

Pemetaan Multi-rawan Bencana Ruas Jalan Berbasis SIG Beserta Identifikasi Kerusakan Menggunakan PCI (Studi kasus: Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis)

Multi-hazard Mapping Using Geographic Information System and Damage Analyse with PCI (Case study: Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis)

Rahino Sekar Arum, Emil Adly

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis memiliki potensi bencana yang cukup besar seperti banjir, gempa bumi, tanah longsor dan amblesan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi, dan menentukan tingkat kelas kerawanan bencana pada ruas jalan serta mengidentifikasi kerusakan permukaan jalan pada daerah rawan bencana secara visual.. Metode yang dilakukan untuk pemetaan multi-rawan bencana dengan pendekatan analisis bentang lahan yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana. Pada daerah rawan banjir digunakan metode *Pavemet Condition Index* karena bencana banjir sangat mengganggu aktivitas ruas jalan dan dapat membahayakan keselamatan bagi pengguna jalan. Berdasarkan peta bencana tersebut yang berpotensi banjir sepanjang 1,5 km, sehingga diperoleh hasil identifikasi kerusakan jalan yang berpotensi banjir didapatkan rata-rata nilai PCI sebesar 70,6 (sangat baik). Pengujian PCI dimulai dari STA 6+640 – STA 8+120.

Kata kunci: *ArcGIS*, bencana, peta, PCI.

Abstract. *Bibis Raya-Bibis street has considerable potential for disasters such us floods, earthquakes, landslides and subsidence . The purpose of this study are identify, mapping, and determine class level hazard vurnerability of the road and identify damage of road surface in hazard vurnerability areas visually. The method used multi-hazard mapping with landscape analyse used for knowing hazard vurnerability level. In floods area used PCI method because flood disaster was the most activity disturb in the street and cqn endanger safety users of the road. Based on the results of disaster map which has the potential floodig along 1,5 km, so that the results obtained from testing the damage to the road that has the potential for flooding, the average PCI value is 70,6 (very good). PCI testing from Sta 6+620-Sta 10+8+120.*

Key words: *ArcGis*, hazard, mapping, and PCI

1. Pendahuluan

Bencana merupakan sebuah peristiwa atau kejadian yang dapat menimbulkan kerugian bagi manusia yang disebabkan oleh faktor alam atau nonalam. Pada jalan umum atau jalan raya termasuk infrastruktur yang tidak lepas dari potensi bencana alam seperti banjir, longsor, amblasen (penurunan permukaan tanah), dan

gempa bumi yang membahayakan bagi pengguna jalan. Keadaan permukaan jalan saat ini yang ada di Kabupaten Bantul secara visual masih perlu mendapatkan perhatian khusus mengingat jalan tersebut akan dilalui kendaraan yang bisa berpotensi sebagai daerah yang rawan bencana. Keadaan ini harus diantisipasi agar tidak menimbulkan bahaya kecelakaan atau terjadi bencana. Tingkat

kerawanan bencana alam ini dapat dinilai tingkatannya berdasarkan besar kecilnya tingkat kerawanan pada suatu ruas jalan. Analisis kerawanan bencana ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).

Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis memiliki tingkat kerawanan bencana berdasarkan histori dua tahun yang lalu. Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis juga memiliki jenis kerusakan permukaan jalan yang beragam sehingga diperlukannya pengujian permukaan jalan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*).

Terdapat beberapa jenis bencana yaitu bencana tanah longsor, bencana banjir, bencana gempa bumi, dan bencana amblasan. Tanah longsor adalah salah satu bencana yang sangat merusak, dapat menghasilkan perubahan secara drastis dalam morfologi bentuk permukaan bumi dan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur alami bumi. Faktor penyebab longsor adalah iklim, topografi, dan faktor yang berasal dari manusia. Gempabumi adalah salah satu bencana alam yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi yang besarnya menggunakan besaran SR (Skala Richter). Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi yang terjadi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi (BMKG,2014). Amblasan adalah suatu peristiwa adanya gerakan kebawah dipermukaan bumi, sehingga elevasi muka tanah berkurang atau menjadi lebih rendah dari semula. Banjir merupakan fenomena alam yang sering terjadi di Indonesia yang disebabkan oleh intensitas hujan yang sangat tinggi sehingga terjadi kelebihan air yang tidak bisa ditampung oleh jaringan pemutusan suatu daerah.

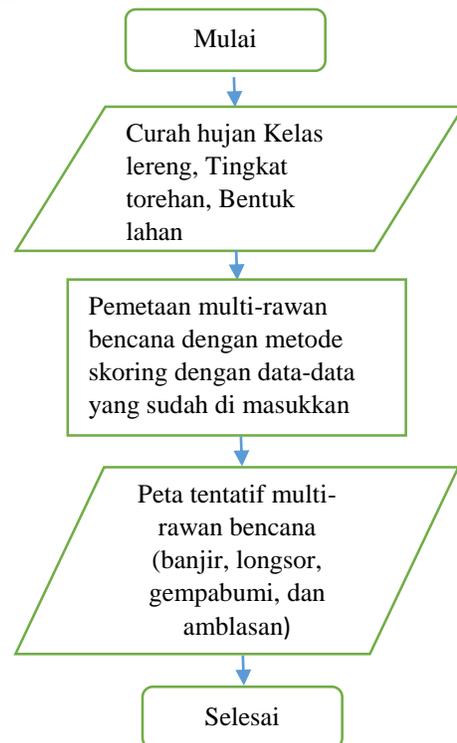
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menentukan tingkat kelas kerawanan bencana pada ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis serta mengidentifikasi kerusakan permukaan jalan

pada daerah rawan bencana menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*).

2. Metode Penelitian

a. Pemetaan

Pemetaan yang dilakukan menggunakan metode dengan pendekatan analisis bentanglahan (*landscape analyse*). Pendekatan yang digunakan dengan faktor-faktor geomorfologi sehingga memperoleh suatu daerah yang memiliki karakter yang sama. Metode skoring juga digunakan untuk menilai parameter-parameter untuk mendukung untuk pemetaan multi rawan bencana. Metode skoring juga digunakan untuk menilai agar didapatkan hasil berupa tingkat kerawanan untuk tiap bencana yang ada pada suatu wilayah.



Gambar 1 Bagan alir pemetaan

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012, indeks ancaman bencana disusun berdasarkan komponen kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi.

Indeks ini disusun berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang terjadi disuatu daerah.

1) Longsor

Dalam menganalisis kerawanan bencana longsor menggunakan dua variabel yaitu tingkat torehan dan kelas lereng. Berikut adalah Tabel 1 skor dan pembobotan kerawanan bencana longsor berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012.

Tabel 1 Skor dan pembobotan tanah longsor (Peraturan BNPB No 2, 2012)

| Zona Ancaman | Kelas | Nilai | Bobot (%) | Skor |
|-------------------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| Gerakan tanah sangat rendah, rendah | Rendah | 1 | 100 | 0,33333 |
| Gerakan tanah menengah | Sedang | 2 | | 0,66667 |
| Gerakan tanah tinggi | Tinggi | 3 | | 1,00000 |

2) Banjir

Gunakan *Field* kelas rawan. Hanya terdapat satu jenis kelas yaitu rawan banjir.

Tabel 2 Skor dan pembobotan kerawanan banjir

| Kedalaman (m) | Kelas | Nilai | Bobot (%) | Skor |
|---------------|--------|-------|-----------|---------|
| <0,76 | Rendah | 1 | 100 | 0,33333 |
| 0,76-1,5 | Sedang | 2 | 100 | 0,66667 |
| >1,5 | Tinggi | 3 | 100 | 1,00000 |

3) Gempabumi

Tabel 3 skor dan pembobotan kerawanan gempabumi (Peraturan BNPB No 2, 2012)

| PGA Value | Kelas | Nilai | Bobot (%) | Skor |
|-----------|--------|-------|-----------|---------|
| <0,26 | Rendah | 1 | 100 | 0,33333 |
| 0,26-0,70 | Sedang | 2 | 100 | 0,66667 |
| >0,70 | Tinggi | 3 | 100 | 1,00000 |

Skoring parameter pemetaan

1) Kelas lereng

Kelas lereng adalah parameter yang digunakan untuk kerawanan bencana banjir dan longsor. Berdasarkan Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah.

Tabel 4 klasifikasi kelas lereng

| Kelas | Kemiringan (%) | Klasifikasi |
|-------|----------------|--------------|
| I | 0-8 | Datar |
| II | 8-15 | Landai |
| III | 15-25 | Agak Curam |
| IV | 25-45 | Curam |
| V | >45 | Sangat Curam |

2) Kelas torehan

Kelas torehan adalah kerapatan batuan yang mudah mengalami longsor atau materialnya mudah lepas. Berikut dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5 kelas torehan

| Kelas | Tingkat torehan | Skoring tingkat torehan |
|-------|-----------------|-------------------------|
| 1 | Datar | 0 |
| 2 | Berombak | 1 |
| 3 | Bergelombang | 2 |
| 4 | Perbukitan | 3 |

3) Klasifikasi bentuk lahan

Tabel 6 klasifikasi bentuk lahan

| Bentuk lahan | Skoring bentuk lahan |
|--|----------------------|
| Perbukitan, pegunungan, dinding terjal | 1 |
| Lembah sungai, dataran banjir | 2 |

| | |
|--|---|
| Dataran fluviomarin, lembah antar perbukitan Dataran kaki, dataran alluvial, | 3 |
|--|---|

4) klasifikasi curah hujan

Tabel 7 Klasifikasi curah hujan

| Kelas | Intensitas(mm/bulan) | Klasifikasi |
|-------|----------------------|---------------|
| I | 0-1500 | Sangat Rendah |
| II | 1500-2000 | Rendah |
| III | 2000-2500 | Sedang |
| IV | 2500-3000 | Tinggi |
| V | >3000 | Sangat Tinggi |

5) Kelas potensi multi-rawan

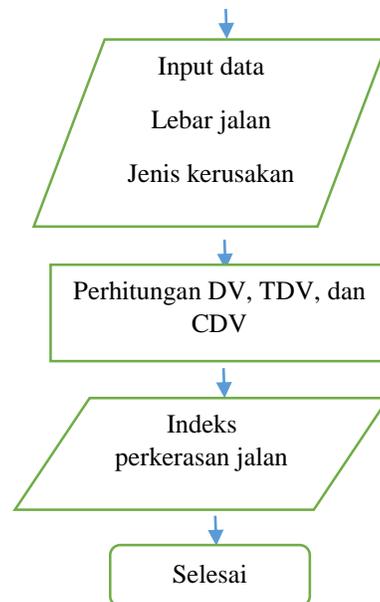
Tabel 8 Kelas potensi multi-rawan

| Jumlah Skoring kerawanan bencana | Kelas Multi-rawan | Skoring Multi-rawan |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| 7-8 | Rendah | 1 |
| 8,1-9 | Sedang | 2 |
| 9,1-10 | Tinggi | 3 |

b. PCI (*Pavement Condition Index*)

PCI adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan dipermukaan perkerasan yang terjadi. PCI merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar diantara 0-100. Nilai PCI memiliki rentang 0-100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*). Data yang digunakan adalah data primer berupa geometri jalan dan data lainnya seperti lebar jalan, luas dan panjang kerusakan jalan pada setiap segmen (100 m). Di bawah ini adalah bagan alir untuk metode PCI.

Mulai



Gambar 2 Bagan alir PCI

Perhitungan perkerasan metode PCI

1) Menghitung luas total tiap kerusakan

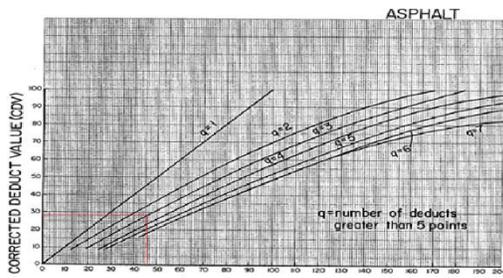
Luas kerusakan disesuaikan dengan jenis kerusakannya. Terdapat 19 jenis kerusakan pada permukaan jalan.

2) Kerapatan (*density*)

$$Density = \frac{as}{ad} \times 100\%$$

3) *Deduct value*, nilai DV didapatkan dari grafik masing-masing jenis kerusakan jalan dengan cara memasukkan nilai kerapatan lalu menarik garis secara vertikal sampai menyentuh tingkat kerusakan, kemudian menarik garis horizontal sehingga didapatkan nilai DV.

4) *CDV*, nilai CDV didapatkan dari grafik dengan menarik nilai DV lalu menarik garis vertikal hingga menyentuh nilai q kemudian ditarik garis horizontal. Nilai q diperoleh dari jumlah banyaknya nilai DV yang lebih dari 5.



Gambar 3 deduct value

5) Nilai kondisi perkerasan dapat diketahui dengan cara 100 dikurangi dengan nilai CDV.

$$PCIs = 100 - CDV$$

$$PCI = \frac{\sum PCIs}{N}$$

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pemetaan

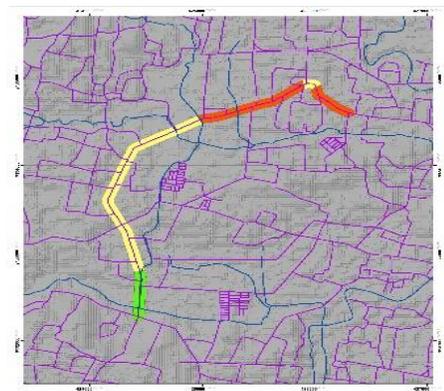
1) Kerawanan Banjir

Setelah dianalisis dengan menggunakan metode pendekatan bentanglahan serta skoring dan pembobotan tingkat kerawana banjir pada Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis memiliki kerawanan bencana yang beragam. Jalan yang berwarna merah menandakan rawan tinggi terhadap bencana banjir, jalan yang berwarna kuning menandakan rawan sedang, sedangkan yang berwarna hijau menandakan kerawan rendah terhadap bencana banjir. Berdasarkan analisis, disepanjang Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis mengalami tingkat kerawanan banjir yang tinggi pada STA 6+620 – STA 8+120. Tetapi, dilihat dari data tata guna lahan terdapat banyak area persawahan, sehingga jalan yang terdapat area persawahannya tingkat kerawanannya diturunkan dikarenakan pada daerah persawahan terdapat saluran drainase dan irigasi sehingga air mengalir melalui saluran tersebut dan tidak menimbulkan luapan. Dibawah ini adalah hasil dari penjumlahan skor dari beberapa parameter.

Tabel 9 hasil skoring kerawanan bencana banjir

| No | Jumlah skoring curah hujan, bentuk lahan dan kelas lereng | Kelas kerawanan banjir | Skoring kerawanan bencana banjir |
|----|---|------------------------|----------------------------------|
| 1 | 7 | Rawan Tinggi | 3 |
| 2 | 5 | Rawan Sedang | 2 |
| 3 | 3 | Rawan Rendah | 1 |
| 4 | 3 | Rawan Rendah | 1 |
| 5 | 8 | Rawan Tinggi | 3 |
| 6 | 6 | Rawan Sedang | 2 |
| 7 | 6 | Rawan Sedang | 2 |
| 8 | 6 | Rawan Sedang | 2 |
| 9 | 4 | Rawan Rendah | 1 |
| 10 | 4 | Rawan Rendah | 1 |

Berikut adalah gambar peta tentatif kerawanan bencana banjir.



Gambar 4 peta kerawanan banjir

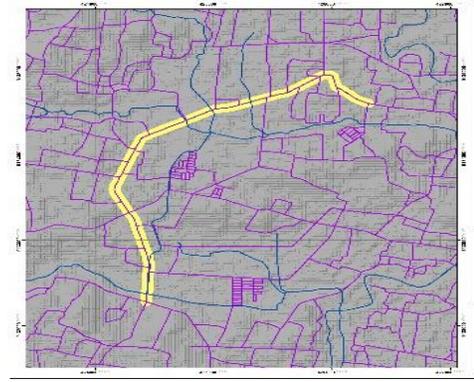
2) Kerawanan longsor

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh menggunakan metode skoring kerawanan bencana longsor Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis STA 6+620 – STA 8+120 pada tingkat kerawanan sedang. Dibawah ini adalah Tabel 10 hasil skoring kerawanan bencana longsor.

Tabel 10 hasil skoring kerawanan bencana longsor

| No | Jumlah skoring kelas lereng dan tingkat torehan | Kelas kerawanan longsor | Skoring kerawanan bencana longsor |
|----|---|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 4 | Rawan Sedang | 2 |
| 2 | 6 | Rawan Tinggi | 3 |
| 3 | 2 | Rawan Rendah | 1 |
| 4 | 3 | Rawan Sedang | 2 |
| 5 | 4 | Rawan Sedang | 2 |
| 6 | 2 | Rawan Sedang | 2 |
| 7 | 4 | Rawan Sedang | 2 |

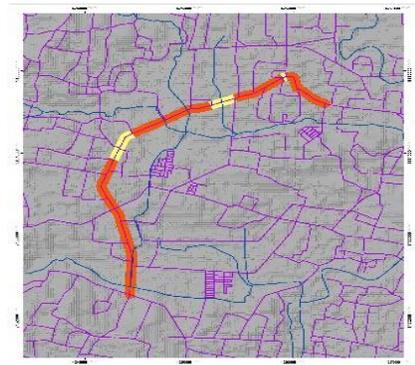
Dibawah ini adalah peta tentatif kerawanan bencana longsor.



Gambar 5 peta kerawanan longsor

3) Kerawanan bencana amblasan

Kerawanan amblasan menggunakan pendekatan pendekatan pengguna lahan pada Jalan Bibis Raya – Jalan Bibis. Setelah dilakukan analisis didapatkan hasil pemetaan kerawanan bencana amblasan didapatkan hasil yang berwarna kuning menandakan bahwa tingkat kerawanan amblasan adalah rawan sedang dan yang berwarna merah menandakan bahwa tingkat kerawanan amblasan adalah tinggi. Dibawah ini adalah Gambar 6 yang akan menyajikan peta tentatif kerawanan amblasan.



Gambar 6 peta kerawanan amblasan

4) Kerawanan gempabumi

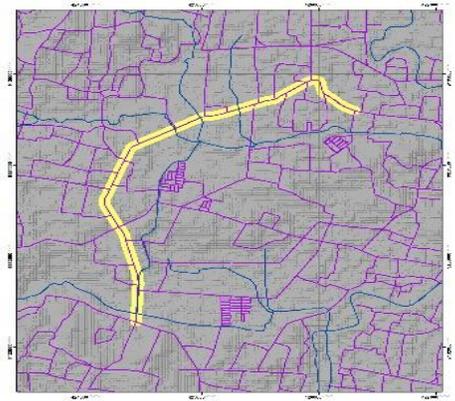
Kerawanan bencana gempabumi diidentifikasi dengan melakukan *superimpose* yang mana dapat diketahui bahwa daerah rawan bencana tinggi, sedang, dan rendah. Gempabumi sulit diprediksi karena datangnya tiba-tiba. Tetapi dapat diketahui ciri-ciri akan datangnya bencana gempabumi. Kekuatan dari gempabumi dapat diukur

menggunakan *seismograf*. Skala yang paing umum digunakan adalah Skala Richter. Berikut adalah Tabel 11 hasil skoring daerah kerawanan bencana gempabumi.

Tabel 11 hasil skoring daerah kerawanan bencana gempabumi

| No | Bentuk lahan | Kawasan kerawanan gempa bumi | Skoring Penggunaan lahan |
|----|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | Dataran Aluvial | Kawasan sedang | 2 |
| 2 | Perbukitan Struktural | Kawasan Sedang | 2 |
| 3 | Perbukitan Struktural | Kawasan Sedang | 2 |

Berikut adalah gambar peta tentatif kerawanan bencana gempabumi

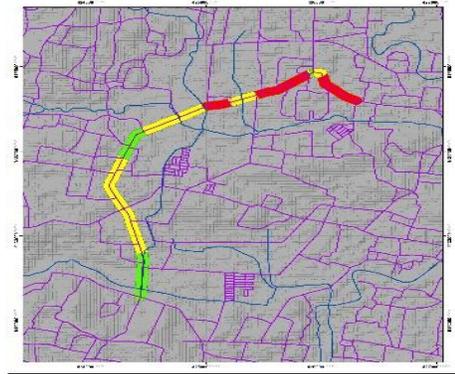


Gambar 7 peta kerawanan bencana gempabumi

5) Peta multi-rawan

Peta multi-rawan adalah gabungan dari peta kerawanan bencana banjir, kerawanan bencana longsor, kerawanan bencana gempabumi dan kerawanan bencana amblasan yang sudah dianalisis sebelumnya. Peta multi rawan akan menampilkan daerah mana saja yang terkena lebih dari satu bencana. Tingkat multirawan didapatkan dari penjumlahan skor kerawanan bencana banjir, kerawanan bencana longsor, kerawanan bencana gempabumi dan kerawanan bencana amblasan. Dari pejumlahan yang dilakukan didominasi oleh tingkat kerawanan tinggi dan tingkat kerawanan sedang. Perbedaan peta tentatif dengan peta tematik adalah peta tentatif masih

dalam bentuk peta sementara sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan keadaan lapangan sedangkan peta tematik adalah peta yang berinformasikan khusus, peta tematik menampilkan tampilan tertentu yang disesuaikan dengan tema. Berikut adalah Gambar 8 peta multi-rawan bencana.



Gambar 8 peta multi-rawan bencana

b. PCI (*Pavement Condition Index*)

Berikut adalah hasil analisis identifikasi kerusakan menggunakan PCI ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis STA 6+620 – STA 8+120.

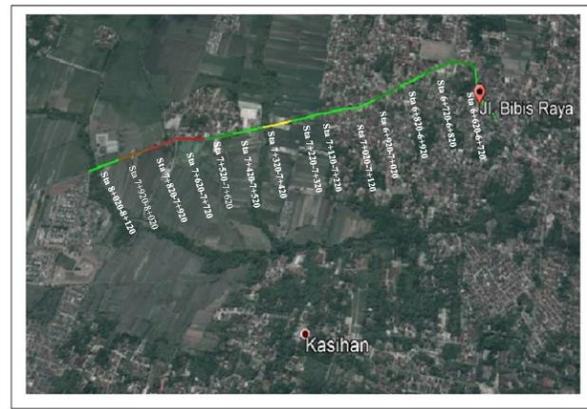
Tabel 12 hasil analisis identifikasi dengan PCI

| No | Stasiun | CDV maks | 100-CDV | PCI |
|----|-------------|----------|---------|-----------|
| 1 | 6+620-6+720 | 29 | 71 | Very Good |
| 2 | 6+720-6+820 | 0 | 100 | Excellent |
| 3 | 6+820-6+920 | 7 | 93 | Excellent |
| 4 | 6+920-7+020 | 21 | 79 | Very Good |
| 5 | 7+020-7+120 | 10 | 90 | Excellent |
| 6 | 7+120-7+220 | 17 | 83 | Very Good |
| 7 | 7+220-7+320 | 18 | 82 | Very Good |

| | | | | |
|-------|-----------------|----|------|--------------|
| 8 | 7+320- 7+420 | 24 | 76 | Very Good |
| 9 | 7+420- 7+520 | 48 | 52 | Good |
| 10 | 7+520- 7+620 | 26 | 74 | Very Good |
| 11 | 7+620- 7+720 | 0 | 100 | Excellent |
| 12 | 7+720- 7+820 | 55 | 45 | Fair |
| 13 | 7+820- 7+920 | 79 | 21 | Very Poor |
| 14 | 7+920- 8+020 | 90 | 10 | Failed |
| 15 | 8+020- 8+120 | 16 | 84 | Very Good |
| Total | | | 1064 | |
| | | | 70,6 | Very Good |

Setelah dilakukan identifikasi kerusakan jalan menggunakan metode PCI STA 6+620 – STA 8+120 berada pada angka 70,6 yang menandakan bahwa jalan tersebut memiliki indeks kerusakan *very good* atau sangat baik.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa kerawanan bencana yang terjadi pada Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis yaitu kerawanan bencana banjir. Banjir dapat merusak struktur perkerasan jalan karena air dapat merusak struktur perkerasan atasnya. Sifat aspal itu sendiri adalah anti terhadap air, sehingga jalan yang tergenang air akan mengurangi kerapatan (*Density*) aspal. Berikut adalah Gambar 9 peta indeks kerusakan jalan.



Gambar 9 peta indeks kerusakan

Peta kerusakan jalan menggambarkan kondisi jalan pada saat ini. Pada gambar tersebut tertera segmen berwarna merah menandakan bahwa jalan tersebut mengalami kerusakan yang parah karena tambakan-tambalan yang sangat besar, segmen yang berwarna kuning menandakan jalan tersebut cukup bagus dan segmen yang berwarna hijau menandakan jalan sangat bagus tanpa ada kerusakan.

Kekurangan dari metode PCI ini adalah semakin panjang tiap segmen maka ketelitiannya semakin menurun, begitu pula sebaliknya semakin pendek tiap segmen maka pengujian kerusakan metode PCI semakin teliti. Metode PCI juga tidak bisa memperkirakan atau memberikan gambaran prediksi kerusakan dimasa yang akan datang.

4. Kesimpulan

Menurut hasil analisis data yang sudah dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis dapat disimpulkan:

1. Pada Jalan Bibis-Jalan Bibis Raya terdapat empat jenis kerawanan bencana yaitu longsor, banjir, gempa bumi, dan amblasan.

2. Tingkat kerawanan dan klasifikasi bencana
 - a. Bencana banjir

Bencana banjir memiliki tingkat kerawanan yang beragam dari tingkat yang tinggi, sedang dan rendah pada ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis sepanjang empat kilometer.

b. Bencana longsor
Bencana longsor memiliki tingkat kerawanan sedang di ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis sepanjang empat kilometer

c. Bencana gempabumi
Bencana gempabumi memiliki tingkat kerawanan sedang di ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis sepanjang 4 kilometer.

d. Bencana amblasan
Bencana amblasan memiliki tingkat kerawanan yang beragam dari tingkat yang tinggi, sedang hingga rendah pada ruas Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis sepanjang 4 kilometer.

3. Tingkat Kerusakan Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis

Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis memiliki tingkat kerusakan yang beragam tiap 100 segmen sepanjang 1,5 kilometer, dapat disimpulkan bahwa jalan Jalan Bibis Raya-Jalan Bibis berada pada tingkatan yang sangat baik atau *very good*.

5. Daftar Pustaka

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, UU No 24 Tahun 2007, *Tentang Penanggulangan Bencana*.
- Bintari, Lavina N., 2018. *Pemetaan Multi Rawan Bencana Jalur Kereta Api Lintas Cirebon- Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Kavzoglu, T., Sahin, E. K., & Colkesen, I. 2014. *Landslide susceptibility mapping using GIS-based multi-criteria decision analysis, support vector machines, and logistic regression*. *Landslides*.
- Martono, Tantro S., 2018. *Evaluasi Hubungan Kondisi Kerusakan Lapisan Struktural Menggunakan Metode Lendutan Balik Dengan Kondisi Lapisan Fungsional Menggunakan Metode PCI*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Maulana, E dan Wulan, T. . (2015). Pemetaan Multi-Rawan Kabupaten Malang Bagian

Selatan Dengan Menggunakan Pendekatan Bentangalam. *PUSPICS Fakultas Geografi UGM*, (November), 526–534

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Nomor 02 Tahun 2012, *Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*.

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Nomor 4 Tahun 2008, *Tentang Pedoman Penyusunan Penanggulangan Bencana*.

Zona, I., Banjir, R., Sistem, M., & Geografis, I. (2014). Identifikasi Zona Rawan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Sub DAS Dengkeng). *Jurnal Geodesi Undip*, 3, 36–50.