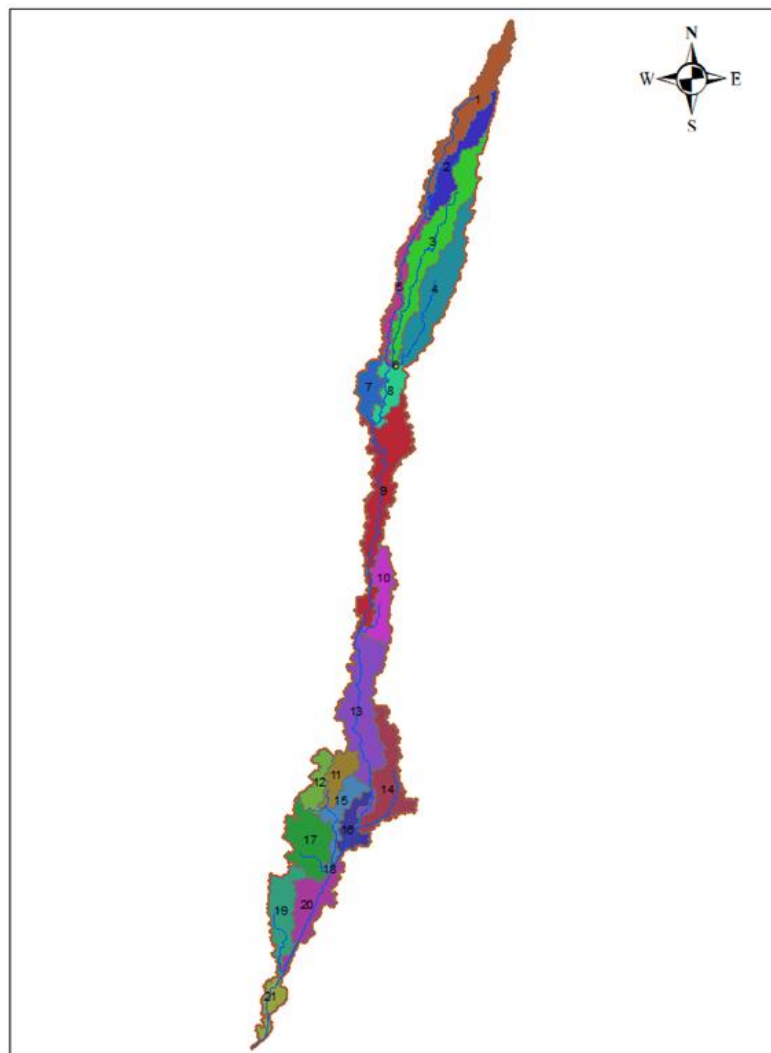


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Delineasi DAS

Pada pemodelan SWAT tersebut delineasi atau pembuatan DAS dilakukan secara otomatis oleh SWAT dengan menggunakan data DEM serta untuk mempermudah pembuatan DAS menggunakan DAS yang sudah dibuat secara manual kemudian di konversi dalam bentuk format *raster* dan data aliran sungai dalam bentuk format *shapfile* agar DAS dan aliran sungai yang diolah sesuai dengan di lapangan. Pada delineasi DAS oleh SWAT menghasilkan 21 sub-DAS dengan satu *outlet* pada DAS Winongo. Pada gambar 4.1 merupakan delineasi DAS yang di olah oleh model SWAT dengan menghasilkan 21 sub-DAS.



Gambar 4.1 Delineasi DAS oleh SWAT

4.2 Tata Guna Lahan (*Landuse*)

Jenis tata guna lahan sangat berpengaruh terhadap kondisi hidrologi suatu DAS. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis penggunaan lahan yaitu tahun 2016. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan komposisi yang cukup besar pada peta penggunaan lahan tahun sebelumnya dengan peta penggunaan lahan tahun 2016 sehingga peneliti menggunakan peta tata guna lahan tahun 2016 dan skenario 2016 yang sudah dirubah dari daerah resapan air menjadi daerah pemukiman untuk mengetahui dampak dari perubahan *landuse* terhadap debit banjir seperti yang dilakukan oleh (Halik, Wahyuni, & Maududie, 2010).

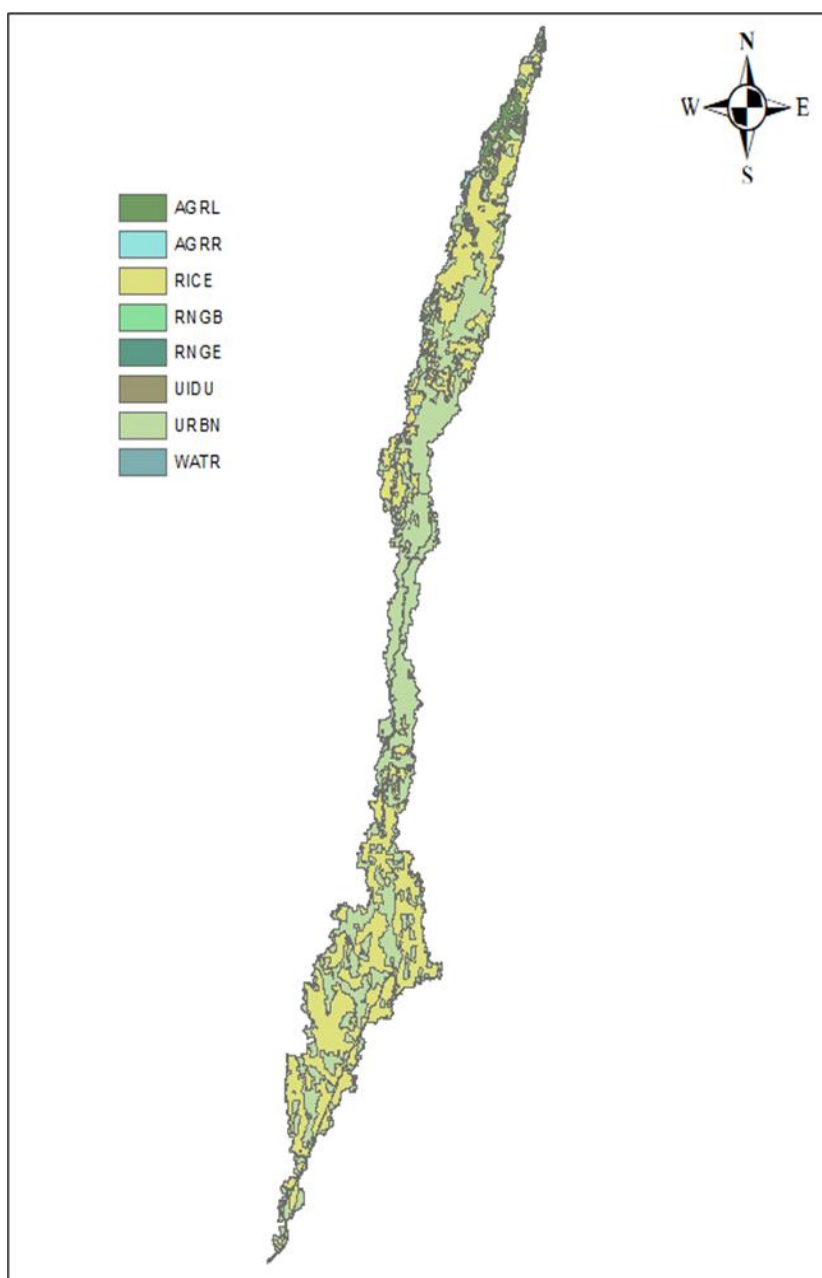
Untuk peta penggunaan lahan tahun 2016 diantaranya yaitu kebun, sawah irigasi, tegalan / ladang, rumput / tanah kosong, semak / belukar, industri, sungai, dan permukiman. Pada penelitian ini peneliti menggunakan 2 skenario yaitu peta tata guna lahan dengan penggunaan lahan *existing* atau actual dan skenario 1 dengan merubah penggunaan lahan sawah irigasi menjadi pemukiman sebesar 20,6 % pada daerah hulu dan hilir DAS Winongo. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari perubahan daerah resapan menjadi daerah non resapan terhadap debit simulasi. Pada tabel 4.1 merupakan data tata guna lahan tahun 2016 dengan kode *land use* yang digunakan oleh SWAT dan pada tabel 4.2 merupakan perubahan luasan dari kondisi *existing* dengan skenario 1. Untuk peta tata guna lahan pada DAS Winongo dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.1 Data penggunaan lahan tahun 2016

Penggunaan Lahan	SWAT <i>Landuse</i>	Kode SWAT
Kebun	Agricultural Land-Generic	AGRL
Tubuh air	Water	WATR
Sawah irigasi	Rice	RICE
Tegalan/Ladang	Agricultural Land-Row Crops	AGRR
Rumput/Tanah kosong	Range-Grasses	RNGE
Semak/Belukar	Range-Brush	RNGB
Industri	Urban Industrial	UIDU
Permukiman	Residential	URBN

Tabel 4.2 Perubahan tata guna lahan tahun 2016

Penggunaan Lahan	Luas <i>Existing</i> (%)	Luas Skenario 1 (%)
Kebun	4,13	4,13
Tubuh air	0,69	0,69
Sawah irigasi	46,01	25,41
Tegalan/Ladang	0,44	0,44
Rumput/Tanah Kosong	0,05	0,05
Semak/Belukar	0,29	0,29
Permukiman	48,34	68,94
Industri	0,05	0,05



sumber : BAPPEDA

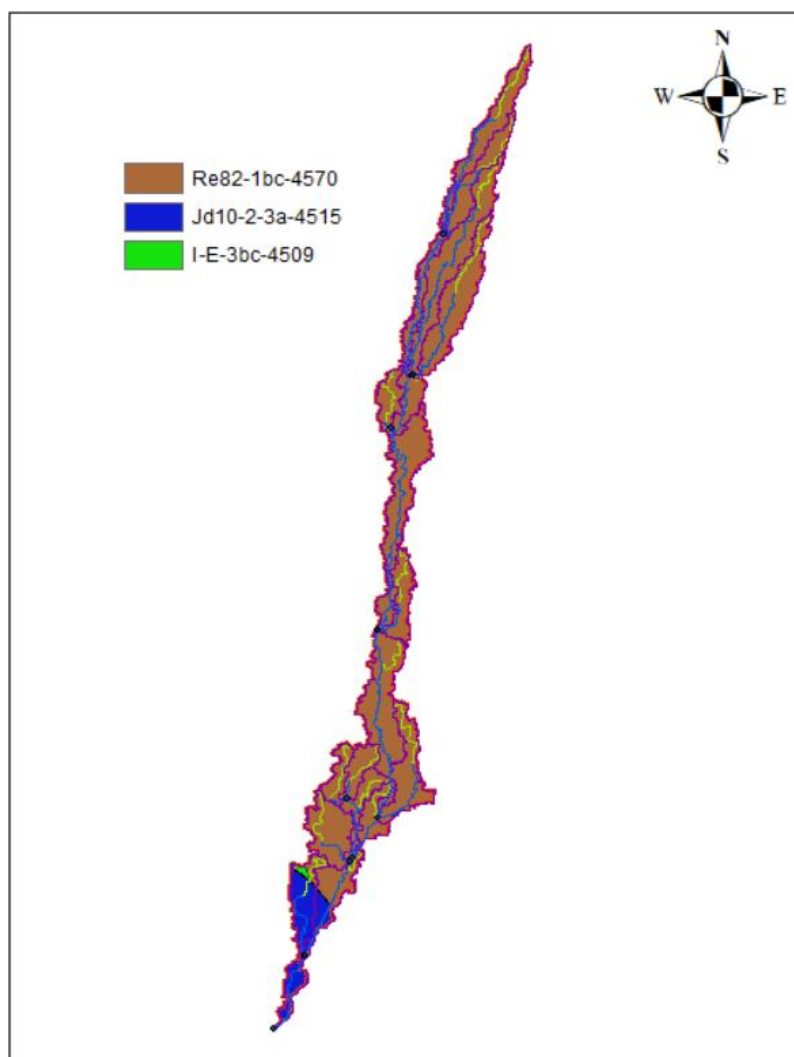
Gambar 4.2 Peta penggunaan lahan DAS winongo

4.3 Jenis Tanah (*Soil*)

Jenis tanah menurut FAO pada DAS Winongo terdiri dari tiga jenis tanah yaitu lempung berpasir, lempung berliat, dan lempung. Pada DAS Winongo di dominasi oleh jenis tanah lempung berpasir dengan luas sebesar 92,23 % dengan infiltrasi rendah dan limpasan (*runoff*) sedang ke tinggi. Untuk karakteristik dari jenis tanah dijelaskan pada lampiran 3 dan peta jenis tanah pada DAS Winongo dapat dilihat pada gambar 4.3.

Tabel 4.3 Data jenis tanah

Jenis Tanah	Kode SWAT	Kelas Hidrologi	Luas (%)
Lempung Berpasir	Re82-1bc-4570	C	92,23
Lempung Berliat	Jd10-2-3a-4515	C	7,44
Lempung	I-E-3bc-4509	D	0,32



sumber : FAO

Gambar 4.3 Peta jenis tanah DAS winongo

4.4 Pembentukan HRU

Hydrological Response Unit (HRU) merupakan gabungan dari data tata guna lahan (*landuse*), jenis tanah (*soil*) dan kemiringan lereng (*slope*) yang dilakukan dengan cara tumpang susun (*overlay*). Hasil dari HRU tersebut memberikan informasi tentang penggunaan lahan, jenis tanah dan kemiringan pada setiap sub-DAS di DAS Winongo. HRU yang terbentuk pada DAS Winongo yaitu sebanyak 313 untuk kondisi *existing* dan 311 untuk skenario 1 pada 21 sub-DAS. Terdapat perbedaan pada HRU diantara 2 skenario tersebut hal ini bergantung pada distribusi pembagian HRU pada setiap sub-DAS. Sebagai contoh pada sub-DAS 6 terdapat 3 HRU pada masing-masing skenario akan tetapi memiliki luas yang berbeda hal ini dikarenakan berubahnya penggunaan lahan dari sawah menjadi permukiman. Untuk hasil dari semua pembentukan HRU terdapat pada lampiran 4 untuk penggunaan lahan *existing* dan lampiran 5 untuk skenario 1. Pada tabel 4.4 memberikan informasi tentang penggunaan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng (*slope*) pada kondisi *existing* sedangkan pada tabel 4.5 untuk skenario 1.

Tabel 4.4 HRU pada sub-DAS 6 (*existing*)

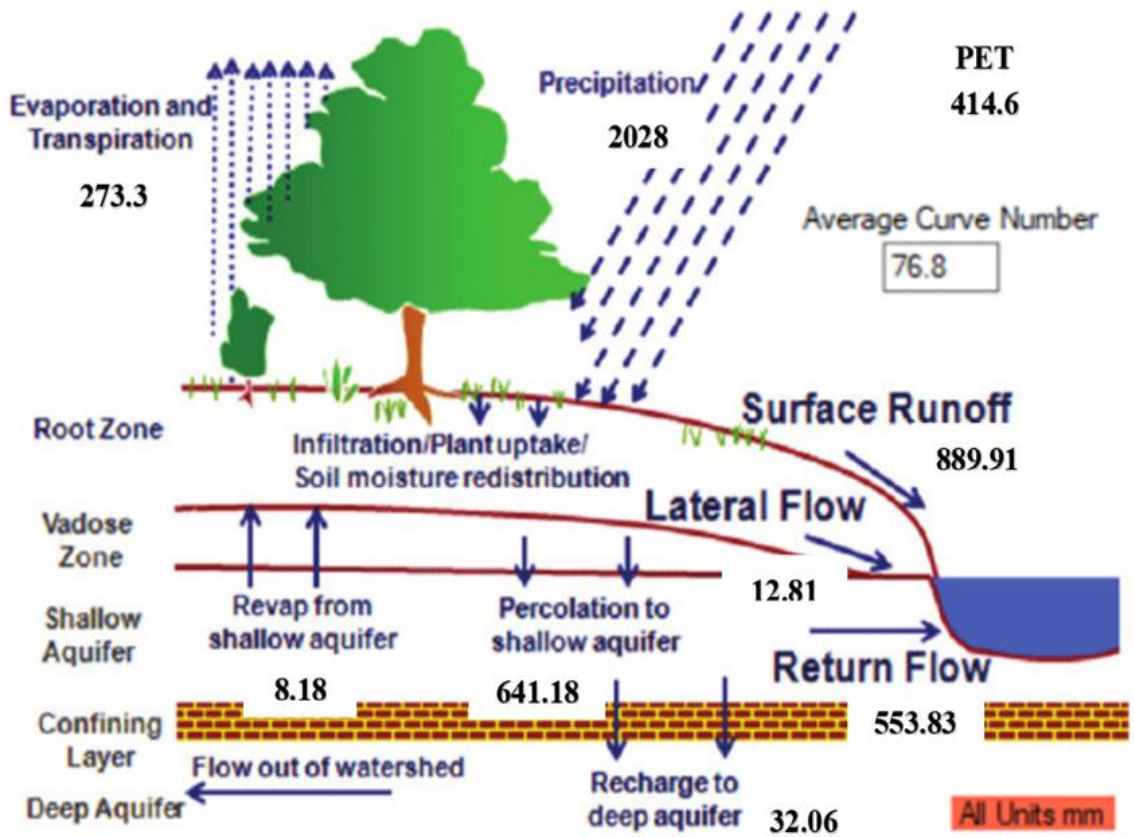
No HRU	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Kemiringan Lereng	Luas (Ha)
96	Permukiman	Lempung Berpasir	15-25 (Agak Curam)	0.0207
97	Permukiman	Lempung Berpasir	8-15 (Landai)	0.9225
98	Permukiman	Lempung Berpasir	0-8 (Datar)	2.4301

Tabel 4.5 HRU pada sub-DAS 6 (skenario 1)

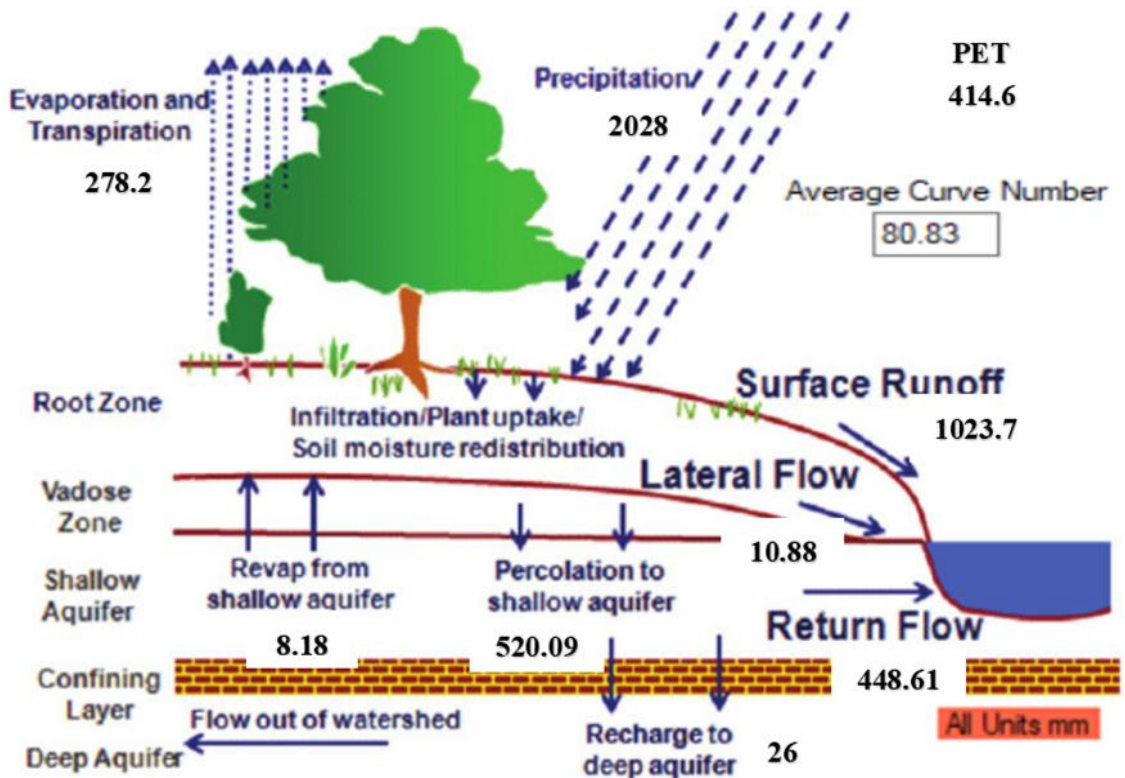
No HRU	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Kemiringan Lereng	Luas (Ha)
93	Permukiman	Lempung Berpasir	0-8 (Datar)	2.4301
94	Permukiman	Lempung Berpasir	15-25 (Agak Curam)	0.0207
95	Permukiman	Lempung Berpasir	8-15 (Landai)	0.9225

4.5 Hasil Analisis SWAT

Hasil dari analisis SWAT yaitu didapatkan debit simulasi, aliran limpasan (*surface runoff*), aliran lateral (*flow lateral*), aliran bawah tanah (*groundwater*), hasil air (*water yield*), evapotranspirasi dan angkutan sedimen. Pada gambar 4.4 merupakan hasil analisis dari SWAT dengan skema siklus hidrologi untuk kondisi *existing* sedangkan gambar 4.5 untuk skenario 1.



Gambar 4.4 Hasil analisis SWAT untuk kondisi *existing*



Gambar 4.5 Hasil analisis SWAT untuk kondisi skenario 1

4.5.1 Debit Simulasi

Pada grafik debit simulasi bulanan yang terdapat pada gambar 4.6 untuk bulan Januari, Februari, November dan Desember debit simulasi pada Skenario 1 lebih besar dibandingkan dengan debit simulasi *existing* hal ini dipengaruhi oleh banyaknya hari basah (hujan) serta besarnya curah hujan (mm). Berdasarkan hasil analisis SWAT yang dijalankan pada periode 1 Januari 2018 sampai dengan 31 Desember 2018 didapatkan hasil debit simulasi untuk hujan rerata maksimum yaitu sebesar 95,7 mm pada tanggal 28 November 2018 dengan debit sebesar 15,91 m³/s untuk kondisi *existing* yang terdapat pada Gambar 4.7. Pada skenario 1 yaitu dengan perubahan sawah irigasi menjadi daerah permukiman pada daerah hulu dan hilir DAS Winongo sebesar 20,6% terjadi peningkatan debit sebesar 16,93 m³/s dengan selisih 1,03 m³/s atau 6,45 %, untuk perubahan peningkatan debit dapat dilihat pada Gambar 4.8. Debit total pada kedua skenario yaitu 369,80 m³/s untuk kondisi *existing* dan 375,30 m³/s untuk skenario 1 dengan selisih 5,5 m³/s atau 1,49 %. Untuk selisih hasil debit bulanan pada dua skenario dapat dilihat pada tabel 4.6 serta untuk debit maksimum, minimum dan rerata pada setiap skenario terdapat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 serta untuk hubungan debit simulasi dengan curah hujan dapat dilihat pada gambar 4.7 dan gambar 4.8.

Tabel 4.6 Debit bulanan pada 2 skenario

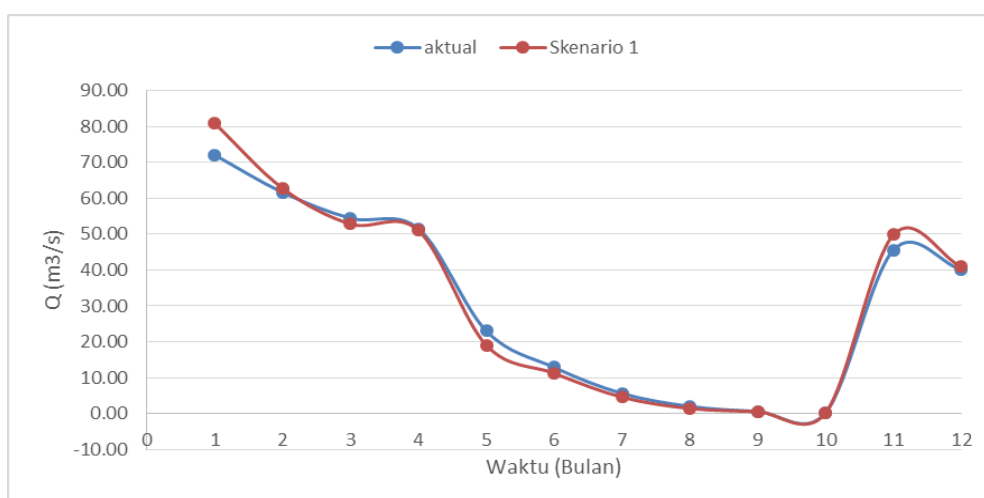
Bulan	<i>Existing</i> (m ³ /s)	Skenario 1 (m ³ /s)	Selisih (%)
1	72.06	80.88	12.24
2	61.65	62.78	1.83
3	54.46	52.83	-2.98
4	51.56	51.05	-1.00
5	23.01	19.05	-17.19
6	12.85	11.22	-12.70
7	5.62	4.56	-18.81
8	2.02	1.41	-29.98
9	0.61	0.57	-6.73
10	0.25	0.20	-17.43
11	45.61	49.86	9.33
12	40.11	40.88	1.91

Tabel 4.7 Debit bulanan pada kondisi *existing*

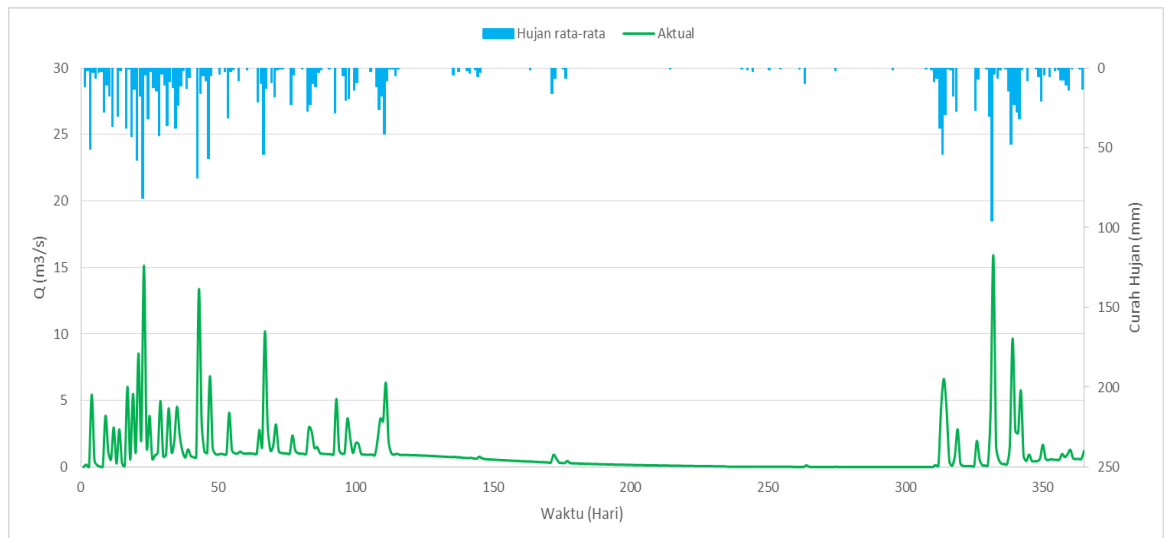
Bulan	Q Maks (m ³ /s)	Q Min (m ³ /s)	Q Rata-Rata (m ³ /s)
1	15.14	0.00	2.32
2	13.36	0.73	2.20
3	10.19	0.98	1.76
4	6.34	0.90	1.72
5	0.89	0.55	0.74
6	0.92	0.27	0.43
7	0.26	0.12	0.18
8	0.12	0.02	0.07
9	0.13	0.01	0.02
10	0.02	0.01	0.01
11	15.91	0.01	1.52
12	9.65	0.23	1.29

Tabel 4.8 Debit bulanan pada skenario 1

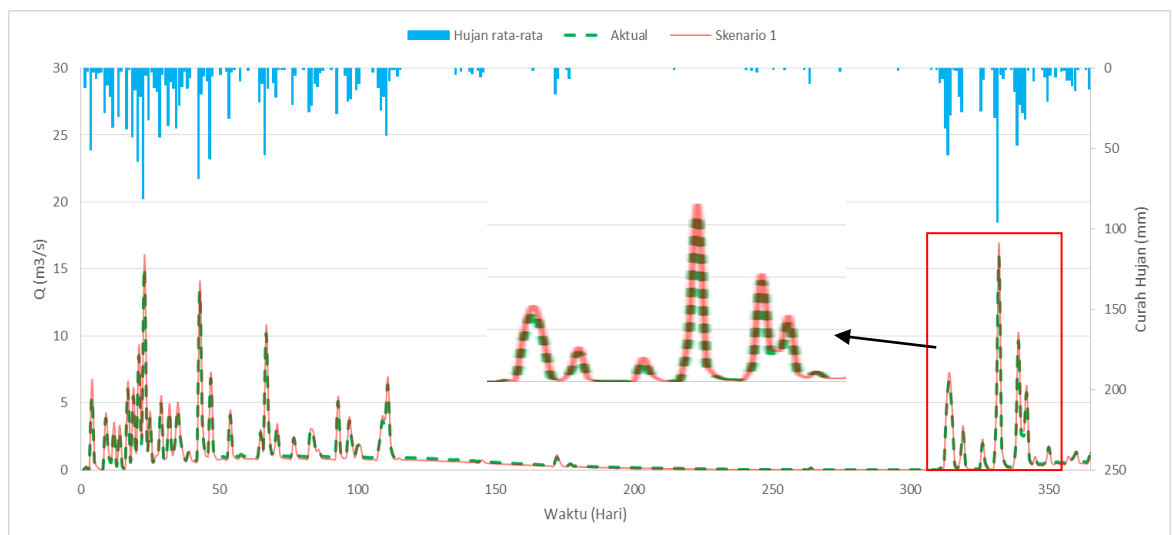
Bulan	Q Maks (m ³ /s)	Q Min (m ³ /s)	Q Rata-Rata (m ³ /s)
1	16.07	0.00	2.61
2	14.09	0.60	2.24
3	10.83	0.81	1.70
4	6.94	0.74	1.70
5	0.74	0.45	0.61
6	1.11	0.22	0.37
7	0.21	0.09	0.15
8	0.09	0.02	0.05
9	0.18	0.01	0.02
10	0.03	0.00	0.01
11	16.93	0.00	1.66
12	10.29	0.15	1.32



Gambar 4.6 Grafik debit simulasi bulanan



Gambar 4.7 Grafik hubungan debit simulasi dengan curah hujan (aktual)



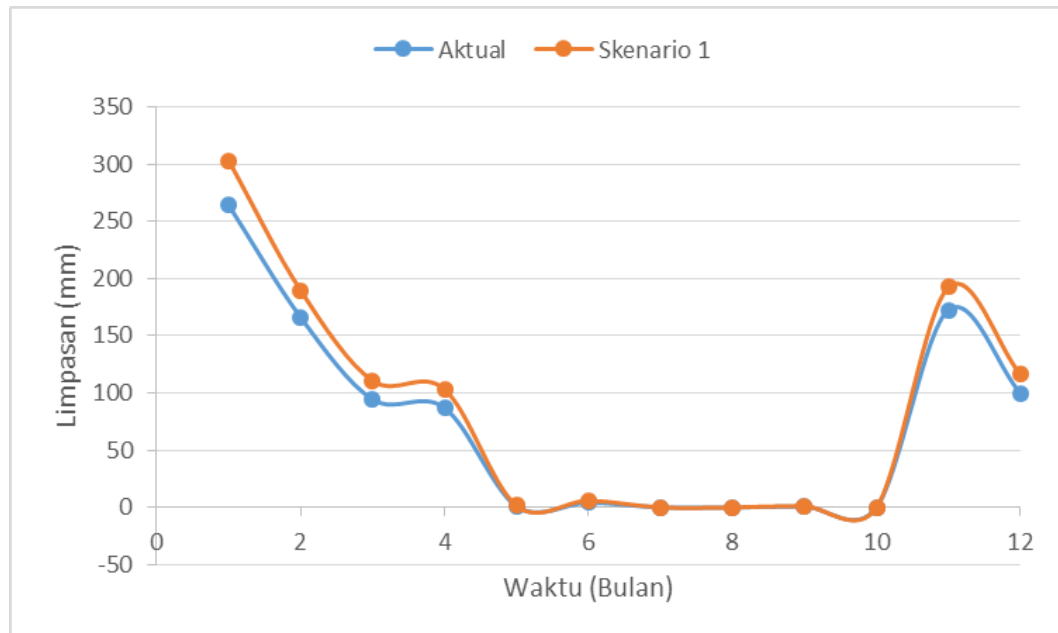
Gambar 4.8 Perbandingan grafik debit simulasi kedua skenario

4.5.2 Aliran Limpasan Permukaan (*Surface Runoff*)

Pada analisis SWAT didapatkan hasil total aliran limpasan permukaan (*surface runoff*) sebesar 889,91 mm untuk kondisi eksisting dan 1023,7 mm untuk skenario 1 aliran limpasan tersebut terjadi kenaikan sebesar 15,3 % setelah melakukan perubahan pada lahan sawah menjadi lahan permukiman sebesar 20,6 %. Hal ini dipengaruhi oleh berubahnya tata guna lahan dari daerah resapan menjadi non resapan. Untuk hasil dari aliran limpasan pada dua skenario terdapat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan aliran limpasan pada 2 skenario

Bulan	Existing (mm)	Skenario 1 (mm)	Selisih (%)
1	264.15	303.14	14.76
2	166.04	189.48	14.12
3	94.43	110.67	17.20
4	86.99	103.19	18.62
5	1.06	1.51	42.45
6	4.16	5.93	42.55
7	0	0	0.00
8	0.01	0.02	100.00
9	0.89	1.32	48.31
10	0.08	0.1	25.00
11	172.6	192.34	11.44
12	99.5	116	16.58



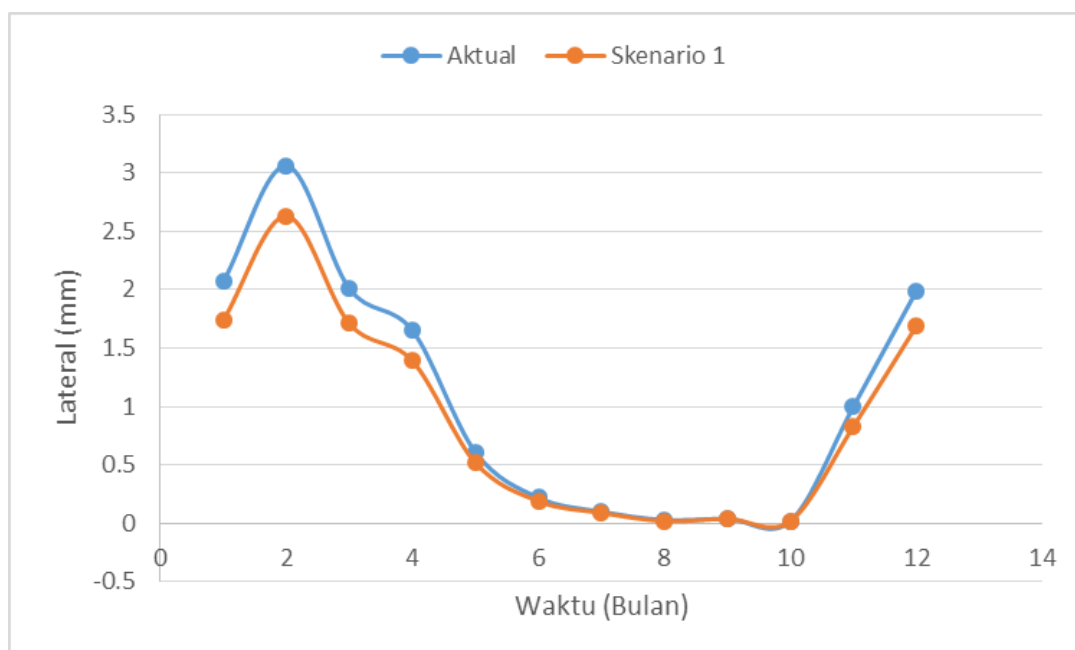
Gambar 4.9 Grafik aliran limpasan bulanan

4.5.3 Aliran Lateral (*Lateral Flow*)

Pada hasil analisis untuk aliran lateral, nilai aliran lateral untuk kondisi *existing* lebih besar yaitu 12,8 mm dibandingkan dengan aliran lateral pada skenario 1 yaitu 10,87 mm. Hal ini terjadi dikarenakan perubahan penggunaan lahan terutama untuk permukiman yang menjadi daerah kedap air sehingga sedikit air yang masuk ke tanah. Untuk perbedaan nilai aliran lateral pada dua skenario dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perbandingan aliran lateral pada 2 skenario

Bulan	<i>Existing</i> (mm)	Skenario 1 (mm)	Selisih (%)
1	2.07	1.74	-15.94
2	3.06	2.63	-14.05
3	2.01	1.71	-14.93
4	1.65	1.39	-15.76
5	0.61	0.52	-14.75
6	0.22	0.19	-13.64
7	0.1	0.09	0.00
8	0.03	0.02	-33.33
9	0.04	0.04	0.00
10	0.02	0.02	0.00
11	1	0.83	-17.00
12	1.99	1.69	-15.08



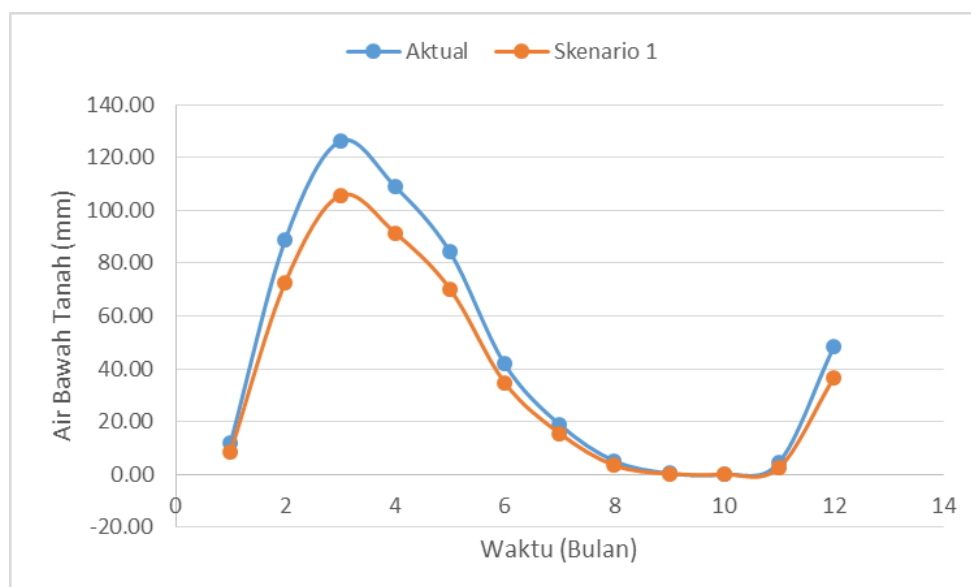
Gambar 4.10 Grafik aliran lateral bulanan

4.5.4 Aliran Air Bawah Tanah (*Ground Water*)

Hasil analisis SWAT untuk aliran air bawah tanah didapatkan nilai aliran bawah tanah pada kondisi *existing* sebesar 48.31 mm lebih besar dibandingkan dengan nilai aliran air bawah tanah pada skenario 1 yaitu sebesar 36,58 mm. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lahan yang berubah dari daerah resapan menjadi non resapan (permukiman). Untuk perbedaan nilai aliran air bawah tanah dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan aliran air bawah tanah pada 2 skenario

Bulan	Existing (mm)	Skenario 1 (mm)	Selisih (%)
1	11.99	8.69	-27.55
2	88.98	72.78	-18.21
3	126.16	105.61	-16.29
4	109.05	91.49	-16.10
5	84.29	70.33	-16.57
6	41.82	34.82	-16.74
7	18.97	15.64	-17.58
8	5.18	3.48	-32.81
9	0.47	0.33	-30.78
10	0.00	0.00	-33.48
11	4.54	2.56	-43.60
12	48.31	36.58	-24.28



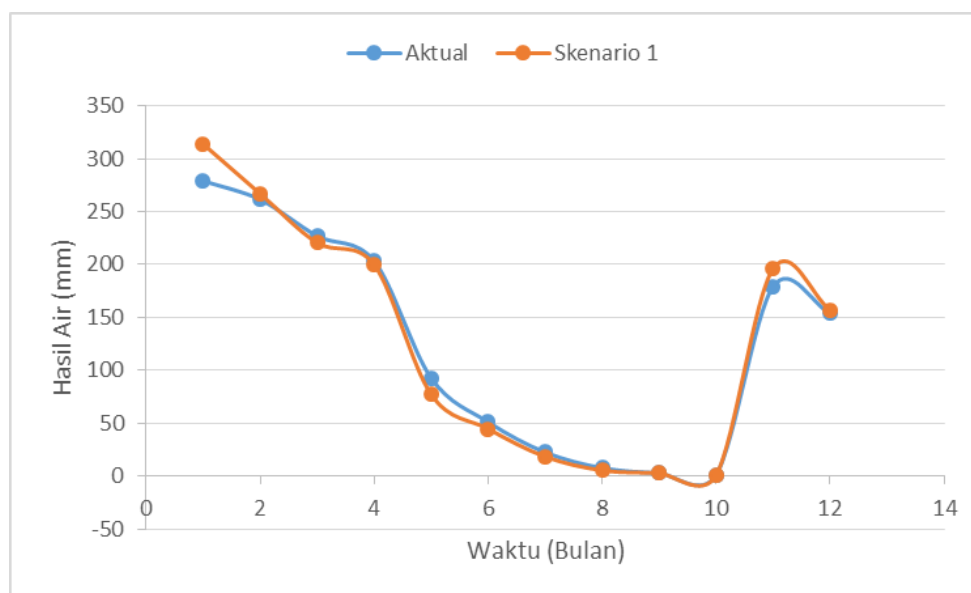
Gambar 4.11 Grafik aliran air bawah tanah bulanan

4.5.5 Hasil Air (*Water Yield*)

Hasil air pada analisis SWAT merupakan jumlah air bersih yang meninggalkan sub-DAS dan berkontribusi terhadap aliran sungai selama langkah waktu. Pada gambar 4.12 dapat dilihat bahwa grafik debit bulanan untuk kedua skenario mengalami kenaikan dan penurunan setiap bulannya hal ini dipengaruhi oleh besarnya curah hujan serta banyaknya hari basah atau hari hujan. Untuk perbedaan nilai hasil air pada kedua skenario terdapat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perbandingan hasil air pada 2 skenario

Bulan	Existing (mm)	Skenario 1 (mm)	Selisih (%)
1	278.92	313.72	12.48
2	261.37	266.81	2.08
3	227	220.52	-2.85
4	203.21	199.73	-1.71
5	92.73	77.26	-16.68
6	51.13	44.68	-12.61
7	22.56	18.46	-18.17
8	7.74	5.49	-29.07
9	2.94	2.94	0.00
10	1.26	1.08	-14.29
11	179.16	196.16	9.49
12	154.05	157.04	1.94



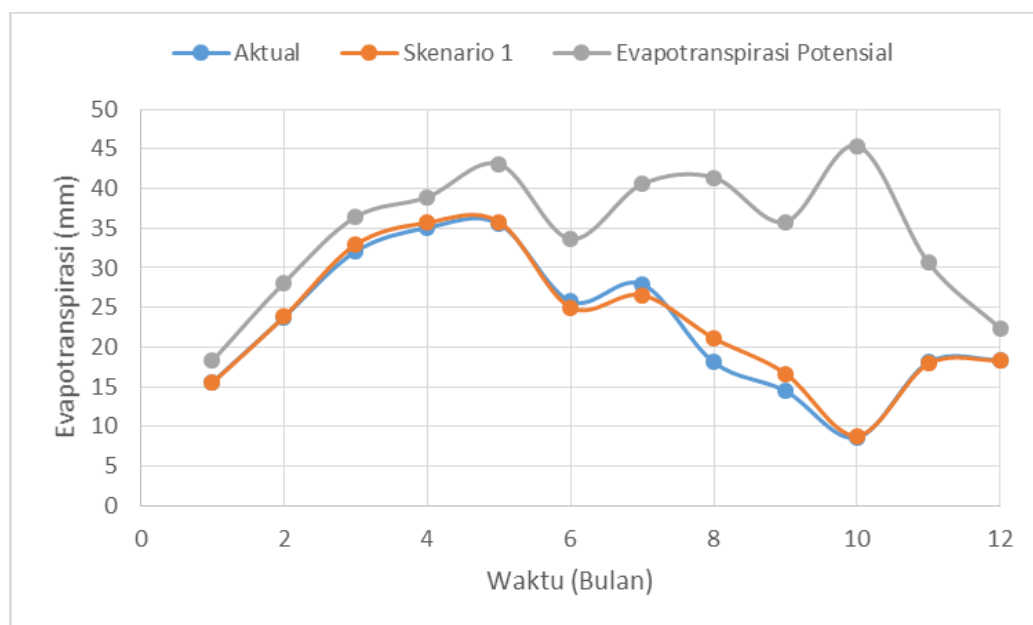
Gambar 4.12 Grafik hasil air bulanan

4.5.6 Evapotranspirasi

Pada hasil dari running SWAT tersebut didapatkan hasil dari evapotranspirasi serta didapatkan juga evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu seperti intensitas penyinaran matahari, kecepatan angin, luas daun, temperatur udara, dan tekanan udara. Pada hasil evapotranspirasi potensial memiliki nilai yang sama pada kedua skenario. Untuk hasil evapotranspirasi pada kedua skenario dan evapotranspirasi potensial dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perbandingan evapotranspirasi pada 2 skenario

Bulan	<i>Existing</i> (mm)	Skenario 1 (mm)	Selisih (%)	Evapotranspirasi Potensial (mm)
1	15.53	15.48	-0.32	18.26
2	23.78	23.81	0.13	28.1
3	32.06	32.93	2.71	36.43
4	35.06	35.71	1.85	38.92
5	35.58	35.83	0.70	43.1
6	25.77	25.01	-2.95	33.65
7	27.95	26.56	-4.97	40.58
8	18.08	21.13	16.87	41.4
9	14.46	16.66	15.21	35.81
10	8.58	8.81	2.68	45.41
11	18.1	17.91	-1.05	30.61
12	18.39	18.31	-0.44	22.33



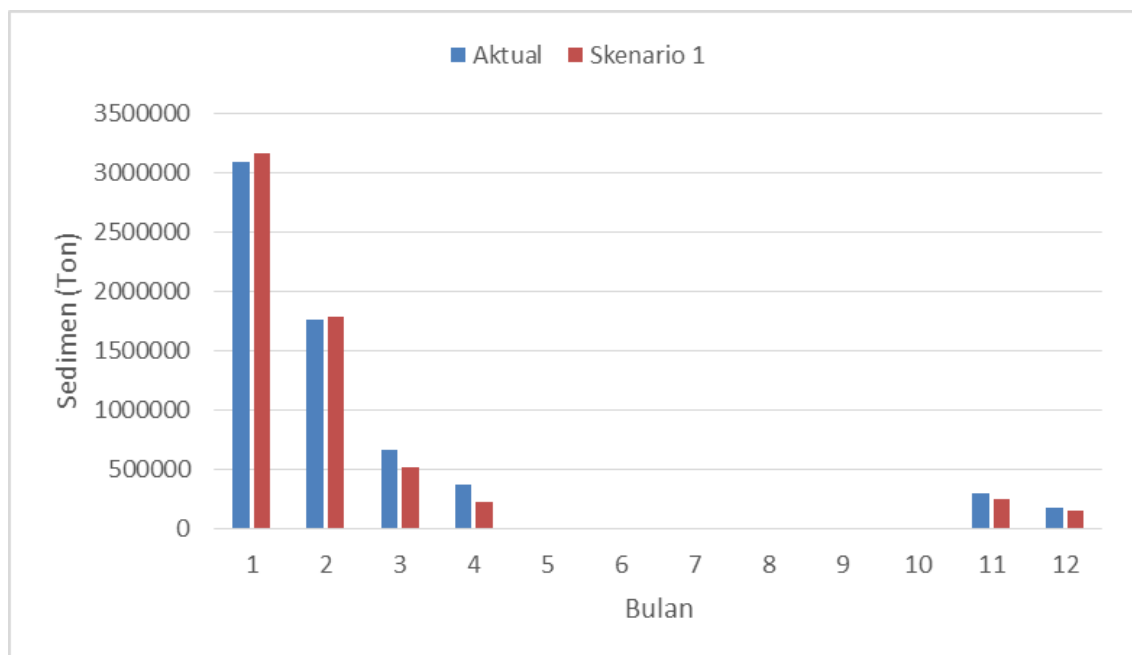
Gambar 4.13 Grafik evapotranspirasi bulanan

4.5.7 Angkutan Sedimen

Berdasarkan simulasi yang dilakukan oleh SWAT selama 1 tahun di dapatkan hasil angkutan sedimen bulanan terbesar pada DAS Winongo terjadi pada bulan januari sebesar 3093527 ton pada skenario *existing* dan 3166217 ton pada skenario 1 sedangkan angkutan sedimen terkecil yaitu pada bulan Oktober dengan jumlah 8 ton pada skenario *existing* dan skenario 1. Hal ini dipengaruhi oleh besar atau kecilnya curah hujan serta banyaknya hari basah atau hari hujan.

Tabel 4.14 Hasil angkutan sedimen bulanan pada 2 skenario

Bulan	<i>Existing</i> (Ton)	Skenario 1 (Ton)	Selisih (%)
1	3093527	3166217	2.35
2	1766030	1790625	1.39
3	671055	518082	-22.80
4	371141	222269	-40.11
5	3634	2847	-21.64
6	2369	2390	0.88
7	472	347	-26.37
8	116	72	-38.33
9	154	192	24.31
10	8	8	0
11	303708	257316	-15.28
12	172764	153422	-11.20



Gambar 4.14 Diagram bar sedimen pada DAS Winongo