

STRATEGI PEMETAAN GENANGAN BANJIR SUNGAI DI KOTA PEKALONGAN MENGGUNAKAN MODEL SCS-CN

Talitha Az Zahra¹, Rizqi Abdulharis², Sella Lestari Nurmaulia³, Miga Magenika Julian⁴

¹Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung

^{2,3}Kelompok Keahlian Sistem Spasial dan Kadaster, Institut Teknologi Bandung

⁴Kelompok Keahlian Hidrografi, Institut Teknologi Bandung

Email: 15119002@mahasiswa.itb.ac.id¹, rabdulharis@itb.ac.id², sella@itb.ac.id³, miga.m.julian@itb.ac.id⁴

Diterima : 3 Juli 2023

Disetujui : 8 Desember 2023

Abstract

Pekalongan City consistently experiences annual floods. In this research, we aimed to map the distribution of potential flood inundation in Pekalongan City under two scenarios: the existing land cover and urban planning (Rencana Tata Ruang Wilayah/RTRW). We utilized hydrological modeling to assess the suitability of the RTRW for future implementation. The Soil Conservation Service – Curve Number (SCS-CN) method was employed, incorporating Digital Elevation Model (DEM) data, soil data, precipitation data, and two sets of land cover data (existing and urban planning). The findings indicate that under the existing land cover, approximately 13.97% of the area is susceptible to flooding, while the remaining 86.03% is not at risk. Conversely, the model using the urban planning (RTRW) scenario suggests that 14.06% of the area has the potential to flood, while 85.94% is not susceptible to flooding. The increase in potential flooding in the urban planning scenario may be attributed to the expansion of residential areas and the reduction of plantation and dry land cover. Furthermore, in assessing monthly modeling results, we observed that the area with flood potential is highest in December 2022 and lowest in June 2022. Considering topographical conditions (DEM), we found that the potential for flood inundation is fairly and evenly distributed in flat areas, mostly with elevations of less than 11 meters. Areas at higher elevations are predominantly free from flood potential, but it is noteworthy that certain areas in the Pekalongan Selatan District, with elevations higher than 11 meters, still have the potential for flooding.

Keywords: Flood, hydrology model, SCS-CN, existing land cover, urban planning

1. PENDAHULUAN

Kota Pekalongan merupakan salah satu daerah rawan banjir dengan histori banjir setahun terakhir yang diperoleh dari data *scrapping* berita-berita di internet dan dapat dilihat pada ilustrasi lini waktu banjir pada Gambar 1. Daerah Kota Pekalongan ini termasuk daerah dengan tiga tipe klasifikasi, yaitu banjir sungai, banjir perkotaan, dan banjir pasang (Ariadi & Syakirin, 2021).

Banjir adalah suatu fenomena meluapnya air dari badan air seperti sungai, danau, laut, waduk, dan saluran serta tampungan air lainnya

yang mengakibatkan genangan di lahan sekitarnya (Nurmaulia, dkk., 2022). Banjir dapat disebabkan oleh kondisi alam seperti kondisi geografi dan topografi serta geometri sungai. Peristiwa alam lainnya memengaruhi fenomena banjir terdiri atas curah hujan, pembendungan laut/pasang pada sungai induk, amblesan tanah dan pendangkalan akibat sedimentasi, dan aktivitas manusia seperti perubahan persebaran tutupan lahan daerah (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016).



Gambar 1 Lini Waktu Banjir Kota Pekalongan

Untuk mengurangi dampak dari suatu bencana dapat dilakukan melalui penanggulangan dan mitigasi bencana. Penanggulangan bencana terdiri atas tahapan kesiapsiagaan dan peringatan dini, saat terjadi bencana, masa tanggap darurat, hingga tahap rehabilitasi dan rekonstruksi (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017). Pengurangan dampak tersebut juga dapat didukung dengan adanya manajemen risiko bencana.

Salah satu hal yang dapat membantu manajemen risiko bencana banjir adalah dengan menggunakan pemodelan hidrologi untuk memetakan distribusi genangan banjir. Hidrologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari keberadaan air, pergerakan, dan pengalirannya (USGS, 2019). Pemodelan hidrologi ini juga berguna untuk menaksir kesesuaian suatu rencana tata ruang wilayah suatu daerah terhadap prediksi distribusi genangan banjir yang dihasilkan (Machado dkk., 2016). Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibahas penggunaan pemodelan hidrologi dalam memetakan distribusi genangan banjir di Kota Pekalongan berdasarkan tutupan lahannya.

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain:

- 1) Menentukan perbandingan luas tutupan lahan kondisi *existing* Kota Pekalongan dengan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029.
- 2) Menentukan dan menganalisis hasil pemodelan genangan banjir Kota

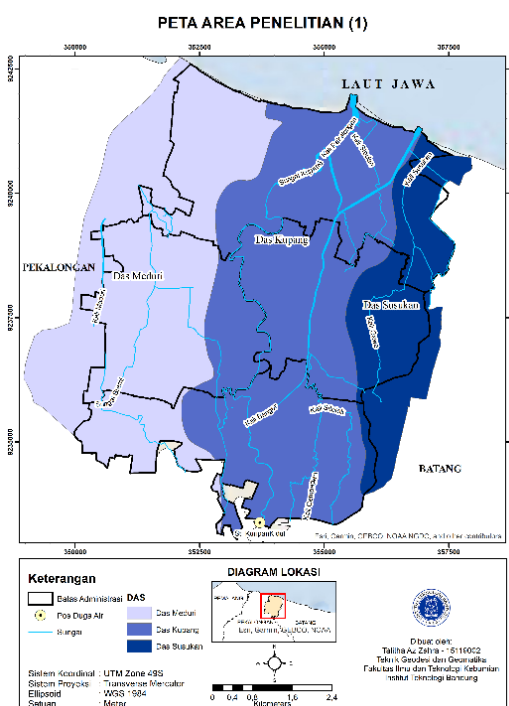
Pekalongan berdasarkan tutupan lahan *existing* (skenario 1) dan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029 (skenario 2) serta perbandingan besaran luas banjir hasil pemodelannya.

- 3) Menentukan perbandingan estimasi nilai debit puncak (Q_p) tahunan hasil pemodelan terhadap nilai debit sungai hasil pengamatan.
- 4) Menentukan hasil pemodelan genangan banjir bulanan Kota Pekalongan pada tahun 2022 dan menganalisis perbandingan pengaruh curah hujan dengan pengaruh perubahan tutupan lahan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Ruang Lingkup

Pemodelan estimasi potensi banjir pada penelitian ini mencakup wilayah Kota Pekalongan seluas 46.29 km² yang terletak di Provinsi Jawa Tengah dengan batas DAS Meduri, Kupang, dan Susukan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Kota Pekalongan merupakan daerah beriklim tropis dengan rata-rata curah hujan per bulan tercatat sebesar ± 197 mm dan total curah hujan 2.365 mm pada tahun 2022 (BPS Kota Pekalongan, 2023). Topografi Kota Pekalongan secara umum terdiri dari wilayah datar, landai, dan agak curam dengan jenis tanah *alluvial* yang memiliki peluang infiltrasi yang sangat rendah.



Gambar 2 Peta Area Penelitian

Pada penelitian ini, pemodelan hidrologi untuk pemetaan persebaran potensi genangan banjir di Kota Pekalongan dilakukan hanya dengan mempertimbangkan faktor-faktor dari aspek darat seperti debit sungai dan curah hujan. Sedangkan faktor laut seperti pasang surut air laut tidak dipertimbangkan. Maka dari itu, pemodelan hidrologi pada penelitian ini tidak menggunakan tambahan data pasang surut ataupun *land subsidence*.

2.2. SCS-CN

Pada tahun 1950-an, *United States Department of Agriculture (USDA)* bersama *Natural Resources Conservation Service* (sebelumnya dikenal sebagai *Soil Conservation Service*) mengembangkan metode untuk mengestimasi air limpasan hujan dengan membobotkan nilai informasi jenis tutupan lahan dan informasi tanah yang juga dikenal sebagai metode *Curve Number (CN)*. Metode *Soil Conservation Service - Curve Number (SCS-CN)* ini berguna pada proses analisis hidrologi dan menggunakan informasi terkait curah hujan, mengingat metode ini dikembangkan untuk mengestimasi air limpasan dari air hujan (Tailor & Shrimali, 2016)

2.3. Data

Sumber data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder. Data sekunder untuk wilayah Kota Pekalongan yang diperlukan yaitu data iklim dan data geospasial, yaitu:

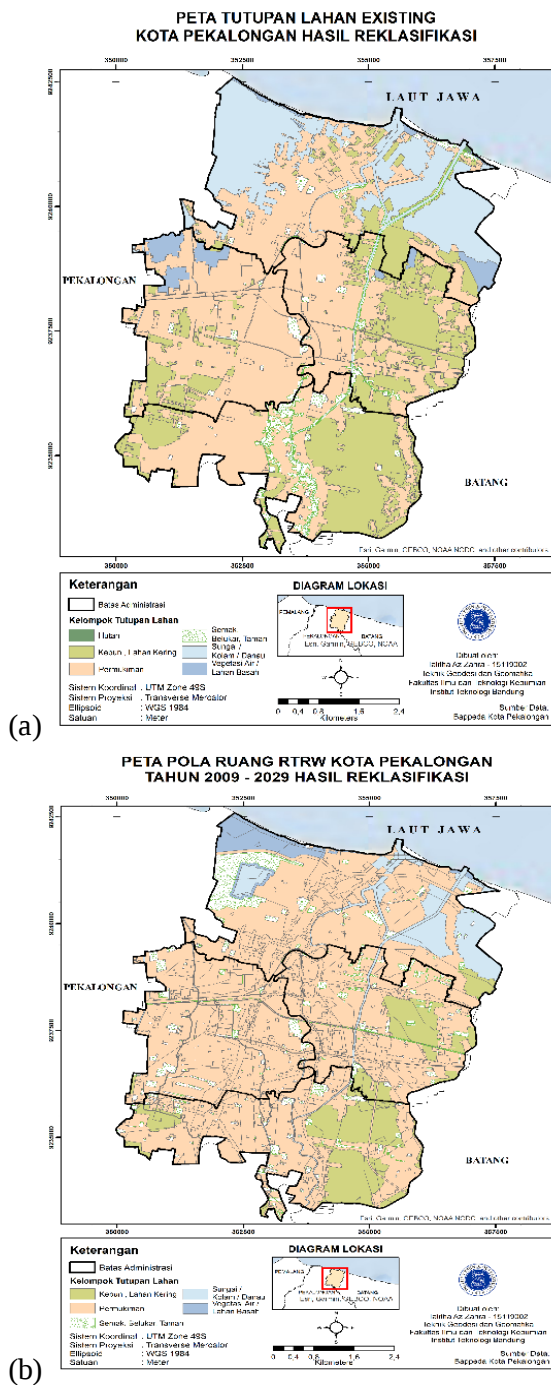
- 1) *Digital Elevation Model (DEM)*
- 2) Peta Tutupan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2017
- 3) Peta Pola Ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029
- 4) Jenis Tanah
- 5) Curah Hujan
- 6) Debit Sungai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Luas Tutupan Lahan

Tutupan lahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tutupan lahan *existing* (data tahun 2017) yang diperoleh dari Bappeda Kota Pekalongan dan juga pola ruang rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Pekalongan tahun 2009-2029. Kedua data tersebut memiliki distribusi jenis tutupan lahan yang berbeda untuk beberapa wilayahnya. Maka dari itu, perbedaan sebaran tutupan lahan tersebut dapat ditentukan perbandingannya melalui perbandingan luas tutupan lahan.

Masing-masing data tutupan lahan *existing* dan pola ruang memiliki kelas lahan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, untuk dapat membandingkan kedua data tersebut, kelas tutupan lahan pada data *existing* dan data pola ruang harus memiliki klasifikasi yang sama. Sehingga reklasifikasi pun dilakukan agar selanjutnya data dapat digunakan dalam penentuan nilai CN. Berikut ini adalah peta tutupan lahan *existing* dan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029 hasil reklasifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



(a) Hasil Reklasifikasi Peta Tutupan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2007 dan (b) Hasil Reklasifikasi RTRW Kota Pekalongan Tahun 2009-2029

Berdasarkan data tutupan lahan *existing* dan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029 pada Gambar 3 di atas, tutupan lahan di Kota Pekalongan mengalami perubahan di beberapa titik. Perubahan jenis

tutupan lahan tersebut menyebabkan adanya perubahan luas dari setiap tutupan lahan, ada yang bertambah luas dan ada juga yang berkurang luas wilayahnya. Untuk dapat membantu analisis apakah bertambah atau berkurangnya suatu tutupan lahan berpengaruh terhadap potensi genangan banjir, maka dibuatlah tabel perbandingan perubahan luas tutupan lahan yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Perbandingan Luas Kelompok Tutupan Lahan

Kelompok Tutupan Lahan	Tutupan Lahan <i>Existing</i>	Pola Ruang RTRW	Selisih (%)
	Persen (%)	Persen (%)	
Permukiman	51,09	71,06	+19,97
Semak, Belukar, Taman	3,98	7,28	+3,3
Hutan	0,03	0	-0,03
Kebun, Lahan Kering	25,69	11,25	-14,44
Vegetasi Air / Lahan Basah	2,75	3,25	+0,5
Sungai / Kolam / Danau	16,46	7,16	-9,3

Rancangan pola ruang hanya menghasilkan lima kelompok tutupan lahan saja setelah diklasifikasi ulang. Hal tersebut disebabkan karena pada data pola ruang RTRW tidak terdapat keterangan tutupan lahan yang dapat diklasifikasi sebagai kelompok tutupan lahan hutan. Banyak hal yang dapat menyebabkan perbedaan antara sebaran tutupan lahan *existing* dengan distribusi pola ruang RTRW, seperti perubahan penggunaan dan/atau tutupan lahan suatu wilayah, mulai dari alih guna lahan, rencana tata ruang suatu pemerintahan kota/kabupaten yang memang mengubah fungsi guna lahan di daerahnya, dan penyebab lainnya. Kemudian, perbedaan persebaran jenis tutupan lahan tersebut juga sangat mungkin terjadi akibat dari proses klasifikasi ulang jenis tutupan lahan menjadi kelompok tutupan lahan yang dibutuhkan untuk memperoleh nilai CN. Hal tersebut disebabkan oleh proses reklasifikasi yang dilakukan secara subjektif oleh penulis berdasarkan hasil studi literatur terkait kelompok tutupan lahan. Mengingat kelas-kelas tutupan lahan antara data *existing* dengan data

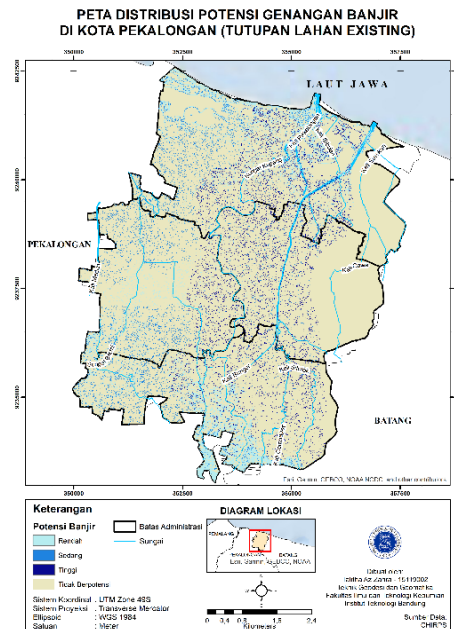
pola ruang cukup berbeda, jadi sangat memungkinkan bahwa keputusan yang dibuat peneliti ketika pengklasifikasian ulang kelas tutupan lahan memengaruhi perbedaan luasan tutupan lahan antara kedua data.

Tabel 1 menunjukkan kelompok tutupan lahan permukiman mengalami peningkatan luas sebesar 19,97% dari data permukiman tutupan lahan *existing* yaitu 23,65 km² menjadi 32,89 km² pada peta pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029. Pada kelompok tutupan lahan semak, belukar, taman terdapat peningkatan luas sebesar 3,3% dari data *existing* yaitu sebesar 1,84 km² menjadi 3,37 km² pada peta pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029, sedangkan pada kelompok tutupan lahan hutan mengalami penurunan sebesar 0,03% dari luasan sebesar 0,01 km² pada data *existing* menjadi tidak ada wilayah hutan pada data pola ruang. Lalu, kebun, lahan kering juga mengalami penurunan luas pula sebesar 14,44% dari data kebun tutupan lahan *existing* yaitu 11,89 km² menjadi 5,21 km² pada peta pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029. Namun, pada kelompok vegetasi air/lahan basah mengalami peningkatan luas lahan sebesar 0,5% dari data vegetasi air/lahan basah tutupan lahan *existing* yaitu 1,27 km² menjadi 1,50 km² pada peta pola ruang RTRW, sedangkan untuk kelompok tutupan lahan sungai/kolam/danau mengalami penurunan luas lahan sebesar 9,3% dari data sungai/kolam/danau tutupan lahan *existing* yaitu 7,62 km² menjadi 3,32 km² pada peta pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029.

3.2. Skenario Pertama: Distribusi Spasial Potensi Genangan Banjir Berdasarkan Tutupan Lahan *Existing*

Skenario pertama dilakukan dengan menggunakan data DEM, tutupan lahan *existing* (tahun 2017), jenis tanah, dan data curah hujan tahunan (2022). Model SCS-CN yang digunakan pada penelitian skenario pertama ini ditujukan untuk mencari nilai CN dari data tutupan lahan *existing* dan jenis tanah yang kemudian digunakan untuk mengetahui daerah limpasan air yang dapat menyebabkan potensi banjir terjadi di wilayah Kota Pekalongan. Dari skenario pertama ini diperoleh model potensi

banjir yang ditentukan dari indeks potensi banjir yang terjadi di Kota Pekalongan dengan potensi banjir diberikan simbol berwarna biru dan piksel wilayah tidak berpotensi banjir disimbolkan berwarna krem seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Peta Distribusi Potensi Banjir Kota Pekalongan Skenario 1

Hasil persebaran potensi genangan banjir skenario pertama ini digunakan lebih lanjut untuk menentukan luasan potensi genangan banjir di Kota Pekalongan. Penentuan luasan tersebut dapat dilakukan dengan menghitung luas kawasan berwarna biru dan krem. Besaran dari luas kawasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

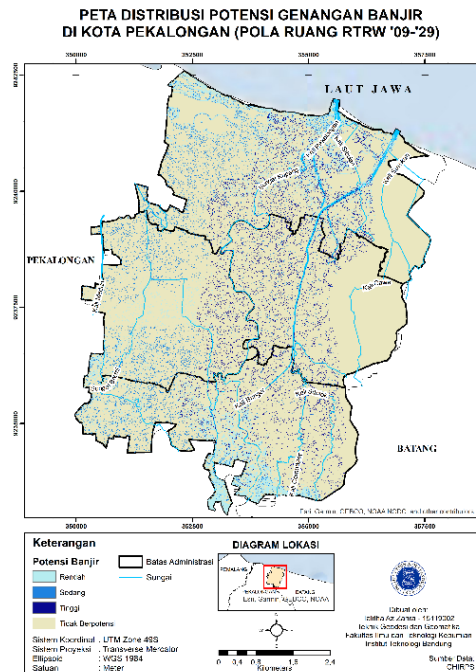
Tabel 2. Persentase Luas Daerah Berpotensi Banjir Skenario 1

Indeks	Keterangan	Luas (%)
Tidak Banjir	Krem	86.03
Banjir	Biru tua	13.97

3.3. Skenario Kedua: Distribusi Spasial Potensi Genangan Banjir Berdasarkan Pola Ruang RTRW Kota Pekalongan Tahun 2009-2029

Pengolahan pemodelan hidrologi metode SCS-CN untuk skenario kedua ini dilakukan dengan menggunakan data DEM, jenis tanah, dan curah hujan yang sama dengan skenario pertama. Namun, data tutupan lahannya diganti

dengan data tutupan lahan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029. Dengan data-data tersebut, model potensi banjir skenario kedua dapat dilihat pada Gambar 5 dengan potensi banjir yang diberikan simbol berwarna biru dan piksel wilayah tidak berpotensi banjir disimbolkan berwarna krem.



**Gambar 5 Peta Distribusi Potensi Banjir Kota
Pekalongan Skenario 2**

Hasil persebaran potensi genangan banjir skenario kedua ini digunakan lebih lanjut untuk menentukan luasan potensi genangan banjir jika rancangan pola ruang Kota Pekalongan diterapkan. Penentuan luasan tersebut dapat dilakukan dengan menghitung luas kawasan berwarna biru tua dan krem. Besaran dari luas kawasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Persentase Luas Daerah Berpotensi Banjir Skenario 2

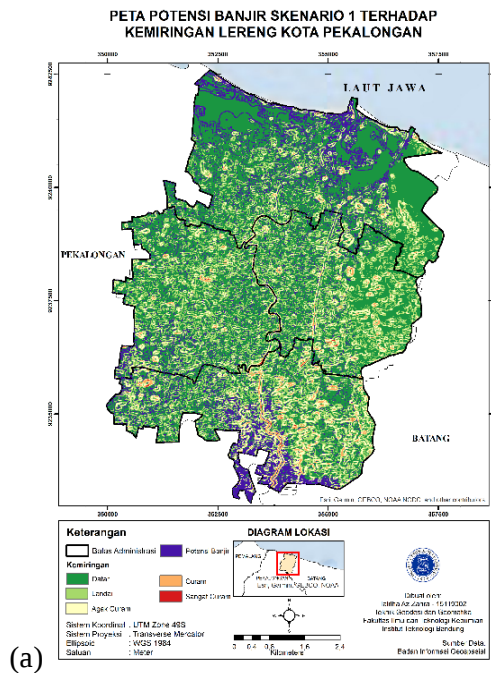
Indeks	Keterangan	Luas (%)
Tidak Banjir	Krem	85.94
Banjir	Biru tua	14.06

3.4. Analisis Daerah Potensi Genagan Banjir Skenario Pertama dan Kedua

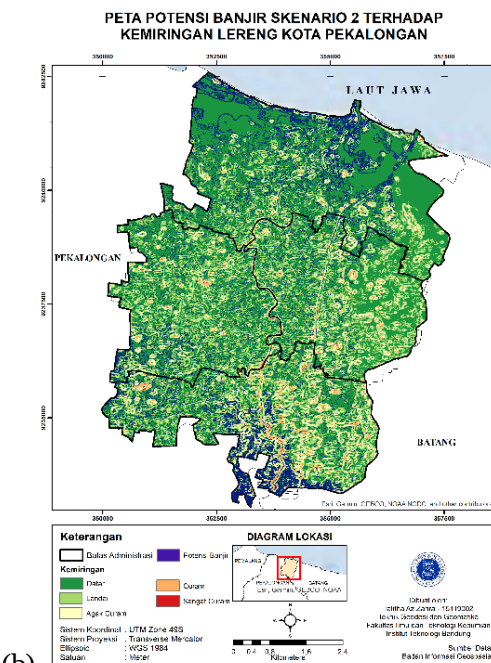
Berdasarkan peta hasil distribusi potensi genangan banjir di Kota Pekalongan dengan kondisi *existing* pada Gambar 4 dan kondisi asumsi tutupan lahan menggunakan peta pola

ruang RTRW pada Gambar 5, terlihat bahwa potensi genangan banjir lebih luas terjadi pada pola ruang RTRW dibandingkan dengan kondisi *existing* yang mungkin diakibatkan karena berkurangnya wilayah serapan (lihat Tabel 1). Namun, terlepas dari perbedaan tutupan lahan dan hasil prediksi potensi genangan banjir antar kedua skenario tersebut, data curah hujan yang digunakan pada kedua skenario tersebut tetap sama. Dilihat dari kedua hasil, persebaran potensi banjir paling luas menumpuk terdapat di wilayah selatan dan barat daya Kota Pekalongan serta tersebar merata di daerah tengah kota di sekitar DAS atau Kali Kupang hingga wilayah utara Kota Pekalongan.

Selanjutnya hasil pemodelan potensi genangan banjir dari skenario 1 dan 2 dengan kondisi topografi (DEM yang ditampilkan dihitung *slope*-nya), dapat dilihat pada Gambar 6 memberikan kondisi yang hampir serupa. Kota Pekalongan berada pada ketinggian yang cukup rendah, sekitar kurang dari 20 m dan dilihat dari gambar-gambar di bawah ini bahwa daerah berpotensi tergenang banjir di Kota Pekalongan dominan terjadi di wilayah dengan kelas kemiringan lereng yang datar (merah). Wilayah daratan yang lebih tinggi pada rentang ketinggian sekitar lebih dari 11 m juga ada yang berpotensi banjir yaitu pada daerah selatan Kec. Pekalongan Selatan namun kemiringan di daerah tersebut cukup rendah termasuk kelas landai hingga datar yang mungkin menjadi salah satu penyebab daerah tersebut berpotensi tergenang banjir.



(a)



(b)

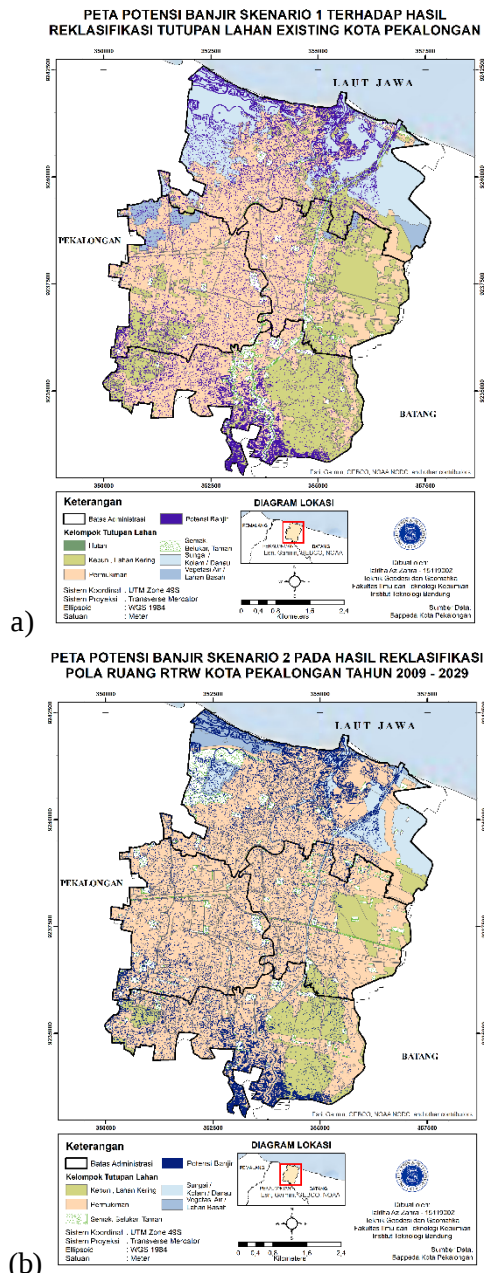
Gambar 6 (a) Potensi Banjir Skenario 1 terhadap Data Kemiringan Lereng dan (b) Potensi Banjir Skenario 2 terhadap Data Kemiringan Lereng

Kemudian, untuk lokasi daerah yang tergenang banjir berdasarkan masing-masing kelas penggunaan lahan kondisi *existing* pada Gambar 3 (a) dapat dilihat bahwa hasil simulasi banjir ini menunjukkan bahwa sebagian besar daerah yang tergenang berada dalam kelas

penggunaan lahan daerah permukiman; kebun, lahan kering; dan beberapa wilayah semak, belukar, taman di daerah selatan Kec. Pekalongan Selatan. Umumnya daerah-daerah berpotensi banjir tersebut termasuk ke dalam wilayah yang dekat dengan daerah aliran sungai.

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa daerah berisiko tinggi bencana banjir terkonsentrasi di daerah permukiman karena kegiatan kawasan terbangun yang terjadi, kepadatan bangunan dan populasi yang tinggi, tutupan lahan yang menghalau proses penyerapan air, dan kondisi dataran rendah. Beberapa penelitian juga menegaskan bahwa pusat kota dengan populasi padat dan intensitas kegiatan ekonomi yang tinggi rawan banjir. Sedangkan pada wilayah yang termasuk ke dalam kelompok tutupan lahan kebun, lahan kering dan berpotensi banjir mungkin saja termasuk daerah lahan kering dengan daerah resapan minimal.

Tutupan lahan yang berpotensi banjir pada model potensi banjir skenario pertama jika dibandingkan dengan data tutupan lahan *existing* (dapat dilihat pada Gambar 7 poin a) didominasi pada tutupan lahan permukiman, sedangkan pada tutupan lahan yang berpotensi banjir pada model skenario kedua jika dibandingkan dengan data tutupan lahan pola ruang RTRW (dapat dilihat pada Gambar 7 poin b) sedikit bertambah dengan model potensi banjir skenario pertama yaitu tutupan lahan permukiman namun beberapa daerah berpotensi banjir berkurang akibat bertambahnya tutupan lahan dari semak, belukar, taman. Lebih jelasnya lagi penggambaran dengan jelas pertampalan tutupan lahan dan pola ruang RTRW terhadap model potensi banjir dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Hasil Potensi Banjir Skenario 1 terhadap Tutupan Lahan Existing

Untuk hasil perbandingan model potensi banjir skenario 1 dan 2 dengan meninjau sisi informasi curah hujan, kedua skenario memberikan hasil yang kurang lebih serupa. Dataran yang terkena curah hujan dengan intensitas yang relatif tinggi terdapat di bagian selatan Kota Pekalongan, lebih tepatnya di daerah Kec. Pekalongan Selatan. Mengingat daerah selatan Kec. Pekalongan Selatan merupakan wilayah dengan ketinggian yang

cukup tinggi relatif terhadap wilayah Kota Pekalongan lainnya dan juga daerah tersebut memiliki luasan wilayah berpotensi banjir yang lebih besar dibandingkan wilayah lainnya, nilai curah hujan yang sangat tinggi relatif terhadap daerah lainnya di Kota Pekalongan mungkin merupakan salah satu penyebab daerah tersebut sangat berpotensi banjir. Pada bagian utara dan timur laut Kota Pekalongan, wilayah tersebut termasuk daerah dengan curah hujan yang relatif rendah.

Maka dari itu, model sebaran potensi banjir skenario pertama dan skenario kedua menyatakan bahwa wilayah berpotensi banjir tersebar pada daerah ketinggian yang relatif rendah atau landai (< 11 m) dengan penutup lahan pemukiman dan/atau kebun, lahan kering serta wilayah dataran tinggi di ujung selatan Kec. Pekalongan Selatan, yang tertutupi permukiman juga namun memiliki curah hujan yang relatif tinggi dibandingkan daerah lainnya merupakan wilayah dengan potensi banjir dengan luasan yang cukup besar. Sedangkan daerah yang tidak berpotensi banjir dominan terdapat pada daerah di daerah Kec. Pekalongan Barat dan juga pada wilayah dengan tutupan lahan semak belukar dan hutan.

3.5. Perbandingan Besaran Luas Daerah Potensi Genangan Banjir Skenario Pertama dan Kedua

Rancangan tata ruang suatu wilayah dibuat agar ruang wilayah yang diatur dapat dimanfaatkan sebaik mungkin dan seefektif mungkin untuk mengurangi, mencegah, dan mempermudah dalam menanggulangi tingkat rawan bencana yang ada di wilayah tersebut. Rancangan tata ruang tersebut umumnya berupa pola ruang RTRW yang pada penelitian ini digunakan sebagai tutupan lahan skenario 2. Maka dari itu, hipotesis awalnya seharusnya hasil pemodelan potensi genangan banjir skenario 2 akan memberikan besaran luas wilayah berpotensi banjir yang lebih kecil dibandingkan dengan pemodelan skenario 1 yang menggunakan tutupan lahan *existing*, namun hal tersebut bisa berbanding terbalik apabila penerapan tata guna lahan kurang efektif.

Masing-masing persentase luasan wilayah berpotensi banjir dari model skenario 1 dan

skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4. Wilayah berpotensi banjir dengan tutupan lahan *existing* di Kota Pekalongan adalah seluas 13,97% dari total luas wilayah Kota Pekalongan atau sekitar 6,47 km². Sedangkan luasan wilayah berpotensi banjir berdasarkan tutupan lahan pola ruang RTRW Kota Pekalongan tahun 2009-2029 adalah sebesar 13,88% dari keseluruhan luas Kota Pekalongan atau sekitar 6,43 km².

Berdasarkan nilai-nilai tersebut, maka perubahan tutupan lahan dari kondisi *existing* menjadi tutupan lahan yang dirancang pada pola ruang RTRW diestimasi akan sedikit berpotensi menaikkan luasan wilayah berpotensi banjir di Kota Pekalongan hingga sekitar 0,09% dari total luas wilayah Kota Pekalongan. Perubahan luasan wilayah potensi banjir di Kota Pekalongan dapat dilihat lebih lanjut pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Luas Potensi Banjir

Keterangan	Model Potensi Banjir	Luas (km ²)	Luas (%)
Banjir	Skenario Pertama	6,47	13,97
	Skenario Kedua	6,51	14,06
Tidak Banjir	Skenario Pertama	39,83	86,03
	Skenario Kedua	39,79	85,94

Pada pola ruang RTRW terdapat penambahan kelompok permukiman yang cukup signifikan, serta penurunan luas kebun dan lahan kering yang mungkin menjadi salah satu faktor utama sedikit bertambahnya luas daerah berpotensi banjir pada skenario kedua.

3.6. Perbandingan Estimasi Debit Puncak (Qp) Tahunan terhadap Nilai Debit Sungai Hasil Pengamatan

Hasil pemodelan sebaran potensi genangan banjir yang telah dibuat dinilai melalui nilai estimasi debit puncak (Qp) hasil pengolahan pada skenario 1 yang dibandingkan dengan data debit sungai hasil pengukuran pada stasiun pengamatan yang merupakan data sekunder hasil permintaan data kepada Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Tengah.

Perbandingan dilakukan antara estimasi debit puncak hasil pengolahan terhadap nilai debit sungai hasil pengukuran pada stasiun pengamatan. Data debit sungai yang digunakan sebagai pembandingan adalah data debit sungai Stasiun Pengamatan Pagerukir dan Kuripan

Kidul, Kali Kupang yang berisikan data debit sungai harian sepanjang tahun 2022.

Hasil pemodelan hidrologi untuk banjir tahunan dengan skenario 1 menunjukkan bahwa nilai estimasi debit puncak pada DAS di Kota Pekalongan berada direntang 1,66 hingga 5,66 m³/s dengan rata-rata sebesar 4,71 m³/s. Lalu, berdasarkan data debit sungai hasil pengukuran pada Stasiun Pengamatan Pagerukir dan Kuripan Kidul, Kali Kupang, data debit rerata bulanan dan maksimum bulanan sepanjang tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Statistik Debit Sungai per Bulan Tahun 2022 pada Stasiun Pengamatan Pagerukir dan Kuripan Kidul (m³/s)

Bulan	Stasiun Pagerukir			Stasiun Kuripan Kidul		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
1	1,24	2,41	4,16	0,10	19,20	106,8
2	1,29	2,43	7,68	14,50	20,70	27,50
3	1,18	2,23	3,44	9,60	13,70	33,00
4	1,98	2,72	3,98	5,80	13,10	23,90
5	1,29	2,46	4,16	7,80	15,60	26,20
6	1,21	1,93	2,65	9,60	15,30	36,30
7	0,99	1,82	5,92	6,30	9,90	14,80
8	0,63	0,79	0,99	5,80	11,50	21,80
9	0,76	2,33	16,33	5,00	9,70	18,90
10	1,46	2,20	3,98	9,90	15,90	52,20
11	1,64	2,58	3,82	11,10	12,80	15,10
12	1,74	2,79	3,66	9,80	17,80	89,80

Berdasarkan Tabel 5, hasil Pengukuran Stasiun Pagerukir menunjukkan nilai debit Kali Kupang terendah yang terukur pada tahun 2022 adalah sebesar 0,63 m³/s pada bulan Agustus 2022, sedangkan nilai debit terbesar jatuh pada bulan September 2022 yaitu sebesar 16,33 m³/s. Kemudian nilai rata-rata debit perbulan Kali Kupang tahun 2022 dari Stasiun Pengamatan Pagerukir adalah sebesar 2,22 m³/s. Lalu, berdasarkan pengukuran debit pada stasiun Kuripan Kidul, nilai debit terendah dan tertinggi Kali Kupang adalah 0,10 m³/s dan 106,80 m³/s pada Januari 2022, sedangkan nilai rata-rata perbulan debit Kali Kupang tahun 2022 yang terukur pada stasiun Kuripan Kidul adalah 15,26 m³/s. Perbandingan antara nilai estimasi debit puncak (Qp) hasil pemodelan banjir tahun 2022 dan nilai debit hasil pengukuran dapat dilihat lebih jelasnya lagi pada Tabel 6 berikut ini.

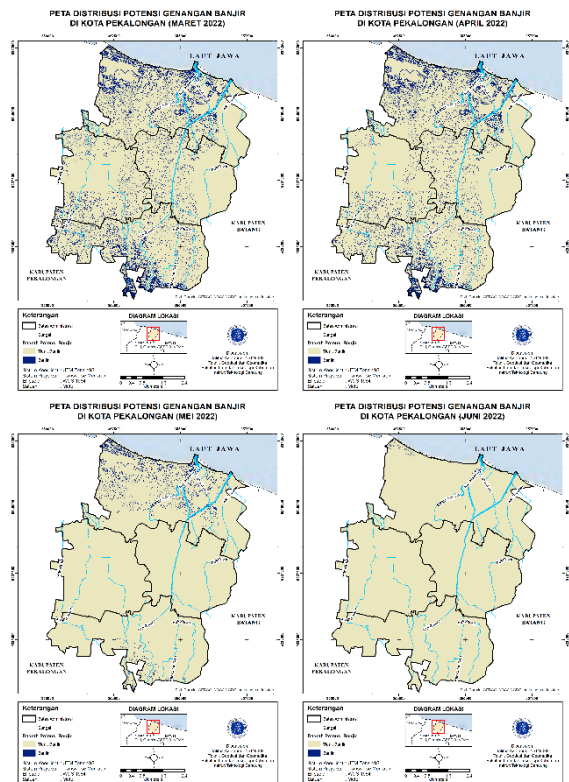
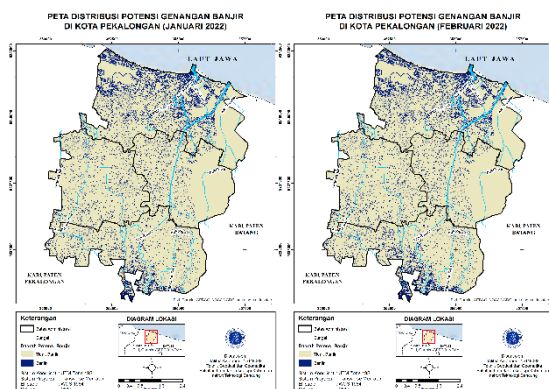
Tabel 6 Perbandingan Nilai Estimasi Debit Puncak (Qp) dengan Nilai Debit Hasil Pengamatan (m³/s)

Nilai Debit	Min	Avg	Maks
Estimasi	16.6	47.1	56.6
Pengukuran Pagerukir	0.63	2.22	16.33
Pengukuran Kuripan Kidul	0.10	15.26	106.80

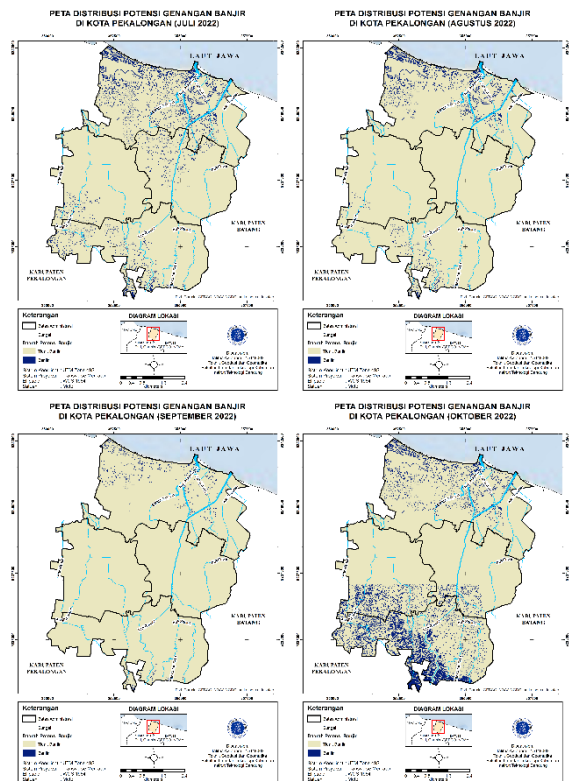
Dengan memerhatikan uraian di atas, maka debit puncak hasil pengolahan pada proses pemodelan hidrologi metode SCS-CN skenario 1 yang telah dilakukan masih berada pada orde yang sama dengan data-data Pagerukir, sedangkan dibandingkan dengan pengukuran Kuripan Kidul hasil estimasi menunjukkan pola yang serupa dengan nilai terbesar pada bulan Januari, Februari, dan Desember.

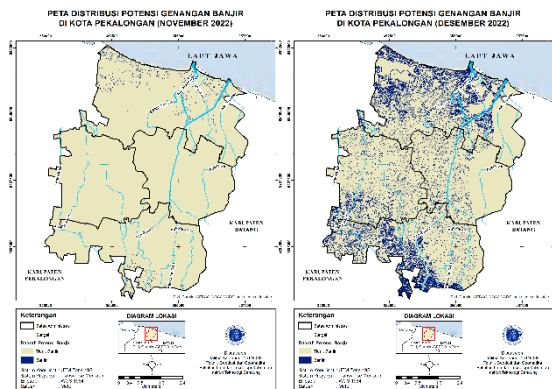
3.7. Distribusi Spasial Potensi Genangan Banjir Bulanan Tahun 2022

Pemetaan potensi genangan banjir juga dilakukan dengan interval waktu per bulan. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan apakah curah hujan merupakan faktor yang lebih berpengaruh terhadap potensi banjir dibandingkan dengan jenis tutupan lahan suatu wilayah, atau sebaliknya. Hasil ini menunjukkan perubahan potensi banjir di Kota Pekalongan setiap bulannya dan akan dibandingkan dengan perubahan potensi banjir skenario 1 ke 2. Pada hasil pemodelan potensi banjir bulanan ini menunjukkan bahwa potensi banjir terbesar terjadi pada bulan Desember dan paling terkecil pada bulan Juni 2022. Lebih jelasnya lagi, hasil peta distribusi potensi genangan banjir Kota Pekalongan setiap bulannya dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9 berikut ini.



Gambar 8 Peta Distribusi Potensi Genangan Banjir di Kota Pekalongan (Januari - Juni 2022)





Gambar 9 Peta Distribusi Potensi Genangan Banjir di Kota Pekalongan (Juli - Agustus 2022)

Pemodelan hidrologi untuk memetakan potensi banjir di Kota Pekalongan pada tahun 2022 juga dilakukan dengan data skenario 1, namun data curah hujan yang digunakan adalah data per bulan *Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)* yang diperoleh dari platform *Google Earth Engine (GEE)* dan pemodelan dilakukan pada masing-masing data curah hujan per bulan tersebut. Sehingga diperoleh 12 model distribusi potensi genangan banjir per bulan di Kota Pekalongan pada tahun 2022.

Meskipun data curah hujan yang digunakan diperoleh dari CHIRPS melalui platform GEE, perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan mengasumsikan hasil intensitas curah hujan per jam yang akan diperoleh sama dengan intensitas curah hujan dari hasil perhitungan data yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pekalongan. Sehingga, jumlah hari hujan yang digunakan dalam persamaan intensitas curah hujan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dihitung berdasarkan curah hujan rata-rata bulanan CHIRPS dan data intensitas curah hujan dari BPS Kota Pekalongan.

Pemodelan potensi banjir per bulan dilakukan dengan perubahan data curah hujan dan jumlah hari hujan pada masing-masing model. Oleh karena itu, hipotesis awal terkait hasil pemodelan banjir per bulan ini seharusnya hasil pemodelan akan berbanding lurus dengan intensitas curah hujan per bulannya. Berdasarkan hipotesis tersebut maka pemodelan hidrologi per bulan yang dilakukan diharapkan akan memberikan hasil potensi dan luasan

banjir yang paling tinggi akan terjadi pada bulan Desember dan paling rendah pada bulan Juni. Hasil statistik dari luas wilayah berpotensi banjir per bulan di Kota Pekalongan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Statistik luas Wilayah Berpotensi Banjir per Bulan Tahun 2022 di Kota Pekalongan

Bulan	Luas Wilayah Berpotensi Banjir (km ²)
Januari	5,91
Februari	6,21
Maret	5,50
April	4,94
Mei	1,36
Juni	0,06
Juli	2,63
Agustus	1,64
September	0,44
Oktober	5,11
November	0,44
Desember	8,74

Berdasarkan Tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa potensi banjir terbesar dan terluas hasil pemodelan terjadi pada bulan Desember 2022. Sedangkan potensi dan luas banjir terkecil terjadi pada bulan Juni 2022. Sehingga dapat dikatakan hasil pemodelan ini masih berbanding lurus dengan data curah hujan per bulan Kota Pekalongan yang digunakan dari CHIRPS dengan data intensitas curah hujan dari BPS Kota Pekalongan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

- 1) Pemodelan hidrologi dapat digunakan untuk memetakan distribusi genangan banjir dengan menggunakan berbagai parameter sesuai dengan metodenya. Penelitian ini menerapkan pemodelan hidrologi metode SCS-CN dengan parameternya yang terdiri dari data topografi (DEM), tutupan lahan, curah hujan, dan jenis tanah hingga dihasilkan model persebaran genangan banjir faktor sungai.
- 2) Peta persebaran potensi genangan banjir di Kota Pekalongan berdasarkan jenis tutupan lahan *existing* (skenario 1) telah dibuat yaitu data *raster* hasil pemodelan hidrologi

menggunakan metode SCS-CN dengan resolusi 8,29 meter dan luasan potensi banjir seluas 13,97% dari keseluruhan luas Kota Pekalongan atau sebesar 6,47 km² dan sebagian besar terletak pada wilayah dengan tutupan lahan permukiman dan kebun/lahan kering.

- 3) Peta persebaran potensi genangan banjir di Kota Pekalongan berdasarkan jenis tutupan lahan yang berasal dari peta pola ruang rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Pekalongan tahun 2009-2029 (skenario 2) memiliki spesifikasi yang sama dengan skenario 1 dan hasil luasan potensi banjir seluas 14,06% dari keseluruhan luas Kota Pekalongan atau sebesar 6,51 km² dan sebagian besar berlokasi di daerah dengan jenis tutupan lahan permukiman. Jika dibandingkan terhadap hasil pemodelan banjir berdasarkan tutupan lahan *existing*, maka luas wilayah berpotensi banjir dengan pola ruang RTRW akan sedikit bertambah sebanyak 0,09% dari total luas wilayah Kota Pekalongan karena mungkin diakibatkan meningkatnya area permukiman dan penurunan kebun serta lahan kering.
- 4) Hasil potensi banjir bulanan Kota Pekalongan dengan frekuensi terbesar terjadi pada bulan Desember, Februari, dan Januari dengan luasan masing-masing sebesar 18,89%, 13,41%, dan 12,77% dari keseluruhan luas Kota Pekalongan, sedangkan wilayah potensi banjir dengan frekuensi terkecil terjadi pada bulan Juni, September, dan November dengan luasan masing-masing sebesar 0,13%, 0,95%, dan 0,95% dari keseluruhan luas Kota Pekalongan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Riset Unggulan Daerah Kota Pekalongan Tahun 2022 sebagai dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. REFERENSI

Adianti, S. Y. (2020). Perencanaan Tata Ruang sebagai Upaya Mewujudkan Pembangunan Kota Berkelanjutan

(Studi Analisis Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Mojokerto). *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik (JIAP)*, 6(1), 108-117.

Ariadi, H., & Syakirin, M. B. (2021). Pembuatan Keramba Floating Cage Pada Daerah Rawan Banjir Rob di Pesisir Pekalongan. *Jurnal ABDIMAS*, 2(Edisi Khusus Dies Natalis Unikal Ke-40).

Asdak, C. (2022). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (8 ed.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Badan Informasi Geospasial. (2018). *DEMNAS: Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional*. Retrieved Maret 28, 2023, from Ina-Geoportal: <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2016). *Risiko Bencana Indonesia*.

BPS Kota Pekalongan. (2023). *Kota Pekalongan Dalam Angka 2023*. Kota Pekalongan.

Budihardjo, E., & Sudjarto, D. (2005). *Kota Berkelanjutan*. Bandung: Penerbit Alumni.

Di Gregorio, A., & Jansen, L. J. (2000). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual*. Rome: Food and Agriculture Organization.

Edial, H., & Triyatno. (2008). *Analisa Karakteristik Tanah Wilayah Banjir di Kecamatan Koto Tangah Padang*. Padang: Jurusan Geografi, Fakultas Ilmi-Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang.

Ganti, N. V. (2018). *A Development of Travel Time Equation for Overland Flow as Affected by Vegetation*. Brookings: Open PRAIRIE.

Halley, M. C., White, S. O., & Watkins, E. W. (n.d). ArcView GIS Extension for

- Estimating Curve Numbers. (p. 657). Nashville: ESRI. Retrieved from ESRI.
- Handoko. (1994). *Klimatologi Dasar Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim*. Jakarta: PT. Dunia Pustaka Jaya.
- Iswari, M. Y., & Anggraini, K. (2018). DEMNAS: Model Digital Ketinggian Nasional Untuk Aplikasi Kepesisiran. *Oseana*, XLIII(4), 68-80.
- Kartasapoetra. (1991). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. (1980). *Lampiran Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 837/Kpts/Um/11/1980*.
- Lesmana, D., Fauzi, M., & Sujatmoko, B. (2021). Analisis Kemiringan Lereng Daerah Aliran Sungai Kampar Dengan Titik Keluaran Waduk PLTA Koto Panjang. *Jom FTEKNIK*, 8(2).
- Machado, A., Wendland, E., & Krause, P. (2016). Hydrological Simulation for Water Balance Improvement in an Outcrop Area of the Guarani Aquifer System. *Environmental Processes*.
- Marni, & Jumarang, M. I. (2016). Analisis Hubungan Kelembaban Udara dan Suhu Udara Terhadap Parameter Tebal Hujan di Kota Pontianak. *PRISMA FISIKA*, 4(3), 80-83.
- McEnroe, B. M., & Zhao, H. (1999). *Lag Times and Peak Coefficients for Rural Watersheds in Kansas*. Topeka: Kansas Department of Transportation.
- Nurmaulia, S. L., Julian, M. M., & Kuntoro, A. A. (2022). *Proposal Program Riset Unggulan Daerah Kota Pekalongan - "Pemetaan Jaringan Drainase Berbasis Spasial di Kota Pekalongan"*.
- Pribadi, D. O., Shiddiq, D., & Ermyanila, M. (2006). Model Perubahan Tutupan Lahan dan Faktor-Faktor yang Memengaruhinya. *Jurnal Teknologi Lingkungan. P3TL-BPPT*, 7(1), 35-51.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *MODUL MANAJEMEN PENANGGULANGAN BENCANA: PELATIHAN PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR*.
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y., & Setiawan, Y. (2019). The Peak Runoff Model Based on Existing Land Use and Masterplan in Sentul City Area, Bogor. *IPO Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing.
- Taylor, D., & Shrimali, N. J. (2016). Surface Runoff Estimation by SCS Curve Number Method Using GIS for Rupen-khan Watershed, Mehsana District, Gujarat. *J. Indian Water Resour. Soc.*, 36(4).
- Tikno, S., Hariyanto, T., Anwar, N., Karsidi, A., & Aldrian, E. (2012, Januari). APLIKASI METODE CURVE NUMBER UNTUK. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1), 25-36.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- USDA. (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds*.
- Walikota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. (2020). *Peraturan Daerah Kota Pekalongan Nomor 9 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kota Pekalongan Nomor 30 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekalongan Tahun 2009-2029*.
- USGS. (2019, May 23). *What is Hydrology?* Retrieved from USGS: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/what-hydrology>
- Wismarini, D., Ningsih, D. H., & Amin, F. (2011). Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(2), 124-132.