

EVALUASI TINGKAT KERENTANAN JALAN NASIONAL PANTURA DI PROVINSI JAWA TENGAH AKIBAT ROB (*EVALUATION OF VULNERABILITY LEVEL OF PANTURA NATIONAL ROADS IN THE PROVINCE OF CENTRAL JAVA BECAUSE OF ROB*)

Rr. Dini Handayani

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Jl. A.H. Nasution 264 Bandung
Email : rrdini.handayani@pusjatan.pu.go.id
Diterima : 12 Juni 2012; Disetujui : 06 Agustus 2012

ABSTRAK

Jalan nasional di Pantura Provinsi Jawa Tengah di beberapa titik berada dekat dengan pantai utara mengakibatkan jalan tersebut memiliki resiko rusak akibat rob. Di sisi lain perubahan iklim mengakibatkan meningkatnya muka air laut sehingga hal tersebut menambah cakupan wilayah yang tergenang rob. Kerentanan jalan terhadap rob dikaji dengan pembobotan terhadap lima parameter, yaitu: 1). Simulasi kenaikan muka air laut, 2). Peta arah angin dominan, 3). Litologi geologi, 4). Jarak bibir pantai ke tepi jalan, 5). Beda tinggi tepi pantai ke tepi jalan. Pembobotan terhadap lima parameter tersebut dilakukan dengan cara Focus Group Discussion (FGD) oleh para ahli dibidang rob, sehingga menghasilkan persamaan Nilai Kerentanan Rob (NKR). Persamaan NKR digunakan untuk menghitung tingkat kerentanan jalan dan hasil perhitungan menunjukkan bahwa dari 80 ruas jalan yang ada di Provinsi Jawa Tengah, terdapat 10 ruas jalan nasional (12,5%) yang mempunyai kerentanan terhadap rob. Jika dilihat dari total panjang, ruas jalan nasional yang rentan terhadap rob sepanjang 37 km (8,8%) dari total sekitar 421 km ruas jalan nasional di Pantura Provinsi Jawa Tengah.

Kata kunci: jalan nasional, rob, Pantura, Jawa Tengah, perubahan iklim

ABSTRACT

Pantura national roads in some point are very close to North Sea of Central Java Province and caused the roads to have a high risk to be damage by rob. On the other hand, climate change involved increased sea level and that impact added to the extents of the flood rob. The Vulnerability of the road by rob be assessed with five-parameter, that is: 1). Simulation of the sea-level rise, 2) Map of the dominant wind direction, 3). Lithological geology, 4). Distance of the beach to the road side, 5). High difference of the beach to the road side. Weighting from that five-parameters conducted by the Focus Group Discussion (FGD) by experts in the field of rob resulted equation of Rob's Vulnerability Value (NKR). The NKR equation used to calculate the level of vulnerability of the road, and the calculation results showed that from 80 roads in the Central Java Province, there are 10 national roads (12,5%) that have a susceptibility to rob. As a result, approximately 37 km (8,8%) out of 421 km of Pantura national road is prone to be influenced by rob.

Keywords: national road, rob, Pantura, Central Java, climate change

PENDAHULUAN

Jalan nasional di utara Pulau Jawa identik dengan nama Jalur Pantura karena di beberapa titik sangat dekat dengan garis pantai utara. Jalur Pantura di Pulau Jawa merupakan jalan strategis yang sangat penting bagi perekonomian di Indonesia, karena jalan tersebut menjadi penghubung Pulau Sumatera – Pulau Jawa – Pulau Bali. Angkutan peti kemas antar moda, untuk koridor Jawa – Sumatera sebanyak 80-90% menggunakan moda angkutan jalan (Izi 2009). Hal tersebut sangat wajar karena menurut *data base* Sistem Informasi Jalan dan Jembatan, volume kendaraan bermotor yang melewati jalur Pantura rata-rata 12.772 kendaraan/hari (Idris dkk 2009).

Jalur Pantura terbentang di Pulau Jawa melintasi lima provinsi, salah satunya adalah Provinsi Jawa Tengah (Jateng), namun pada kenyataannya daerah yang dilintasi jalur Pantura di Jateng mempunyai masalah yang sangat serius yaitu rob. Menurut Waskito (2008) rob adalah genangan air pada bagian daratan pantai yang terjadi pada saat air laut pasang. Rob menggenangi bagian daratan pantai atau tempat yang lebih rendah dari muka air laut pasang tinggi. Dimulai dari perbatasan Jawa Barat – Jateng, Mariany dkk (2010) menyimpulkan bahwa muka air laut di Cirebon diprediksi meningkat setinggi 0,38 cm/tahun, dan diprediksi 20 tahun yang akan datang, 31,9 hektar daratan di Cirebon akan tergenang air laut. Lebih lanjut menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jateng (Indonesia 2009) muka air laut kawasan Pantura di daerah Batang, Pekalongan sampai Tegal, diprediksi naik 8 mm/tahun, artinya dalam 100 tahun ke depan, kenaikan air laut di Pantura diprediksi mencapai 1 meter. Dalam hitungan matematis, 100 tahun lagi sebagian wilayah Kota Pekalongan akan ditenggelamkan rob. Sedangkan seperti diungkap oleh Direktorat Geologi dan Lingkungan (1999) dalam Waskito (2008) bahwa terjadi penurunan muka tanah pada wilayah pantai Kota Semarang berkisar 2 - 25 cm/tahun. Karena terjadi penurunan tanah maka muka air laut menjadi lebih tinggi dari

daratan, sehingga resiko terjadinya rob menjadi lebih tinggi.

Selanjutnya, jalan Pantura di beberapa titik sangat dekat dengan garis pantai, oleh karena itu jalan nasional di Pantura mempunyai resiko yang tinggi untuk terendam oleh rob yang kandungan keasamannya tinggi. Prabowo (2003) melakukan pengujian terhadap campuran Lataston (*HRS-WC*) yang direndam dengan air rob dengan beberapa tingkat keasaman yang cukup tinggi, disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat keasaman air yang merendam, semakin merusak *HRS-WC*, serta semakin lama terendam *HRS-WC* semakin cepat rusak. Padahal diketahui rob disebabkan oleh siklus pasang surut air laut maka frekuensi jalan yang tergenang rob akan sering terjadi, sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi umur rencana dan performa jalan, yang berimbas pada kerugian investasi jalan.

Berdasarkan SK Menteri PU No. 631/KPTS/M/2009 (Indonesia 2009) di daerah Pantura Jateng terdapat 80 ruas jalan nasional yang dimulai dari ruas Losari (Batas Provinsi Jawa Barat) - Pejagan sampai di timur yaitu ruas Batas Kota Rembang – Bulu (Batas Provinsi Jawa Timur) dengan total panjang 420,9 km. Diharapkan dengan kajian tingkat kerentanan jalan nasional Pantura di Provinsi Jateng akibat rob ini didapatkan hasil bermanfaat untuk rencana langkah preventif pemeliharaan, perbaikan dan pengelolaan jalan.

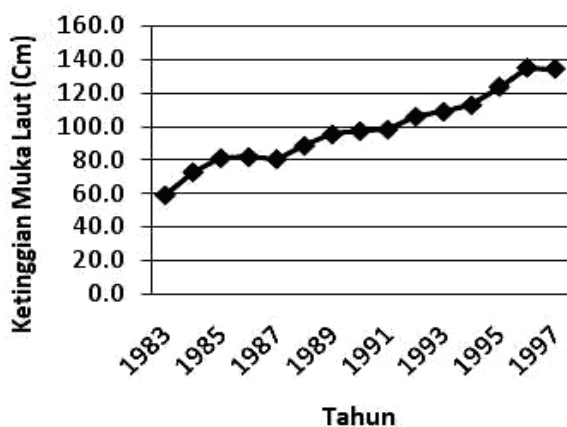
KAJIAN PUSTAKA

Perubahan iklim

Dalam laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* Aldrian, E (2007) menyebutkan temperatur rata – rata global naik sebesar 0,74°C selama abad ke 20, dimana pemanasan lebih dirasakan pada daerah daratan daripada lautan. Kenaikan temperatur telah mempercepat siklus hidrologi. Atmosfir yang lebih hangat akan menyimpan lebih banyak uap air, sehingga menjadi kurang stabil dan menghasilkan lebih banyak presipitasi, terutama dalam bentuk hujan lebat. Panas yang lebih besar juga mempercepat proses evaporasi.

Dampak dari perubahan – perubahan tersebut dalam siklus air adalah menurunnya kuantitas dan kualitas air bersih di dunia. Sementara itu, pola angin dan jejak badai juga akan berubah. Intensitas Siklon Tropis akan semakin meningkat (namun tidak berpengaruh terhadap frekuensi Siklon Tropis), dengan kecepatan angin maksimum yang bertambah dan hujan yang semakin lebat.

Fenomena peningkatan muka air laut sejalan dengan teori perubahan iklim. Masih dalam laporan IPCC (Aldrian 2007) disampaikan bahwa pada abad ke 19 – 20 terjadi kenaikan muka air laut setinggi 17 cm. Hal lain adalah pegunungan gletser dan tutupan salju rata-rata berkurang pada kedua belahan bumi dan memiliki kontribusi terhadap kenaikan muka air laut sebesar 0,077 cm per tahun sejak 1993 – 2003. Dalam skala lokal, salah satu contoh fenomena yang sama terjadi di daerah perairan Semarang seperti yang dilaporkan oleh Wirasatriya dkk (2006) bahwa peningkatan rata – rata muka air laut di daerah Semarang dari tahun 1983 – 1997 adalah 5,43 cm. Pada Gambar 1 ditampilkan ketinggian muka air laut di perairan Semarang.



Gambar 1. Grafik kenaikan muka air laut perairan Semarang 1983 – 1997

Evaluasi tingkat kerentanan infrastruktur jalan yang disebabkan oleh perubahan iklim khususnya rob, dilakukan dengan cara pendekatan dari parameter – parameter yang dikembangkan dari sifat terjadinya rob, serta tambahan parameter akibat dari terjadinya rob

yaitu parameter tata guna lahan. Parameter – parameter yang dikaji ditetapkan hanya pada parameter – parameter tersebut untuk dilakukan pembobotan yang akan dijadikan persamaan dalam penentuan tingkat kerentanan jalan.

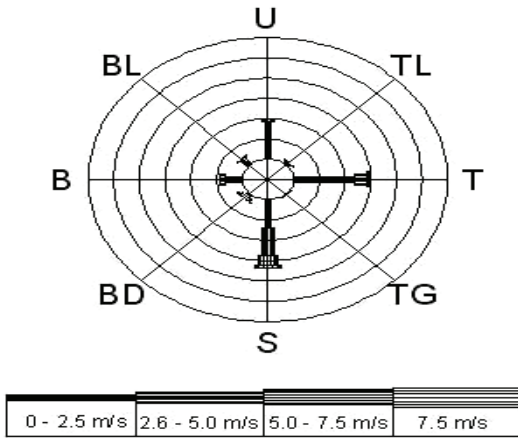
Parameter kerentanan rob

Parameter pertama adalah kenaikan muka air laut, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa dampak dari pemanasan global akibat perubahan iklim memberikan kontribusi peningkatan muka air laut, sehingga pendekatan yang dilakukan untuk parameter ini adalah potensi kejadian debit yang berasal dari alam sesuai data iklim. Gregory *et al* (2001) menyampaikan bahwa peningkatan muka air laut disebabkan karena ekspansi termal yang terus menerus. Hasil perhitungan dari perbandingan 10 pemodelan *Atmosphere Ocean General Circulation Models (AOGCMs)* dihasilkan bahwa pada tahun 1990 – 2090 terjadi peningkatan muka air laut antara 20 – 37 cm. Kemudian angka ini diambil sebagai asumsi kenaikan muka air laut setinggi 20 cm/tahun untuk dijadikan landasan penentuan parameter simulasi kenaikan muka air laut.

Parameter kedua adalah parameter tata guna lahan di sekitar jalan nasional di sepanjang Pantura Jateng, hal ini disebabkan karena dampak jika terjadi rob di daerah permukiman atau di daerah perdagangan maka akan menimbulkan kerugian ekonomi maupun kesehatan bagi penduduk sekitar, namun jika rob terjadi di daerah persawahan atau jauh dari permukiman warga maka kerugian akibat rob lebih kecil.

Parameter ketiga adalah faktor arah angin dominan, hal ini didasarkan karena rob terjadi tidak seperti pada kejadian banjir yang dari daratan mengalir menuju laut, untuk rob arah terjadinya dari laut menuju ke darat, yang berarti untuk jalan Pantura di Pulau Jawa adalah arah dari Utara menuju ke Selatan. Serta dipertimbangkan angin dari arah Barat Daya – Tenggara, juga arah Barat Laut – Timur Laut. Digunakan diagram angin (*windrose*) yang berasal dari BMKG.

Windrose Balongan
Tahun 2006



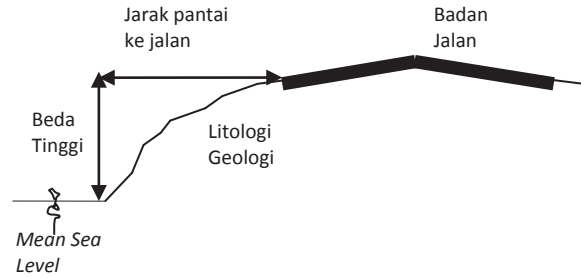
Gambar 2. Contoh diagram *windrose*

Dari Gambar 2 dapat kita lihat dominasi angin pada periode tahun 2006 yaitu mengarah ke S elatan dengan kecepatan 5 - 7,5 m/detik.

Parameter keempat adalah faktor litologi geologi, faktor ini berpengaruh terhadap kemampuan infiltrasi tanah dalam penyerapan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler atau grafitasi. Proses terjadinya infiltrasi melibatkan beberapa proses yang saling berhubungan yaitu proses masuknya air hujan melalui pori – pori permukaan tanah, tertampungnya air hujan tersebut kedalam tanah dan proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain yang dipengaruhi oleh tekstur, struktur, kelembaban, organisme, kedalaman dan vegetasi (Asdak 2004).

Parameter kelima adalah jarak bibir pantai ke badan jalan, terdapat beberapa titik jalan nasional di Pantura Provinsi Jateng yang lokasinya berdekatan dengan muara sungai dan pantai, sehingga resiko terendam rob sangat tinggi. Beberapa faktor penentu kerentanan jalan terhadap rob adalah: 1) Topografi rentang antara tepi pantai, atau badan sungai terhadap badan jalan, 2) Desain elevasi badan jalan, 3) Ada atau tidak adanya tanggul pengaman jalan serta ketinggian tanggul dibandingkan muka air. Pada Gambar 3 ditampilkan contoh potongan melintang kondisi jalan dekat pantai untuk mengetahui jarak bibir pantai ke badan

jalan serta beda tinggi tepi pantai dengan tepi jalan.



Gambar 3. Contoh potongan melintang kondisi jalan dekat pantai

Parameter keenam adalah beda tinggi antara muka air laut pasang dengan badan jalan, hal ini diasumsikan saat banjir terjadi bersamaan dengan waktu terjadinya pasang (pasang air laut terjadi jam 12.00 - 18.00), sehingga ketinggian rob akan mencapai maksimum, dan hal ini dibandingkan dengan ketinggian badan jalan yang beresiko untuk terendam. Sehingga dapat diasumsikan semakin tinggi beda elevasi antara permukaan laut dengan permukaan jalan, maka semakin kecil kemungkinan kerentanan rob terhadap jalan.

Teori Utilitas

Proses penentuan bobot dilakukan secara kualitatif, hal ini dilakukan karena keterbatasan dalam memperoleh data empiris kuantitatif, maka proses pembobotan dilakukan dengan pendekatan Teori Utilitas. Menurut Hasibuan (2008) penilaian suatu kejadian yang tak pasti akan sangat rumit, sehingga untuk menghitung ekuivalen tetapnya tidak bisa dilakukan secara langsung, perlu dilakukan penjajagan parameter-parameter dalam pengambilan keputusan untuk menghadapi resiko yang akan dihadapi. Dengan memperkenalkan utilitas yaitu suatu indeks yang merepresentasikan keberartian suatu atribut atau parameter. Dalam pendekatan ini beberapa parameter dapat disusun menjadi suatu rangkaian penilaian atribut tunggal, yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai suatu fungsi aditif seperti pada persamaan (1).

$$U = \lambda_1.X_1 + \lambda_2.X_2 + \dots + \lambda_n.X_n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

U = nilai/ukuran atribut yang dimiliki suatu alternatif

$\lambda_{1,2,\dots,n}$ = ukuran kepentingan relatif diantara atribut

$X_{1,2,\dots,n}$ = fungsi utilitas/parameter

Penentuan bobot kepentingan (λ)

Penentuan bobot kepentingan (λ) dilakukan dengan cara mengundang para pakar yang berpengalaman di bidang yang terkait dengan parameter yang akan dikaji, dan penilaian bobot berdasarkan dari hasil *Focus Group Discussion (FGD)* yang dilakukan bersama konsultan di Pusjatan Bandung pada tanggal 15 Desember 2011.

Pembobotan dimulai dengan cara pengelompokan parameter menjadi tiga. Parameter pertama berkaitan dengan akibat terjadinya perubahan iklim, yaitu simulasi kenaikan muka air laut akibat pemanasan global (diberi notasi A) dan parameter tata guna lahan yang mungkin dirugikan akibat terjadinya rob (diberi notasi B). Parameter yang kedua berkaitan dengan ketahanan alam terhadap sampainya rob ke badan jalan, yaitu arah angin (notasi C) dan kondisi geologi (notasi D). Parameter ketiga berkaitan dengan hasil pengukuran survei primer yang bersifat *real*, yaitu jarak tepi laut dengan badan jalan (notasi E) dan beda tinggi muka air laut dengan badan jalan (notasi F). Ketiga kelompok tersebut dianggap setara dan di justifikasi masing – masing mempunyai peluang 1/3. Sehingga acuan nilai bobot adalah:

$$\sum_i^n = 1$$

$$\text{Kelompok 1} = P_A + P_B = 1/3$$

$$\text{Kelompok 2} = P_C + P_D = 1/3$$

$$\text{Kelompok 3} = P_E + P_F = 1/3$$

Pada kelompok 1 variabel simulasi kenaikan muka air laut didasarkan pada *Atmosphere Ocean General Circulation Models (AOGCMs)* yang merupakan persamaan –

persamaan yang sudah divalidasi, dibandingkan dan diobservasi oleh ilmuwan – ilmuwan dunia (Gregory *et al* 2001), sehingga pada kelompok 1 nilai pada parameter A ditetapkan mempunyai nilai yang lebih tinggi dari pada parameter tata guna lahan (Parameter B), sehingga didapat:

$$P_A = 2/3 * 1/3 = 0,22$$

$$P_B = 1/3 * 1/3 = 0,11$$

Pada kelompok 2 variabel arah angin dan kondisi geologi memiliki pengaruh yang bersamaan dengan bobot setara, sehingga masing-masing bernilai 0,5. Maka didapat:

$$P_C = P_D = 0,5 (1/3) = 0,17$$

Sedangkan kelompok 3, jarak tepi laut ke badan jalan dianggap mempunyai nilai 1/3, sedangkan beda tinggi mempunyai nilai 2/3, sehingga didapat:

$$b_D = 1/3 * 1/3 = 0.11$$

$$b_D + b_E = 2/3 * 1/3 = 0.22$$

Berdasarkan hasil *Focus Grup Discussion (FGD)*, nilai kerentanan terhadap rob dengan penurunan pembobotan berdasarkan pengelompokan di atas adalah:

$$NKR = 0,22A + 0,11B + 0,17C + 0,17D + 0,11E + 0,22F \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

NKR = Nilai Kerentanan Rob

A = periode waktu simulasi kenaikan muka air laut

B = tata guna lahan di sekitar ruas jalan

C = peta arah angin dominan

D = bobot litologi geologi

E = jarak bibir pantai dengan tepi jalan

F = beda tinggi elevasi air laut pasang dengan badan jalan

Penentuan bobot fungsi utilitas (X)

Sedangkan untuk menghitung bobot fungsi utilitas/parameter (X) berdasarkan hasil *FGD* didapatkan pembobotan untuk setiap parameter kerentanan rob. Pada Tabel 1

disajikan pembobotan waktu simulasi kenaikan muka air laut (Parameter A).

Tabel 1. Pembobotan kenaikan muka air laut

Periode (Tahun)	Skor Kenaikan (cm)	Bobot
10	2	20
30	4	40
50	6	60

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 1 dapat diketahui pembobotan berdasarkan simulasi kenaikan muka air laut 2 cm/tahun. Sehingga semakin lama periode waktu simulasi maka makin tinggi pembobotan yang diberikan.

Selanjutnya untuk parameter tata guna lahan (Parameter B), pada Tabel 2 ditampilkan pembobotan tata guna lahan.

Tabel 2. Pembobotan tata guna lahan

Tata Guna lahan	Bobot
Permukiman, perdagangan, Pemerintahan	60
Permukiman, sawah, perdagangan, hutan, kebun	40
Sawah, kebun, hutan	20

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa jalan nasional yang di sekitarnya terdiri dari tata guna lahan permukiman, perdagangan, pusat pemerintahan mempunyai nilai bobot yang lebih tinggi dibandingkan jalan nasional yang di sekitarnya terdiri dari sawah, kebun atau hutan yang mempunyai bobot rendah.

Parameter pengaruh kecepatan angin dominan (C) diasumsikan bahwa semakin cepat hembusan angin dari laut ke darat, maka akan menyebabkan air laut lebih cepat menyebar ke daratan. Pada Tabel 3 ditampilkan pembobotan arah angin dominan yang didasarkan pada skala *Beaufort* dan kecepatan angin.

Tabel 3. Pembobotan arah angin dominan

Kecepatan angin (km/jam)	Bobot
0-20	20
21-40	40
41-60	60
61-80	80
>80	100

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 3 dapat diketahui nilai kecepatan dan arah angin yang diambil dari peta arah angin dominan. Pembobotan dilakukan dengan memberikan bobot terendah kepada kecepatan angin terendah dan seterusnya.

Pembobotan pada litologi geologi (Parameter D) didasarkan pada jenis tanah yang biasanya berada di sekitar pantai. Pada Tabel 4 disajikan pembobotan litologi geologi.

Tabel 4. Pembobotan litologi geologi

Simbol	Jenis tanah	Bobot
Qav	Batu pasir tufan, konglomerat /kipas alluvium	40
Qbr	Endapan pematang pantai	40
Qa	Lempung pasir, kerikil, kerakal dan bongkahan	20
Tmb	Perselingan batu pasir, batu lempung, dengan sisipan batu gamping	20
Tpg	Tuf batu apung, batu pasir tufan, breksi, andesit, konglomerat, sisipan lempung tufan	20
Tpss	Perselingan konglomerat, batu pasir, batu lanau, batu lempung dengan sisa tanaman, konglomerat batu apung dan tuf batu apung	40
Qtvb	Tuf, batu apung, breksi dan batu pasir tufan	40
Qv	Breksi, lahar, lava bantal, tuf breksi berselingan dengan tuf pasir atau tuf halus	20
Qvas	Andesit kelabu kehitaman padat, porfiritik dengan piroksen, hornblenda dan plagioklas sebagai fenokris dan bermassa dasar felsfar	20

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 4 dapat diketahui faktor penyusun tanah yang terdiri dari banyak variabel, jenis litologi tersebut didasarkan pada jenis yang umum ditemukan di daerah pinggir pantai. Dengan asumsi bahwa litologi geologi tidak terlalu berpengaruh terhadap kerentanan jalan, maka pembobotan dilakukan dengan nilai 20 – 40 poin.

Pada parameter jarak pantai dengan tepi jalan (E), pada Tabel 5 ditampilkan pembobotan di jarak bibir pantai dengan tepi jalan.

Tabel 5. Pembobotan jarak bibir pantai dengan tepi jalan

Jarak pantai – jalan (m)	Bobot
< 500 m	80
501 – 1000	60
1001 – 3000	40
> 3000	20

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak tepi pantai dengan tepi jalan, maka semakin kecil kerentanan rob terhadap jalan, sehingga diberikan nilai bobot terkecil.

Terakhir untuk parameter beda tinggi pantai dengan jalan (F), pada Tabel 6 disajikan pembobotan beda tinggi permukaan laut dengan jalan.

Tabel 6. Pembobotan beda tinggi pantai – jalan

Beda tinggi pantai – jalan (m)	Bobot
< 1	80
1,1 – 3	60
3,1 – 6	40
> 6	20

(Sumber: Pusjatan 2011)

Dari Tabel 6 diketahui bahwa semakin tinggi beda elevasi antara tepi muka air laut dengan tepi jalan, maka semakin kecil kemungkinan kerentanan rob terhadap jalan. Maka beda elevasi yang tinggi diberikan bobot yang kecil.

HIPOTESIS

Dugaan awal adalah perubahan iklim berpengaruh pada kenaikan muka air laut ditambah saat terjadi pasang air laut mengakibatkan ketinggian rob menjadi maksimal, sehingga menambah cakupan luas

wilayah yang terendam rob, hal ini mengakibatkan kerentanan infrastruktur jalan khususnya jalan nasional yang berada di sepanjang Pantura Provinsi Jateng.

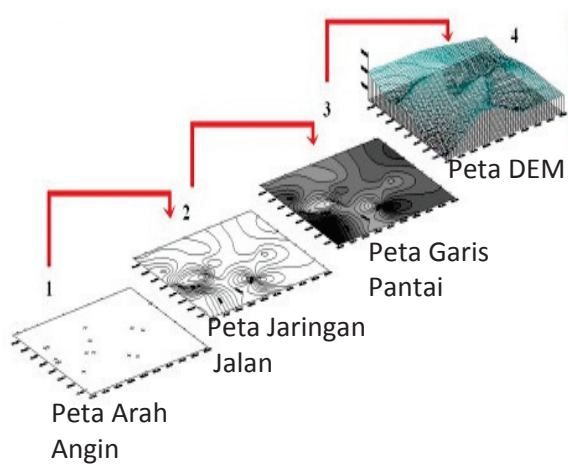
METODOLOGI

Untuk mendukung kajian ini, diperlukan data sekunder yang terdiri dari:

Tabel 7. Daftar kebutuhan data sekunder

No	Instansi	Jenis Data
1.	Ditjen Marga Bina	Daftar ruas jalan nasional di sepanjang Pantura di Provinsi Jateng
2.	BMKG	Data iklim, Data angin
3.	METI NASA Jepang,	Peta elevasi bumi (<i>Aster Global Digital Elevation Model</i>)
4.	Kementerian Kelautan	Laporan rob, perubahan garis pantai, abrasi, erosi dan pasang surut,
5.	Bakosurtanal	Peta Rupa Bumi

Langkah pertama yang dilakukan adalah pengolahan data *Geographic Information System (GIS)* hal ini untuk mendapatkan beda tinggi antara tepi pantai dengan tepi jalan dan mendapatkan jarak tepi pantai menuju tepi jalan, pengolahan ini menggunakan *software ArcView 3.3* dan *Galobal Mapper 11*, hal ini dilakukan dengan cara tumpang susun beberapa peta dengan skala yang telah disamakan, peta-peta tersebut yaitu peta dasar rupa bumi, di-*overlay* dengan peta jaringan jalan nasional, peta *Digital Elevation Model (DEM)*, peta garis pantai, dan peta lain yang dibutuhkan. Dalam pengolahan data *GIS* ini perlu dilakukan validasi data dengan cara interpolasi spasial hal ini dilakukan untuk mengestimasi nilai variabel z. Pada Gambar 4 ditampilkan proses *Overlay* beberapa peta.



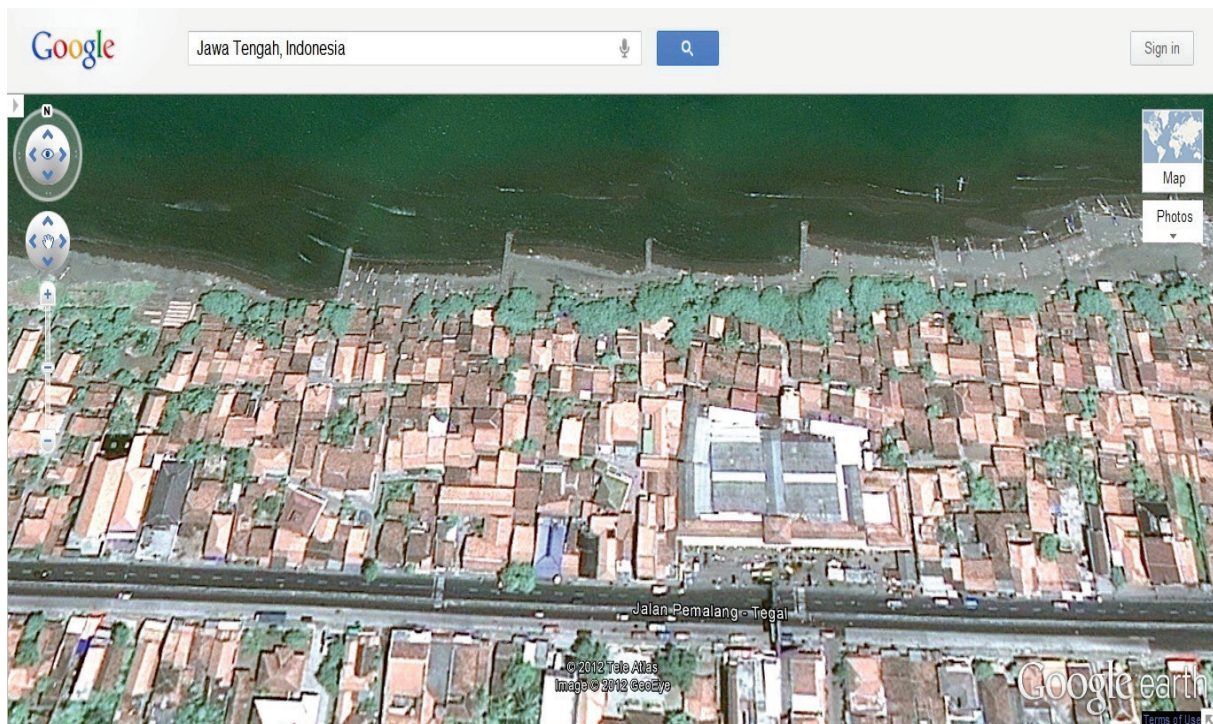
Gambar 4. Contoh proses pembuatan DEM

Langkah kedua adalah menganalisis peta DEM, hal ini untuk mengidentifikasi ruas-ruas jalan yang diasumsikan beresiko untuk

terendam air akibat rob. Juga untuk mengetahui jarak antara tepi pantai dengan tepi jalan (E), dan beda tinggi tepi jalan dengan tepi jalan (F).

Langkah ketiga adalah indentifikasi lapangan (survei primer) dari lokasi hasil analisis langkah kedua. Lokasi rawan tersebut, 1) diukur elevasi permukaan tanahnya terhadap muka air laut, 2) diukur jarak antara tepi jalan dengan tepi pantai, 3) pengumpulan informasi tinggi rob yang pernah terjadi dengan wawancara penduduk lokal.

Langkah keempat adalah pencatatan koordinat patok kilometer dan inventarisasi nama ruas jalan yang terindikasi beresiko tergenang rob. Pada Gambar 5 ditampilkan contoh citra *google* jalan yang beresiko rentan rob karena jarak dan beda tinggi yang dekat dengan pantai.



Gambar 5. Contoh citra *google* jalan dekat dengan pantai

Langkah kelima adalah melakukan menghitung nilai kerentanan tiap ruas jalan nasional yang ada di sepanjang Pantura berdasarkan parameter dari persamaan NKR (2), sehingga diketahui tingkat kerentanan jalan terhadap rob per ruas jalan.

HASIL DAN ANALISIS

Tingkat kerentanan

Tingkat kerentanan ditentukan berdasarkan hasil perhitungan dan diuji dilapangan, kerentanan yang terbukti terjadi dilapangan dan yang paling tinggi dinyatakan sebagai kerentanan tinggi dan yang paling rendah disebut kerentanan rendah, kemudian dijadikan referensi untuk penentuan tingkat kerentanan dilokasi lainnya. Pada Tabel 8. ditampilkan interval skala nilai kerentanan rob.

Tabel 8. Skala nilai kerentanan Rob

Interval Nilai Kerentanan	Tingkat Kerentanan Rob
≥ 40	Tinggi
31-39	Sedang
≤ 30	Rendah

(Sumber: Hasil pengukuran lapangan)

Dari hasil survei primer (langkah ketiga) diketahui bahwa nilai kerentanan yang tertinggi adalah di daerah Batas Kota Tegal-Kota Pemalang terutama di kecamatan Suradadi dengan nilai 43, dan yang terendah salah satunya di jalan lingkaran Kudus dengan nilai 23.

Jalan rentan rob

Tiap ruas jalan disepanjang Pantura yang masuk dalam Provinsi Jateng berdasarkan SK Menteri PU No. 631/KPTS/M/2009 di hitung dengan menggunakan persamaan NKR. Sehingga didapatkan hasil (Lampiran 1). Sedangkan untuk jalan yang mempunyai resiko terkena rob ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Ruas jalan yang beresiko rentan Rob

Kota / Kabupaten	Ruas Jalan	Panjang (km)	Tingkat Kerentanan		
			Tahun 2011	Simulasi Tahun 2021	Simulasi Tahun 2031
Tegal	Jln. Mayjend. Sutoyo	0,511	Sedang	Sedang	Tinggi
	Jln. Kol. Sugiono	1,204	Sedang	Sedang	Tinggi
	Bts. Kota Tegal (pk1.barat) - bts. kota pemalang	23,143	Tinggi	Tinggi	Tinggi
	Jln. Gajah Mada	1,131	Sedang	Sedang	Tinggi
	Jln. MT. Haryono	0,479	Tinggi	Tinggi	Tinggi
	Jln. Yos sudarso	0,800	Sedang	Tinggi	Tinggi
	Jln. Mertoloyo	1,188	Sedang	Tinggi	Tinggi
Semarang	Jln. Usman janatin	1,200	Tinggi	Tinggi	Tinggi
	Jln. Kaligawe	5,795	Sedang	Tinggi	Tinggi
Rembang	Jln. Sudirman	1,910	Tinggi	Tinggi	Tinggi

(Sumber: Hasil perhitungan dengan persamaan NKR)

Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa terdapat 3 kota/kabupaten di sepanjang Pantura di Provinsi Jateng yang dilewati ruas jalan yang mempunyai kerentanan terhadap rob.

PEMBAHASAN

Dari 80 ruas jalan yang ada di Provinsi Jateng, terdapat 10 ruas jalan nasional yang mempunyai kerentanan sedang dan tinggi terhadap rob. Jika dilihat dari total panjang, ruas jalan nasional yang rentan terhadap rob sepanjang 37,361 km (8,88%) dari total panjang ruas jalan nasional di Pantura Provinsi Jateng.

Berdasarkan Tabel 10 ruas jalan yang beresiko rentan rob diketahui bahwa pada semua ruas jalan pada tahun 2011 mempunyai resiko kerentanan sedang, pada tahun 2031 naik menjadi tinggi. Hal ini disebabkan karena perhitungan menggunakan persamaan NKR, Nilai untuk parameter A mempunyai nilai yang tinggi sehingga sangat berpengaruh pada total nilai NKR.

Faktor lain adalah pengaruh parameter F, hal ini dikarenakan penghitungan tinggi jalan didasarkan pada pengambilan tinggi di satu titik dari panjang ruas jalan yang mungkin di sepanjang ruas jalan mempunyai ketinggian yang tidak rata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari uraian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. Terdapat 10 ruas jalan (37,36 km) di sepanjang Pantura Provinsi Jateng yang rentan terhadap rob.
2. Prediksi rob pada tahun 2031, terdapat beberapa ruas jalan yang mempunyai kerentanan tinggi, yaitu di Kota Tegal dan Semarang, serta Kabupaten Rembang.

Saran

1. Perhitungan kerentanan rob masih perlu dikembangkan dengan menambah parameter gelombang badai dan kecepatan penurunan tanah.

2. Untuk mengatasi akibat rob perlu peninggian badan jalan, relokasi ruas jalan, dan pembuatan tanggul penahan air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University press
- Aldrian, Edvin. 2007. *Pertanyaan yang sering diajukan mengenai perubahan iklim disarikan dari IPCC Report 2007*. Jakarta: BMKG.
- Gregory, J.M *et.al.* 2001. *Comparison of results from several AOCGMs for global and regional sea-level change 1900-2100*. New York: Springer-Verlag
- Indonesia. Kementerian Dalam Negeri. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Jateng. 2009. "Rob di Pantura Mencemaskan". http://bpbdateng.info/index.php?option=com_content&view=article&id=245:rob-di-pantura-mencemaskan&catid=42:banjir-dan-longsor&Itemid=57 .
- Hasibuan, Fuziah. 2008. *Pendekatan Teori Utilitas Atribut Ganda untuk Ranking dan Seleksi*. Tesis. Universitas Sumatera Utara
- Idris, Muhammad, Sri Amelia, Untung Cahyadi. 2009. "Karakteristik Beban Kendaraan Pada Ruas Jalan Nasional Pantura Jawa dan Jalantim Sumatera". *Kolokium Puslitbang Jalan dan Jembatan*. Bandung: Pusjatan.
- Izi, Muhamad. 2009. "Kajian Pungutan Liar Angkutan Barang Jalan Lintas Semarang – Palembang". *Warta Penelitian Perhubungan* 21(2):236-252
- Indonesia. Kementerian Pekerjaan Umum. 2009. *Surat Keputusan Menteri No. 631/KPTS/M/2009 tentang Ruas Jalan Nasional*. Jakarta: Kementerian PU.
- _____. Kementerian Perhubungan. Dirjen Perhubungan Darat. Puslitbang MTM. 2007. *Studi Angkutan Petikemas Antar Moda Koridor Jawa – Sumatera*. Jakarta: Puslitbang MTM.
- Mariany, Fina, Jonson Lumban Gaol dan Risti Endriyani Arhatin. 2010. Assesment of Inundation Coastal Areas of Cirebon Due to Sea Level Rise. *Proceedings Workshop*

- in in-situ/satellite sealevel measurement*;
Bogor: IPB.
- Prabowo, Agung Hari. 2003. "Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Terhadap Kinerja Lataston (Hrs-Wc) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi". *Jurnal Pilar* 12: 89-98. http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/183087792_0853-4462.pdf
- Waskito. 2008. "Pengaruh Rob Terhadap Pemukiman Kawasan Pantai Kota Semarang Sebagai Efek Pengguna Lahan". *Majalah Ilmiah Pawiyatan* XVII(3). http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/183087792_0853-4462.pdf.
- Wirasatriya, Anindya, Agus Hartoko, Suripin. 2006. "Kajian Kenaikan Muka Laut sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang". *Jurnal Pasir Laut* 1(2).

LAMPIRAN 1

No	Nomor Ruas		Nama Ruas	Panjang Ruas	NKR 2011	NKR 2021	NKR 2031
	Lama	Baru					
1	001	001	LOSARI (BTS. PROV. JABAR) - PEJAGAN	9.419	30	34	39
2	002	002	PEJAGAN - BTS. KOTA BREBES	14.463	30	34	39
3	002 13	K 002 11	JLN. PEMUDA (BREBES)	2.695	30	34	39
4	002 12	K 002 12	JLN. DIPONEGORO (BREBES)	0.312	30	34	39
5	002 11	K 002 13	JLN. A. YANI (BREBES)	1.544	26	30	34
6	003	003	BTS. KOTA BREBES - BTS. KOTA TEGAL	6.053	28	32	37
7		003 11	JLN. SUDIRMAN (BREBES)	1.710	28	32	37
8	003 14	K 003 12	JLN. GAJAH MADA (BREBES)	2.537	28	32	37
9	003 13	K 003 13	JLN. BASUKI RAHMAT (TEGAL)	4.849	30	34	39
10	003 12	K 003 14	JLN. MAYJEND. SUTOYO (TEGAL)	0.511	34	39	43
11	003 11	K 003 15	JLN. KOL. SUGHONO (TEGAL)	1.204	34	39	43
12	004 2	004	BTS. KOTA TEGAL (PKL.BARAT) - BTS. KOTA PEMALANG	23.143	43	48	52
13	004 21	K 004 11	JLN. GAJAH MADA (TEGAL)	1.131	34	39	43
14	004 22	K 004 12	JLN. MT. HARYONO (TEGAL)	0.479	41	45	50
15	004 23	K 004 13	JLN. YOS SUDARSO (TEGAL)	0.800	37	41	45
16	004 24	K 004 14	JLN. MERTOLOYO (TEGAL)	1.188	37	41	45
17	004 12	K 005 11	JLN. BRIGJEN KATAMSO (PEMALANG)	2.483	30	34	39
18	004 11	K 005 12	JLN. MOH YAMIN (PEMALANG)	1.575	30	34	39
19	005	006	BTS. KOTA PEMALANG - BTS. KOTA PEKALONGAN	24.886	26	30	34
20	005 1A	K 006 11	JLN. MT. HARYONO (PEMALANG)	2.724	26	30	34
21	005 19	K 006 12	JLN. LETJEND. SUPRPTO (PEMALANG)	2.661	26	30	34
22	005 17	K 006 13	JLN. RAYA TIRTO (PEKALONGAN)	1.058	28	32	37
23	005 11	K 006 14	JLN. GAJAH MADA (PEKALONGAN)	1.198	28	32	37
24	005 15	K 006 15	JLN. PEMUDA (PEKALONGAN)	0.207	28	32	37
25	005 18	K 006 16	JLN. MERDEKA (PEKALONGAN)	0.422	28	32	37
26	006 12	K 007 11	JLN. DOKTER SETIABUDI (PEKALONGAN)	0.170	28	32	37
27	006 14	K 007 12	JLN. KH. MAS MANSYUR (PEKALONGAN)	1.093	28	32	37
28		007 13	JLN. SLAMET (PEKALONGAN)	0.990	28	32	37

Lanjutan Lampiran 1

No	Nomor Ruas		Nama Ruas	Panjang Ruas	NKR 2011	NKR 2021	NKR 2031
	Lama	Baru					
29	007	14 K	JLN. SRIWIJAYA (PEKALONGAN)	0.720	28	32	37
30	007	15 K	JLN. WILIS (PEKALONGAN)	0.600	28	32	37
31	006 13 K	007 16 K	JLN. JEND. SUDIRMAN (PEKALONGAN)	1.552	28	32	37
32	006 11 K	007 17 K	JLN. DOKTER SUTOMO (PEKALONGAN)	0.450	28	32	37
33	006 15 K	007 18 K	JLN. RAYA BATANG (PEKALONGAN)	1.420	26	30	34
34	006 17 K	007 19 K	JLN. URIP SUMOHARJO (BATANG)	0.700	26	30	34
35	006 16 K	007 1A K	JLN. SUDIRMAN (BATANG)	3.709	26	30	34
36	007 1	008	BTS. KOTA BATANG - BTS. KAB. KENDAL (BATANG-WELERI (SMG BRT))	40.387	26	30	34
37	007 11 K	008 12 K	JLN. SLAMET RIYADI (BATANG)	1.402	26	30	34
38	007 2	009	BTS. KAB. BATANG - WELERI (WELERI+BATANG (PKL. TIMUR))	2.827	26	30	34
39	007 3	010	JLN. TEMBUS PLELEN BARU	1.695	28	32	37
40		011	JLN. RIGIT PLELEN	5.977	23	28	32
41	166	012 11 K	JLN. LINGKAR WELERI	4.600	23	28	32
42	008	013	WELERI - BTS. KOTA KENDAL	16.648	26	30	34
43	008 14 K	013 11 K	JLN. LINGKAR BODRI (KENDAL)	0.801	23	28	32
44	008 11 K	013 12 K	JLN. RAYA BARAT (KENDAL)	1.660	26	30	34
45	008 12 K	013 13 K	JLN. RAYA (KENDAL)	1.435	26	30	34
46		013 14 K	JLN. RAYA TIMUR (KENDAL)	2.230	26	30	34
47	009	014	BTS. KOTA KENDAL - BTS. KOTA SEMARANG	8.738	26	30	34
48		014 11 K	JLN. KETAPANG - KEBONHARJO (KENDAL)	5.400	26	30	34
49	009 15 K	014 12 K	JLN. WALISONGO (SEMARANG)	8.915	28	32	37
50	009 14 K	014 13 K	JLN. SILIWANGI (SEMARANG)	2.565	28	32	37
51	009 13 K	014 14 K	JLN. JENDRAL SUDIRMAN (SEMARANG)	2.100	28	32	37

Lanjutan Lampiran 1

No	Nomor Ruas		Nama Ruas	Panjang Ruas	NKR 2011	NKR 2021	NKR 2031
	Lama	Baru					
52	009 16	K 014 15	JLN. MGR. SUGIOPRANOTO (SEMARANG)	0.930	28	32	37
53	009 17	K 014 16	JLN. TUGU MUDA (SEMARANG)	0.300	28	32	37
54	009 18	K 014 17	JLN. Dr SUTOMO (SEMARANG)	1.460	28	32	37
55	009 19	K 014 18	JLN. S. PARMAN (SEMARANG)	2.170	28	32	37
56	009 1A	K 014 19	JLN. SULTAN AGUNG (SEMARANG)	1.885	28	32	37
57	167	015 11	JLN. LINGKAR KALIWUNGU	7.852	23	28	32
58	081	016	BTS. KOTA SEMARANG - BTS. KOTA DEMAK	15.395	30	34	39
59	081 12	K 016 11	JLN. ARTERI UTARA (MARTADINATA, FLY OVER, YOS SUDARSO (SEMARANG))	10.730	30	34	39
60	081 19	K 016 12	JLN. USMAN JANATIN (SEMARANG)	1.200	41	45	50
61	081 16	K 016 13	JLN. KALIGAWA (SEMARANG)	5.795	39	43	48
62		017 11	JLN. BY PASS DEMAK (LINGKAR DEMAK)	6.871	28	32	37
63	084	018	BTS. KOTA DEMAK - TRENGGULI	5.080	26	30	34
64	086 1	019	TRENGGULI - BTS. SMT	13.310	26	30	34
65	086 2	020	BTS. PTB - JATI	2.750	30	34	39
66	088	021	JATI - KUDUS	0.950	26	30	34
67		022 11	JLN. LINGKAR KUDUS	10.649	23	28	32
68	091 1	023	KUDUS - BTS. KAB. PATI BARAT	10.240	26	30	34
69	091 2	024	BTS. KAB. PATI UTARA - BTS. KOTA PATI	5.300	26	30	34
70	091 21	K 024 11	JLN. SUDIRMAN (PATI)	2.337	26	30	34
71	091 22	K 024 12	JLN. TUNGGUL WULUNG (PATI)	0.524	26	30	34