



PENELUSURAN BANJIR PADA DAS WAY KURIPAN KOTA BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *STORM WATER MANAGEMENT MODEL* (SWMM)

Siti Nurul Khotimah^{a,*}

^a Teknik Sipil Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 2 September 2022
Direvisi 26 Oktober 2022
Diterbitkan 24 Desember 2022

Kata kunci:

Penelusuran banjir
DAS Way Kuripan
SWMM

ABSTRAK

Melalui penelitian ini, dilakukan pengkajian penelusuran banjir di Kota Bandar Lampung, khususnya di salah satu DAS terbesarnya yang dimilikinya, yaitu DAS Way Kuripan. Di dalam penelitian ini dilakukan skenario tata guna lahan dengan kondisi eksisting dan kondisi perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan yang disebut dengan skenario 1 mengalami perubahan tata guna lahan dengan nilai *imperviousness* berkisar antara 15% sampai dengan 50% pada sub-sub DAS Way Kuripan, sedangkan pada skenario ke-2, tata guna lahan berubah berkisar antara 40% sampai dengan 60% untuk daerah *impervious*. Penelusuran banjir dibantu dengan perangkat lunak *Storm Water Management Model* (SWMM) versi 5.2. dengan mengabaikan penelusuran banjir pada sistem drainasenya, sehingga yang dilihat adalah respon hidrologi berupa debit banjir dari DAS. Pemodelan yang dilakukan memperhitungkan pengaruh hujan rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa DAS Way Kuripan mengalami peningkatan debit puncak yang signifikan akibat skenario perubahan tata guna lahan tersebut. Skenario 1 menunjukkan peningkatan debit puncak sekitar 67% sedangkan skenario 2 menunjukkan peningkatan sekitar 106%.

1. Pendahuluan

DAS Way Kuripan merupakan salah satu DAS terbesar di Kota Bandar Lampung yang sering mengalami *overflow* sehingganya berkontribusi dalam menyebabkan kota Bandar Lampung menjadi banjir (Kiranaratri, A.H., 2019). Salah satu kejadian banjir yang besar terjadi pada Tahun 2013. Berdasarkan informasi yang dipublikasikan oleh Badan Penanggulangan Banjir Daerah (BPBD) Provinsi Lampung, pada awal tahun 2013, tepatnya pada tanggal 22 Januari 2013 dan 24 Januari 2013, hampir seluruh Kota Bandar Lampung mengalami banjir (BPBD, 2013).

Salah satu penyebab terjadinya banjir di Kota Bandar Lampung ini adalah terjadinya perubahan tata guna lahan sebagai dampak dari pembangunan wilayah yang cukup pesat. Dengan perubahan tata guna lahan ini, permukaan tanah yang awalnya masih mampu meresapkan tanah, menjadi berubah lebih banyak tertutup oleh beton, dan aspal. Perubahan tata guna lahan karena adanya pembangunan daerah ini berdampak pada siklus hidrologi, yaitu menjadi lebih besarnya air limpasan permukaan (Butler D., dan Davis., J.W., 2000).

Dengan adanya perubahan tata guna lahan, berdampak pada tingginya air limpasan permukaan sehingga berkontribusi atas besarnya respon hidrologi berupa banjir pada DAS. Karena itulah penelitian ini dilakukan, yaitu untuk menelusuri banjir pada DAS Way Kuripan dan melihat dampak perubahan tata guna lahan pada banjirnya. Di dalam penelitian ini dilakukan skenario tata guna lahan dengan kondisi eksisting dan kondisi perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan yang disebut dengan skenario 1 mengalami perubahan tata guna lahan dengan nilai *imperviousness* berkisar antara 15% sampai dengan 50% pada sub-sub DAS Way Kuripan, sedangkan pada skenario ke-2, tata guna lahan berubah berkisar antara 40% sampai dengan 60% untuk daerah *impervious*.

Penelusuran banjir ini dibantu dengan perangkat lunak *Storm Water Management Model* (SWMM). SWMM salah *tool* yang *powerful* dalam melakukan penelusuran banjir (Wanniarachchi S.S., dan Wijesekera N.T.S. 2012). Wanniarachchi S.S., dan Wijesekera N.T.S. (2012) di dalam penelitiannya menggunakan SWMM dalam melakukan manajemen daerah rawan banjir pada DAS Kotuwegoda, Srilanka. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh mereka, didapatkan bahwa parameter yang sensitif di dalam pemodelan adalah kekasaran saluran. Jiang L., dkk (2015) juga menggunakan SWMM dalam mensimulasikan banjir pada Kota Dongguan. Di dalam pemodelan yang dilakukan adalah

*Penulis korespondensi.

E-mail: siti.nurul@eng.unila.ac.id

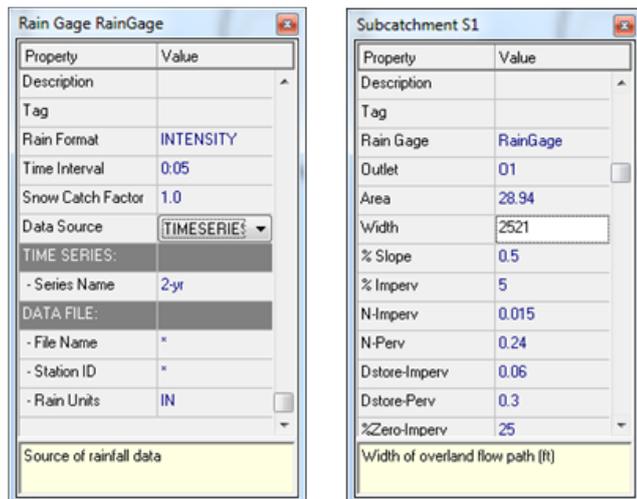
mensimulasikan banjir yang juga mempertimbangkan aliran air pada sistem pemipaan drainase di Kota Dongguan. Hasil yang didapatkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa Kota Dongguan mulai tergenang banjir pada hujan dengan kala ulang 2 th.

2. Metodologi

Didalam penelitian ini dilakukan analisis hidrologi menggunakan pemodelan SWMM. Dalam pemodelan SWMM dilakukan pembuatan dua model, yaitu model dengan kondisi tata guna lahan eksisting dan tata guna lahan dengan skenario perubahan tata guna lahan. Untuk membangun model dalam SWMM ini langkah yang akan dilakukan adalah: (1) membangun sistem hidrologi pada model SWMM, (2) mendefinisikan data klimatologi yang akan membebani model, (3) mendefinisikan pilihan dalam simulasi model dan (4) *running* model.

2.1 Membangun sistem hidrologi pada model SWMM

Sistem hidrologi di dalam model terdiri dari pendefinisian Data *rain gauge* dan data DAS (*Subcatchments*). Definisi dari data *rain gauge* merupakan definisi data interval hujan yang akan dianalisis, dimana data hujan merupakan data *time series*. Sedangkan untuk data *subcatchments* merupakan data karakteristik dari DAS, yang terdiri dari nilai luasan DAS, nilai kemiringan DAS (*slope*), prosentase *imperviousness*, nilai angka *manning* untuk daerah *impervious*, nilai angka *manning* untuk daerah *pervious*, data untuk simulasi infiltrasi (dapat dilakukan dengan Metode Horton, Green Ampt, atau Curve Number), dll. Di dalam pendefinisian Sub DAS, perlu ditentukan dimana *outlet* untuk setiap sub DAS di dalam model. Untuk memodelkan analisis perubahan tata guna lahan, dibuat dua jenis model, yang mewakili sub DAS dengan kondisi eksisting dan Sub DAS dengan skenario perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan diinput pada data *subcatchments* yaitu pada definisi % *imperviousness*. Pendefinisian sistem hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1. Dan Gambar 2.

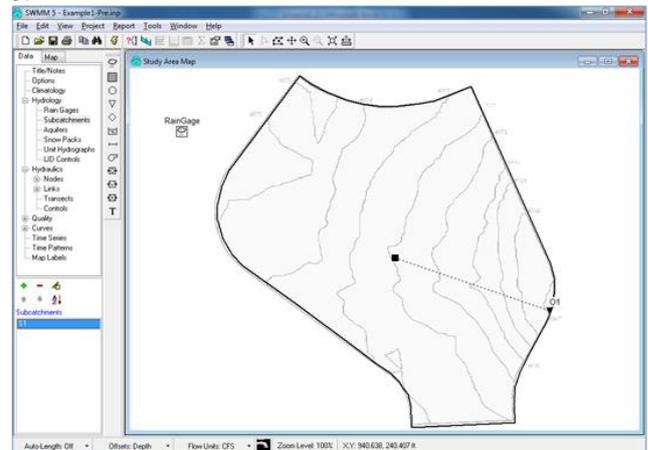


Gambar 1. Definisi Data Rain Gauge dan Data Sub DAS. Sumber: (Gironas, J., dkk, 2009)

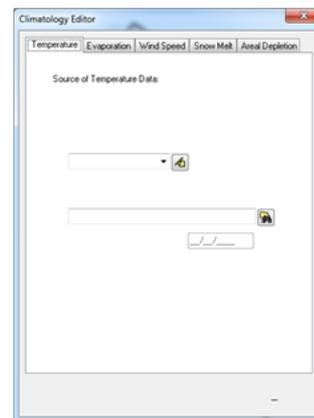
2.2 Mendefinisikan data klimatologi yang akan membebani model

Data klimatologi yang dapat dimasukkan di dalam model terdiri dari data suhu (*temperature*), evaporasi (*evaporation*),

kecepatan angin (*wind speed*), lelehan salju (*snow melt*) dan *areal depletion*. Karena lokasi penelitian merupakan daerah tropis, maka data klimatologi salju diabaikan. Pendefinisian klimatologi didalam Model SWMM dapat dilihat pada Gambar 3.



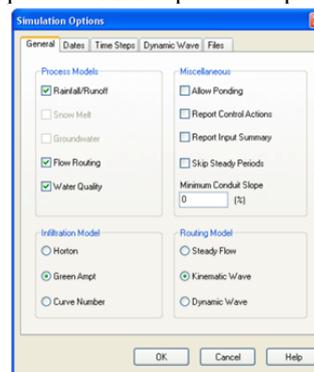
Gambar 2. Sistem Hidrologi di dalam SWMM. (Gironas, J., dkk, 2009)



Gambar 3. Pendefinisian Data Klimatologi di dalam SWMM. Sumber: (Gironas, J., dkk, 2009)

2.3 Mendefinisikan pilihan dalam simulasi model

Dalam penentuan simulasi, ada beberapa pilihan yang bisa ditentukan, antara lain, pilihan simulasi proses model, infiltrasi, tanggal simulasi, definisi *time series*, karena tidak dilakukan penelusuran ke dalam sistem drainase, maka tidak diperlukan definisi dalam *dynamic wave* atau pun *routing model* nya. Simulasi model pada SWMM dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pendefinisian Pilihan Simulasi. Sumber: (Gironas, J., dkk, 2009)

2.4 Me-running model.

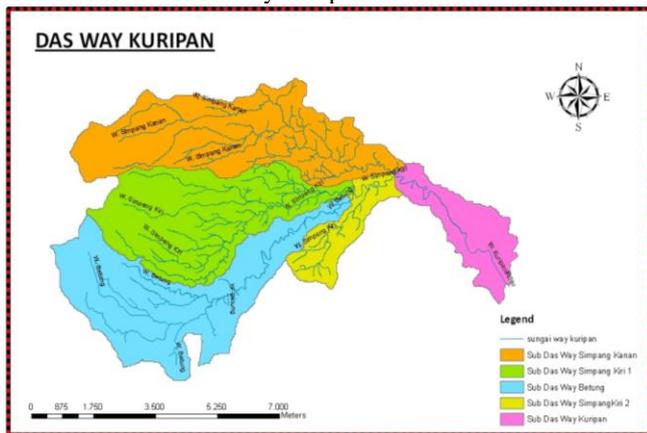
Setelah semua model di *setting*, maka terakhir adalah *me-running* model sesuai dengan definisi pilihan simulasi model.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 DAS Way Kuripan

Luas DAS Way Kuripan adalah 53,54 Km². Secara administrative, DAS Way Kuripan melalui Kota Bandar Lampung dan Kabupaten Pesawaran. Kecamatan yang masuk ke dalam Kota Bandar Lampung dan dilalui oleh Sungai Way Kuripan adalah Kecamatan Kemiling, Tanjung Karang Barat, Teluk Betung Utara, Teluk Betung Barat, dan Teluk Betung Selatan sedangkan pada Kabupaten Pesawaran melalui Kecamatan Padang Cermin, Way Lima, dan Gedong Tataan. Sebagian hulu DAS masuk pada Kabupaten pesawaran.

DAS Way Kuripan (dapat dilihat pada Gambar 5.) memiliki empat sub DAS, yaitu: sub DAS Way Simpang Kanan, sub DAS Way Simpang Kiri, sub DAS Way Betung dan sub DAS Way Kuripan. Di dalam penelitian ini, DAS Way Simpang Kiri dibagi menjadi 2, yaitu DAS Way Simpang Kiri 1 dan Way Simpang Kiri 2. Sub DAS paling hulu yang saling bertetangga adalah Sub DAS Way Simpang Kanan, sub DAS Way Simpang Kiri 1 dan Sub DAS Way Betung. Sedangkan Sub DAS paling hilir adalah Sub DAS Way Kuripan.

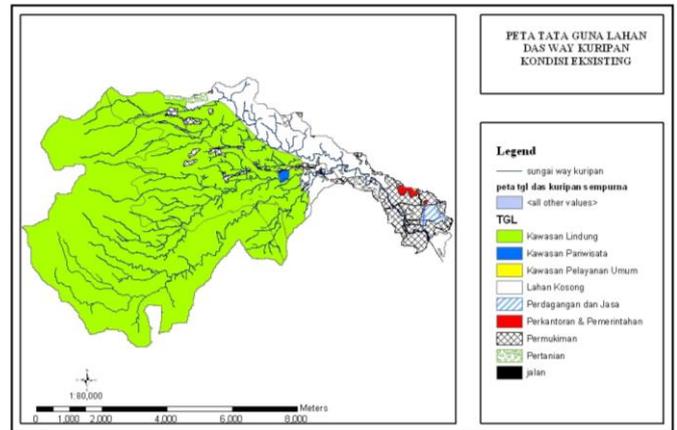


Gambar 5. Sub DAS pada DAS Way Kuripan

Peta tata guna lahan untuk kondisi eksisting, dibuat berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung tahun 2010 dan RTRW Kabupaten Pesawaran tahun 2011. Tata guna lahan pada keseluruhan DAS Way Kuripan dapat dilihat seperti Tabel 1 dan Gambar 6. di bawah ini:

Tabel 1. Tata Guna Lahan DAS Way Kuripan Kondisi Eksisting.

No	Tata Guna Lahan	Luasan Relatif (%)
1	Kawasan Lindung	80,15
2	Pariwisata	0,19
3	Pelayanan Umum	0,02
4	Lahan Kosong	11,69
5	Perdagangan dan Jasa	0,63
6	Perkantoran Pemerintahan	0,27
7	Permukiman	6,29
8	Pertanian	0,34
9	Areal Jalan	0,42
Total		100



Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan Kondisi Eksisting.

Berdasarkan Gambar 6., terlihat bahwa pada sub-sub DAS di hulu (Sub DAS Way Simpang Kanan, Sub DAS Way Simpang Kiri 1 dan Sub DAS Way Betung) didominasi tata guna lahan kawasan lindung. Pada DAS Way Simpang Kiri 1 dan DAS Way Betung, kurang lebih 99% wilayah tertutup oleh kawasan lindung. Sedangkan pada DAS Way Simpang Kanan, sekitar 75% wilayah merupakan kawasan lindung, sedangkan sisanya masih merupakan Wilayah lahan kosong. Lahan yang terbangun terlihat pada hilir das, yaitu DAS Way Kuripan.

Di dalam pemodelan menggunakan SWMM ini, skenario tata guna lahan dengan kondisi eksisting, diinterpretasikan dalam bentuk presentase *imperviousness* atau prosentase daerah yang kedap air (*pervious*). Nilai ini diberikan untuk setiap sub DAS. Berdasarkan analisis, maka didapatkan untuk kondisi eksisting, pada sub DAS Way Betung nilai prosentase *imperviousness*-nya 5%, sub DAS Way Simpang Kiri 1 5%, sub DAS Way Simpang Kanan dan sub DAS Way Simpang Kiri 2 sebesar 25% dan terakhir sub DAS Way Kuripan sebesar 30%.

3.2 Perubahan Tata Guna Lahan

Di dalam pemodelan menggunakan SWMM, terdapat tiga jenis model berdasarkan skenario perubahan tata guna lahannya, yaitu skenario pertama merupakan skenario dengan kondisi tata guna lahan eksisting (Skenario Eksisting) sedangkan kedua model lainnya (Skenario 1 dan 2) merupakan skenario perubahan tata guna lahan yang diperkirakan mungkin terjadi di DAS Way Kuripan.

Skenario 1, diinterpretasikan dalam bentuk presentase *imperviousness*. Nilai ini diberikan persub DAS. Berdasarkan analisis, maka didapatkan untuk kondisi skenario 1, pada sub DAS Way Betung nilai prosentase *imperviousness*-nya 15%, sub DAS Way Simpang Kiri 1 45%, sub DAS Way Simpang Kanan 50%, sub DAS Way Simpang Kiri 2 sub DAS Way Kuripan sebesar 40%.

Di dalam pemodelan menggunakan SWMM ini, skenario 2, diinterpretasikan dalam bentuk presentase *imperviousness*. Nilai ini diberikan untuk setiap sub DAS. Berdasarkan analisis, maka didapatkan untuk kondisi skenario 2, pada sub DAS Way Betung nilai prosentase *imperviousness*-nya 40%, sub DAS Way Simpang Kiri 1 55%, sub DAS Way Simpang Kanan 55%, sub DAS Way Simpang Kiri 2 60% sedangkan sub DAS Way Kuripan sebesar 60%.

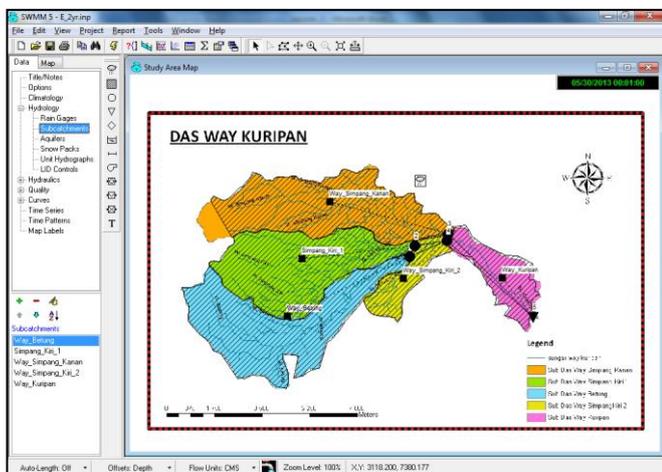
3.3 Hasil Pemodelan SWMM

Model SWMM yang dibuat untuk melakukan penelusuran banjir di DAS Way Kuripan memiliki tiga jenis model SWMM berdasarkan skenario tata guna lahannya. Pada setiap skenario

diberikan hujan dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun dan 200 tahun. Jadi keseluruhan model yang dianalisis ada 49 buah model. Rincian sistem penamaan model dapat dilihat pada Tabel 2. Contoh salah satu model dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel . Model Penelusuran Banjir di DAS Way Kuripan Menggunakan SWMM

Kala Skenario	Ulang	Eksisting	I	II
2 th		E-2	I-2	II-2
5 th		E-5	I-5	II-5
10 th		E-10	I-10	II-10
25 th		E-25	I-25	II-25
50 th		E-50	I-50	II-50
100 th		E-100	I-100	II-100
200 th		E-200	I-200	II-200

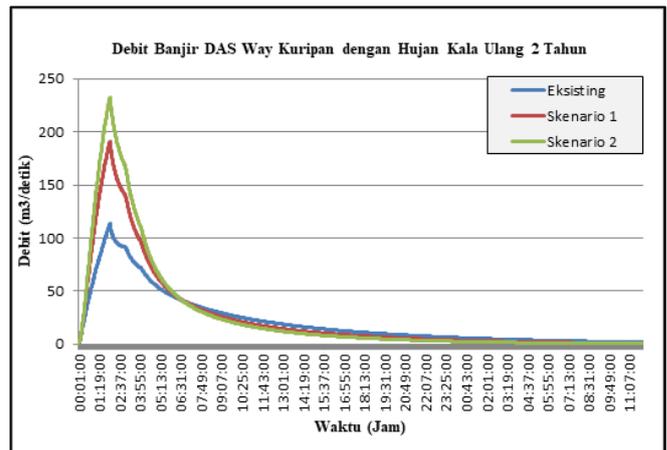


Gambar 7. Model Penelusuran Banjir dengan SWMM DAS Way Kuripan.

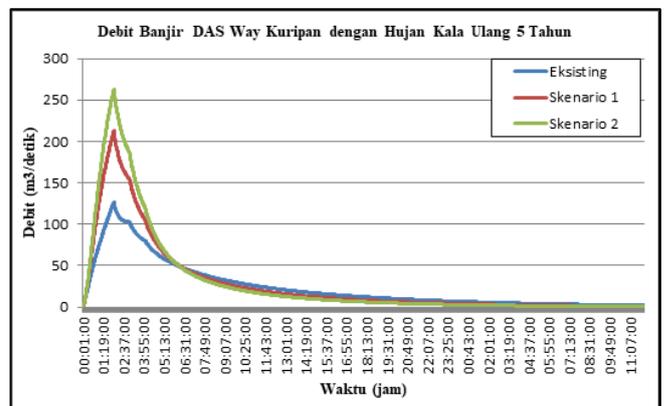
Hydrograph yang dihasilkan dari model SWMM merupakan hasil penelusuran banjir sebagai respon hidrologi di DAS Way Kuripan. Hydrograph DAS Way Kuripan diambil berdasarkan analisis dengan menggunakan SWMM yaitu pada titik (node) 5 di dalam model di setiap skenario tata guna lahan. Sedangkan perbandingan hydrograph untuk setiap perubahan skenario per kala ulang hujan rencana dapat dilihat dari Gambar 8. sampai dengan Gambar 14.

Dengan simulasi hujan yang terjadi pada pukul 00:00:00, 01:00:00, 02:00:00 dan 03:00 dengan intensitas berbagai kala ulang, didapatkan waktu puncak terjadi pada pukul 02:00:00 atau waktu puncak diraih dua (2) jam setelah terjadinya hujan. Untuk mendapatkan hydrograph sedemikian hingga didapatkan debit yang nyaris mendekati nol, ternyata dibutuhkan simulasi waktu 1,5 hari (36 jam) di dalam me-running model yang dibuat.

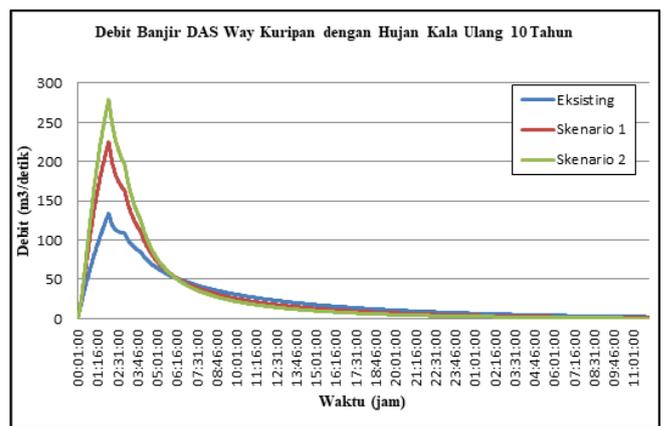
Dari setiap gambar perbandingan hydrograph untuk setiap perubahan skenario per kala ulang hujan rencana, didapatkan informasi bahwa terjadi perubahan signifikan terhadap debit puncak dari kondisi eksisting ke kondisi skenario 1 dan skenario 2, yaitu peningkatan debit puncak yang tinggi dari setiap skenario perubahan tata guna lahan. Ini menunjukkan bahwa model SWMM sensitif terhadap perubahan nilai prosentase *imperviousness*. Semakin tinggi nilai prosentase *imperviousness* suatu sub DAS, semakin tinggi pula debit puncak yang terjadi.



Gambar 8. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 2 Tahun

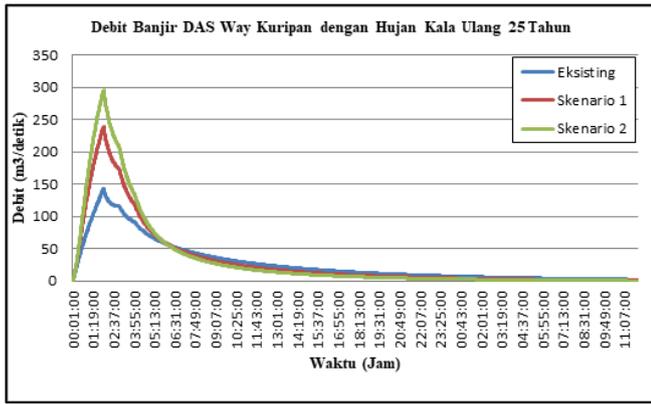


Gambar 9. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 5 Tahun



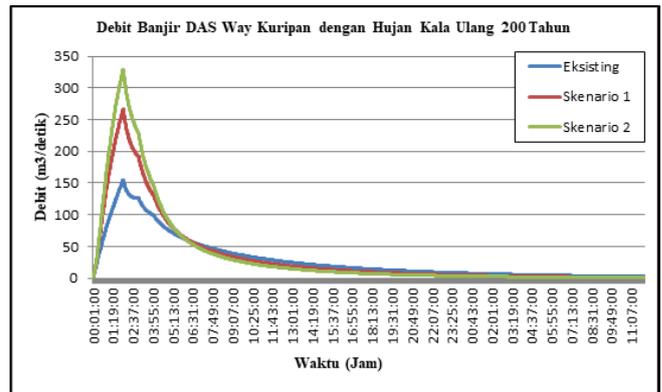
Gambar 10. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 10 Tahun

Perbandingan debit puncak di setiap skenario tata guna lahan serta nilai prosentase kenaikan debit puncak dibandingkan dengan kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 15. dan 4.16.

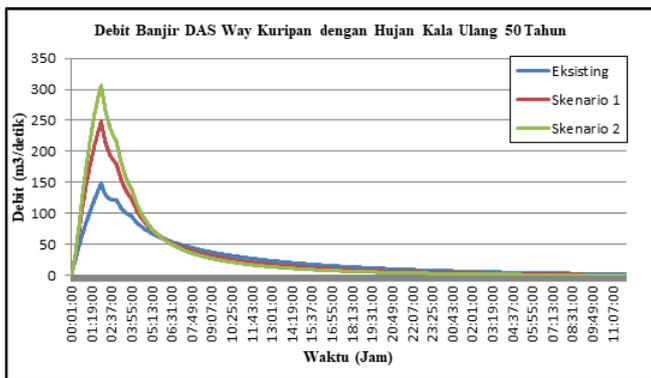


Gambar 11. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 25 Tahun

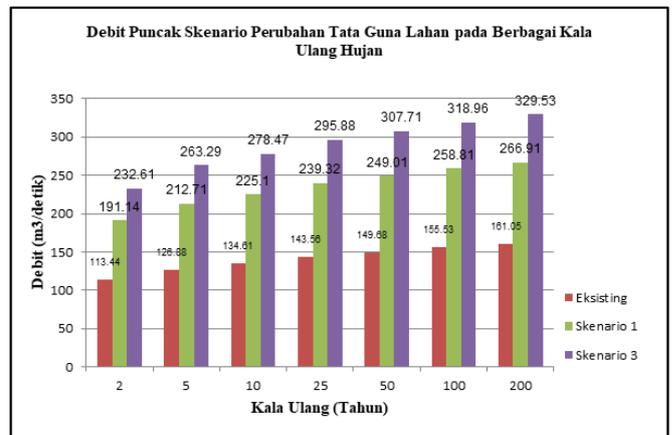
eksisting. Pada skenario ke-2 kisaran debit puncak antara 232,61 m³/detik sampai dengan 329,53 m³/detik.



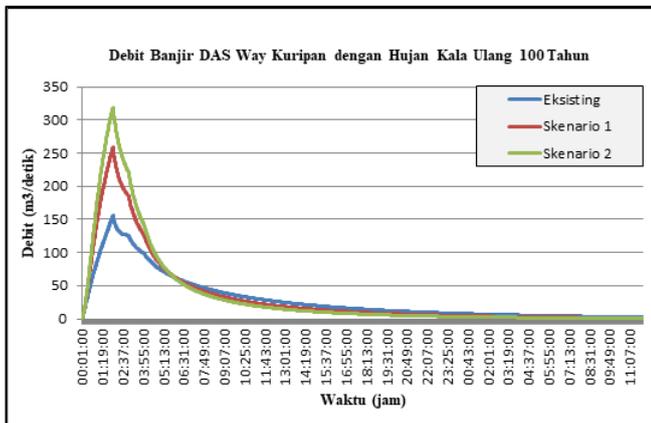
Gambar 14. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 200 Tahun



Gambar 12. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 50 Tahun

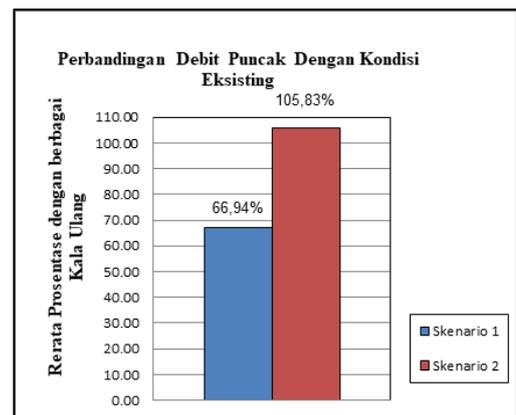


Gambar 15. Perbandingan Debit Puncak dengan Berbagai Skenario dan Berbagai Kala Ulang Hujan



Gambar 13. Hydrograph DAS Way Kuripan dengan Berbagai Skenario Perubahan Tata Guna Lahan pada Hujan Kala Ulang 100 Tahun

Pada skenario kondisi eksisting, dengan disimulasi hujan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun, didapatkan debit puncak berkisar antara 113,44 m³/detik sampai dengan 161,05 m³/detik. Untuk skenario perubahan tata guna lahan ke-1, dimana terjadi perubahan signifikan tata guna lahan pada sub-sub DAS yang masih memiliki kawasan hutan lindung, terjadi peningkatan cukup tajam debit puncak, yaitu berkisaran antara 191, 14 m³/detik sampai dengan 266,91m³/detik untuk intensitas hujan dengan kala ulang yang sama seperti kondisi



Gambar 16. Prosentase Debit Puncak pada Skenario Perubahan Tata Guna Lahan Dibandingkan dengan Skenario Eksisting.

Dari Gambar 16 terlihat bahwa rerata peningkatan debit puncak pada skenario 1 adalah 66,94% sedangkan skenario 2 sebesar 105,83%. Hal ini menunjukkan bahwa besar sekali efek respon debit banjir di DAS Way Kuripan jika kawasan lindung harus tergantikan dengan kawasan yang lebih impervious.

Pada keadaan kekinian sampai dengan tahun 2022, berdasarkan pengamatan penulis, pembangunan pada sub-DAS

di DAS Way Kuripan menunjukkan condong untuk mulai menyentuh wilayah kawasan lindung. Kawasan lindung terlihat sudah mulai dibangun dan tergantikan dengan berbagai fungsi. Penelitian ini dibangun atas skenario perubahan tata guna lahan yang sangat mungkin terjadi di DAS Way Kuripan, dan dari hasil penelitian menunjukkan adanya sinyal bahaya jika kawasan lindung tergantikan dengan fungsi lain sehingga terjadi peningkatan daerah non resapan air (*impervious*). Akibat yang dapat dipastikan adalah peningkatan debit banjir. Dengan kata lain, Kota Bandar Lampung akan sangat rawan banjir, jika kawasan lindung sampai digantikan fungsinya menjadi kawasan lain yang lebih *impervious*.

4. Kesimpulan

Perubahan tata guna lahan yang signifikan dari kawasan lindung menjadi kawasan yang lebih *impervious* (berkisar antara 15% sampai dengan 60% dari kondisi sebelumnya) maka terjadi peningkatan signifikan dari debit banjir di DAS Way Kuripan.

Pada skenario kondisi eksisting debit puncak terjadi berkisar antara 113,44 m³/detik sampai dengan 161,05 m³/detik untuk hujan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Skenario perubahan tata guna lahan pada skenario ke-1 (prosentase *imperviousness* bervariasi 15% sampai dengan 50% pada sub-sub DAS Way Kuripan) menunjukkan debit puncak diantara rentang 191, 14 m³/detik sampai dengan 266,91 m³/detik untuk intensitas hujan dengan kala ulang yang sama seperti kondisi eksisting.

Pada skenario ke-2 (prosentase *imperviousness* bervariasi 40% sampai dengan 60% pada sub-sub DAS Way Kuripan) kisaran debit puncak terjadi antara 232,61 m³/detik sampai dengan 329,53 m³/detik. Dikeseluruhan simulasi menunjukkan, waktu puncak terjadi pada dua jam setelah terjadi hujan.

Daftar pustaka

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Lampung, (2013) Banjir di 9 Titik Wilayah Kota Bandar Lampung, <http://bpbdlampungprov.go.id>.
- Butler D., Davies J.W., (2000) *Urban Drainage*, Spon Press Taylor & Francis Group, London & Newyork.
- Gironas, J., dkk, 2009, Storm Water Management Model Application Manual, US EPA
- Jiang L., Chen Y., Wang, H., (2015) *Urban Flood Simulation based on SWMM Model*. doi:10.5194/piahs-368-186-2015
- Kiranaratri, A.H., Simarmata, N., Hidayat D., (2019) Analisis Potensi Bencana Banjir Hilir Daerah Aliran Sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol 13, No 2 – 2019 ISSN 1978 – 5658.
- Wanniarachchi S.S., Wijesekera N.T.S. (2012) *Using SWMM as a Tool for Floodplain Management in Ungauged Urban Watershed*, ENGINEER - Vol. XXXXV, No. 01, pp. [1-8], 2012.