan (Lampiran 1) yang merupakan interaksi dari pembobotan parameter bentuk lahan dengan pembobotan parameter penutupan lahan. Selanjutnya, untuk mengetahui tipologi kerentanan lahan DAS Musi diperoleh dengan klasifikasi nilai hasil perhitungan kerentanan lahan (Lampiran 2).

Spasial kerentanan daerah banjir di DAS Musi disusun berdasarkan pada parameter bentuk lahan yang telah diklasifikasi dan diberi bobot (Lampiran 3). Peta ini menunjukkan karakter alami daerah-daerah dalam DAS terhadap kerentanan banjir. Spasial potensi pasokan air banjir disusun menggunakan formula tipologi pasokan air banjir (Lampiran 4). Formula ini merupakan interaksi parameter tipologi kerentanan lahan dengan parameter hujan harian maksimum.

Parameter hujan yang digunakan untuk penelitian ini berupa data curah hujan

harian maksimal. Data dikumpulkan dari 19 stasiun penakar hujan yang tersebar pada 12 kabupaten di DAS Musi yaitu: Ogan Ilir, Ogan Komering Ulu (OKU), OKU Selatan, OKU Timur, Musi Rawas, Ogan Komering Ilir (OKI), Kota Palembang, Lahat, Empat Lawang, Lubuk Linggau, Pagar Alam dan Rejang Lebong. Periode data hujan yang tersedia untuk masing-masing stasiun penakar bervariasi dari 5-10 tahun. Data curah hujan harian maksimal itu kemudian diklasifikasikan dan dibobot berdasarkan lima kelas, yaitu: <20 mm (sangat rendah); 21-40 mm (rendah); 41-75 mm (sedang); 76-150 mm (tinggi); >150 mm (sangat tinggi). Selanjutnya, dibuat peta curah hujan wilayah DAS Musi secara ekstrapolasi menggunakan metode poligon Thiessen.

D. Analisis data

Data faktor-faktor penentu banjir dimasukkan dalam format spasial kemudian dianalisis dengan program GIS (*Arc Map 10*). Skala peta diselaraskan dalam skala 1:250.000 agar sesuai dengan sumber data lain pada tingkat provinsi. Penggunaan data sekunder, penutupan lahan dan sistem lahan, yang klasifikasinya tidak sesuai dengan Lampiran 1 dan Lampiran 2 didekati dengan kesetaraan sifatnya. Dari analisis tersebut diperoleh tingkat dan sebaran kerentanan lahan, sebaran daerah-daerah yang rentan kebanjiran dan daerah pasokan air banjir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Luas dan wilayah DAS Musi

DAS Musi dapat dibagi menjadi 14 sub DAS yang membentang pada 4 (empat)

provinsi yaitu Provinsi Sumatera Selatan, Bengkulu, Jambi, dan Lampung dengan total luas wilayahnya sebesar 5.348.641 ha. Cakupan wilayah dominan DAS Musi hanya pada Provinsi Sumatera Selatan (95%), sedangkan Provinsi Bengkulu, Jambi, dan Lampung masing-masing adalah 4%, 0,6%; dan 0,4%. Sementara itu, cakupan DAS Musi pada tingkat administrasi kabupaten/ kota meliputi 21 kabupaten/ kota dimana 15 kabupaten/ kota berada pada wilayah Provinsi Sumatera Selatan dan 6 kabupaten/ kota lainnya masuk pada wilayah Provinsi Bengkulu, Jambi dan Lampung (Lampiran 5).

Berdasarkan data cakupan luas dan wilayah tersebut memperlihatkan bahwa batas DAS Musi tidak berhimpitan dengan batas administrasi yang artinya bahwa DAS

ini lintas wilayah administrasi. Hal ini juga memberikan gambaran bahwa karakter pengelolaan DAS Musi harus dimaknai sebagai pengelolaan lingkungan yang koordinatif dan utuh terkoneksi antar wilayah administratif dan sektor (Paimin *et al.*, 2012). Fakta ini akan memberikan implikasi bahwa penyusunan perencanaan dan pengelolaan DAS Musi beserta seluruh sub DAS - sub DAS dilakukan secara koordinasi antar tingkatan administrasi tidak bisa menisbikan pihak lain. Kewenangan perencanaan DAS Musi dilakukan oleh menteri karena lintas provinsi, dan tingkat sub DAS dilakukan oleh gubernur karena lintas kabupaten/ kota sebagaimana diatur dalam pasal 22 Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).



Gambar (Figure) 2. Peta administrasi DAS Musi (Administration map of Musi Watershed)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2014

B. Bentuk lahan dan penutupan lahan DAS Musi

Paimin *et al.* (2012) menggunakan bentuk lahan (*land form*) dan penutupan lahan (*land cover*) sebagai parameter kunci dalam analisis tipologi DAS. Lahan yang

diasumsikan sebagai prosesor dari suatu DAS memiliki faktor-faktor penting yang dapat menyusun/ membentuk karakteristik dan menunjukkan respon atas sebuah masukan. Faktor-faktor itu ada yang beratribut (relatif) statis/ permanen

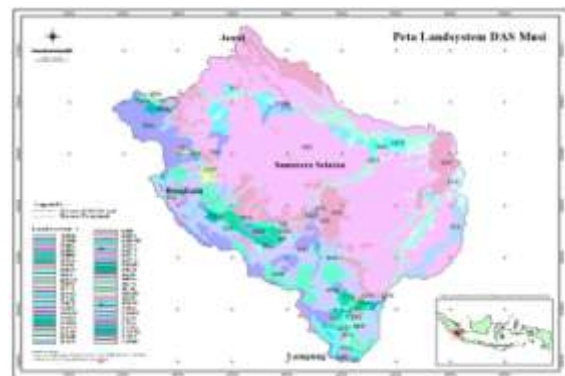
dan dinamis. Parameter bentuk lahan menjadi faktor yang beratribut (relatif) statis sehingga karakter yang muncul sifatnya alami sulit dirubah, namun demikian juga mempunyai peran penting untuk informasi atau pemetaan daerah rentan banjir (Robins *et al.*, 2009). Faktor penutupan lahan adalah faktor lahan yang beratribut dinamis, karena merupakan bentuk yang dapat diintervensi manusia (Jin *et al.*, 2013; Krishnaswamy *et al.*, 2013; Nosetto, Jobbágy, Brizuela, & Jackson, 2012).

1. Bentuk dan sistem lahan DAS Musi

Parameter bentuk lahan adalah variabel spasial yang dapat menggambarkan kenampakan kondisi alamiah permukaan (tanah) bumi dan dapat menunjukkan karakteristik alamiah daerah-daerah cekungan (*basin*) dari suatu lanskap dalam sistem DAS berdasarkan jenis-jenis *terrain* penyusunnya. Parameter bentuk lahan merupakan basis dari penyusunan peta sistem lahan (Trisakti, Kartasmita, & Kartika, 2009; Poniman, Nurwadjadi, & Lumban-Tobing, 2004; Wahyuningrum, *et al.*, 2003; Fletcher & Gibb, 1990).

Satuan bentuk lahan yang termaktub dalam satuan sistem lahan yang dikonsepsi oleh Christian dan Stewart pada tahun 1968 dan dikembangkan dalam penyusunan pemetaan sumberdaya lahan oleh RePPPProT pada tahun 1990 (Poniman *et al.*, 2004) sangat tepat dan berguna dalam mendukung ketersediaan sumber data sekunder untuk pengembangan konsep Tipologi DAS yang dikembangkan Paimin *et al.* (2012). Parameter bentuk lahan sangat luwes untuk digunakan pada berapa pun skala peta dan tujuan

pembuatan peta dikarenakan tersedianya katalog bentuk lahan di Indonesia dari Desauettes tahun 1977 dan tersedianya klasifikasi parameter bentuk lahan baik secara detil maupun sederhana (skala tinjau) dari Kucera tahun 1988 (Fletcher & Gibb, 1990). Disamping itu, dengan hanya menggunakan informasi bentuk lahan saja ternyata dapat diperoleh gambaran/informasi karakteristik lahan yang lainnya, misal pada bentuk lahan aluvial memiliki gambaran karakteristik berupa kondisi datar, drainase kurang baik, tekstur halus dan solum tanah dalam (Wahyuningrum *et al.*, 2003).



Gambar (Figure) 3. Peta sistem lahan DAS Musi (Land system map of Musi Watershed)

Sumber (Source): Basuki & Putro, 2013

Berdasarkan data sistem lahan dari peta RePPPProT Pulau Sumatera dapat diketahui bahwa sistem lahan DAS Musi (Gambar 4) teridentifikasi terdiri dari 47 jenis sistem lahan. Jenis yang paling dominan yaitu MBI (Muara Beliti) dengan lingkup area seluas 2.361.123,72 ha. Sistem lahan MBI dicirikan oleh bentuk lahan dataran berupa dataran-dataran sedimen berbatu tufa dengan topografi berombak sampai bergelombang, kelerengan 9-15%.

Masing-masing sistem lahan tersebut kemudian diidentifikasi bentuk lahannya. Dari 47 sistem lahan di DAS Musi dapat diklasifikasikan ke dalam 9 bentuk lahan (Tabel 3) seperti klasifikasi menurut Tabel 1. Bentuk lahan dataran berasal dari sistem lahan ANB, BGI, BTG, BTK, DKP, MBI, PKS,

SKA, SMD dan TTG menempati 62,7% dari luas DAS. Sementara itu, bentuk lahan pegunungan dan perbukitan menempati porsi masing-masing sebesar 14,2% dan 6,9%, serta bentuk lahan rawa menempati luas 5%.

Tabel (Table) 3. Macam dan luas bentuk lahan setiap sub DAS di DAS Musi (*Land form at each sub watershed in Musi Watershed*)

Sub DAS (<i>sub watershed</i>)	Bentuk lahan/ sistem lahan (<i>Land form/ Land system</i>) (ha)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Batang Peledas	3.267	20.396	152	20.396	60.641				
Batanghari leko	4.443	39.806	824	39.806	354.980			408	
Baung Deras	11.933	213	17.805	213	56.610			36	
Kelingi Kikim				1.498	87.492		4.197	29.538	25.014
Komering	56.978	51.608	119.961	55.988	459.163	5.931	7.775	82.467	127.113
Lakitan	16.116		21.026		180.427			13.050	67.556
Lematang	51.956	54.319	263	63.809	526.679	6.094	8.709	80.557	139.214
Medak	11.828	11.024		11.024	129.892				
Musi Hulu	319			4.192	73.140		60.856	55.326	151.330
Ogan	60.242	27.115	85.138	32.365	665.643	241		40.334	52.885
Rawas	51.212	24.015	388	30.182	304.409			47.286	153.356
Semangus			2.175	20	269.226			424	
Jumlah (Total)	268.294	228.496	247.732	31.020	3.351.065	12.266	81.747	371.108	759.912

Keterangan (*Remarks*): 1) rawa-rawa (*swamp*), 2) jalur kelokan (*meander belt*), 3) dataran aluvial (*alluvial plain*), 4) lembah alluvial (*alluvial valley*), 5) dataran (*plains*), 6) Teras-teras (*terrace*), 7) Kipas dan lahar (*fan and lahar*), 8) Perbukitan (*hills*), 9) Pegunungan (*mountain*)

Sumber (*Source*): Basuki & Putro, 2013

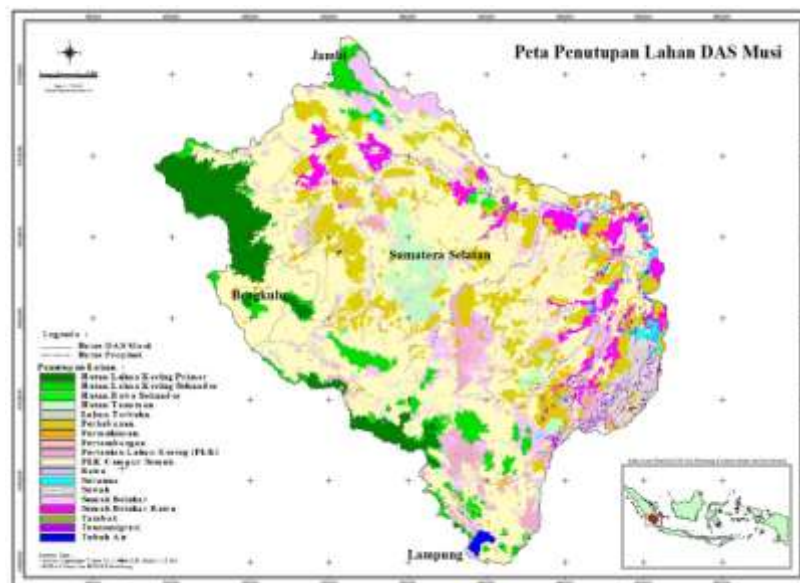
2. Penutupan lahan DAS Musi

Klasifikasi penutupan lahan merupakan salah satu langkah kunci dalam analisis tipologi DAS yang menghubungkan jenis-jenis penutupan lahan aktual terhadap karakteristik lahan. Jenis penutupan lahan penting untuk diketahui karena berpengaruh terhadap proses hidrologi di dalam ekosistem daratan. Hal ini berbasis dari beberapa hasil penelitian bahwa perubahan penutupan lahan dan penggunaan lahan berpengaruh pada

aliran sungai, debit dan potensi banjir (Olang & Furst, 2011; Bormann & Elfert, 2010). Klasifikasi penutupan lahan di DAS Musi oleh Balai Pengelolaan DAS Musi (2012) dari hasil analisis peta RBI dan peta Citra Landsat 5 TM (Basuki & Putro, 2013) memperlihatkan bahwa jenis penutupan lahan di DAS Musi bervariasi sebanyak 18 jenis (Gambar 4). Penutupan lahan di DAS Musi didominasi oleh pertanian lahan kering bercampur semak yakni sebesar 48,4% dari luas DAS. Dominasi selanjutnya

adalah tutupan lahan berupa perkebunan (11,6%), dan semak belukar (11,3%) terdiri di lahan rawa (7,8%) dan semak belukar di lahan kering (3,5%). Sementara itu, tutupan berupa hutan di lahan kering dan lahan basah hanya seluas 14,6% luas DAS Musi (780.444 ha) yang terdiri dari 6,5% hutan kering primer, 4,8% hutan kering sekunder 0,3% hutan rawa sekunder, dan hutan tanaman. Keberadaan tutupan lahan berupa hutan di DAS Musi masih sangat jauh dari kondisi minimum seperti amanat UU No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan.

Secara garis besar, sebaran jenis penutupan (Gambar 4) dapat dikelompokkan menjadi daerah hulu didominasi oleh hutan, pertanian lahan kering bercampur semak; daerah tengah berupa perkebunan, pertanian lahan kering dan semak belukar; dan di daerah hilir berupa pertanian lahan kering, semak belukar dan semak belukar rawa. Sementara itu, penutupan lahan berupa sawah hampir di jumpai di seluruh area DAS secara spot-spot dan di Sub DAS Komering terlihat mendominasi.



Gambar (Figure) 4. Peta penutupan lahan DAS Musi (Land cover map of Musi Watershed).

Sumber (Source): Balai Pengelolaan DAS Musi, 2012 dan Basuki & Putro, 2013 (Center of Musi Watershed Management, 2012 and Basuki & Putro, 2013)

Masing-masing jenis penutupan lahan tersebut Gambar 4 kemudian diklasifikasikan menjadi dalam Tabel 4 mengacu pada Paimin *et al.* (2012) untuk dasar dalam pemberian nilai (pembobotan). Klasifikasi dan pembobotan jenis penutupan lahan pertanian lahan kering bercampur semak (PLK campur semak) yang merupakan jenis penutupan paling dominan di DAS Musi perlu kehati-

hatian agar tidak menimbulkan kesalahan yang fatal seperti halnya hasil kajian Savitri & Pramono (2017). Sepintas bahwa jenis penutupan ini dapat diklasifikasi ke dalam kelompok nomor 4 (sawah, rumput, semak/ belukar) yang mempunyai nilai 3; atau nomor 6 (tegal, tanah berbatu) yang mempunyai nilai 5. Menurut Direktur Jenderal Planologi Kehutanan (2015), bahwa pertanian lahan kering bercampur

semak adalah jenis penutupan lahan berupa budidaya pertanian di lahan kering yang berselang seling dengan semak, belukar dan bekas tebangan yang biasanya merupakan areal perladangan berpindah. Kondisi penutupan lahan ini berbeda dengan kondisi jenis penutupan pertanian lahan kering (PLK) yaitu terkait dengan liputan vegetasinya, dimana PLK campur semak belukar berupa liputan vegetasi semi alami sedangkan PLK berupa murni

artificial/ campur tangan manusia yang secara visual jelas berupa ladang/ tegalan (Direktur Jenderal Planologi Kehutanan, 2015; Badan Standardisasi Nasional, 2014). Berdasarkan hal tersebut maka jenis penutupan lahan PLK campur semak direklasifikasi (Savitri & Pramono, 2017) untuk memisahkan area yang terindikasi sebagai area PLK dan sebagai area semak belukar.

Tabel (Table) 4. Klasifikasi penutupan lahan di tiap-tiap sub DAS di DAS Musi berdasarkan Paimin *et al.*, 2012 (Classification of land cover at each sub watershed in Musi Watershed based on Paimin *et al.*, 2012).

Sub DAS (sub watershed)	Penutupan lahan (Land cover) (ha)					
	1	2	3	4	5	6
Batang Peledas	4.371	-	15.947	51.105	7.178	5.854
Batangharileko	4.702	57.779	33.290	293.997	3.144	7.549
Baung	475	-	33.112	33.305	1.853	269
Deras	1.986	-	21.536	59.857	1.975	1.243
Kelingi	545	15.821	7.911	142.615	4.628	1.000
Kikim	668	25.853	23.711	96.532	2.894	1.668
Komering	26.904	56.269	113.113	546.085	47.906	125.100
Lakitan	1.127	67.624	56.155	164.455	1.146	7.668
Lematang	8.858	77.893	141.643	558.969	20.162	69.756
Medak	8.266	-	13.097	127.708	2.794	880
Musi Hulu	1.087	59.618	3.761	264.602	4.824	11.272
Ogan	13.016	54.367	146.208	663.867	24.859	34.531
Rawas	49.174	181.495	59.103	292.494	2.646	1.922
Semangus	1.541	-	111.072	141.080	4.844	13.308
Jumlah (Total)	122.720	596.719	779.659	3.436.671	130.853	282.020
%	2,29	11,16	14,58	64,25	2,45	5,27

Sumber (Source): Balai Pengelolaan DAS Musi, 2012 dan Basuki & Putro, 2013 (Center of Musi Watershed Management, 2012 and Basuki & Putro, 2013)

Keterangan (Remarks): 1) Tubuh air tawar dan payau (*water bodies, fresh and brackish*); 2) Hutan Lindung Konservasi (*protection and conservation forests*); 3) Hutan produksi, perkebunan (*production forest, estate*); 4) sawah, rumput, semak belukar (*paddy field, grassland, shrubs*); 5) permukiman (*settlements*); 6) tegalan (*dry field*).

Dasar pembobotan dan klasifikasi jenis penutupan lahan oleh Paimin *et al.* (2012) didasarkan pada sifat kerentanan lahan akibat karakteristik alamiah dan non alamiah yang berpengaruh terhadap erosi dan sedimentasi. Oleh karenanya dalam penggunaan data untuk bahan formulasi tipologi DAS dari Paimin *et al.* (2012),

semisal berdasarkan klasifikasi Direktur Jenderal Planologi Kehutanan (2015), perlu dilakukan modifikasi (reklasifikasi) dan sinkronisasi.

C. Tipologi lahan

Hasil interaksi parameter bentuk lahan dan penutupan lahan menghasilkan tingkat

kerentanan lahan. Kerentanan lahan yang dimaksud adalah kerentanan (potensial) terhadap bahaya erosi. Secara umum bahwa kerentanan lahan di DAS Musi dengan skor 2,81 termasuk dalam kategori sedang (Paimin *et al.*, 2012). Nilai ini merupakan hasil tertimbang dari skor kerentanan lahan masing-masing sub DAS. Secara rata-rata bahwa masing-masing sub DAS memiliki nilai kerentanan lahan dalam kategori sedang kecuali Sub DAS Baung dan Sub DAS Deras dalam kategori rendah serta Sub DAS Musi Hulu dengan nilai tinggi (3,43). Masing-masing nilai kerentanan lahan dapat dilihat di Tabel 5 dan sebarannya di Gambar 5, sedangkan klasifikasi nilainya menggunakan Lampiran 3.

Keadaan tingkat kerentanan lahan DAS Musi yang secara umum masuk dalam

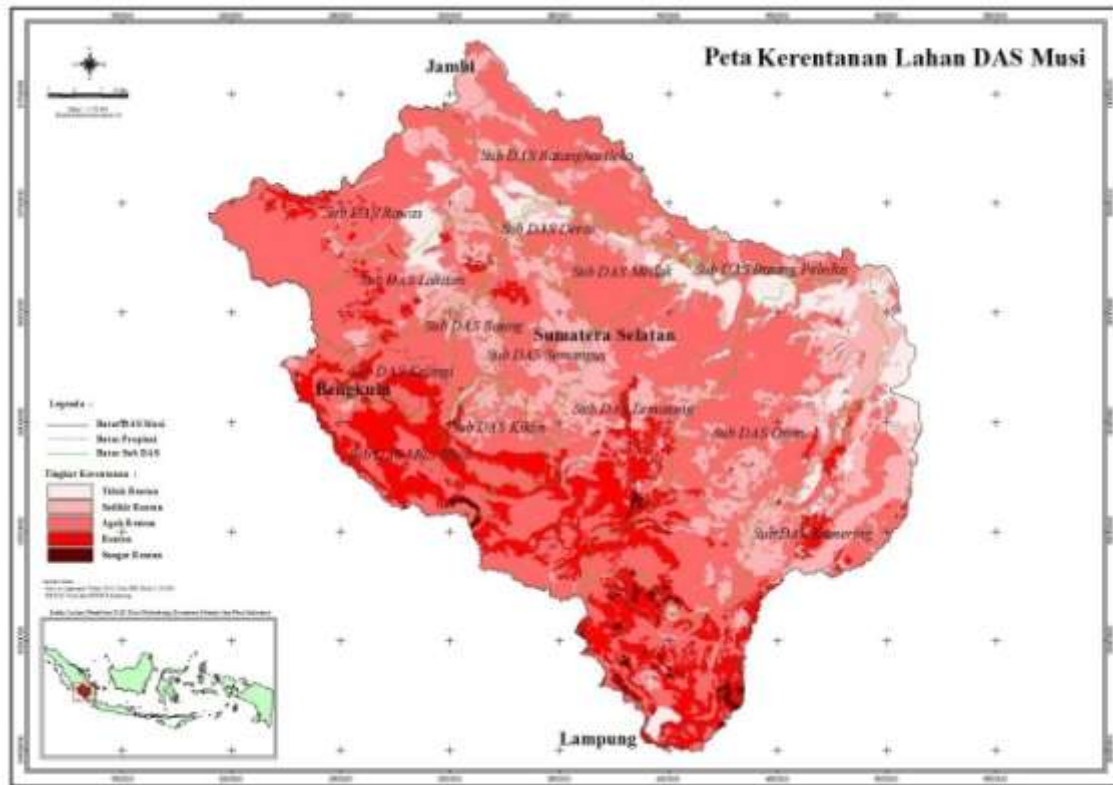
kategori “sedang” memperlihatkan bahwa sebesar 57% lahan di DAS Musi memiliki potensi erosi agak rentan. Apabila mencermati keadaan tersebut, tingkat kerentanan lahan di DAS Musi yang masuk dalam kategori “sedang” menunjukkan bahwa lahan seluas 3.051.122 ha atau setara dengan 57% dari keseluruhan lahan DAS Musi memiliki tingkat agak rentan terhadap erosi. Kondisi ini seyogyanya harus tetap menjadi perhatian jangan hanya berpatokan pada skor dan kategori tingkat kerentanan wilayah DAS. Namun perlu dilakukan pencermatan terhadap prosentase luas lahan rentan erosi per-sub DAS dan sebarannya karena hal ini diharapkan menjadi pijakan bagi upaya evaluasi dan penanganan konservasi tanah dan air dalam pengelolaan DAS secara komprehensif.

Tabel (Table) 5. Luas tingkat kerentanan lahan di tiap-tiap sub DAS di DAS Musi (*The area of land vulnerability at each sub watershed in Musi Watershed*)

No	Sub DAS (sub Watershed)	Kategori Tingkat Kerentanan Lahan (Land vulnerability category) (Ha)					Jumlah (Total) (Ha)	Skor Kerentanan Lahan (Land vulnerability score)
		SR	R	S	T	ST		
1.	Batang Peledas	3.806	22.801	57.313	535		84.455	2,65
2.	Batangharileko	6.648	102.034	290.779	999		400.461	2,71
3.	Baung		33.609	35.136	269		69.014	2,52
4.	Deras	16.641	25.925	44.025	6		86.597	2,32
5.	Kelingi	1.167	9.930	126.348	34.836	238	172.520	3,13
6.	Kikim	1.844	25.628	86.732	36.882	241	151.326	3,05
7.	Komerling	90.386	235.579	338.551	222.142	28.719	915.377	2,85
8.	Lakitan	18.335	77.355	175.967	26.518		298.175	2,71
9.	Lematang	52.982	154.945	488.064	174.753	6.536	877.281	2,92
10.	Medak	12.796	25.686	114.119	144		152.745	2,67
11.	Musi Hulu	2.162	13.136	170.189	152.873	6.804	345.164	3,43
12.	Ogan	83.554	243.441	545.910	60.908	3.035	936.848	2,63
13.	Rawas	52.351	76.618	430.996	26.868		586.834	2,74
14.	Semangus	1.454	113.505	146.993	9.893		271.845	2,61
	DAS Musi	344.126	1.160.192	3.051.122	747.626	45.573	5.348.641	2,81

Sumber (Source): Basuki & Putro, 2013

Keterangan (Remarks): SR = sangat rendah (*very low*); R = rendah (*low*); S = sedang (*moderate*); T = tinggi (*high*); ST = sangat tinggi (*very high*).



Gambar (Figure) 5. Peta Kerentanan Lahan DAS Musi (Land Vulnerability Map of Musi Watershed).
 Sumber (Source): Basuki & Putro, 2013

D. Tipologi banjir

Paimin *et al.* (2012) membagi tipologi banjir menjadi 2 (dua) bagian, yaitu tipologi kerentanan daerah kebanjiran dan tipologi pasokan air banjir. Tipologi kerentanan daerah kebanjiran adalah pendeteksian sifat/ karakter alami suatu area/ daerah terhadap kerentanan banjir berdasarkan parameter bentuk lahannya. Hal ini terkait bagaimana kondisi alami dari suatu area/ daerah yang berupa dataran, cekungan-cekungan atau memiliki elevasi yang rendah dibandingkan area yang lainnya sehingga mempunyai potensi kebanjiran. Sedangkan tipologi pasokan air banjir merupakan penggambaran spasial suatu area/ daerah yang menghasilkan respon air hujan berupa aliran/ limpasan banjir sebagai akibat proses dari lahan di suatu daerah tangkapan air. Hal ini akan menggambarkan lahan-lahan mana saja

yang berpotensi melimpaskan air hujan berdasarkan parameter karakter lahan dan hujan.

1. Kerentanan daerah kebanjiran DAS Musi

Sebagian besar wilayah DAS Musi masuk kategori daerah yang agak rawan terhadap kebanjiran (Gambar 7). Hal ini dapat dipahami karena secara alamiah sebesar 63% bentuk lahan DAS Musi adalah dataran (Tabel 3 dan Gambar 4) dimana skoring menurut Paimin *et al* (2012) adalah 3 masuk dalam kategori agak rentan (Lampiran 3). Sementara itu, daerah yang masuk kategori rawan dan sangat rawan terhadap kebanjiran sebanyak 14,5% dari luas DAS Musi karena mempunyai bentuk lahan berupa rawa-rawa, jalur kelokan dan dataran, dan lembah aluvial.



Gambar (Figure) 6 . Peta rentan banjir DAS Musi (Flood vulnerability map of Musi watershed)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2017

Tabel (Table) 6. Luas daerah rentan kebanjiran (kategori tinggi dan sangat tinggi) di tiap-tiap Sub DAS di DAS Musi (The flooded area (high and very high score) on each sub watershed in Musi Watershed).

No	Sub DAS (sub watershed)	Luas daerah rentan banjir bernilai rawan dan sangat rawan (The high and very high score of the flooded area)		
		Luas (Total area) (Ha)	% terhadap luas Sub DAS (percentage to the sub watershed)	% terhadap luas DAS (percentage to the watershed)
1	Batang Peledas	23.814	28,2	0,4
2	Batangharileko	45.073	11,3	0,8
3	Baung	23	0,03	0,00042
4	Deras	29.951	34,6	0,6
5	Kelingi	-	-	-
6	Kikim	1.498	1	0,03
7	Komering	232.928	25,4	4,4
8	Lakitan	37.142	12,5	0,7
9	Lematang	116.028	13,2	2,2
10	Medak	22.853	15	0,4
11	Musi Hulu	4.511	1,3	0,1
12	Ogan	177.745	19	3,3
13	Rawas	81.782	13,9	1,5
14	Semangus	2.195	0,8	0,04
DAS Musi		775.543		14

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2017

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa Sub DAS yang mempunyai kerentanan banjir tinggi dan sangat tinggi terhadap prosentase luas sub DAS-nya, terluas adalah Sub DAS Deras, Sub DAS Batang Peledas dan Sub DAS Komering masing-

masing sebesar 34,6%, 34,8% dan 25,4%. Namun bila terhadap DAS Musi, Sub DAS yang memiliki area luas terhadap kerentanan banjir (skor tinggi dan sangat tinggi) adalah Sub DAS Komering, Sub DAS Ogan, dan Sub DAS Lematang. Kerentanan

banjir dapat dipahami bahwa wilayah-wilayah itu kondisi alamiahnya rentan/ rawan terdampak banjir.

Hasil analisis formula kerentanan banjir perlu adanya pencermatan dan koreksi agar tidak menimbulkan salah interpretasi. Contoh kasus adalah pada daerah hulu Sub DAS Komerling yang masuk perbatasan wilayah Provinsi Sumatera Selatan dan Lampung (lingkaran warna biru dalam Gambar 7) terlihat bahwa di daerah tersebut terdapat area dengan kategori kerentanan banjir sangat rawan. Secara teori hal tersebut mustahil karena kondisi daerah hulu yang memiliki bentuk lahan perbukitan pegunungan tidak mungkin terdapat area yang sangat rentan banjir. Setelah dilakukan pencermatan dan penelusuran ditemukan bahwa area tersebut merupakan tubuh air berupa Danau Ranau. Permasalahan ini timbul karena peta Reppprot tidak menyediakan informasi detil sistem lahan area tersebut (*unidentified*) sehingga menyulitkan saat melakukan analisis klasifikasi sistem dan bentuk lahan. Area tersebut diketahui sebagai Danau Ranau setelah ditelusur menggunakan data penutupan lahan. Ketika analisis sistem dan bentuk lahan, area tersebut dipadankan sebagai bentuk lahan tipe rawa-rawa, pantai dan jalur kelokan. Oleh karenanya hasil analisis kerentanan daerah kebanjiran menyebutkan bahwa area tersebut masuk dalam kategori sangat rentan terhadap kebanjiran. Berdasarkan uraian diatas kiranya perlu ada penyempurnaan terhadap formulasi tipologi lahan dan banjir dari Paimin *et al.* (2012) dengan

memperhatikan berbagai fenomena bentuk lahan.

2. Kerentanan pasokan air banjir DAS Musi

Hasil analisis kerentanan pasokan air banjir disajikan pada Tabel 7 dan sebarannya disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 7. Hasil analisis diperoleh dari interaksi faktor kerentanan lahan (tipologi lahan) dan hujan. Berdasarkan pada parameter karakter lahan (sistem lahan dan penutupan lahan) dan prakiraan potensi air hujan maka diketahui bahwa seluas 69% area di DAS Musi berpotensi sebagai penyumbang pasokan air banjir. Hal ini dikarenakan karakter kondisi lahan dan potensi air hujan.

Kondisi tipologi lahan di (sub) DAS Musi mempunyai rerata skor sedang (2,6-3,4) kecuali sub DAS Baung dan Deras (nilai tipologi lahan pada kelas agak rentan). Faktor bentuk lahan yang sensitif terhadap kerentanan pasokan air banjir di DAS Musi karena lahan dominan dataran, dan sebagian kecil kipas lahar dan teras, serta ditunjang oleh kondisi penutupan lahan berupa dominan rumput/ semak belukar. Sementara itu, potensi hujan harian maksimal yang tinggi menjadi faktor pendukung utama terhadap kerentanan pasokan, dimana tercatat kisaran nilai rata-rata hujan harian maksimal di semua sub DAS yaitu 94-122 mm/hari termasuk pada tingkat yang tinggi (Paimin *et al.*, 2012). Bahkan curah hujan harian maksimal di Sub DAS Ogan tercatat sebesar 234 mm/hari dimana nilai itu menurut Paimin *et al.* (2012) termasuk pada kelas sangat tinggi.

Tabel (Table) 7. Skor kerentanan pasokan air banjir dengan tipologi lahan dan rata-rata hujan harian maksimal (*The flood vulnerability score with land typology of watershed and average maximum rainfall*)

No	Sub DAS (sub Watershed)	Tipologi Lahan Sub DAS (<i>Land typology of sub watershed</i>)		Rata-rata hujan harian maksimal (<i>Average maximum rainfall</i>)		Skor Kerentanan Pasokan Air Banjir (<i>Flood discharge vulnerability score</i>)
		Luas (<i>Total area</i>) (ha)	Skor (<i>Score</i>)	Hujan (<i>rainfall</i>) (mm)	Skor (<i>Score</i>)	
1	Batang Peledas	84.455	2,7	121	4	3,3
2	Batangharileko	400.461	2,7	120	4	3,4
3	Baung	69.014	2,5	120	4	3,3
4	Deras	86.597	2,3	120	4	3,2
5	Kelingi	172.520	3,1	107	4	3,6
6	Kikim	151.326	3,1	106	4	3,5
7	Komering	915.377	2,9	94	4	3,4
8	Lakitan	298.175	2,7	120	4	3,4
9	Lematang	877.281	2,9	109	4	3,5
10	Medak	152.745	2,7	120	4	3,4
11	Musi Hulu	345.164	3,4	97	4	3,7
12	Ogan	936.848	2,6	234	5	3,8
13	Rawas	586.834	2,7	120	4	3,4
14	Semangus	271.845	2,6	120	4	3,3
DAS Musi		5.348.642	2,8	122	4	3,4

Sumber (Source): Analisis data hujan BMKG (*Rainfall data analysis of BMKG*), 2017

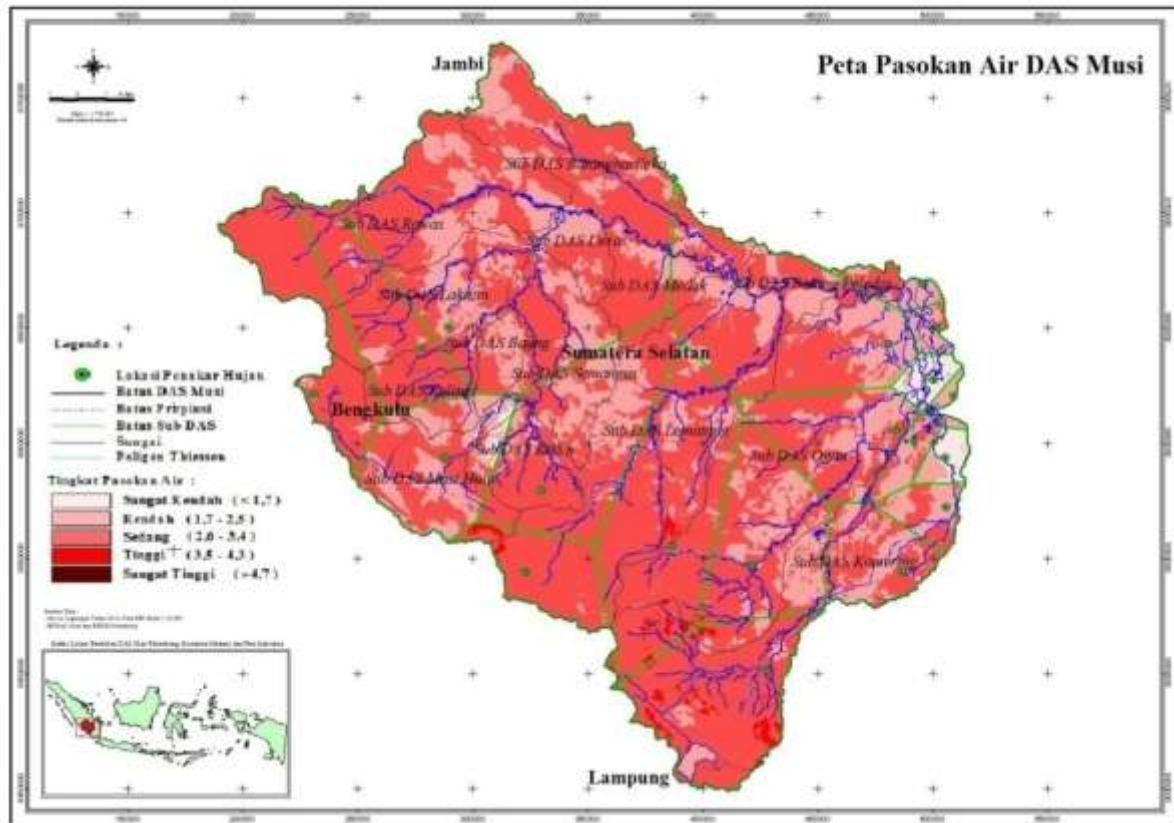
Tabel (Table) 8. Tingkat kerentanan pasokan air banjir di tiap-tiap sub DAS di DAS Musi (*Flood discharge vulnerability in each sub watershed at Musi Watershed*)

No	Sub DAS (sub watershed)	Luas kerentanan pasokan air banjir berdasarkan nilai rawan dan sangat rawan (<i>The area of flood discharge vulnerability based on its high and very high score</i>)		
		Ha	% terhadap luas Sub DAS (<i>percentage to sub watershed</i>)	% terhadap luas DAS (<i>percentage to watershed</i>)
1.	Batang Peledas	57.848	68.5	1.1
2.	Batangharileko	291.778	72.9	5.5
3.	Baung	28.122	40.7	0.5
4.	Deras	44.030	50.8	0.8
5.	Kelingi	134.788	78.1	2.5
6.	Kikim	111.745	73.8	2.1
7.	Komering	574.571	62.8	10.7
8.	Lakitan	202.485	67.9	3.8
9.	Lematang	669.369	76.3	12.5
10.	Medak	114.247	74.8	2.1
11.	Musi Hulu	232.292	67.3	4.3
12.	Ogan	608.263	64.9	11.4
13.	Rawas	457.864	78.0	8.6
14.	Semangus	156.791	57.7	2.9
DAS Musi		3.684.193		69

Sumber (Source): Analisis data hujan BMKG (*Rainfall data analysis of BMKG*), 2017

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa pasokan air yang tinggi berasal dari Sub DAS Ogan, Musi Hulu, Kelingi, Lematang dan Kikim. Masing-masing sub DAS

tersebut memiliki tingkat kerentanan "tinggi" dengan skor 3,8; 3,7; 3,6; 3,5 dan 3,5.



Gambar (Figure) 7. Peta kerentanan pasokan air DAS Musi (Map of flood vulnerability on water discharge at Musi Watershed).

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2017

E. Mitigasi bencana banjir di DAS Musi

Berdasarkan pada hasil analisis daerah rawan kebanjiran maka Sub DAS Komering, Ogan dan Lematang menempati posisi tiga besar sebagai sub DAS prioritas di DAS Musi untuk ditangani terkait dengan luasnya daerah rawan kebanjiran. Hal ini dikarenakan wilayah ketiga sub DAS tersebut memiliki kondisi alamiah yang rawan banjir yaitu berupa bentuk/sistem lahan dataran, dataran aluvial, dan rawa-rawa yang cukup mendominasi. Disamping ketiga sub DAS tersebut, terdapat 2 Sub DAS yang perlu penanganan yaitu Sub DAS Deras dan Sub DAS Batang Peledas. Kedua sub DAS ini memiliki area yang kecil terhadap area DAS Musi, namun kedua sub

DAS ini memiliki cakupan area daerah rentan banjir yang cukup luas terhadap luas sub DASnya. Kondisi kerentanan ini disebabkan karena letak kedua sub DAS berada di DAS bagian hilir yang memperoleh pasokan air dari beberapa sub DAS di atasnya, dan ditunjang dengan karakter alamiah berupa bentuk lahan rentan banjir.

Pada daerah rawan banjir dilakukan mitigasi berupa kegiatan peningkatan kapasitas drainase dan pembuatan tanggul. Disamping itu tidak melakukan pengurangan terhadap daerah-daerah rawa yang bersifat alamiah sebagai daerah penampungan air banjir.

Tabel (Table) 9. Sub DAS prioritas di DAS Musi berdasarkan luas rentan banjir secara keseluruhan DAS Musi dan sub DAS-nya (Priority sub watershed in Musi Watershed based on the area of flood vulnerability).

Luas daerah rentan banjir terhadap luas DAS Musi (Area of flood vulnerability to Musi Watershed)		Luas daerah rentan banjir terhadap luas sub DAS-nya (area of flood vulnerability to itselfs)	
No.	Sub DAS (Sub Watershed)	No.	Sub DAS (Sub Watershed)
1.	Komering (4,4%)	1.	Deras (34,6%)
2.	Ogan (3,3%)	2.	Batang Peledas (28,2%)
3.	Lematang (2,2%)	3.	Komering (25,4%)
4.	Rawas (1,5%)	4.	Rawas (13,9%)
5.	Batangharileko (0,8%)	5.	Lematang (13,2%)
6.	Lakitan (0,7%)	6.	Lakitan (12,5%)
7.	Deras (0,6%)	7.	Batangharileko (11,3%)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2017

Ada lima Sub DAS yang mempunyai kerentanan pasokan air dengan skor yang tinggi (3,5 – 4,3) yaitu sub DAS Ogan, Musi Hulu, Kelingi, Kikim dan Lematang, masing-masing dengan skor 3,8; 3,7; 3,6; 3,5 dan 3,5. Sub DAS Ogan menjadi prioritas perhatian utama karena memiliki area terluas di DAS Musi dan diindikasikan sebagai sub DAS paling tinggi dalam memasok air banjir karena tingginya potensi curah hujan yang turun di wilayahnya. Selanjutnya sub DAS Lematang walau hanya berada pada urutan kelima sebagai sub DAS yang rentan dalam pemasok air banjir namun karena memiliki area yang paling luas sebagai daerah pemasok air banjir. Sub DAS Ogan dan Lematang perlu diwaspadai karena letak keduanya bersebelahan sehingga apabila terjadi hujan merata di kedua sub DAS secara bersama maka daerah hilir akan terjadi banjir yang sangat luar biasa.

Sementara itu Sub DAS Musi Hulu, Kelingi dan Kikim karena letaknya mengelompok dan ketiganya termasuk sebagai DAS bagian hulu yang menyumbang pasokan banjir Sungai Musi yang melintasi Sub DAS Deras. Sub DAS Musi Hulu menjadi perhatian utama dikarenakan memiliki skor kerentanan

pasokan air kedua paling tinggi (nilai 3,7) di seluruh DAS Musi (skor tertimbang 2,4) sekaligus memiliki skor kerentanan lahan tertinggi (nilai 3,4) di seluruh DAS Musi (skor tertimbang DAS Musi sebesar 2,8).

Upaya mitigasi daerah pemasok air banjir yang dapat dilakukan adalah mempertahankan daerah lindung/konservasi, perbaikan pengelolaan lahan pada suatu sistem lahan dengan kelerengan >25% (perbukitan dan pegunungan) menggunakan vegetasi permanen, melakukan rehabilitasi hutan dan lahan yang disertai kegiatan konservasi tanah dan air dalam rangka memperbesar kapasitas infiltrasi.

IV. KESIMPULAN

Prioritas penanganan untuk mitigasi daerah rawan banjir di DAS Musi dipilih dari daerah yang terluas rawan banjir dan daerah pasokan air dengan skor yang tertinggi. Berdasarkan kriteria tersebut maka prioritas penanganan sub DAS rawan banjir adalah Sub DAS Komering dan Sub DAS Deras. Sub DAS Komering memiliki area kerentanan terhadap bahaya banjir yang terluas di DAS Musi sekaligus terindikasikan sebagai salah satu sub DAS

pemasok banjir. Sub DAS Deras walau memiliki cakupan daerah tangkapan air yang kecil namun perlu penanganan terkait daerah rawan banjir. Hal ini dikarenakan karakteristik alamnya sebagai area kebanjiran serta mendapat pasokan air banjir dari Sub DAS Musi Hulu, Kelingi dan Kikim. Ketiga sub DAS tersebut merupakan sub DAS yang memiliki skor tinggi sebagai pemasok air banjir.

Daerah pemasok air banjir berasal dari Sub DAS Ogan, Musi Hulu, Kelingi, Kikim, dan Lematang dengan skor kerentanan masing-masing 3,8; 3,7; 3,5; 3,5 dan 3,5. Sedangkan skor tertimbang daerah pemasok air banjir untuk seluruh DAS Musi adalah sebesar 3,4. Sub DAS Ogan memiliki skor tertinggi karena memiliki potensi curah hujan tertinggi disamping daerah tangkapan air yang terluas di seluruh DAS Musi. Kerentanan Sub DAS Musi Hulu sebagai pemasok air banjir karena kerentanan lahannya memiliki skor yang tertinggi.

Memperhatikan bahwa proses banjir disebabkan oleh 2 variabel yaitu berupa daerah rawan kebanjiran dan daerah rawan pasokan air banjir maka penanganan bencana banjir dilakukan secara integratif hulu dan hilir. Di daerah hulu dilakukan dengan konservasi tanah dan air, penggunaan vegetasi permanen pada sistem lahan dengan kelerengan >25% (perbukitan dan pegunungan), melakukan rehabilitasi hutan dan lahan. Di daerah hilir dapat dilakukan kegiatan mitigasi berupa peningkatan kapasitas saluran drainase, pembuatan tanggul-tanggul dan tidak melakukan pengurangan terhadap daerah alamiah tampungan air

banjir. Kedua kegiatan besar itu dibingkai dengan tata guna lahan yang sesuai dengan daya dukung DAS Musi.

Formulasi tipologi banjir merupakan diagnosa secara umum terhadap kondisi kejadian banjir suatu DAS. Formulasi ini masih perlu penyempurnaan agar sensitivitasnya menjadi lebih tinggi sehingga masih diperlukan beberapa kajian dan penelitian diantaranya: kuantifikasi (nilai dan pembobotan) parameter, re-evaluasi bentuk/ sistem lahan, re-evaluasi penutupan lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada segenap jajaran pimpinan dan staf BPPTPDAS serta tim peneliti yang terlibat dalam penelitian Kajian Aplikasi Tipologi DAS dalam Pengembangan Sistem Perencanaan Pengelolaan DAS Lintas Kabupaten, yaitu: (Alm) Ir. Paimin, M.Sc., Ir. Purwanto, M.Si; dan segenap tim teknis atas upaya membantu penulis dalam memperoleh data, yaitu: Sdr. Agus Sugiyanto, Sdr. Asep Hermawan. Selanjutnya Sdr. Ragil B.W.M.P atas upaya dalam membantu proses pengambilan data lapangan dan melaksanakan analisis GIS.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Pengelolaan DAS Musi. (2012). *Rencana pengelolaan DAS Musi*.
- Badan Standardisasi Nasional. Klasifikasi penutup lahan - bagian 1 : skala kecil dan menengah, Pub. L. No. SNI 7645-1:2014 (2014). Indonesia.
- Basuki, T. M., & Putro, R. B. M. W. (2013). Aplikasi sistem informasi geografis untuk penilaian tingkat kerentanan

- lahan terhadap degradasi di Daerah Aliran Sungai Musi. In *Seminar nasional pendayagunaan informasi geospasial untuk optimalisasi otonomi daerah* (pp. 978–979). Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Bormann, H., & Elfert, S. (2010). Advances in geosciences application of WaSiM-ETH model to Northern German lowland catchments: Model performance in relation to catchment characteristics and sensitivity to land use change. *Advances in Geosciences*, 27, 1–10. <https://doi.org/10.5194/adgeo-27-1-2010>
- Chang, C. L. (2009). The impact of watershed delineation on hydrology and water quality simulation. *Environ Monit Assess*, 148, 159–165. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0147-8>
- Direktur Jenderal Planologi Kehutanan. Pedoman pemantauan penutupan lahan (2015). Indonesia: Direktorat Jenderal Planologi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Retrieved from <http://webgis.dephut.go.id:8080/kemenuh/index.php/id/fitur/unduh>
- Fletcher, J. ., & Gibb, R. G. (1990). *Land resource survey handbook for soil conservation planning in Indonesia*.
- Ho, L. T. K., Yamaguchi, Y., & Umitsu, M. (2013). Delineation of small-scale landforms relative to flood inundation in the western Red River delata, northern Vietnam using remotely sensed data. *Natural Hazards*, 69(1), 905–917.
- Indonesia, P. R. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pub. L. No. 5292 (2012). Republik Indonesia.
- Jin, S., Yang, L., Danielson, P., Homer, C., Fry, J., & Xian, G. (2013). A comprehensive change detection method for updating the National Land Cover Database to Circa 2011. *Remote Sensing of Environment*, 159–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.012>
- Krishnaswamy, J., Bonell, M., Venkatesh, B., Purandara, B. K., Rakesh, K. N., Lele, S., ... Badiger, S. (2013). The groundwater recharge response and hydrologic services of tropical humid forest ecosystems to use and reforestation: Support for the “infiltration-evapotranspiration trade-off hypothesis.” *Journal of Hydrology*, 498, 191–209. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.034>
- Lyytimäki, J., Petersen, L. K., Normander, B., & Bezák, P. (2008). Nature as a nuisance? Ecosystem services and disservices to urban lifestyle. *Environmental Sciences*, 5(3), 161–172. <https://doi.org/10.1080/15693430802055524>
- Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Brizuela, A. B., & Jackson, R. B. (2012). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 154, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.008>
- Olang, L. O., & Furst, J. (2011). Effects of land cover change on flood peak discharges and runoff volumes: model estimates for the Nyando River Basin, Kenya. *Hydrological Processes*, 25, 80–89. <https://doi.org/10.1002/hyp.7821>

- Paimin, Pramono, I. B., Purwanto, & Indrawati, D. R. (2012). *Sistem perencanaan pengelolaan daerah aliran sungai*. (H. Santoso & Pratiwi, Eds.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Paimin, Sukresno, & Purwanto. (2010). *Sidik cepat degradasi sub daerah aliran sungai*. (A. N. Gintings, Ed.) (2nd ed.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Papaioannou, G., Vasiliades, L., & Loukas, A. (2015). Multi-criteria analysis framework for potential flood prone areas mapping. *Water Resour Manage*, 29, 399–418. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0817-6>
- Poniman, A., Nurwadjadi, & Lumban-Tobing, P. (2004). Developing the national land resource database for supporting spatial land use planning. In *Spatial information management promoting sustainable development. 3rd FIG Regional Conference*. (pp. 1–11). Jakarta. Retrieved from https://www.fig.net/pub/jakarta/papers/ts_02/ts_02_1_poniman_et al.pdf
- Robins, C. R., Buck, B. J., Williams, A. J., Morton, J. L., House, P. K., Howell, M. S., & Yonovitz, M. L. (2009). Comparison of flood hazard assessments on desert piedmonts and playas: A case study in Ivanpah Valley, Nevada. *Geomorphology*, 103, 520–532.
- Savitri, E., & Pramono, I. B. (2017). Reklasifikasi peta penutupan lahan untuk meningkatkan akurasi kerentanan lahan. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 5(2), 83–94. <https://doi.org/10.14710/jwl.5.2.83-94>
- Trisakti, B., Kartasasmita, M., & Kartika, T. (2009). Kajian koreksi terrain pada Citra Landsat Thematic Mapper (TM). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 6, 1–10.
- Wahyuningrum, N., Priyono, C. N. S., Wardoyo, Harjadi, B., Savitri, E., Sudimin, & Sudirman. (2003). *Klasifikasi kemampuan dan kesesuaian lahan* (15th ed.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.

LAMPIRAN

Lampiran (Annex) 1. Formula kerentanan lahan (*Formula for land vulnerability*).

Bentuk/Sistem Lahan* (<i>landform/land system</i>)	Penutupan Lahan* (<i>Land cover</i>)					
	Air Payau, Tawar, Gedung (<i>brackish water, fresh water, buildings</i>) (1)	Hutan lindung, Hutan Konservation (<i>protected forest, conservation forest</i>) (1)	Hutan Produksi/ Perkebunan (<i>production forest/ estates</i>) (2)	Sawah, Rumput, Semak/ Belukar (<i>paddy fields, grassland, shrubs</i>) (3)	Permukiman (<i>settlements</i>) (4)	Tegal, Tanah berbatu (<i>drylands, open lands</i>) (5)
Rawa-rawa, Pantai (<i>swamps, beaches</i>) (1)	1	1	1	1	1	1
Dataran Aluvial, Lembah alluvial (<i>alluvial plain, alluvial valley</i>) (2)	1	1,5	1,5	2	2	2,5
Dataran (<i>plain</i>) (3)	1	2	2,5	3	3,5	4
Kipas dan Lahar, Teras- teras (<i>fan and lahar, terrace</i>) (4)	1	2,5	3	3,5	4	4,5
Pegunungan & Perbukitan (<i>mountain and hills</i>) (5)	1	3	3,5	4	4,5	5

Keterangan (*Remarks*) *) nilai dari hasil klasifikasi tiap kelompok parameter

Sumber (*Source*): Paimin *et al.*, 2012

Lampiran (Annex) 2. Klasifikasi tipologi kerentanan lahan (*Typology classification for land vulnerability*).

Nilai (<i>score</i>)	Tingkat Kerentanan/Degradasi (<i>vulnerability level/degradation</i>)
> 4,3	Sangat tinggi (<i>very high</i>)
3,5 - 4,3	Tinggi (<i>high</i>)
2,6 - 3,4	Sedang (<i>moderate</i>)
1,7 - 2,5	Rendah (<i>low</i>)
< 1,7	Sangat rendah (<i>very low</i>)

Sumber (*Source*): Paimin *et al.*, 2012

Lampiran (Annex) 3. Nilai bentuk lahan untuk kerentanan banjir (*Land form score for Flood vulnerability*).

Bentuk Lahan/sistem lahan (<i>landform/land system</i>)	Nilai (<i>score</i>)
Rawa-rawa, pantai, jalur kelokan (<i>tidal swamp, beaches, meander belt</i>)	5
Dataran aluvial, Lembah aluvial (<i>alluvial plain, alluvial valley</i>)	4
Dataran (<i>plain</i>)	3
Kipas dan lahar, teras-teras (<i>fan and lahar, terrace</i>)	2
Pegunungan dan perbukitan (<i>mountain and hills</i>)	1

Sumber (*Source*): Paimin *et al.*, 2012

Lampiran (Annex) 4. Formula tipologi pasokan air banjir (*Typology formula for for water discharge vulnerability*).

Hujan Harian Maksimum (<i>maximum daily rainfall</i>) (mm)	Kerentanan Lahan (<i>Land Vulnerability</i>)				
	<1,7 (Sangat Rendah) (<i>very low</i>)	1,7 – 2,5 (Rendah) (<i>low</i>)	2,6 – 3,4 (Sedang) (<i>moderate</i>)	3,5 – 4,3 (Tinggi) (<i>high</i>)	>4,3 (Sangat Tinggi) (<i>very high</i>)
< 20 (Sangat Rendah) (<i>Very low</i>)	<1,7	<1,7	1,7 – 2,5	1,7 – 2,5	2,6 – 3,4
21-40 (Rendah) (<i>Low</i>)	1,7 – 2,5	1,7 – 2,5	1,7 – 2,5	2,6 – 3,4	2,6 – 3,4
41-75 (Sedang) (<i>Moderate</i>)	1,7 – 2,5	2,6 – 3,4	2,6 – 3,4	2,6 – 3,4	3,5 – 4,3
76-150 (Tinggi) (<i>High</i>)	2,6 – 3,4	2,6 – 3,4	3,5 – 4,3	3,5 – 4,3	3,5 – 4,3
>150 (Sangat Tinggi) (<i>Very high</i>)	2,6 – 3,4	3,5 – 4,3	3,5 – 4,3	>4,7	>4,7

Sumber (*Source*): Paimin *et al.*, 2012

Lampiran (Annex) 5. Luas masing-masing sub DAS dalam provinsi dan kabupaten di DAS Musi. (The area of each sub watershed in province and district at Musi Watershed).

Provin- si (provin- ce)	Kabupaten/ Kota (district)	Sub DAS (sub watershed) (Ha)													Luas Sub DAS		% Luas DAS per Prov			
		Batang Peledas	Batang Harile- ko	Baung	Deras	Kelingi	Kikim	Kome- ring	Laki tan	Lema- tang	Medak	Musi Hulu	Ogan	Rawas	Sema- ngus	per Kab/ kota (Ha)		per Prov. (Ha)		
Bengkulu	Kepahyang					511									63.274			63.785	216,29	
	Rejang Lebong					94.306			377						57.829			152.511	6	4
Jambi	Batanghari		4.425														4.425		32,603	0,6
	Sarolangun		28.177														28.177			
Lampung	Lampung Barat							24.113									24.113		26,564	0,4
	Way Kanan							2.451									2.451			
SumSel	Banyuasin	59,808	117					10.947		7.805				2.356			81.032			95
	Empat Lawang			3.310		19.150	10.811							194.417			227.689			
	Lahat						138.958			189.117				21.510		30.935	380.521			
	Muara Enim	600						231		583.914	7.133			262.632		1.093	855.602			
	Musi																			
	Banyuasin	9.424	361.108		73.083					13.869	144.884			21.600	1.822	625.788				
	Musi Rawas		6.633	65.705	13.514	40.515	1.556		274.490	3.679	729	7.315		565.234	237.995	1.217.3	66			
	Ogan Ilir	2.268							11					234.596		236.875			5,073,	
	OKI								171.875					27.746		199.620			178	
	OKU								15.623		2.768			350.426		368.817				
OKU Selatan								379.386		98			5.719		385.204					
OKU Timur								309.893					15.405		325.298					
SumSel	Pagar Alam									61.696			818		62.513					
	Palembang	12.356						847					6.592		19.795					
	Prabumulih									14.334			31.376		45.710					
	Lubuk Linggau					18,038			23,309						41.347					
	Jumlah	84.455	400.461	69.014	86.597	172.520	151.326	915.376	298.176	877.281	152.745	345.164	936.848	586.834	271.845	5.348.641		100		

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2017