

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN JALAN TOL TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN DI KECAMATAN PEMALANG

Dyto Elang Narendrasastri^{*)}, Laode M. Sabri, Yasser Wahyuddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email: dytoelangnarendrasastri@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang memiliki dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau dimana kedua musim tersebut memiliki waktu rata-rata ± 6 bulan kalender. Selain memiliki dua musim, Indonesia juga merupakan negara berkembang ke arah maju sehingga pembangunan fisik selalu diutamakan setiap tahunnya. Salah satu bentuk pembangunan fisik adalah pembangunan jalan tol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan jalan tol terhadap nilai limpasan permukaan di Kecamatan Pemalang serta mengidentifikasi bentuk arah aliran dan akumulasi aliran pada saat sebelum dan setelah adanya pembangunan jalan tol. Adapun metode yang digunakan adalah metode *SCS-CN* (*Soil Conservation Service-Curve Number*) untuk penghitungan nilai limpasan permukaan. Hasil penelitian berupa besar efek jalan tol terhadap nilai limpasan pada *basin* 4,5,dan 6 adalah 2.86% (10314.362 m³), 4.595% (1892.487 m³), dan 6.83% (5502.338 m³). serta perubahan aliran air sebelum dan seteah pembangunan jalan tol adalah sebesar 11.11% (1 titik dari 9 titik aliran air) dimana titik tersebut melebihi batas toleransi pergeseran yaitu 163.068 meter dari *buffer* 80 meter dan 143.068 meter dari *buffer* 100 meter.

Kata Kunci: Jalan Tol, Limpasan Permukaan, SCS-CN

ABSTRACT

Indonesia has two seasons which are the rainy season and the dry season. Both seasons have an average duration of ± 6 months. Indonesia is also a developing country in a progressive direction so that physical development is always prioritized every year, for example is toll road construction. This study aims to see the effect of road changes on the value of surface runoff in Pemalang District and to identify the shape of the flow direction and flow accumulation before and after the toll road construction. This study used SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number) method for calculating the value of surface runoff. Results showed that form of the large effect of toll roads on the runoff value in basins 4, 5 and 6 are 2.86% (10314.362 m³), 4.595% (1892.487 m³), dan 6.83% (5502.338 m³). Changes in air flow before and after toll road construction is 11.11% (1 point out of 9 air flow points), that point exceeds the tolerance limit which are 163.068 meters from the 80 meters buffer and 143.068 meters from the 100 meter buffers.

Keywords: Tollroad, Runoff, SCS-CN

^{*) Penulis Penanggung Jawab}

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang terdiri dari dua musim tiap tahunnya yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Waktu keberlangsungan untuk tiap-tiap musim kurang lebih enam bulan kalender. Adanya musim penghujan tersebut memberikan volume atau curah hujan yang sangat tinggi di seluruh wilayah Indonesia.

Keadaan Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi mengharuskan untuk mengetahui siklus hidrologi beserta nilainya di seluruh tempat di Indonesia. Indonesia adalah negara berkembang kearah maju sehingga pembangunan terus dilakukan demi terciptanya kesejahteraan di seluruh wilayah. Salah satu pembangunan fisik yang ada di Indonesia adalah pembangunan jalan tol.

Jalan tol di Kabupaten Pemalang terbagi menjadi Jalan Tol Pejagan-Pemalang dan Jalan Tol Pemalang-Batang. Mayoritas tanah yang digunakan untuk pembangunan jalan tol adalah tanah berupa lahan persawahan. Pada kenyataannya setelah ada jalan tol, keadaan persawahan di sekitar jalan tol mengalami kekeringan saat musim kemarau begitu juga banjir ketika musim penghujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui limpasan permukaan di daerah sekitar pembangunan Jalan Tol Pejagan-Pemalang.

Merujuk kepada pentingnya informasi mengenai limpasan permukaan (*Runoff*) pada suatu daerah terutama daerah yang memiliki perubahan bentuk tata guna lahan dimana pada topik utama penelitian ini adalah pembangunan jalan tol, maka perlu adanya penelitian yang berfokus kepada pembuatan Peta Limpasan Air (*Runoff*), Peta Arah Aliran Air Kecamatan Pemalang beserta nilai luasannya dan analisis perubahan Limpasan Permukaan di Kecamatan Pemalang pada Tahun 2015 dan 2019. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi terbimbing untuk pembuatan Peta Tata Guna Lahan Kecamatan Pemalang Tahun 2015 dan 2019, serta penggunaan Citra Satelit *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* untuk pembuatan *Digital Elevation Model (DEM)* Kecamatan Pemalang. Jalan Tol Pejagan – Pemalang yang ada di wilayah Kecamatan Pemalang dijadikan sebagai kelas tutupan baru dari limpasan air di wilayah Kecamatan Pemalang.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian kali ini membahas beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan jalan tol terhadap nilai limpasan permukaan (*Runoff*) di Kecamatan Pemalang sebelum dan setelah pembangunan jalan tol?
2. Bagaimana arah aliran air dan akumulasinya di Kecamatan Pemalang sebelum dan setelah adanya jalan tol?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan akhir sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan jalan tol terhadap limpasan permukaan (*Runoff*) di Kecamatan Pemalang sebelum dan setelah adanya jalan tol.
2. Untuk mengetahui perubahan arah aliran air dan akumulasinya di Kecamatan Pemalang sebelum dan setelah adanya jalan tol.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Jalan tol menjadi kelas penggunaan lahan baru pada Peta Penggunaan Lahan tahun 2019.
2. Peta yang dihasilkan Peta Limpasan Kecamatan Pemalang dan Peta Aliran Air Kecamatan Pemalang.
3. Perhitungan limpasan selama satu tahun penuh yaitu 2015 dan 2019.
4. Validasi lapangan tahun 2020 untuk identifikasi perubahan aliran air 2015-2019.
5. Debit banjir maksimum hanya dari data curah hujan.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan yang diharapkan tidak terlalu luas dan fokus pada tujuan tertentu. Batasan penelitian ini adalah:

1. Wilayah penelitian berada di Kecamatan Pemalang, Kabupaten Pemalang.
2. Identifikasi limpasan permukaan (*Runoff*) dengan menggunakan metode SCS-CN (*Soil Conservation Services-Curve Number*) dengan parameter curah hujan, jenis tanah, *Digital Elevation Model*, dan penggunaan lahan.
3. Pembuatan Peta Penggunaan Lahan menggunakan citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2019 dengan metode klasifikasi terbimbing yaitu *Maximum Likelihood*.
4. Pembuatan Peta Curah Hujan menggunakan metode *Thiessen* dengan 3 stasiun curah hujan.
5. Pembuatan Peta Aliran Air dengan metode turunan DEM dari data SRTM.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Pelaksanaan penelitian ini didasari beberapa penelitian yang mendukung. Pada penelitian Sumaryoto (2010), pembangunan jalan tol di Kramas, Kota Semarang merubah penggunaan lahan dari sawah tadah hujan menjadi jalan tol sehingga warga sekitar menerima aliran air hujan dari jalan tol tersebut ketika sedang musim penghujan karena berkurangnya daerah resapan air.

Pada penelitian Riani Muharomah (2014), metode penelitian yang digunakan dalam menganalisis limpasan di Simpang Patal Palembang adalah turunan *Digital Elevation Model (DEM)* yaitu aliran air dan penggunaan lahan. Perubahan elevasi

menyebabkan perubahan batas aliran air. Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap *runoff* berpengaruh paling kecil 0.159% sedangkan terbesarnya adalah 90.022%.

Penelitian Deny Arista Agustianto (2014) melakukan penelitian tentang Hubungan Hujan dan Limpasan Permukaan. Metode yang digunakan adalah pengamatan curah hujan dan limpasan serta membandingkannya dengan metode rasional. Hasil dari penelitian tersebut adalah kemiripan antara nilai limpasan dari metode rasional dengan pengamatan langsung yaitu 8.491 liter/detik dengan 8.329 liter/detik sehingga metode rasional baik untuk menganalisa debit puncak suatu aliran air.

II.2 Jalan Tol

Merujuk kepada Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol, dijelaskan bahwa jalan tol adalah suatu jalan umum yang masuk bagian sistem jaringan jalan dan tergolong sebagai jalan nasional yang penggunaannya dikenakan tarif dalam menggunakan tol tersebut. Di Indonesia pembangunan jalan tol berada dinaungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pada tahun 2011 dilakukan pembangunan Jalan Tol Pejagan (Brebis) - Pemalang dengan panjang 58 km dengan penanggung jawab proyek adalah Direktorat Jenderal Bina Marga dibawah naungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas, 2016). Jalan Tol Pejagan – Pemalang menghubungkan 3 kabupaten yaitu Kabupaten Brebis, Kabupaten Tegal, dan Kabupaten Pemalang. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2014), pembangunan Jalan Tol Pejagan-Pemalang mempunyai total panjang 57,50 km dan terbagi atas 4 (empat) seksi, yaitu:

1. Seksi I (Pejagan-Brebis Barat) panjang 14,20 km;
2. Seksi II (Brebis Barat-Brebis Timur) panjang 6,00 km;
3. Seksi III (Brebis Timur-Tegal Timur) panjang 10,40 km; dan
4. Seksi IV (Tegal Timur-Pemalang) panjang 26,90 km.

II.3 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan yang ada melebihi dari nilai laju infiltrasi, setelah air mulai mengisi cekungan pada permukaan tanah (Harisuseno & Bisri, 2017). Faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan terbagi menjadi dua, yaitu faktor meteorologis yaitu curah hujan dan faktor fisik yaitu jenis tanah, keterlerangan, dan tata guna lahan (Sosrodarsono & Takeda, 1993 dalam Harisuseno & Bisri, 2017).

II.4 Metode SCS-CN (Soil Consercation Service-Curve Number)

SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number) adalah metode penghitungan limpasan permukaan langsung dari peristiwa hujan yang ada pada seluruh daerah tangkapannya dan

menggabungkan karakteristik daerah tangkapannya (Nasjono et al., 2018). Variabel pendukungnya adalah:

1. Peta Daerah Aliran Sungai
2. Data Curah Hujan
3. Peta Jenis Tanah
4. Peta Penggunaan Lahan

Rumus metode SCS-CN seperti persamaan (1).

$$Q = \left(\frac{P-I_a}{P-I_a+S} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- Q : Volume limpasan (mm)
- I_a : Abstraksi awal
- S : Volume total simpanan permukaan (mm)
- P : Hujan harian (mm)

Untuk mendapatkan nilai kedalaman curah hujan berlebih dengan memanfaatkan hubungan I_a dan S seperti persamaan (2).

$$I_a = 0,2 \cdot S \dots\dots\dots (2)$$

Sedangkan kelembapan awal/kadar air tanah sebelum hujan (*Antecedent Moisturure Condition/ AMC*), nilai S ditunjukkan persamaan (3)

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \dots\dots\dots (3)$$

II.5 Penggunaan Lahan

Penggunaan tutupan lahan pada Metode *SCS-CN* akan berperan dalam besar kecilnya kehilangan air hujan akibat infiltrasi dan nilai koefisien limpasan permukaannya (Nasjono et al., 2018). Nilai CN tutupan penggunaan lahan sepeti **Tabel 1**.

Tabel 1 Nilai CN Penggunaan Lahan (Adidarma et al, 2017 dalam Ramadan et al, 2018)

No	Penggunaan Lahan	Hydrologic Soil Group (HSG)			
		A	B	C	D
1.	Badan Air	98	98	98	98
2.	Hutan	57	73	82	86
3.	Bangunan/Permukiman	61	75	83	87
4.	Sawah	62	71	78	81
5.	Pertanian	59	74	82	86
6.	Jalan	98	98	98	98
7.	Tanah Gundul	77	86	91	94

II.6 Curah Hujan

Menurut Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Tentang Daftar Istilah Klimatologi (2017), curah hujan adalah ketinggian dari air hujan yang terkumpul pada penakar hujan yang berada pada tempat yang datar, tidak menyerap, meresap, maupun mengalir. Air hujan menjadi limpasan bergantung dari intensitas hujan, penggunaan tanah, dan AMC. Penggunaan AMC pada penelitian ini untuk menghitung kapasitas air dalam tanah seperti ditunjukkan oleh **Tabel 2**.

Tabel 2 Antecedent Moisture Condition
(Tikko dkk., 2012)

No	Kelompok AMC	Jumlah hujan 5 hari sebelumnya (cm)
1	Kelompok I (Kering)	< 3.6
2	Kelompok II (Normal)	3.6 - 5.3
3	Kelompok III (Basah)	> 5.3

Sedangkan nilai CN ketika AMC kelompok I dan III dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Nilai CN I dan III pada Kondisi Ia = 0.2 S
(USDA-SCS, 1972)

Nilai CN II	CN		Nilai CN II	CN	
	I	III		I	III
100	100	100	80	63	91
99	97	100	79	62	91
98	94	99	78	60	90
97	91	99	77	59	89
96	89	99	76	58	89
95	87	98	75	57	88
94	85	98	74	55	88
93	83	98	73	54	87
92	81	97	72	53	86
91	80	97	71	52	86
90	78	96	70	51	85
89	76	96	69	50	84
88	75	95	68	48	84
87	73	95	67	47	83
86	72	94	66	46	82
85	70	94	65	45	82
84	68	93	64	44	81
83	67	93	63	43	80
82	66	92	62	42	79
81	64	92	61	41	78

II.7 Jenis Tanah

Tanah merupakan hasil transformasi zat-zat mineral dan organik di muka daratan Bumi. Tanah terbentuk di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja dalam masa yang sangat panjang (Sutanto, 2005). Detail klasifikasi HSG ditunjukkan **Tabel 4**.

Tabel II4 Klasifikasi Hydrologic Soil Group
(Ideawati dkk., 2015)

HSG	Keterangan	Jenis Tanah
A	Potensi pengaliran paling kecil dengan infiltrasi tinggi. Tekstur pasir, debu, dan liat.	Litosol
B	Potensi pengaliran kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari A. Tekstur halus-sedang.	Regosol

	Infiltrasi sedang.	
C	Potensi pengaliran sedang, tanah dangkal. Tekstur sedang campuran tanah liat dan lempung berpasir. Infiltrasi rendah.	Alluvial
D	Potensi pengaliran tinggi, mayoritas tanah liat, dangkal, lapisan kedap air dekat permukaan tanah. Infiltrasi paling rendah. Tekstur lempung berliat, lempung berpasir.	Grumusol

II.8 Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besar debit puncak yang melewati saluran pengaliran/drainase akibat hujan turun. Perhitungan debit ini menggunakan rumus rasional dimana faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan ini adalah koefisien pengaliran pada daerah studi, intensitas curah hujan, dan luas dari daerah penelitian (Harisuseno & Bisri, 2017). Rumus debit air hujan ditunjukkan oleh persamaan (4)

$$Q_{ah} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- Q_{ah} : Debit air hujan maksimum (m³/detik)
- C : Koefisien pengaliran
- I : Intensitas hujan (mm dalam waktu satu tahun)
- A : Luas daerah pengaliran (km²)

Sedangkan untuk mendapatkan nilai C seperti persamaan (5).

$$C_n = (C_a \cdot A_a) / A_n \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- C_n : Koefisien aliran rata-rata
 - C_a : Koefisien aliran penggunaan lahan
 - A_a : Luas penggunaan lahan
 - A_n : Luas keseluruhan penggunaan lahan
- Detail nilai C ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Koefisien Pengaliran Penggunaan Lahan

Koefisien Pengaliran	
Penggunaan Lahan	Nilai
Bangunan/Perumahan	0.400
Jalan	0.875
Tanah Gundul	0.450
Hutan	0.150
Sawah	0.350
Pertanian	0.350

III. Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

III.1 Tahap Persiapan

III.1.1 Alat

1. Perangkat Keras
 - a. Laptop Asus A455L

- b. Telepon Genggam OPPO A55F
- c. GPS Handheld Garmin
- 2. Perangkat Lunak
 - a. Microsoft Word 2013 untuk pembuatan laporan.
 - b. Microsoft Excel 2013 untuk perhitungan data numerik.
 - c. Envi Classic 5.1 untuk pembuatan peta penggunaan lahan.
 - d. ArcGIS 10.3 untuk pembuatan peta penelitian.

III.1.2 Bahan

1. Citra SPOT 7 tahun 2017 dari Badan Informasi Geospasial untuk koreksi geometrik Citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2019.
2. Citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2019 dengan ID: LC81200652015165LGN01 dan LC81200652019256LGN00 Kecamatan Pemalang untuk pembuatan peta penggunaan lahan dari *earthexplorer.usgs.gov*.
3. Citra Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1-Arc Second tahun 2014 dengan ID: SRTM1S07E109V3 dan SRTM1S08E109V3 untuk pembuatan aliran air Kecamatan Pemalang dari *earthexplorer.usgs.gov*.
4. Data administrasi, jenis tanah, dan curah hujan Kecamatan Pemalang dari Dinas PUPR Kabupaten Pemalang.
5. Survei lapangan terkait validasi penggunaan lahan tahun 2019 dan aliran air Kecamatan Pemalang.

III.2 Tahap Pengolahan

Pengolahan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

III.2.1 Pembuatan Peta Jenis Tanah

Pembuatan Peta Jenis Tanah Kecamatan Pemalang berdasarkan **Tabel II.3**.

III.2.2 Pembuatan Peta Curah Hujan

Pembuatan Peta Curah Hujan Kecamatan Pemalang menggunakan **Metode Thiessen** dengan 3 stasiun curah hujan.

III.2.3 Pembuatan Peta Penggunaan Lahan

Berdasarkan klasifikasi terbimbing metode **Maximum Likelihood**. Kelas penggunaan lahan yang dipakai mengacu kepada **Tabel II.1** ditambah kelas jalan tol pada Peta Penggunaan Lahan tahun 2019.

III.2.4 Pembuatan Peta Daerah Aliran Air

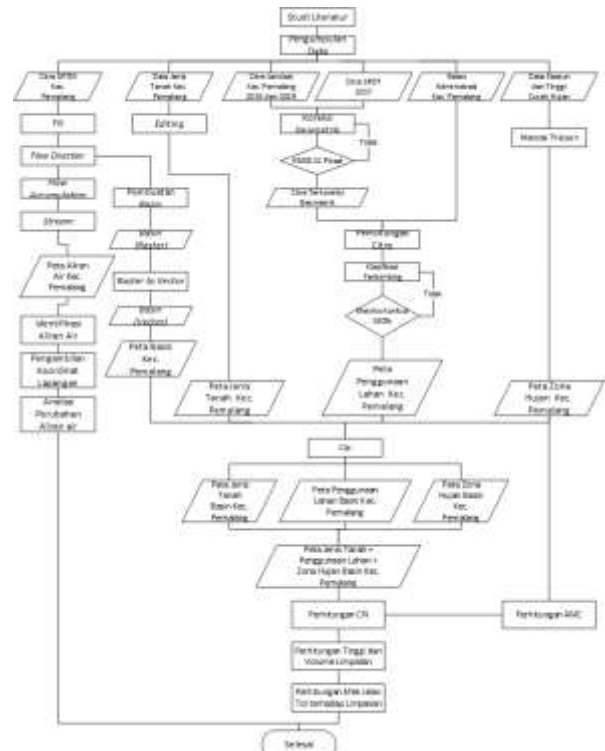
Turunan DEM yang dibentuk untuk penelitian adalah arah aliran air, akumulasi aliran air, *stream*, dan *basin* Kecamatan Pemalang.

III.2.5 Identifikasi Aliran Air Kecamatan Pemalang

Memanfaatkan data vektor *Stream* dari turunan DEM serta aturan *buffer* sempadan aliran sungai daerah pedesaan berdasarkan Permen PU PR No 28 tahun 2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau. Data hasil identifikasi kemudian dilakukan validasi di lapangan guna melihat besar perubahan lokasi.

III.3 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar, alir penelitian ini ditunjukkan oleh **Gambar 1**.

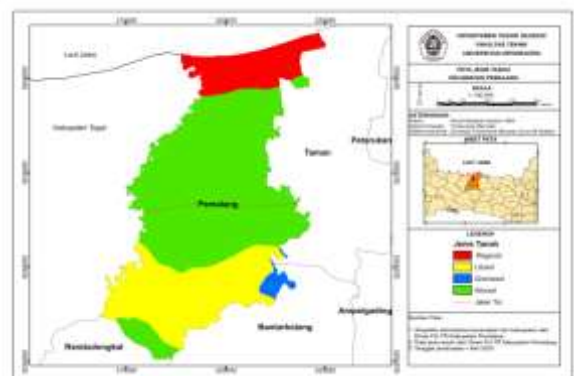


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Pembuatan Peta Jenis Tanah

Berdasarkan data jenis tanah Kecamatan Pemalang didapatkan hasil seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Peta Jenis Tanah Kecamatan Pemalang

Berdasarkan **Gambar 2** didapatkan data luas jenis tanah. Detail luas tersebut dapat dilihat pada **Tabel 6**.

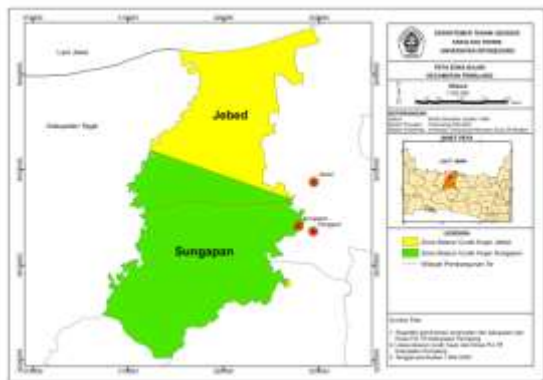
Tabel 6 Luas Wilayah Jenis Tanah Kecamatan Pemalang

No	Jenis Tanah	Luas Wilayah (Km ²)	Persentase Wilayah (%)
1	Regosol	11.862	11.834
2	Alluvial	60.838	60.700
3	Gromosl	25.973	25.911
4	Litosol	1.558	1.555
Total		100.231	100

Pembangunan jalan tol berada di tanah alluvial.

IV.2 Pembuatan Peta Curah Hujan

Peta Curah Hujan yang terbentuk ditunjukkan oleh **Gambar 3**.



Gambar 3 Peta Curah Hujan Kecamatan Pemalang

Berdasarkan **Gambar 3** didapatkan hasil seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Luas Wilayah Stasiun Curah Hujan

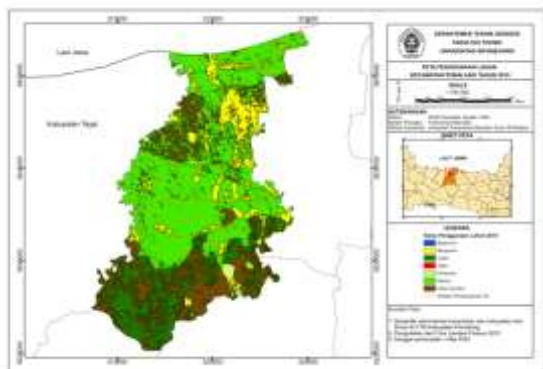
No	Stasiun	Luas (km ²)	Persentase
1	Jebed	35.38358	35.30
2	Sungapan	64.84725	64.70
3	Penggarit	0	0

Pembangunan jalan tol berada di wilayah Sungapan.

IV.3 Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Pemalang

IV.3.1 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2015

Peta Penggunaan Lahan tahun 2015 ditunjukkan oleh **Gambar 4**.



Gambar 4 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2015

Berdasarkan **Gambar 4** didapatkan hasil seperti pada **Tabel 8**.

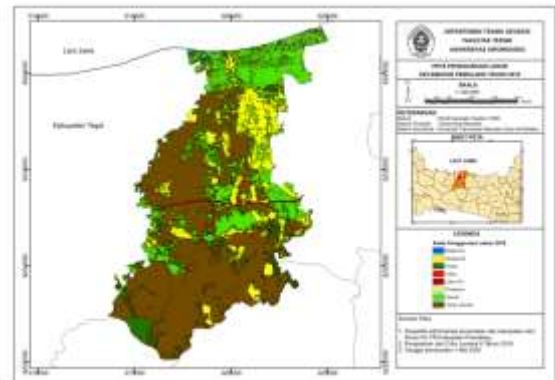
Tabel 8 Luas Penggunaan Lahan Tahun 2015

No	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Sawah	49.69	49.59
2	Tanah Gundul	21.22	21.17
3	Hutan	16.65	16.62
4	Bangunan	11.68	11.65
5	Jalan	0.29	0.29
6	Pertanian	0.63	0.63
7	Badan Air	0.05	0.05
Total		100.21	100.00

Overall Accuracy : 95% (Google Earth)

IV.3.2 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019

Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019 ditunjukkan oleh **Gambar 5**.



Gambar 5 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019

Berdasarkan **Gambar 5** didapatkan hasil seperti pada **Tabel 9**.

Tabel 9 Luas Penggunaan Lahan Tahun 2019

No	Penggunaan Lahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1	Hutan	4.21	4.20
2	Tanah Gundul	55.37	55.25
3	Pertanian	1.67	1.67
4	Bangunan	13.21	13.18
5	Sawah	24.04	23.99
6	Jalan	0.43	0.43
7	Badan Air	0.28	0.28
8	Jalan Tol	1.00	1.00
Total		100.21	100

Overall Accuracy : 96% (Google Earth)

96% (Validasi Lapangan Tahun 2020)

IV.3.3 Perubahan Penggunaan Lahan Kecamatan Pemalang Tahun 2015-2019

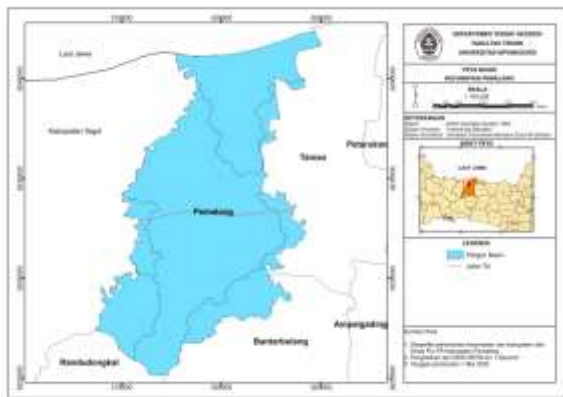
Berdasarkan data pada **Tabel 8** dan **Tabel 9** didapatkan hasil seperti pada **Gambar 6**. Perubahan penggunaan lahan terbanyak adalah kelas sawah akibat banyak digunakan untuk lahan pembangunan jalan tol.



Gambar 6 Perubahan Penggunaan Lahan Kecamatan Pemalang Tahun 2015-2019

IV.4 Pembuatan Peta Daerah Aliran Air

Peta Daerah Aliran Air Kecamatan Pemalang yang terbuat dari turunan data DEM ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7 Peta Daerah Aliran Air Kecamatan Pemalang

Berdasarkan Gambar 7 didapatkan data seperti pada Tabel 10 dan telah divalidasi sesuai Keppres No. 12 Tahun 2012 tentang Penetapan Wilayah Sungai.

Tabel 10 Luas Basin di Kecamatan Pemalang

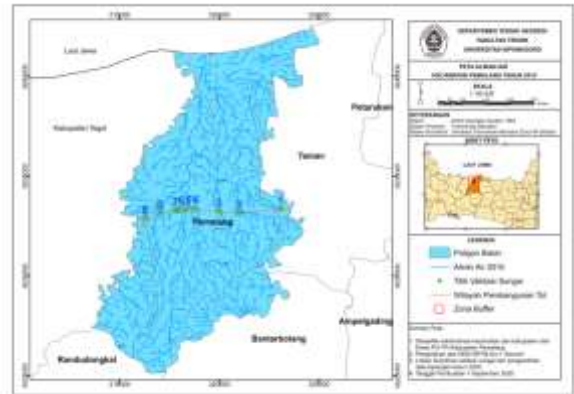
No	Luas Basin (Hektar)
1	27
2	169
3	334
4	346
5	823
6	864
7	2113
8	5347

Pembangunan jalan tol dilakukan pada basin dengan luas 346 Ha, 334 Ha, dan 5347 Ha.

IV.5 Identifikasi Aliran Air Kecamatan Pemalang

Identifikasi dilakukan dengan turunan DEM yaitu vektor Stream dengan memanfaatkan data DEM SRTM. Identifikasi aliran air di sekitar jalan tol dilakukan sepanjang wilayah

penelitian yang digunakan untuk tol ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8 Peta Aliran Air Kecamatan Pemalang Tahun 2015

Berdasarkan Gambar 8 aliran air sekitar jalan tol di Kecamatan Pemalang terdapat 9 titik. Detail dari aliran air tahun 2015 dan perubahannya pada tahun 2019 setelah validasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Identifikasi Perubahan Aliran Air

Titik	Koordinat		Buffer	
	X	Y	80 m	100 m
1	323069.547	9233371.307	Dalam	Dalam
2	321014.546	9233139.633	Dalam	Dalam
3	319987.007	9233247.721	Dalam	Dalam
4	318807.751	9233383.867	Luar	Luar
5	318335.028	9233364.619	Dalam	Dalam
6	317988.235	9233346.587	Dalam	Dalam
7	317795.988	9233303.671	Dalam	Dalam
8	317012.847	9233155.046	Dalam	Dalam
9	316258.72	9232874.654	Dalam	Dalam

Berdasarkan Tabel 11 didapatkan data bahwa ada 8 titik aliran air yang mengalami pergeseran perubahan aliran air namun masih dalam batas toleransi dan hanya 1 titik aliran air di sekitar jalan tol yang pergeseran perubahannya melebihi batas toleransi yaitu titik nomor 4. Detail pergeseran tersebut ditunjukkan Tabel 12

Tabel 12 Jarak Pergeseran Aliran Air Tahun 2015-2019

Titik	Koordinat		Jarak Pergeseran (m)	
	X	Y	80 m	100 m
1	323069.547	9233371.307	6.32	6.32
2	321014.546	9233139.633	1.248	1.248
3	319987.007	9233247.721	5.001	5.001
4	318807.751	9233383.867	163.068	143.068
5	318335.028	9233364.619	45.511	45.511
6	317988.235	9233346.587	41.635	41.635
7	317795.988	9233303.671	60.828	60.828
8	317012.847	9233155.046	4.157	4.157
9	316258.720	9232874.654	21.191	21.191

IV.6 Pembuatan Peta Limpasan Kecamatan Pemalang

IV.6.1 Perhitungan Tinggi Limpasan Tahun 2015

Berdasarkan *overlay* dari Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 didapatkan hasil seperti pada Tabel 13 Pencantuman hasil *overlay* hanya pada wilayah *basin* pembangunan jalan tol.

Tabel 13 Hasil *Overlay* pada *Basin* Pembangunan Jalan Tol tahun 2015

4	C	Bangunan	247.839	Sungapan
		Sawah	2382.476	
		Tanah Gundul	205.183	
		Hutan	87.319	
TOTAL			2980.817	
5	C	Sawah	110.252	Sungapan
		Bangunan	48.997	
		Hutan	60.138	
TOTAL			219.387	
6	C	Bangunan	38.756	Sungapan
		Sawah	240.2012	
TOTAL			278.9572	
6	A	Bangunan	4.767	Sungapan
		Hutan	4.403	
		Sawah	18.409	
		Tanah Gundul	39.502	
TOTAL			67.086	

Berdasarkan Tabel 13 dan persamaan (1), (2), dan (3) dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai CN *basin* tahun 2015 seperti pada Tabel 14. Pencantuman hasil perhitungan hanya pada wilayah *basin* pembangunan jalan tol.

Tabel 14 Nilai CN *Basin* Tahun 2015

4	C	Bangunan	247.839	83	7.519	Sungapan
		Sawah	2382.476	78	63.407	
		Tanah Gundul	205.183	91	6.309	
		Hutan	87.319	82	2.723	
TOTAL			2980.817		79.457	
5	C	Sawah	110.252	78	39.199	Sungapan
		Bangunan	48.997	83	18.537	
		Hutan	60.138	82	22.478	
TOTAL			219.387		80.213	
6	C	Bangunan	38.756	83	11.531	Sungapan
		Sawah	240.2012	78	67.163	
TOTAL			278.9572		78.695	
6	A	Bangunan	4.767	61	4.335	Sungapan
		Hutan	4.408	57	3.745	
		Sawah	18.409	62	17.013	
		Tanah Gundul	39.502	77	45.360	
TOTAL			67.086		70.433	

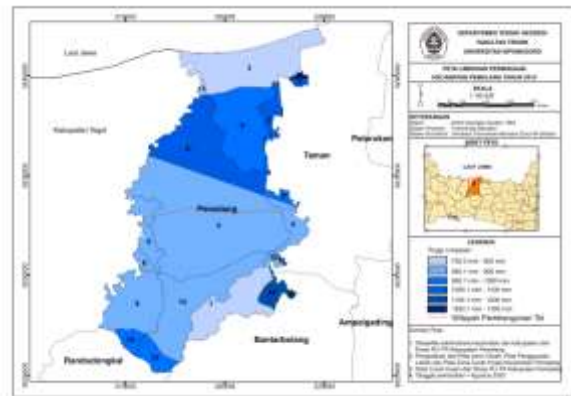
Berdasarkan Tabel 14, nilai CN yang didapatkan untuk indeks *basin* adalah dalam keadaan normal (AMC II). Hasil hitungan indeks *basin* dilakukan perhitungan AMC untuk mendapatkan tinggi limpasan permukaan dengan memanfaatkan data curah hujan. Perhitungan AMC untuk tinggi limpasan dilakukan pada seluruh bulan kalender dalam satu tahun dan pada semua *basin* tetapi **Pencantuman hitungan AMC hanya dilakukan pada *basin* 4 pada Bulan Juni-Oktober Tahun 2015.** Detail perhitungan AMC dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Perhitungan AMC Tahun 2015

Bulan	Tanggal	mm	Hitungan AMC	AMC	CN	S	0.25	Vlim (mm)	HL (mm)
JUNI	3	4	0	1	62	156	31.13548387	5.72836	1
	4	0	1	62	156	31.13548387	5.72836	1	
TOTAL LIMPASAN PERMUKAAN									5.72836
JULI	14	14	0	1	62	156	31.13548387	2.119993	1
	16	4	14	1	62	156	31.13548387	5.72836	1
TOTAL LIMPASAN PERMUKAAN									7.847753
AGUSTUS	7	14	0	1	62	156	31.13548387	2.119993	1
	14	0	1	62	156	31.13548387	5.72836	1	
TOTAL LIMPASAN PERMUKAAN									2.119993
OKTOBER	22	2	0	1	62	156	31.13548387	6.708262	1
	29	0	1	62	156	31.13548387	5.72836	1	
TOTAL LIMPASAN PERMUKAAN									6.708262

IV.6.2 Peta Limpasan Kecamatan Pemalang Tahun 2015

Peta Limpasan yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Peta Limpasan Tahun 2015

Berdasarkan Gambar 9 limpasan pada *basin* 4, 5, dan 6 (pembangunan jalan tol) didapatkan data tinggi limpasan. Detail dapat dilihat ada Tabel 16.

Tabel 16 Tinggi Limpasan *Basin* Tahun 2015

BASIN	BULAN												Total (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4	222	134	266	90	30	6	8	2	0	7	11	205	866
5	224	114	288	89	36	5	7	2	0	6	10	204	864
6	198	107	235	90	39	7	10	3	0	8	13	202	812
Total	644	355	789	269	112	18	25	7	0	21	34	611	

IV.6.3 Perhitungan Tinggi Limpasan Tahun 2019

Berdasarkan *overlay* dari Gambar 2, Gambar 3, Gambar 5 dan Gambar 7 didapatkan hasil seperti pada Tabel 17. Pencantuman hasil *overlay* hanya pada wilayah *basin* pembangunan jalan tol.

Tabel IV.1 Hasil *Overlay* pada *Basin* Pembangunan Jalan Tol tahun 2019

4	C	Tanah Gundul	205.183	Sungapan
		Hutan	87.319	
		Sawah	2382.476	
		Bangunan	247.839	
TOTAL			2980.817	
5	C	Sawah	110.252	Sungapan
		Bangunan	48.997	
		Hutan	60.138	
TOTAL			219.387	
6	C	Bangunan	38.756	Sungapan
		Sawah	240.2012	
TOTAL			278.9572	
6	A	Bangunan	4.767	Sungapan
		Hutan	4.408	
		Sawah	18.409	
		Tanah Gundul	39.502	
TOTAL			67.086	

Tabel 21 Debit Banjir *Basin* Jalan Tol

BASIN	Kelala	m ² (A)	Koefisien Aliran (C)	Intensitas Hujan, I (in)	Q (m ³ /det) = 0.270 * C * I * A
4c	Tanah Gundul	19065800	0.450	1.190	2030315.512
	Hutan	756760	0.150	1.190	27562.701
	Tol	740310	0.825	1.190	2717166.629
	Sawah	4794880	0.580	1.190	871087.888
	Bangunan	2939620	0.400	1.190	308994.035
	TOTAL	29220200			4123102.431
5c	Tol	85090	0.875	1.190	24620.790
	Sawah	1094470	0.450	1.190	127450.698
	Tanah Gundul	461190	0.450	1.190	55789.994
	Bangunan	529030	0.400	1.190	70005.482
	Hutan	128770	0.150	1.190	4008.884
	TOTAL	2202060			202196.867
6c	Tol	166450	0.875	1.190	40101.005
	Tanah Gundul	1262080	0.450	1.190	100022.457
	Bangunan	299650	0.400	1.190	29628.852
	Sawah	1040480	0.450	1.190	122792.113
		TOTAL	2769660		

IV.9 Perhitungan Kapasitas Drainase Jalan Tol

Perhitungan kapasitas drainase jalan tol memanfaatkan data dari Tabel 20 dan Tabel 21. Limpasan jalan tol terjadi ketika kapasitas drainase lebih kecil daripada jumlah debit banjir maksimum. Hasil perhitungan kapasitas drainase jalan tol dapat dilihat pada Tabel 22

Tabel 22 Hasil Perhitungan Volume Drainase Tol

Kode	Kode Sungai	Koordinat		Lokasi	Debit Banjir (m ³ /det)	Volume Limpasan Tol (m ³)	Volume Drainase (m ³)
		X	Y				
4C	2	321014.546	9233139.633	Desa Sewaka	217155.624	10314.362	206841.262
	3	319987.007	9233247.721	Desa Mergani			
	4	318807.751	9233381.867	Desa Wanarmulya			
	5	318335.028	9233364.619	Desa Wanarmulya			
	6	317988.235	9233346.587	Desa Wanarmulya			
	7	317795.988	9233303.671	Desa Wanarmulya			
	8	317012.847	9233155.046	Desa Banjarmulya			
	5C	1	323069.547	9233371.307			
6C	9	316258.720	9232874.654	Desa Banjarmulya	48181.865	5502.358	42679.527

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. *Basin* yang mendapat pengaruh dari pembangunan jalan tol terletak hanya pada *basin* berkode 4, 5, dan 6. Jalan tol pada *basin* 4, 5, dan 6 memberikan pengaruh sebesar 2.86% (10314.362 m³), 4.595% (1892.487 m³), dan 6.83% (5502.358 m³).
2. Terdapat 9 aliran air Kecamatan Pemalang di sekitar jalan tol pada saat sebelum dan sesudah pembangunan jalan tol. Analisis perubahan aliran air dengan membandingkan Peta *Stream* Kecamatan Pemalang dari turunan *DEM* dengan pengambilan koordinat di lapangan serta menggunakan *buffer* 80 meter dan 100 meter didapatkan hasil 1 titik (Titik nomor 4) atau 11.11% mengalami pergeseran hingga diluar batas toleransi *buffer* sebesar 163.068 meter dan 143.068 meter kearah timur dari tahun 2015 sampai tahun 2019 serta 8 titik (Titik nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7,

8, dan 9) atau 88.89% yang mengalami pergeseran didalam batas toleransi aturan *buffer*.

V.2 Saran

Agar penelitian limpasan permukaan selanjutnya berjalan lancar, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Memperbanyak citra untuk pembuatan peta tutupan lahan yang bersifat *time series*.
2. Penggunaan citra *DEM* dengan ukuran tingkat ketelitian yang lebih tinggi dalam pengolahan aliran air.

DAFTAR PUSTAKA

Agustianto, D. A. (2014). Model Hubungan Hujan dan Runoff (Studi Lapangan). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 215–224.

Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. (2017). *Daftar Istilah Klimatologi*.

Harisuseno, D., & Bisri, M. (2017). Limpasan Permukaan Secara Keruangan (Spatial Runoff) (1st ed.). UB Press.

Ideawati, L. F., Limantara, L. M., & Andawayanti, U. (2015). Analisis Perubahan Bilangan Kurva Aliran Permukaan (Runoff Curve Number) Terhadap Debit Banjir Di DAS Lesti. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6(Mei 2015), 37–45.

Muharomah, R. (2014). Analisis Run-Off Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar Pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang Dengan Memanfaatkan Teknik GIS. 2(3), 424–433.

Nasjono, J. K., Utomo, S., Marawali, U. D. B., Debit, P. K., & Number, S. C. S. (2018). Keandalan Metode Soil Conservation Services-Curve Number Untuk Perhitungan Debit Puncak Das Manikin. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 183–192

Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol.

Ramadan, A. N. A., Adidarma, W. K., Riyanto, B. A., & Windianita, K. (2018). Penentuan hydrologic soil group untuk perhitungan debit banjir Di Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu. *Jurnal Sumber Daya Air*, 13(2), 69–82. <https://doi.org/10.32679/jsda.v13i2.205>

Sumaryoto. (2010). Dampak Keberadaan Jalan Tol Terhadap Kondisi Fisik, Sosial, dan Ekonomi Lingkungannya. *Journal of Rural and Development*, 1(2), 161–168

Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah Konsep Dan Kenyataan* (1st ed.). Yogyakarta: Kanisius.

Tikno, S., Hariyanto, T., & Anwar, N. (2012). Aplikasi Metode Curve Number Untuk Hujan Dan Aliran Permukaan Di Das Ciliwung Hulu – Jawa Barat. 13(1), 25–36.

USDA-SCS. (1972). *Part 630 Hydrology National Engineering Handbook Chapter 10 Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall. In National Engineering Handbook*.