Jurnal KONSTRUKSI : teKNik, infraSTRUKtur, dan SaIns
Program Pascasarjana UMI

Vol. 01, No. 08 Tahun 2022
E-ISSN: XXXX-XXXX

Kajian Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir pada Daerah Aliran Sungai Gilireng (DAS Gilireng)

Asmar [1*], Ratna Musa [2], Ali Mallombassi [3]

1*) Magister Teknik Spil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar,
asmar.its777@gmail.com
2) Teknik Spil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Spil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

The flood incident on July 20, 2013 showed that due to high intensity rainfall in Wajo Regency, especially in Gilireng District and for several days, the Gilireng River water debit continued to increase, so that it overflowed and submerged residents' settlements. Flood control is needed to avoid a more severe impact is through flood analysis. One of them is the unit hydrograph, because the discharge or flow hydrograph is a very important part in overcoming problems related to hydrology (Ratna Musa, Dr). By doing a flood analysis, it will be possible to know the effect of land use changes in the Gilireng watershed. The purpose of this study was to determine the flood discharge of the Gilireng watershed due to the influence of land use changes. The analytical method used was to calculate the rain flow using the HEC HMS program due to land use changes. The results showed that the overall effect of land use change had no significant effect on flood discharge.

Keywords: Flood Discharge, Gilireng Watershed, Land Use Change.

Abstrak

Kejadian banjir pada tanggal 20 Juli 2013 menunjukan bahwa akibat curah hujan dengan intensitas yang tinggi di Kabupaten Wajo khususnya di kecamatan gilireng dan selama beberapa hari, membuat debit air Sungai Gilireng terus meningkat, sehingga meluap dan merendam pemukiman warga. Pengendalian banjir untuk menghindari dampak yang lebih parah yaitu dengan analisa banjir. Salah satunya dengan hidrograf satuan (unit hydrograph), karena hidrograf debit atau aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah – masalah yang berkaitan dengan hidrologi (Ratna Musa, Dr). Dengan melakukan analisis banjir nantinya dapat diketahui pengaruh perubahan tata guna lahan di DAS Gilireng. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir DAS Gilireng Akibat adanya pengaruh perubahan tata guna lahan.Metode analisis yang digunakan adalah menghitung hujan aliran menggunakan program HEC HMS akibat perubahan tata guna lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perubahan tata guna lahan secara keseluruhan tidak berpengaruh signifikan terhadap debit banjir.

Kata Kunci: DAS Gilireng, Debit Banjir, Perubahan Guna Lahan.

1. PENDAHULUAN

Terjadinya perubahan tata guna lahan dalam skala besar dan bersifat permanen dapat mempengaruhi besar kecilnya hasil air (Asdak, 2010). Perubahan pola penggunaan lahan untuk kegiatan lain tentu memberikan manfaat sosial dan ekonomi, namun seringkali berdampak sebaliknya terhadap lingkungan. Hal tersebut sering terjadi di wilayah perkotaan dengan pertambahan penduduk cukup intensif dan dalam jangka waktu yang cepat. Konversi lahan pertanian, hutan dan rumput untuk daerah perkotaan biasanya menyebabkan peningkatan aliran air di permukaan tanah, yang dapat mengubah kondisi hidrologi alami daerah aliran sungai (DAS). Hal ini karena menurunnya kemampuan infiltrasi tanah dan meningkatkan limpasan permukaan. Selain itu, perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali dan tanpa tindakan konservasi tanah dan air akan menyebabkan terjadinya erosi dan banjir pada suatu kawasan.

Banjir ialah suatu peristiwa alam biasa terkait dengan perjalanan air mengikuti siklus hidrologi sebagai akibat dari perputaran bumi dan panas matahari. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/ bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal, 2008). Sedikitnya ada lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia yaitu faktor hujan, faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai, faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana dan faktor hancurnya retensi Daerah Aliran Sungai (DAS).

DAS merupakan suatu kesatuan yang terdiri atas sungai dan anak-anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan, dan menyalurkan air, yang dibatasi oleh batas topografis (Peraturan Pemerintah No. 37 Tentang Pengelolaan DAS). Sedangkan Asdak (2010) menyatakan bahwa DAS adalah area geografis yang memiliki satu outlet yang berperan dalam menampung, menyimpang dan menyalurkan air hujan ke laut melalui sungai utama. Pengertian lain menyebutkan bahwa DAS merupakan area yang berperan dalam konservasi tanah serta memaksimalkan penggunaan air permukaan dan air bawah permukaan untuk produksi pertanian dan berbagai kepentingan. Berdasarkan kegunaannya yang beragam, DAS termasuk dalam ekosistem yang merupakan tempat interaksi antara organime dan lingkungan biofisik sehingga perlu dilestarikan melalui pengelolaan terpadu untuk mencapai pembangunan berkelanjutan dan menekan kerusakan seminimum mungkin (Tanika, Rahayu, Khasanah, & Dewi, 2016).Selain itu, berdasarkan peran DAS sebagai penangkap air hujan dan interaksi organisme yang terdapat di dalamnya, maka DAS merupakan unit analisis yang sesuai untuk kajian pengaruh perubahan penggunaan lahan dan koefisien limpasan.

Luas DAS Gilireng adalah 519,246 km2, empat persen (4%) dari total WS Walanae-Cenranae, dengan panjang ±103 km yang mengalir dari dataran tinggi daerah gilireng dan passaloreng dan bermuara ke teluk bone di Kabupaten Wajo. Lebar rata-rata sekitar ±50 meter, memiliki arus yang cukup deras di bagian hulu dengan banyak bebatuan besar yang tersebar di sepanjang alirannya.

Sungai Gilireng yang mengalir dari hulu ke hilir banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dengan sumber daya yang tidak terbatas untuk pemenuhan kebutuhan akan sumber daya air. Namum kondisi Sungai Gilireng pada saat ini paling berpotensi menyebabkan terjadinya banjir jika curah hujan tinggi hal ini semakin parah karena terjadinya perubahan fungsi DAS. Berdasarkan informasi dari Rencana Pengelolaan SDA Wilayah Wajo diketahui bahwa lahan kritis terjadi pada bagian hulu dan tengah DAS Gilireng terutama di kecamatan Sajoanging dan. Hal ini menyebabkan berkurangnya daerah genangan yang berfungsi sebagai daerah retading basin, sehingga kemungkinan meluapnya air meningkat.Penurunan kondisi pada bagian hulu DAS Gilireng, menyebabkan rawan banjir di kawasan hilir di Kecamatan yang dilewati oleh Sungai Gilireng.

Kejadian banjir pada tanggal 20 Juli 2013 menunjukan bahwa akibat curah hujan dengan intensitas yang tinggi di Kabupaten Wajo khususnya di kecamatan gilireng dan selama beberapa hari, membuat debit air Sungai Gilireng terus meningkat, sehingga meluap dan merendam pemukiman warga. Tercatat ada tiga kecamatan yang terkena dampak banjir yakni Gilireng, Sajoanging dan Penrang.. Karena di wilayah tersebut ada beberapa wilayah yang terendam banjir dan mengakibatkan jalan poros Makassar – palopo tidak bisa dilewati kendaraan. Dampak banjir juga dirasakan beberapa desa di wilayah Kecamatan sajoaging yaitu Desa Sakkoli , umumnya desa yang berada di bantaran sungai Gilireng.. Selain permukiman warga, air juga merendam beberapa faasilitas umum seperti sekolah, kantor pemerintahan, dan rumah ibadah. Bahkan memapar lahan perkebunan dan peternakan warga.

Oleh sebab itu diperlukan penelitian dalam rangka pengendalian banjir untuk menghindari dampak yang lebih parah yaitu dengan analisa banjir. Salah satunya dengan hidrograf

satuan (unit hydrograph), karena hidrograf debit atau aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah – masalah yang berkaitan dengan hidrologi (Ratna Musa, Dr). Dengan melakukan analisis banjir nantinya dapat diketahui pengaruh perubahan tata guna lahan di DAS Gilireng.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir DAS Gilireng Akibat adanya pengaruh perubahan tata guna lahan.

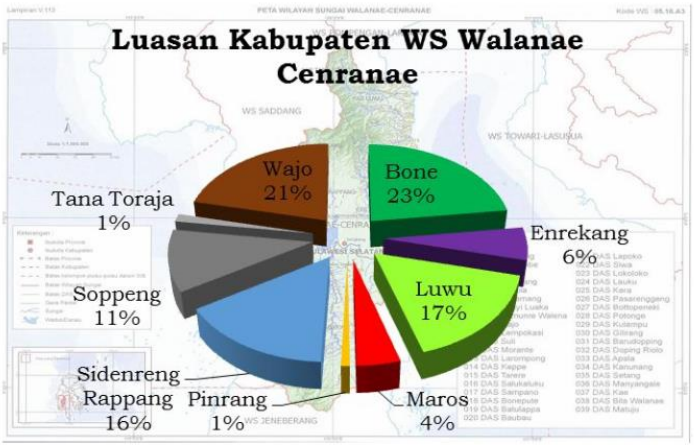
2. METODE

A. Lokasi DAS Gilireng

WS Walanae - Cenranae sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Penetapan Wilayah Sungai, merupakan Wilayah Sungai Strategis Nasional dengan Kode Wilayah Sungai: 05.16.A3. Luas total WS Walanae - Cenranae adalah sekitar 11.923,64 Km2. WS Walanae - Cenranae terletak di 9 (sembilan) Kabupaten yang tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu Kabupaten Bone, Kabupaten Enrekang, Kabupaten Luwu, Kabupaten Maros, Kabupaten Pinrang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Kabupaten Soppeng, Kabupaten Tana Toraja dan Kabupaten Wajo.

Secara geografis, WS Walanae - Cenranae yang berada pada posisi antara 5° 6’ 6,26”LS - 2° 58’ 27,28”LS dan 119° 59’28,95”BT - 120° 2’40,07”BT. Batas-batas administrasi WS Walanae - Cenranae adalah sebagai berikut:

- Sebelah utara : Kabupaten Toraja Utara dan Kabupaten Luwu Utara
- Sebelah timur : Teluk Bone
- Sebelah selatan : Kabupaten Gowa, Kabupaten Sinjai,
- Sebelah barat : Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Kabupaten Barru, Kota Pare-Pare



Gambar 1 Diagram Prosentase Luasan Kabupaten di WS Walanae-Cenranae.

B. Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dimaksudkan untuk mempermudah jalannya penelitian. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya. Adapun tahap persiapan meliputi:

1. Studi literatur/pustaka; Studi literatur dimaksudkan sebagai landasan teori dan arahan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian. Beberapa literatur yang dignakan sebagai penunjang studi ini antara lain
   - Hidrologi teknik

- Hidrologi untuk pengairan
- User Manual Hec HMS

2. Konsultasi; Dari hasil studi literatur kemudian dilakukan laporan dan konsultasi dengan dosen pembimbing. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan data apakah yang harus dikumpulkan dalam penelitian ini.

C. Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut antara lain sebagai berikut

1. Data Curah Hujan; Untuk mengetahu debit rencana. Data hujan diperoleh dari Balai Pompengan Jeneberang.
2. Peta Kondisi Eksisting Tata Guna Lahan Tahun; Peta kondisi eksisiting tata guna lahan 5 tahun terakhir diperoleh di LAPAN Pare-Pare
3. Peta dan data – data lain yang berhubungan dengan DAS Gilireng diperoleh di PU SDA Kabupaten Wajo.

D. Analisis Data

Analisa data yang dilakukan dalam melakukan penelitian adalah analisa hidrologi dan analisa hidrolik sungai sebagai berikut :

1. Melakukan analisa untuk menentukan kondisi batas daerah yang akan diteliti.
2. Analisa Hujan; Menganalisis data hujan menggunakan metode Polygon Thiessen dengan menggunakan stasiun hujan yang berpengaruh. Data curah hujan diambil dari curah hujan maksimum yang terjadi pada tiap tahun.
3. Menghitung besarnya koefisien pengaliran, CN dan time lag
4. Perhitungan hujan aliran; Untuk perhitungan hujan aliran menggunakan program HEC HMS

a) Input Data HEC HMS

Simulasi hujan aliran dalam program HEC HMS ini menggunakan banyak komponen sebagai berikut:

- Hujan (*precipitation*) model,
- *Loss models* untuk menghitung volume *runoff*
- *Direct runoff models*
- *Baseflow models*
- *Hidrologic routing models*,
- *Water control measure* models yang meliputi *diversions* dan *storage facilities*

Secara garis besar, prosedur penggunaan software HEC HMS adalah sebagai berikut

- Pembukaan project baru,
- Memasukkan data precipitation yang berupa data hujan wilayah tahun 2009 s/d tahun 2018
- Membuat Basin Model
- Membuat Meteorologic Model
- Membuat Control Spesification
- Setting Optimization Run Configuration
- Proses Kalibrasi

b) Tata Guna Lahan

Dalam penelitian ini mempelajari perubahan tata guna lahan berpengaruh terhadap hidrograf aliran/ debit banjir. Tata guna lahan diolah dalam sofware GIS untuk mengetahui berapa persentasi luasan tiap masing masing lahan.

c) Metoda Analisis

Metode yang digunakan adalah model HEC HMS dengan kalibrasi model menggunakan hasil permodelan HEC HMS dengan menggunakan data tata guna lahan yang tersedia yaitu 5 tahun terakhir. Penggunaan HEC HMS 4.0 digunakan untuk simulasi perhitungan limpasan permukaan yang menghasilkan nilai debit sungai daerah studi.

3. PEMBAHASAN

A. Perubahan Tata Guna Lahan

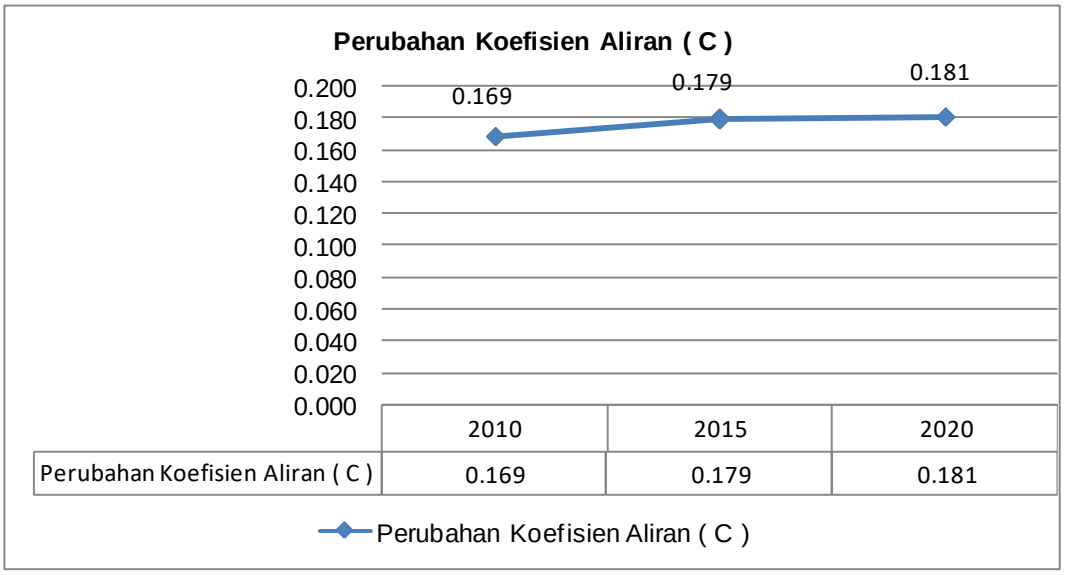
Jenis penggunaan lahan yang mengalami perubahan secara signifikan, hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut:

No	Jenis Penggunaan Lahan	Perubahan Luas Tutupan Lahan			
		Tahun 2010	Tahun 2015	Tahun 2020	Perubahan Luas
1	Sawah	220.92	214.53	295.90	74.97
2	Pertanian Lahan Kering	0.00	0.00	96.46	96.46
3	Pertanian Lahan Kering Campur	252.41	249.02	64.94	-187.47
4	Belukar	16.32	16.46	16.07	-0.25
5	Hutan Lahan Kering Primer	4.76	15.69	15.27	10.51
6	Tambak	11.19	11.19	11.19	0.00
7	Pemukiman	0.29	10.62	10.62	10.33
8	Hutan Lahan Kering Sekunder	21.00	9.88	9.59	-11.41
9	Savana / Padang rumput	1.89	1.21	9.55	7.66
10	Tanah Terbuka	2.17	2.17	1.18	-0.99
11	Hutan Mangrove Sekunder	0.25	0.25	0.25	0.00

Gambar 2 Luas Penggunaan Lahan Pada DAS Gilireng

Dari **Gambar 2** dapat dilihat pada perubahan penggunaan lahan terjadi kenaikan maupun penurunan pada tiap tahunnya. Penurunan penggunaan lahan terjadi pada hutan sekunder, tanah terbuka, belukar dan pertanian lahan kering campur. Sedangkan penggunaan lahan mengalami kenaikan pada wilayah sawah, pertanian lahan kering, hutan lahan kering primer, pemukiman, savanna/padang rumput. Namun ada lokasi yang tidak mengalami perubahan yaitu tambak dan hutan mangrove sekunder.

B. Koefisien Pengaliran



Gambar 3 Grafik Koefisien Aliran pada Tata Guna Lahan DAS Gilireng

Dari hasil analisa koefisien pengaliran diperoleh koefisien aliran untuk tata guna lahan tahun 2010 sebesar C=0,169, koefisien aliran untuk tata guna lahan tahun 2015 sebesar C=0,179 dan koefisien aliran untuk tata guna lahan tahun 2010 sebesar C=0,181. Hasil koefisien aliran tersebut mengalami peningkatan dari tata guna lahan tahun 2010 sampai dengan tata guna lahan tahun 2020.

C. Debit Banjir Metode Rasional

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional :

$$Q = 0{,}278\ CIA \qquad (1)$$

Berdasarkan peta topografi DAS Gilireng dapat diketahui data geometri sungai Saddang adalah sebagai berikut

Luas DAS Gilireng (A) : 531,02 km^2

Kemiringan Sungai (S) : 0,00484

Panjang Sungai (L) : 102,94 km

Dan dari analisa tata guna lahan sebelumnya maka didapatkan angka koefisien pengaliran/ limpasan (C) untuk tahun 2010, 2015 dan 2020 sebagai berikut

Tabel 1 Koefisien Nilai C DAS Gilireng

Tahun	Koefisien Pengaliran
2010	0.169
2015	0.179
2020	0.181

Sehingga Debit Banjir (Q) DAS Gilireng adalah

Kala Ulang	Debit Banjir (m3/dtk)		
	2010	2015	2020
5	84.25	89.40	90.16
10	96.03	101.89	102.76
20	110.08	116.80	117.80
25	114.87	121.89	122.93
50	128.03	135.85	137.01

Gambar 4 Debit Banjir DAS Gilireng

Dari hasil Debit banjir pada DAS Gilireng dengan menggunakan metode rasional jika melihat debir banjir pada kala ulang 20 tahun diperoleh nilai peningkatan yaitu dari tahun 2010 sebesar 110,06 m3/detik, tahun 2015 sebesar 116,80 m3/detik dan tahun 2020 sebesar 117,80 m3/detik.

D. Debit Banjir dengan Program HEC-HMS

Beberapa tahapan dalam menghitung debit banjir dengan Program HEC-HMS, yaitu:

1. Menentukan CN dan Impervious (%)
2. Menentukan Nilai Time Lag
3. Basin Model Attributes
4. Hasil Permodelan HEC HMS

Permodelan dengan menggunakan HEC HMS dengan input data hujan harian. Parameter yang digunakan hasil perhitungan yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Dalam studi ini pada sub basin parameter Loss Methode menggunakan SCS Curve Number, Trasform Methode menggunakan SCS Unit Hydrograph dan scenario untuk Routing dengan methode Kinematic Wave. Hasil permodelan HEC HMS dengan Routing Kinematic Wave dengan tata guna lahan tahun 2010, 2015 dan 2020 dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai contoh sebagai berikut

Jam/ Sub DAS	Debit Banjir Kala Ulang 20Tahun (m3/dtk)														
	DAS Gilireng	Tale	Poliwale	Pasalloreng	Minangatellue	Matula	Mate	Mareppi	Mamminasae	Longi	Lombo	Lebe	Lagading	Gilireng	Doddi
0:00	4.30	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20
1:00	463.10	56.00	43.00	5.70	9.00	39.80	21.10	47.30	22.00	3.60	5.00	1.20	7.20	0.60	34.30
2:00	787.60	145.40	94.60	4.10	7.10	35.10	73.00	66.30	24.50	2.80	3.80	3.70	5.70	2.20	46.80
3:00	766.00	155.80	86.50	2.90	5.00	27.20	101.70	49.40	17.70	2.10	2.80	8.10	4.30	4.70	34.70
4:00	648.00	126.40	69.40	2.30	3.90	22.30	98.80	38.00	13.60	1.70	2.20	14.10	3.60	8.50	26.70
5:00	552.10	103.70	56.40	1.90	3.20	19.20	83.90	30.90	11.10	1.40	1.90	19.30	3.00	13.90	21.80
6:00	484.50	87.00	47.40	1.60	2.80	17.10	71.80	26.30	9.60	1.30	1.70	22.80	2.70	20.50	18.60
7:00	347.70	65.00	33.30	0.60	0.90	5.20	58.20	14.40	4.50	0.40	0.50	24.40	0.70	26.90	10.10
8:00	225.00	35.10	15.60	0.60	0.90	4.00	39.20	6.60	2.40	0.40	0.50	24.20	0.70	32.50	4.70
9:00	161.50	15.70	9.40	0.60	0.90	4.00	22.40	6.60	2.40	0.40	0.50	22.00	0.70	36.70	4.70
10:00	145.50	15.50	9.40	0.60	0.90	3.90	11.90	6.60	2.40	0.30	0.50	18.60	0.70	39.60	4.60
11:00	140.90	15.40	9.40	0.60	0.90	3.90	10.10	6.50	2.40	0.30	0.50	15.20	0.70	40.50	4.60
12:00	136.60	15.40	9.30	0.50	0.90	3.90	10.10	6.50	2.40	0.30	0.50	12.10	0.70	39.80	4.60

Gambar 5 Hasil Debit dari Running HEC HMS Tahun 2010

Berdasarkan hasil analisa debit banjir rancangan pada tutupan lahan tahun 2010, 2015 dan 2020, diperoleh bahwa terjadinya peningkatan debit puncak banjir kala ulang 20 tahun, pada tutupan lahan tahun 2010 sebesar 787,60 m3/detik, pada tutupan lahan tahun 2015

sebesar 799,80 m3/detik dan pada tutupan lahan tahun 2020 sebesar 803,20 m3/detik. Peningkatan debit puncak terjadi karena nilai CN dan Impervious pada tahun 2010 mengalami kenaikan pada tahun 2015 dan pada tahun 2020.

4. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengaruh perubahan tata guna lahan secara keseluruhan tidak berpengaruh signifikan terhadap debit banjir, hal ini disebabkan karena nilai CN dan IM perubahannya tidak terlalu besar serta perubahan nilai koefisien limpasan yang tidak terlalu besar.

5. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2000, Hidrologic Modeling System, HEC-HMS Technical Reference Manual Version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA

Anonim, 2014, Petunuk Penggunaan Model HEC HMS 3.5, Semarang

Anonim, 2015, Pedoman HECHMS

Bambang Triatmodjo, 2016, Hidrologi Terapan, Yogyakarta

BBWSPJ, 2014, Pola Pengelolaan Sumber Daya Air WS Walanae Cenrana (Walcen), Makassar

Kasnawawi, dkk. 2022. Perbaikan Alur Sungai Akibat Debit Banjir (Studi Kasus : Sungai Siwa, Kabupaten Wajo). Jurnal Flyover, Volume 2 Nomor 1 Halaman 48-55. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Kurniawati, Ary, dkk. 2021. Kajian Debit Banjir di Wilayah Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Grafik Creager. Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 2 Halaman 1-7. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Latif, Abd, dkk. 2022. Kajian Pengendalian Banjir Sungai Kera Kabupaten Wajo. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 4 Halaman 37-48. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Maddi, Haeruddin. C, dkk. 2021. Kajian Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Waduk Regulasi. Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 1 Halaman 21-32. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Mohamad, Irwan, dkk. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Petugas Operasi dan Pemeliharaan dalam Pengelolaan Operasi Jaringan Irigasi (Studi Kasus : Daerah Irigasi Opiyang Mancalele Kabupaten Halmahera Timur). Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 2 Halaman 48-59. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Rachmayanti, Harfiah, dkk. 2022. Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software HEC HMS (Studi Kasus DAS Saddang). Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 1 Halaman 1-9. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Ratna Musa, 2020, Model Hidrograf Daerah Aliran Sungai, Makassar, Sulawesi Selatan.

Rifai Munajad, Slamet Suprayogi, 2016, Kajian Hujan Aliran Menggunakan Model HEC HMS di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro, Wonogiri, Jawa Tengah

Soewarno, 1991, Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai(Hidrometri), Nova, Bandung

Sosrodarsono Suyono & Kensaku Takeda, 1993, Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Pradya Paramitha, Jakarta

Sri Harto, Ir, 1993, Analisis Hidrologi, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta