

**SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PENENTUAN RUTE  
EVAKUASI KAWASAN RAWAN BANJIR  
DI KABUPATEN KUDUS*****Geographic Information System For Determining Evacuation Routes for  
Flood-Prone Areas In Kudus Regency***Dyta Caroline<sup>1\*</sup>, Agusta Praba Ristadi Pinem<sup>2</sup><sup>1,2</sup>Universitas Semarang, Indonesia<sup>1\*</sup>Email Korespondensi: dyta.caroline@gmail.com

Received: 14/01/2024 | Revised: 04/03/2024 | Accepted: 23/06/2024

DOI: <https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v7i1.2812>

**Abstract** – At the beginning of 2023, several regions in Indonesia, such as Kudus Regency in Central Java, experienced flooding disasters that resulted in the disruption of several inter-district road accesses and had material and immaterial impacts. Based on the disaster infographics data of Kudus Regency, it was recorded that there were 17 flood disaster incidents throughout the year 2022. Sixteen villages were affected by flood disasters spread across three sub-districts, namely Jati, Undaan, and Mejobo, with a total loss of Rp 20,000,000. In 2023, the Regional Disaster Management Agency (BPBD) of Kudus Regency stated that the flooding in Kudus was the most severe compared to the previous year. This was due to high rainfall (>3000 mm) with a relatively flat topography (0-8%). Disaster mitigation procedures have been carried out by the local government in collaboration with the surrounding community to reduce the severity of the incidents. However, the unpredictability of flood disasters due to changing weather and environmental influences each year necessitates further analysis of flood-prone areas and appropriate evacuation procedures. This research is conducted by mapping flood-prone areas using the Scoring and Overlay Data methods, as well as calculating evacuation routes using the Network Analyst method. This analysis utilizes tools available in ArcGIS Desktop software. The selection of appropriate parameters is crucial for more accurate calculations.

**Keywords:** GIS; Network Analyst; Floods; Evacuation Route

**Abstrak**– Pada awal Tahun 2023 beberapa daerah di Indonesia seperti di Kabupaten Kudus, Jawa Tengah mengalami bencana banjir yang menyebabkan terputusnya beberapa akses jalan antar daerah dan berdampak pada kerugian material dan immaterial. Berdasarkan data infografis kebencanaan Kabupaten Kudus, tercatat bahwa ada 17 kejadian bencana banjir yang terjadi sepanjang Tahun 2022. Ada 16 desa terdampak bencana banjir yang tersebar di 3 kecamatan yaitu Kecamatan Jati, Kecamatan Undaan dan Kecamatan Mejobo dengan total kerugian Rp 20.0000.000. Sedangkan di Tahun 2023 BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Kudus menerangkan bahwa banjir di Kabupaten Kudus merupakan banjir terparah dibandingkan dengan Tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan tingginya curah hujan (>3.000 mm) dengan topografi yang relatif datar (0-8%). Tata cara penanggulangan bencana banjir juga sudah dilakukan oleh pemerintah daerah bersama dengan masyarakat sekitar untuk mengurangi tingkat keparahan yang terjadi. Namun, banyaknya kejadian bencana banjir yang tidak dapat diprediksi terjadi karena pengaruh cuaca dan lingkungan yang berubah setiap Tahunnya maka diperlukannya analisis lebih lanjut mengenai kawasan rawan banjir dan tata cara evakuasi yang tepat. Penelitian ini dilakukan dengan cara memetakan kawasan rawan banjir dengan metode Skoring dan Overlay Data serta perhitungan rute evakuasi dengan menggunakan metode *Network Analyst*. Analisis ini menggunakan *tools* yang tersedia pada *software* ArcGIS Desktop. Pemilihan parameter yang tepat diperlukan untuk perhitungan yang lebih akurat

**Kata kunci:** GIS; Network Analyst; Bencana Banjir; Rute Evakuasi

Under the license CC BY-NC-SA 4.0

## PENDAHULUAN

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2013) menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak diantara pertemuan empat lempeng tektonik yaitu Benua Asia, Benua Australia, Lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Samudera Pasifik. Kondisi ini menyebabkan tingkat potensi bencana alam meningkat seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir serta tanah longsor. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan dan tanah longsor.

Selain itu kondisi iklim di Indonesia yang memiliki karakteristik seperti iklim tropis sehingga memiliki 2 musim yakni kemarau dan penghujan. Kondisi iklim seperti ini yang digabungkan dengan kondisi topografis di Indonesia menyebabkan kondisi tanah yang subur namun juga sebaliknya dapat berpotensi menimbulkan akibat buruk seperti bencana banjir, tanah longsor, kekeringan dan juga kebakaran hutan (Hasan & Prasetya, 2015). Dikutip dari indeks resiko bencana Indonesia pada Tahun 2021 yang menyatakan bahwa semakin parahnya kondisi lingkungan tersebut maka akan memicu meningkatnya jumlah kejadian bencana hidrometeorologi (bencana banjir, tanah longsor, kekeringan) di banyak wilayah di Indonesia.

Berdasarkan Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) mencatat bahwa 3 Tahun terakhir mengalami penurunan angka bencana alam yang signifikan. Pada Tahun 2020 tercatat ada 5.003 kasus yang menurun menjadi 3.519 di Tahun 2021 dan 2.392 di Tahun 2022. Namun dari penurunan kasus bencana alam tersebut, bencana banjir masih menjadi bencana yang paling banyak terjadi di seluruh wilayah Indonesia. Setidaknya terdapat 3.307 bencana banjir tercatat dalam kurun waktu 3 Tahun ke belakang. DIBI juga menerangkan bahwa kasus bencana alam terbanyak dialami di Kepulauan Jawa dengan 1.614 bencana dimana 595 bencana lainnya yaitu bencana banjir. Di Provinsi Jawa Tengah sendiri tercatat ada 212 bencana banjir yang terjadi sepanjang Tahun 2022 di seluruh wilayah provinsi tersebut.

Kabupaten Kudus sendiri juga termasuk salah satu kabupaten yang berpotensi terjadi bencana banjir yang terletak di Wilayah Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data infografis kebencanaan Kabupaten Kudus, tercatat ada 17 kejadian bencana banjir yang terjadi sepanjang Tahun 2022. Ada 16 desa terdampak bencana banjir yang tersebar di 3 kecamatan yaitu Kecamatan Jati, Kecamatan Undaan dan Kecamatan Mejobo dengan total kerugian Rp 20.0000.000. Sedangkan di Tahun 2023 BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Kudus menerangkan bahwa banjir di Kabupaten Kudus merupakan banjir terparah dibandingkan dengan Tahun sebelumnya dikarenakan banyaknya warga yang mengungsi dari 5 kecamatan terdampak yaitu kecamatan Mejobo, Kecamatan Jati, Kecamatan Jekulo, Kecamatan Undaan dan Kecamatan Kaliwungu. Wilayah terdampak banjir limpasan ini sebagian besar berupa area persawahan yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi (lebat) sehingga menambah kapasitas debit air sungai kiriman dari hulu hingga meluap mengenai rumah warga setinggi 20-30 cm.

Menurut BPBD Kabupaten Kudus, bencana banjir ini termasuk bencana tahunan yang sering terjadi pada saat musim hujan tiba. Hal ini mengakibatkan banyak kerugian yang dialami oleh korban terdampak secara materi dan non materi juga rusaknya fasilitas umum seperti jalan raya. Untuk menghindari banyaknya kerugian yang terjadi, diperlukan perhitungan yang tepat pada kawasan rawan banjir serta rute evakuasi yang efektif terhadap korban terdampak dengan memperhatikan letak daerah rawan banjir. Pendirian posko-posko evakuasi yang tersebar di beberapa titik daerah seperti pada balai desa dan balai kecamatan dengan memperhatikan buku pedoman evakuasi yang diterbitkan oleh BNPB. Pendirian posko evakuasi ini bertujuan sebagai tempat tinggal sementara bagi warga terdampak bencana banjir yang rumahnya tidak bisa ditinggali karena bencana banjir yang parah serta penyaluran bantuan dari masyarakat umum pada korban terdampak.

Oleh karena itu diperlukan juga kerja sama antara pemerintah daerah setempat, masyarakat dan juga BPBD Kabupaten Kudus untuk menanggulangi bencana tersebut. Selain itu untuk mempermudah jangkauan penerimaan bantuan terhadap korban terdampak secara efektif diperlukan perhitungan rute evakuasi yang tepat. Pembuatan rute evakuasi yang efektif ini diharapkan dapat membantu tim relawan dalam mengevakuasi korban dan penyaluran bantuan pada wilayah terdampak. Penentuan rute evakuasi ini dilakukan agar korban terdampak dapat segera di evakuasi dan penyaluran bantuan agar lebih efektif.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai daerah rawan bencana banjir di Kabupaten Kudus sehingga pemerintah daerah setempat dan masyarakat dapat mempersiapkan kemungkinan terburuk apabila terjadi bencana banjir dikemudian hari. Pembuatan rute evakuasi yang efektif juga diharapkan dapat membantu para relawan untuk mengevakuasi korban dan menyalurkan bantuan pada daerah terdampak.

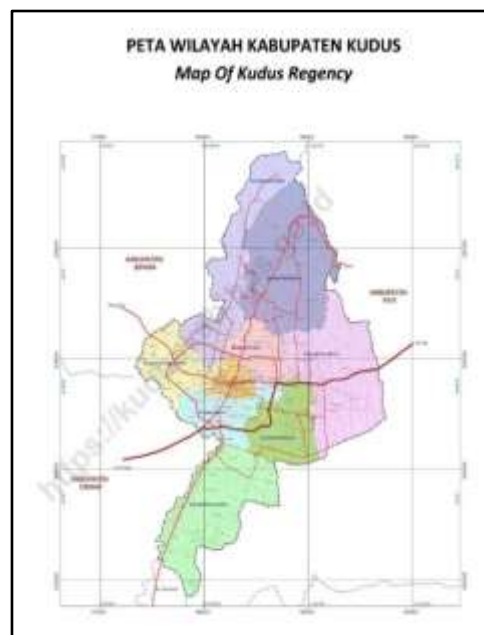
Penggunaan metode pada penelitian ini juga didasarkan pada penelitian dari beberapa artikel yang terdiri dari metode skoring dan pembobotan, metode *overlay* data dan metode *network analyst*. Metode-metode ini digabungkan sehingga memperoleh hasil yang sesuai untuk menghitung kerawanan banjir di Kabupaten Kudus beserta jalur evakuasi yang efektif. Beberapa metode ini dipilih dengan menyesuaikan ketersediaan data dan juga kondisi topografi Kabupaten Kudus serta mempertimbangkan faktor pemicu banjir limpasan.

Metode skoring dan pembobotan pernah digunakan dalam penelitian oleh beberapa artikel terkait seperti penelitian yang dilakukan oleh Sholikhah *et al*, 2019 tentang pemanfaatan WebGIS untuk pemetaan wilayah rawan longsor di Kabupaten Boyolali dan Wahyuni *et al*, 2022 tentang system informasi geografis untuk pemetaan daerah rawan longsor berbasis *web*. Pemilihan artikel dan metode tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan objek penelitian penutupan lahan yang memiliki beberapa parameter.

Metode *overlay* juga dipilih berdasarkan beberapa penelitian analisis kerawanan banjir yang menggunakan metode ini untuk menggabungkan lebih dari satu *layer* secara fisik yakni penelitian yang dilakukan oleh Darmawan *et al*, 2017 tentang analisis tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Sampang menggunakan metode *overlay* dan skoring berbasis SIG dan penelitian oleh Aziza *et al*, 2021 tentang analisis pemetaan tingkat rawan banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang berbasis SIG. Sedangkan metode *network analyst* dipergunakan dalam penelitian analisis jalur evakuasi tsunami oleh Gaudensia *et al*, 2017 di Kota Maumere, pembuatan jalur evakuasi dan lokasi shelter di Boyolali-Magelang oleh Adri *et al*, 2021 serta penelitian kawasan rawan banjir pada Kota Pangkep di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Putra, 2017).

## METODE DAN DATA

Secara geografis Kabupaten Kudus terletak di antara 110.36' - 110.50' BT serta 6.51' – 7.16' LS dan berbatasan dengan 4 kabupaten lainnya. Di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Grobogan dan Demak, di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Demak dan Jepara, di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan Pati, dan di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Pati.



**Gambar 1.** Peta Kabupaten Kudus (sumber: BPS Kabupaten Kudus 2022).

Kabupaten Kudus memiliki curah hujan yang relatif rendah dengan rata-rata berkisar antara 2.000-3.000 mm/tahun dengan curah hujan tertinggi di daerah puncak Gunung Muria yaitu antara 3.500-5.000 mm/tahun. Kabupaten Kudus juga memiliki kondisi topografi relatif datar dengan ketinggian rata-rata  $\pm 55$  mdpl (Bappeda Kudus, 2012). Pembagian ketinggian ini didasarkan pada data kemiringan tanah sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kemiringan Tanah Kabupaten Kudus (Sumber: Website Indonesia Geospasial)

| Kemiringan Tanah | Kelas Lereng | Luas (ha) |
|------------------|--------------|-----------|
| 0-8%             | Datar        | 30.739,52 |
| 8-15%            | Landai       | 43.15,04  |
| 15-25%           | Agak Curam   | 2.923,30  |
| 25-45%           | Curam        | 3.106,88  |
| >45%             | Sangat Curam | 2.433,04  |

Terdapat beberapa metode analisis spasial yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain yakni metode skoring/pembobotan, metode *overlay* data dan juga *network analyst*. Metode skoring/pembobotan digunakan untuk menentukan kawasan rawan banjir Pada Kabupaten Kudus berdasarkan data yang dimiliki. *Overlay* data digunakan untuk menentukan nilai interval dari kerawanan banjir di Kabupaten Kudus. Sedangkan *network analyst* digunakan untuk menentukan rute evakuasi yang efektif terhadap wilayah terdampak.

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Data CHIRPS yang merupakan data curah hujan Tahunan (3 Tahun terakhir dari 2020-2022) (Sumber: *Google Earth Engine*).
2. Data Batas Wilayah Administrasi Kabupaten Kudus tingkat Kecamatan yang dalam format *shapefile*.
3. Data Kemiringan Lahan dalam format *shapefile* (Sumber: Indonesia Geospasial).
4. Data Penutupan Lahan dan Jalan dalam format *shapefile* (Sumber: Portal Geospasial Indonesia).
5. Data posko evakuasi hasil *ground check* lapangan dalam format *shapefile*.

### Metode Skoring/pembobotan

Metode skoring dilakukan dengan pembobotan dan pemberian skor. Pemberian bobot dan skor tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat pengaruh terhadap daerah tergenang air. Pembobotan adalah pemberian bobot pada masing-masing parameter yang berpengaruh terhadap genangan, dengan didasarkan atas pertimbangan pengaruh masing-masing parameter terhadap genangan. Sedangkan pemberian skor merupakan proses pemberian skor pada sub-variabel dari masing-masing variabel (Anwari & Makruf, 2019).

Metode skoring digunakan dalam penentuan Kawasan rawan banjir di Kabupaten Kudus berdasarkan data CHIRPS yang telah diolah, Data kemiringan lahan dan Data penutupan lahan. Pembagian kelas skor ini bertujuan untuk mendapatkan skala kerentanan suatu wilayah terhadap potensi bencana banjir yang terjadi. Nilai skor yang rendah menyatakan bahwa wilayah tersebut berpotensi kecil terkena banjir dan begitu pula sebaliknya. Berdasarkan data infografis kebencanaan Kabupaten Kudus Tahun 2022, parameter yang paling mempengaruhi ialah curah hujan yang tinggi dan kelerengan tanah serta padatnya penduduk di suatu wilayah yang ditandai dengan banyaknya pemukiman warga.

**Tabel 2.1.** Intensitas Curah Hujan (Sumber: Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Menentukan Titik Dan Rute Evakuasi (Studi Kasus: Kawasan Perkotaan Pangkep, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan) Tahun 2017)

| Curah Hujan |           |        |       |      |
|-------------|-----------|--------|-------|------|
| No          | CH (mm)   | Harkat | Bobot | Skor |
| 1           | >3000     | 5      | 3     | 15   |
| 2           | 2501-3000 | 4      |       | 12   |
| 3           | 2001-2500 | 3      |       | 9    |
| 4           | 1501-2000 | 2      |       | 6    |
| 5           | <1501     | 1      |       | 3    |

**Tabel 2.3.** Skoring Kelerengan Tanah (Sumber: Analisis Penentuan Lahan Kritis Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Semarang) Tahun 2017)

| Kelerengan Tanah |                |        |       |      |
|------------------|----------------|--------|-------|------|
| No               | Kemiringan (%) | Harkat | Bobot | Skor |
| 1                | >45            | 5      | 3     | 15   |
| 2                | 25-45          | 4      |       | 12   |
| 3                | 15-25          | 3      |       | 9    |
| 4                | 8-15           | 2      |       | 6    |
| 5                | 0-8            | 1      |       | 3    |

**Tabel 2.3.** Penutupan Lahan (Sumber: Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Menentukan Titik Dan Rute Evakuasi (Studi Kasus: Kawasan Perkotaan Pangkep, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan) Tahun 2017)

| Penutupan Lahan |                                       |        |       |      |
|-----------------|---------------------------------------|--------|-------|------|
| No              | Jenis                                 | Harkat | Bobot | Skor |
| 1               | Sawah, sawah tadah hujan              | 5      | 2     | 10   |
| 2               | Pemukiman                             | 4      |       | 8    |
| 3               | Semak belukar, ilalang, danau, ladang | 3      |       | 6    |
| 4               | Perkebunan                            | 2      |       | 4    |
| 5               | Hutan kering                          | 1      |       | 2    |

### Metode Overlay Data

*Overlay data* digunakan untuk menampalkan satu peta digital dengan peta digital lain beserta data atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya dengan informasi atribut dari masing-masing peta tersebut (Kusmayda, 2021). Proses *Overlay* data ini merupakan penggabungan dari data curah hujan, kelerengan tanah dan penutupan lahan yang telah diberikan skor dan bobot sebelumnya. Dalam proses ini akan menghasilkan satu peta digital berisi nilai informasi dan nilai dari atribut yang digunakan. Proses *overlay* data ini dilakukan dengan bantuan *Software* ArcGIS Desktop.

Hasil dari proses *overlay* data ini selanjutnya akan dibuatkan kelas intervalnya agar dapat diketahui seberapa besar kerawanan suatu daerah di Kabupaten Kudus. Nilai interval ini

ditentukan dengan melihat pendekatan dari nilai maksimum dan nilai minimum suatu atribut yang hasilnya didapatkan dari selisih nilai tertinggi dan nilai terendah yang dibagi dengan jumlah kelas yang ingin dibuat. Pembuatan kelas interval ini didasarkan pada rumus nilai interval kelas dengan rumus sebagai berikut: (Sturgess dalam Akbar, 2013).

$$Ki = \frac{X_t - X_r}{k}$$

Keterangan:

Ki : Kelas Interval

Xt : Data Tertinggi

Xr : Data Terendah

K : Jumlah Kelas Yang Diinginkan

#### Metode Network Analyst

*Network analyst* merupakan salah satu *tools extension* yang tersedia pada *software* ArcGIS. *Network Analyst* memiliki kemampuan untuk melakukan analisa jaringan, dimana dalam melakukan analisa jaringan *Network Analyst* akan menemukan jalur yang paling kecil impedansinya dari semua data yang ada (Adri, Sabri, & Wahyuddin, 2021). *Network analyst* digunakan untuk menganalisis rute evakuasi dengan penentuan titik posko evakuasi yang dipadukan dengan rute jalan yang bisa dilewati saat bencana banjir terjadi di Kabupaten Kudus. Titik posko pengungsian ditentukan berdasarkan acuan dari buku pedoman evakuasi yang diterbitkan oleh BNPB yang menyatakan bahwa tempat evakuasi harus memiliki akses terhadap listrik dan air bersih. Selain itu posko evakuasi harus berada di tempat yang aman dari bencana banjir dan memiliki akses yang mudah untuk memberikan bantuan. Sedangkan rute jalan yang ditempuh ditentukan berdasarkan kecepatan para tim relawan dengan memperhatikan pedoman penetapan jalur evakuasi oleh BNPB. Rute evakuasi yang dibuat harus mempertimbangkan jarak terdekat yang bisa dilalui dari tiap-tiap lokasi titik evakuasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis kawasan rawan banjir

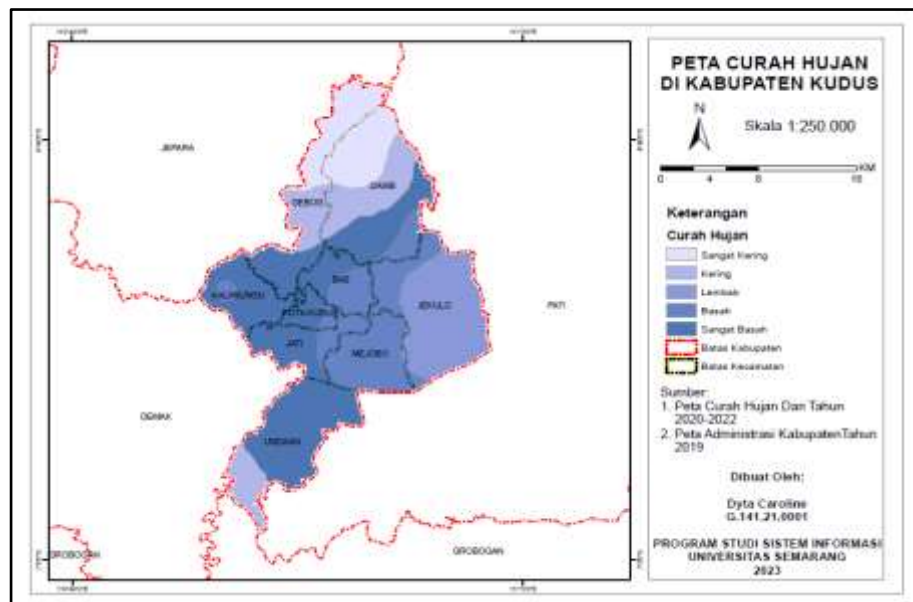
Mengacu pada penelitian sebelumnya dan data yang digunakan maka dalam metode ini menggunakan 3 tahapan lainnya yakni sebagai berikut:

#### a) Skoring dan Pembobotan

Pada tahapan skoring dan pembobotan sebelumnya dapat diperoleh bahwa semakin tinggi curah hujan disuatu wilayah maka semakin tinggi pula nilai yang diberikan. Perhitungan nilai total diperoleh dari hitungan nilai skor yang dikalikan dengan pembagian nilai dari banyaknya parameter data yang digunakan.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Skoring Intensitas Curah Hujan

| Curah Hujan |           |       |               |                         |
|-------------|-----------|-------|---------------|-------------------------|
| No          | ch (mm)   | Total | Keterangan    | Luas (Km <sup>2</sup> ) |
| 1           | >3000     | 4,995 | Sangat Basah  | 168,271                 |
| 2           | 2501-3000 | 3,996 | Basah         | 88,697                  |
| 3           | 2001-2500 | 2,997 | Lembab        | 64,183                  |
| 4           | 1501-2000 | 1,998 | Kering        | 59,539                  |
| 5           | <1501     | 0,999 | Sangat Kering | 54,382                  |

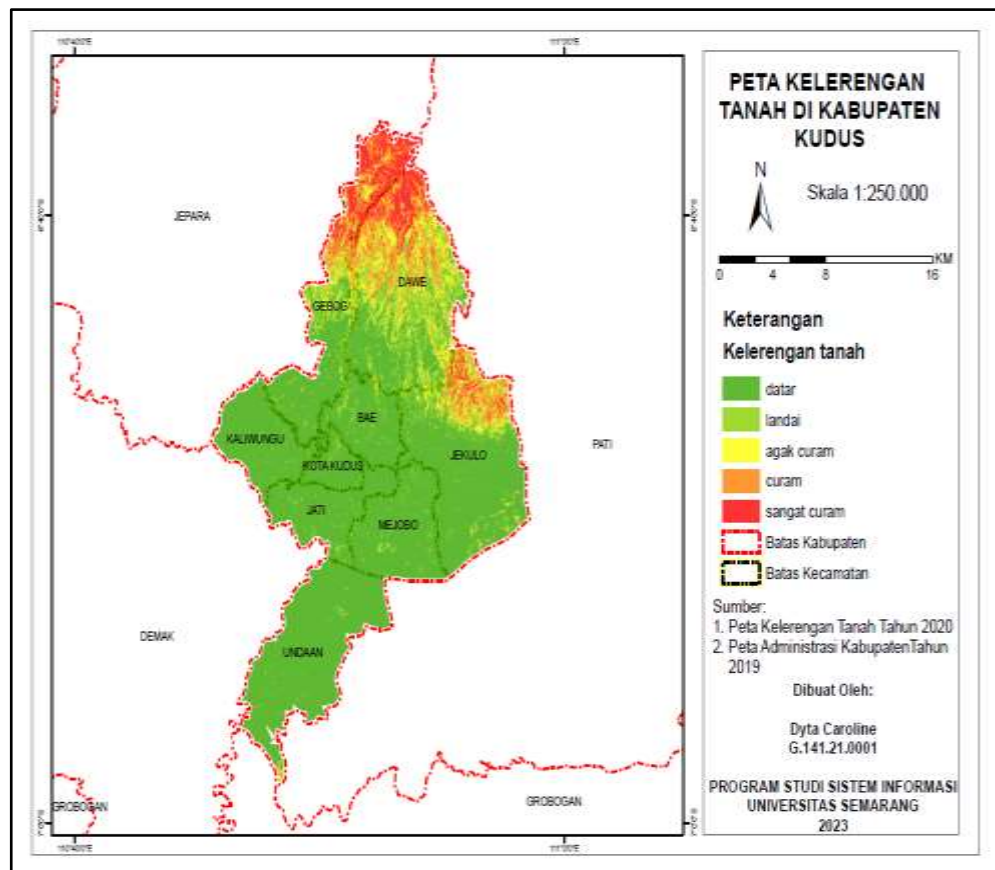


**Gambar 2.** Peta Curah Hujan

Peta curah hujan pada Gambar 2 menyatakan bahwa rata-rata curah hujan di Kabupaten Kudus dalam rentang waktu 3 Tahun memiliki intensitas yang tinggi ( $>3.000$  mm). Hal ini dibuktikan dengan luas area yang mencapai  $168,27 \text{ km}^2$ . Beberapa kecamatan yang sebagian wilayahnya termasuk ke dalam kategori curah hujan tinggi yaitu Kecamatan Undaan dengan luas  $54,12 \text{ km}^2$ , Kecamatan Jati dengan luas  $19,98 \text{ km}^2$ , Kecamatan Kota Kudus dengan luas  $8,72 \text{ km}^2$ , Kecamatan Bae dengan luas  $11,71 \text{ km}^2$ , Kecamatan Dawe dengan luas  $26,84 \text{ km}^2$ , Kecamatan Gebog dengan luas  $16,38 \text{ km}^2$  dan Kecamatan Kaliwungu dengan luas  $29,37 \text{ km}^2$ .

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Skoring Kelerengan Tanah

| Kelerengan Tanah |                |       |              |                        |
|------------------|----------------|-------|--------------|------------------------|
| No               | Kemiringan (%) | Total | Keterangan   | Luas ( $\text{km}^2$ ) |
| 1                | $>4$           | 4,995 | Sangat Curam | 24,330                 |
| 2                | 25-45          | 3,996 | Curam        | 31,068                 |
| 3                | 15-25          | 2,997 | Agak Curam   | 29,233                 |
| 4                | 8-15           | 1,998 | Landai       | 43,150                 |
| 5                | 0-8            | 0,999 | Datar        | 307,395                |



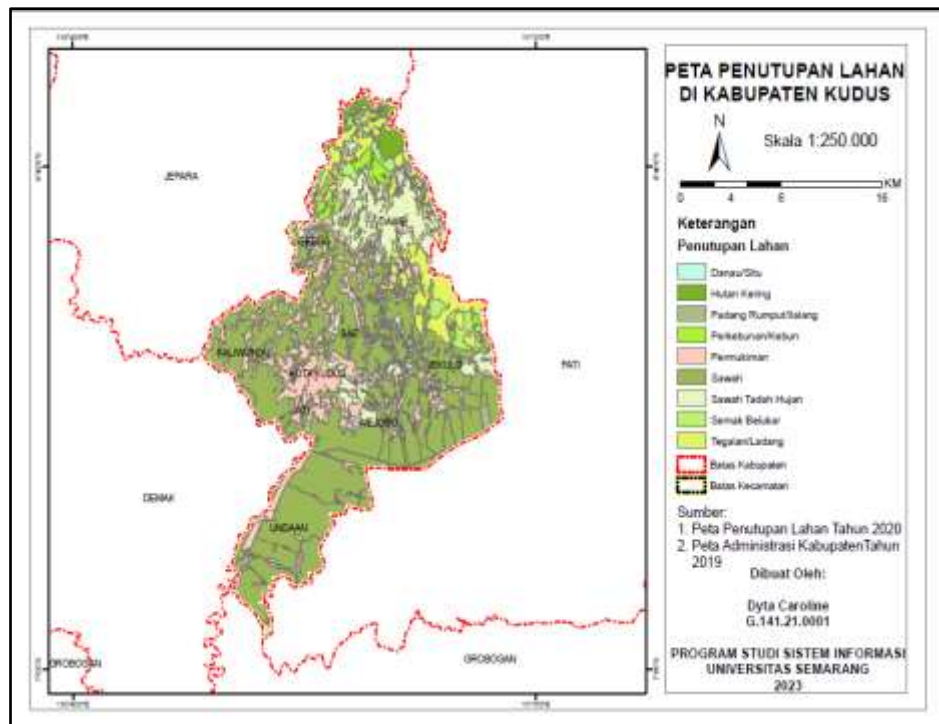
**Gambar 3.** Peta Kelerengan Tanah

Peta Kelerengan tanah pada Gambar 3 menyatakan bahwa sebagian besar wilayah di Kabupaten Kudus merupakan tanah datar dengan kelerengan tanah  $<8\%$  (datar). Hal ini ditandai menggunakan warna hijau dengan luas wilayah mencapai 307,395 km<sup>2</sup>. Dari keseluruhan wilayah pada 9 kecamatan di Kabupaten Kudus, Kecamatan Undaan dengan luas sebesar 68,761 km<sup>2</sup> dan Kecamatan Jekulo dengan luas 58,942 km<sup>2</sup> merupakan kecamatan dengan luas terbesar pada kategori kelerengan yang datar.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Skoring Penutupan Lahan

| Penutupan Lahan |                                       |       |                         |
|-----------------|---------------------------------------|-------|-------------------------|
| No              | Jenis                                 | Total | Luas (km <sup>2</sup> ) |
| 1               | Sawah, sawah tadah hujan              | 3,33  | 261,733474              |
| 2               | Pemukiman                             | 2,664 | 83,524549               |
| 3               | Semak belukar, ilalang, danau, ladang | 1,998 | 56,317524               |
| 4               | Perkebunan                            | 1,332 | 22,25543                |
| 5               | Hutan kering                          | 0,666 | 10,255287               |

Parameter penutupan lahan yang digunakan disesuaikan menggunakan parameter jenis lahan yang ada di Kabupaten Kudus saja. Pada data di atas yang ditunjukkan pada Gambar 3 bahwa area persawahan (warna hijau tua) menempati sebagian besar wilayah di Kabupaten Kudus dengan masing-masing area sebesar 216,818 km<sup>2</sup> untuk sawah dan 44,915 km<sup>2</sup> untuk sawah tadah hujan.



Gambar 4. Peta Pentupan Lahan

## b) Overlay Data

Tahapan selanjutnya ialah penggabungan semua variabel data atau *overlay* dengan metode *intersect*. Metode *intersect* ini akan membantu menghitung nilai dari semua *feature* yang tumpang tindih (*overlap*). Proses *overlay* ini menghasilkan satu data baru berupa gabungan dari data curah hujan, data kelerengn tanah dan data penutupan lahan.

Gambar 5. Hasil Overlay Data (Intersect)

## c) Pembuatan Kelas Interval

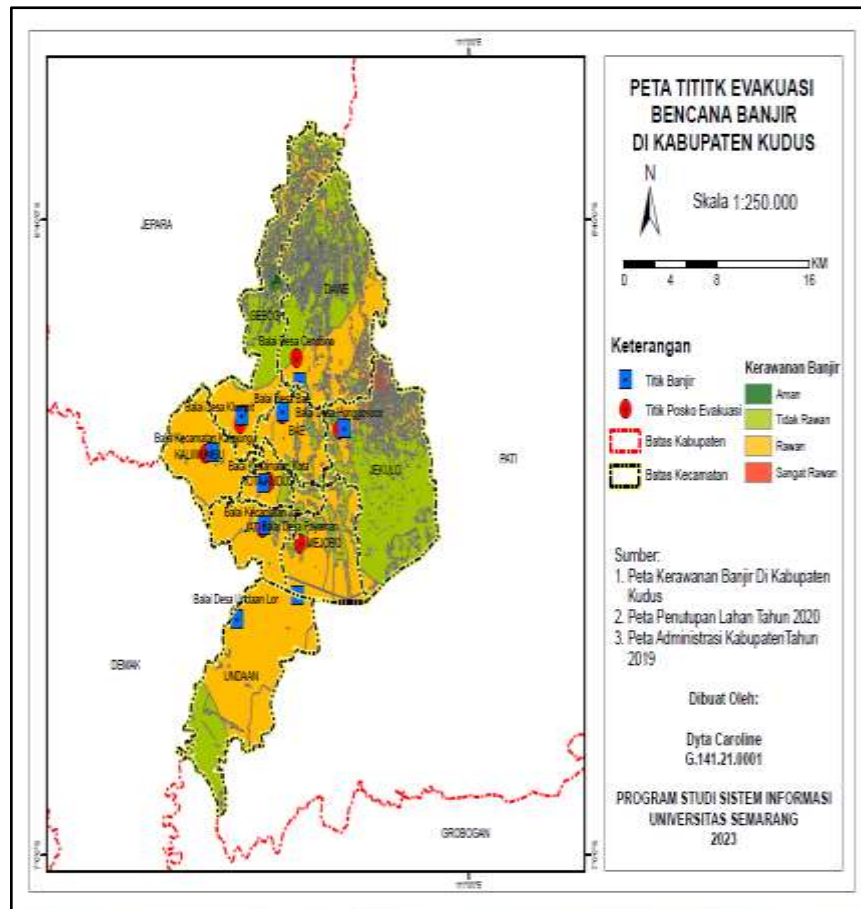
Kelas interval digunakan untuk membuat kondisi wilayah terdampak bencana banjir sesuai dengan perhitungan yang dilakukan. Dalam hal ini data total dari masing-masing variabel dijumlahkan sehingga mendapat nilai dari total keseluruhan data yang telah dibuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.5. Dalam kelas rawan 'Sangat Rawan' terletak pada interval 10,656 hingga 13,32, kelas rawan 'Rawan' terletak pada interval 7,922 hingga 10,656. Pada kelas rawan 'Tidak Rawan' terletak pada interval 5,328 hingga 7,992 sedangkan kelas rawan 'Aman' terletak pada interval 2,664 hingga 5,328.



Pemilihan titik posko ini di dasarkan pada hasil wawancara warga terdampak. Hal ini dapat menimbulkan perbedaan untuk tiap banjir yang akan terjadi dimasa mendatang.

b) Titik Posko Evakuasi

Titik posko evakuasi ditempatkan pada balai kecamatan/balai desa setempat dengan pertimbangan agar proses penyaluran bantuan dapat terlaksana dengan baik. Balai



**Gambar 8.** Peta Titik Evakuasi

kecamatan tersebut terletak di tempat yang aman dan dapat dijangkau oleh tim medis dan para relawan. Penentuan titik posko evakuasi ini berfungsi sebagai titik penentu rute yang akan diambil saat evakuasi berlangsung.

Titik evakuasi yang ditunjukan diatas disimbolkan dengan lingkaran merah dibuat dengan pertimbangan semakin dekat jaraknya dengan titik banjir yang disimbolkan dengan kotak berwarna biru maka akan semakin cepat proses evakuasinya dengan mempertimbangkan bahwa lokasi tersebut aman dan memenuhi persyaratan posko evakuasi. Pada Kecamatan Gebog titik evakuasi terletak di Balai Desa Klumpit, pada Kecamatan Dawe titik evakuasi terletak di Balai Desa Cendono, pada Kecamatan Kota titik evakuasi terletak di Balai Kecamatan Kota, pada Kecamatan Bae titik evakuasi terletak di Balai Desa Bae, pada Kecamatan Kaliwungu titik evakuasi terletak di Balai Kecamatan Kaliwungu, pada Kecamatan Jati titik evakuasi terletak di Balai Kecamatan Jati, pada Kecamatan Undaan titik evakuasi terletak di Balai Desa Undaan Lor, pada Kecamatan Jekulo titik evakuasi terletak di Balai Desa Honggosoco, sedangkan Kecamatan Mejoko memiliki titik evakuasi yang terletak di Balai Desa Payaman.

c) Rute Evakuasi

Rute evakuasi ialah jalur yang menghubungkan dari semua titik ke suatu titik tujuan atau titik kumpul (zona aman) (Refiyanni & Silvia, 2020). Rute evakuasi dibuat berdasarkan titik utama dari wilayah yang termasuk dalam kategori rawan dan sangat rawan banjir pada wilayah yang dikategorikan sebagai pemukiman warga. Parameter

kecepatan dalam pembuatan rute ini didefinisikan dengan kecepatan rata-rata kapal karet atau *boat* para relawan saat melakukan proses evakuasi yakni 10 Km/Jam. Waktu tempuh dihitung dengan rumus jarak dibagi dengan kecepatan. Setelah penentuan waktu tempuh

Table

Jalan Kudus

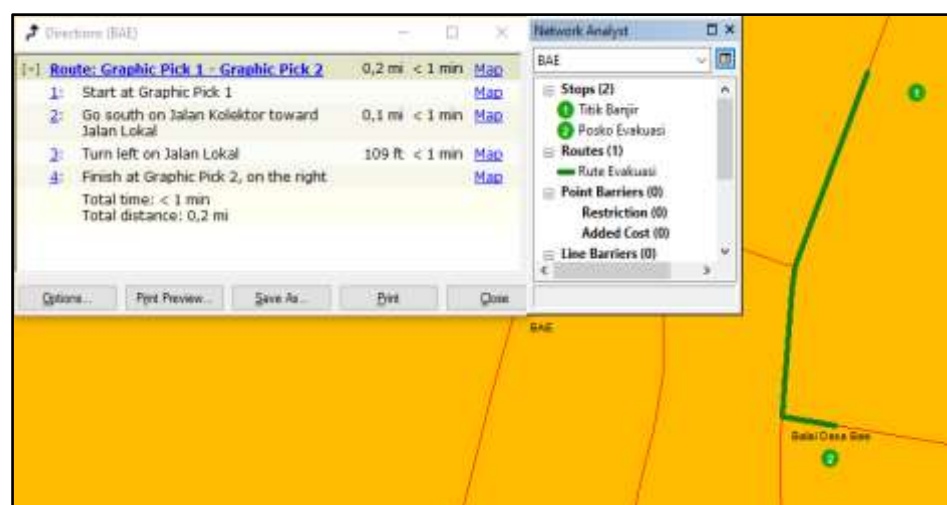
| ID | Shape       | NAMRIL        | REMARK         | SHAPE Leng | Speed | Minutes  |
|----|-------------|---------------|----------------|------------|-------|----------|
| 1  | Polyline ZM |               | Jalan Lam      | 0,278588   | 10    | 0,02786  |
| 1  | Polyline ZM |               | Jalan Lam      | 0,368452   | 10    | 0,036845 |
| 2  | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,835562   | 10    | 0,083556 |
| 3  | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,715272   | 10    | 0,071527 |
| 4  | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,400343   | 10    | 0,040034 |
| 5  | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,859376   | 10    | 0,085938 |
| 6  | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,920235   | 10    | 0,092024 |
| 7  | Polyline ZM | Jalan Setapak | Jalan Setapak  | 0,306985   | 10    | 0,030699 |
| 8  | Polyline ZM | Jalan Setapak | Jalan Setapak  | 2,506855   | 10    | 0,250686 |
| 9  | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,443448   | 10    | 0,044345 |
| 10 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,029455   | 10    | 0,002946 |
| 11 | Polyline ZM | Jalan Setapak | Jalan Setapak  | 0,453255   | 10    | 0,045326 |
| 12 | Polyline ZM | Jalan Lokal   | Jalan Lokal    | 0,150926   | 10    | 0,015093 |
| 13 | Polyline ZM |               | Jalan Kolektor | 0,326378   | 10    | 0,032638 |
| 14 | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,925367   | 10    | 0,092537 |
| 15 | Polyline ZM |               | Jalan Kolektor | 0,10448    | 10    | 0,010448 |
| 16 | Polyline ZM | Jalan Lokal   | Jalan Lokal    | 0,122655   | 10    | 0,012266 |
| 17 | Polyline ZM |               | Jalan Kolektor | 0,065918   | 10    | 0,006592 |
| 18 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,1498     | 10    | 0,01498  |
| 19 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,117329   | 10    | 0,011733 |
| 20 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,3982     | 10    | 0,03982  |
| 21 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,239303   | 10    | 0,02393  |
| 22 | Polyline ZM | Jalan Lokal   | Jalan Lokal    | 0,200345   | 10    | 0,020034 |
| 23 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,868949   | 10    | 0,086895 |
| 24 | Polyline ZM |               | Jalan Arteri   | 0,21248    | 10    | 0,021248 |
| 25 | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,901439   | 10    | 0,090144 |
| 26 | Polyline ZM | Jalan Lokal   | Jalan Lokal    | 0,794938   | 10    | 0,079494 |
| 27 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,345508   | 10    | 0,034551 |
| 28 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,368812   | 10    | 0,036881 |
| 29 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,212465   | 10    | 0,021241 |
| 30 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,663783   | 10    | 0,066378 |
| 31 | Polyline ZM | Jalan Lokal   | Jalan Lokal    | 0,033401   | 10    | 0,00334  |
| 32 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,472793   | 10    | 0,047279 |
| 33 | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,60176    | 10    | 0,060176 |
| 34 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,041961   | 10    | 0,004196 |
| 35 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 1,266776   | 10    | 0,126678 |
| 36 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,414364   | 10    | 0,04143  |
| 37 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,169753   | 10    | 0,016975 |
| 38 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,839535   | 10    | 0,083954 |
| 39 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,218548   | 10    | 0,021855 |
| 40 | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 0,259886   | 10    | 0,025988 |
| 41 | Polyline ZM |               | Jalan Lokal    | 0,290264   | 10    | 0,029026 |
| 42 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,231449   | 10    | 0,023145 |
| 43 | Polyline ZM | Jalan Lain    | Jalan Lain     | 1,282452   | 10    | 0,128245 |
| 44 | Polyline ZM |               | Jalan Lain     | 0,08877    | 10    | 0,008877 |

(0 out of 3900 Selected)

Jalan Kudus

Gambar 9. Perhitungan Waktu Dalam Jam

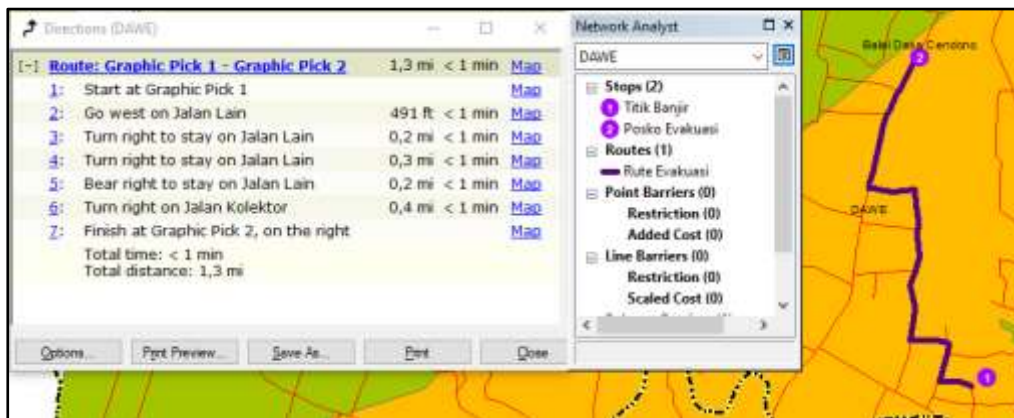
untuk jarak yang didasarkan pada panjang jalan maka selanjutnya ialah menentukan rute yang sangat efektif untuk ditempuh pada saat terjadi banjir. Penentuan rute juga didasarkan pada ketinggian banjir yang sama di setiap tempat yang memerlukan evakuasi



Gambar 10. Rute Evakuasi Kecamatan Bae

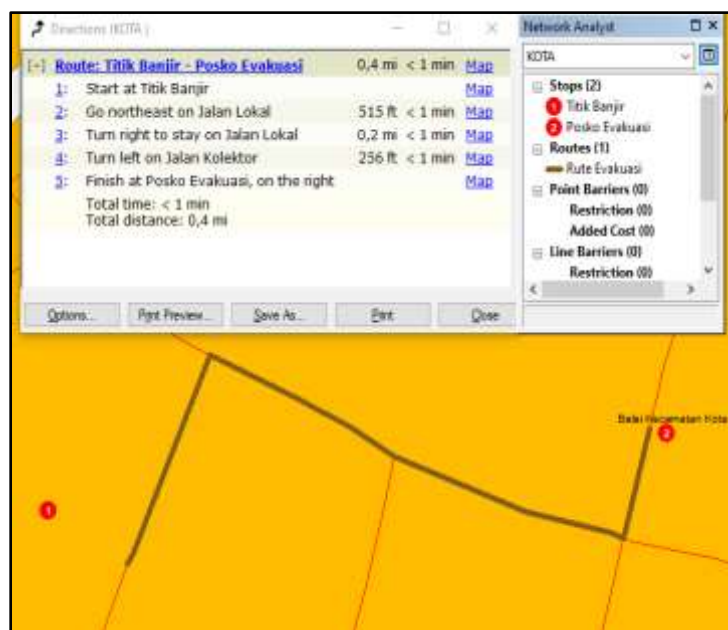
dengan kapal karet. Rintangan yang dihadapi tim evakuasi berupa jalan yang melewati area persawahan dimana genangan air akan lebih tinggi daripada jalan lainnya.

Rute Evakuasi di Kecamatan Bae ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna hijau mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Bae. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Bae terletak dalam daerah rawan namun masih berada di lingkup pemukiman yang aman dengan dengan kelerengn datar.



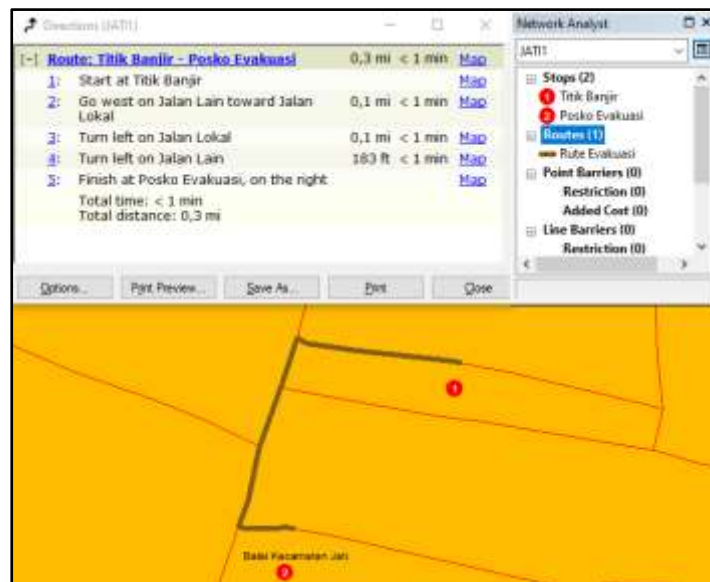
**Gambar 11.** Rute Evakuasi Kecamatan Dawe

Rute Evakuasi di Kecamatan Dawe ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna ungu mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Cendono. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Cendono terletak dalam daerah rawan namun masih berada di lingkup pemukiman yang aman dengan dengan kelerengn landai.



**Gambar 12.** Rute Evakuasi Kecamatan Kota

Rute Evakuasi di Kecamatan Kota ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna merah mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Kecamatan Kota. Dalam hal ini meskipun Balai Kecamatan Kota terletak dalam daerah rawan namun masih berada di lingkup pemukiman yang aman dengan dengan kelerengn datar.



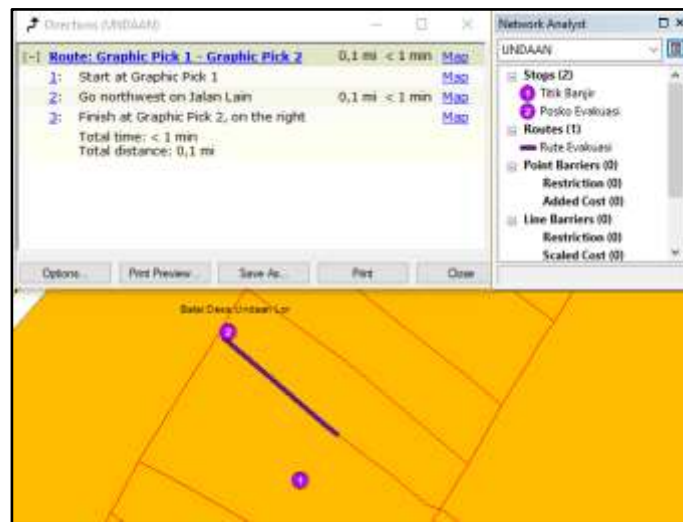
**Gambar 13.** Rute Evakuasi Kecamatan Jati

Rute Evakuasi di Kecamatan Jati ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna merah mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Kecamatan Jati. Dalam hal ini meskipun Balai Kecamatan Jati terletak dalam daerah rawan namun masih berada di wilayah pemukiman yang aman dengan kelerengan datar.



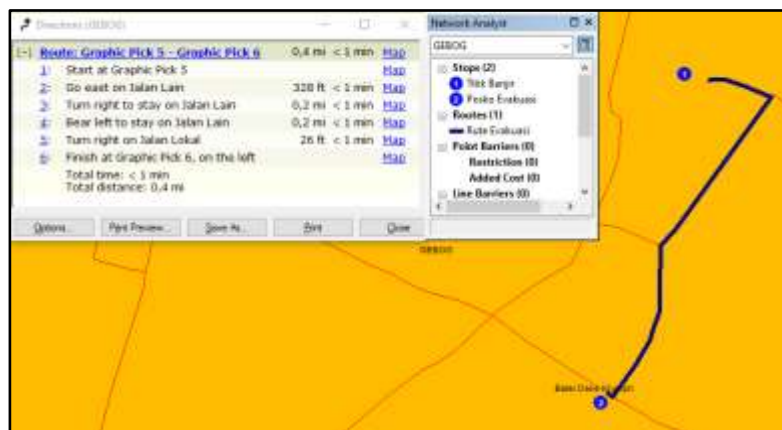
**Gambar 14.** Rute Evakuasi Kecamatan Kaliwungu

Rute Evakuasi di Kecamatan Kaliwungu ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna biru mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Kecamatan Kaliwungu. Dalam hal ini meskipun Balai Kecamatan Kaliwungu terletak dalam daerah rawan namun masih berada di wilayah pemukiman yang aman dengan kelerengan landai.



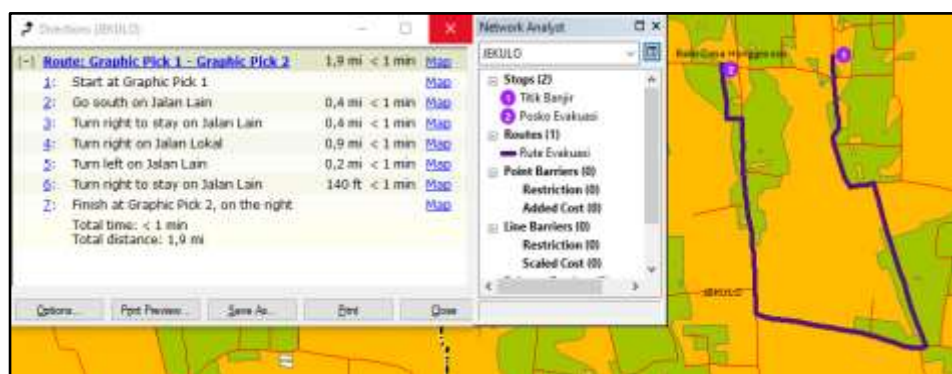
**Gambar 15.** Rute Evakuasi Kecamatan Undaan

Rute Evakuasi di Kecamatan Undaan ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna ungu mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Undaan Lor. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Undaan Lor terletak dalam daerah rawan namun masih berada di lingkup pemukiman yang aman dengan kelerengn datar.



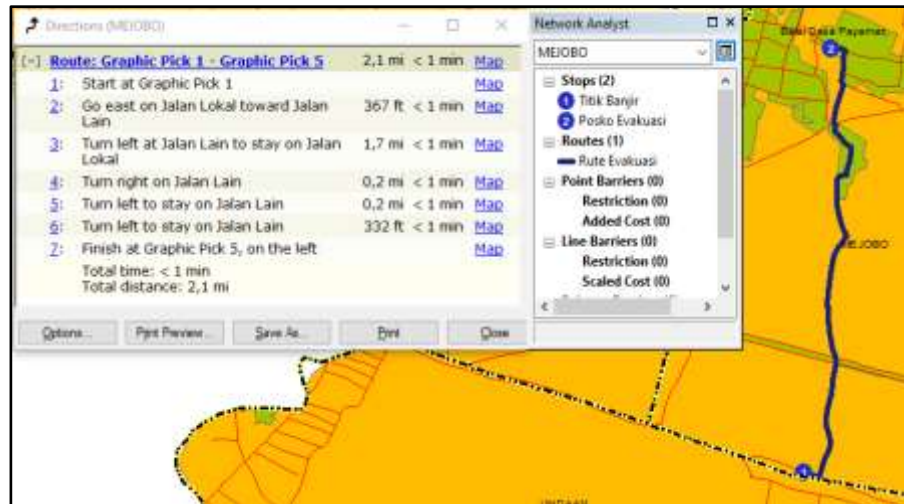
**Gambar 16.** Rute Evakuasi Kecamatan Gebog

Rute Evakuasi di Kecamatan Gebog ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna biru mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Klumpit. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Klumpit terletak dalam daerah rawan namun masih berada di lingkup pemukiman yang aman dengan kelerengn landai.



**Gambar 17.** Rute Evakuasi Kecamatan Jekulo

Rute Evakuasi di Kecamatan Jekulo ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna ungu mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Honggosoco. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Honggosoco terletak dalam kawasan tidak rawan banjir. Perbedaan jalur ini dikarenakan melewati area persawahan.



**Gambar 18.** Rute Evakuasi Kecamatan Mejobo

Rute Evakuasi di Kecamatan Mejobo ini dilakukan dari titik banjir dengan simbol titik 1 warna biru mengikuti jalan hingga sampai ke Balai Desa Payaman. Dalam hal ini meskipun Balai Desa Payaman terletak dalam daerah tidak rawan banjir. Titik posko Kecamatan Gebog yang berada di Balai Desa Klumpit termasuk pada kelerengan landai sehingga cocok digunakan untuk posko evakuasi meskipun berada di daerah rawan banjir. Begitu pula dengan Balai Desa Cendono yang terletak di Kecamatan Dawe, Balai Kecamatan Kota yang terletak di Kecamatan Kota, Balai Kecamatan Kaliwungu yang terletak di Kecamatan Kaliwungu, Balai Desa Bae yang terletak di Kecamatan Bae, Balai Desa Undaan Lor yang terletak di Kecamatan Undaan dan Balai Kecamatan Jati yang terletak di Kecamatan Jati. Sedangkan Balai Desa Honggosoco yang terletak di Kecamatan Jekulo dan Balai Desa Payaman yang terletak di Kecamatan Mejobo termasuk pada area aman sehingga cocok digunakan untuk menjadi tempat posko.

## KESIMPULAN

Kabupaten Kudus memiliki curah hujan tinggi (>3.000 mm) dan kelerengan yang relatif datar. Hal ini dapat meningkatkan risiko banjir terutama saat curah hujan dengan intensitas tinggi. Sebagian besar wilayah di Kabupaten Kudus, termasuk Desa Tanjungrejo di Kecamatan Jekulo memiliki risiko tinggi terkena banjir karena sebagian besar wilayahnya merupakan ladang tandus. Selain itu pembuatan rute evakuasi diharapkan dapat meningkatkan efektivitas evakuasi korban terdampak dengan penempatan posko evakuasi mengikuti pedoman dari BNPB.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adri, W., Sabri, L. M., & Wahyuddin, Y. (2021). Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Bencana Gunung Api Dan Persebaran Lokasi Shelter Menggunakan Metode Network Analyst (Studi Kasus : Gunung Merapi, Boyolali-Magelang). Dalam *Jurnal Geodesi Undip* Januari (Nomor 10).
- Afni, N. (2015). Arahkan Pengendalian Banjir Berbasis Gis Di Kecamatan Sinjai Utara Kab. Sinjai. *Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 4(1), 22-31.
- Anwari, & Makruf, M. (2019). Pemetaan Wilayah Rawan Bahaya Banjir Di Kabupaten Pamekasan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Ilmiah Nero*, 04.
- Aziza, S. N., Somantri, L., & Setiawan, I. (2021). Analisis pemetaan tingkat rawan banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 109-120.

- Bappeda Kabupaten Kudus, (2012). Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) Kabupaten Kudus
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (t.t.). Potensi Ancaman Bencana. Diambil 30 Mei 2023, dari <https://Bnpb.Go.Id/Potensi-Ancaman-Bencana>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (t.t.). Buku Pedoman Latihan Kesiapsiagaan Bencana Nasional Tahun 2017.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2022). Infografis Kebencanaan Kabupaten Kudus Tahun 2022. <https://Bpbd.Kuduskab.Go.Id/Infografis-2022/>
- Darmawan, K., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode *Overlay* Dengan *Scoring* Berbasis Sistem Informasi Geografis. Dalam Jurnal Geodesi Undip Januari (Vol. 6, Nomor 1).
- DIBI. (2023). Data Informasi Bencana Indonesia. <https://Dibi.Bnpb.Go.Id/>
- Hasan, M. F., & Prasetya, S. P. (2015). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Bengawan Jero Kabupaten Lamongan. Swara Bhumi, 03.
- Kebencanaan, K., Nasional, B., & Bencana, P. (t.t.). Indeks Risiko Bencana Indonesia Diterbitkan Oleh BNPB Tahun 2021.
- Kusmayda, A. (2021). *mapping of flood vulnerability using score, overlay and weighting methods in serang watershed final project*.
- Putra, M. A. R. (2017). Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig) Untuk Menentukan Titik Dan Rute Evakuasi.
- Refiyanni, M., & Silvia, C. S. (2020). Analisis Nilai Kondisi Jalan dan Kemantapan Jalan Sebagai Jalur Evakuasi. Jurnal Teknik Sipil, ISSN 2477 – 5258, 42–51.
- Riski Oktaviani, A., Laila Nugraha, A., & Sugiastu Firdaus, H. (2017). Analisis Penentuan Lahan Kritis Dengan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Semarang). Dalam Jurnal Geodesi Undip Oktober (Vol. 6, Nomor 4).
- Sholikhan, M., Prasetyo, J. S. Y., & Hartomo, K. D. (2019). Pemanfaatan WebGIS untuk Pemetaan Wilayah Rawan Longsor Kabupaten Boyolali dengan Metode Skoring dan Pembobotan. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem informasi, 5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v5i1.922>
- Undang-Undang No.24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, Pub. L. No. 24 (2007).
- Wahyuni, S., Karim, S., & Arifin, D. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda Berbasis Web Menggunakan Metode Skor Dan Pembobotan. Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika, 15(2), 209–227. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v15i2.1723>
- Wanda, & Rosdiana, G. (2017). Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Dengan Metode Network Analisis (Studi Kasus : Kota Maumere).