

BULETIN
BINA MARGA
BERKARYA

Bineka

Cat Termoplastik Dengan Bahan Pengikat Rosin Ester Getah Pinus Untuk Marka Jalan

Oleh : Madi Hermadi, Azis Hardianto Wahyujati, Yohanes Ronny P. A.

Self Healing Asphalt Untuk Pembangunan Infrastruktur Di Masa Depan

Oleh : Syafiyah Veronika



Analisis Hasil Penerapan dan Sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0 (Jaki 2.0) Melalui Perspektif Pengguna (User Perspective)

Oleh: Anang Mulyawan, Kiki Muhamad Iqbal

Dari Jembatan Layang Pasupati hingga Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, tetap Menjadi Kebanggaan Warga Kota Bandung

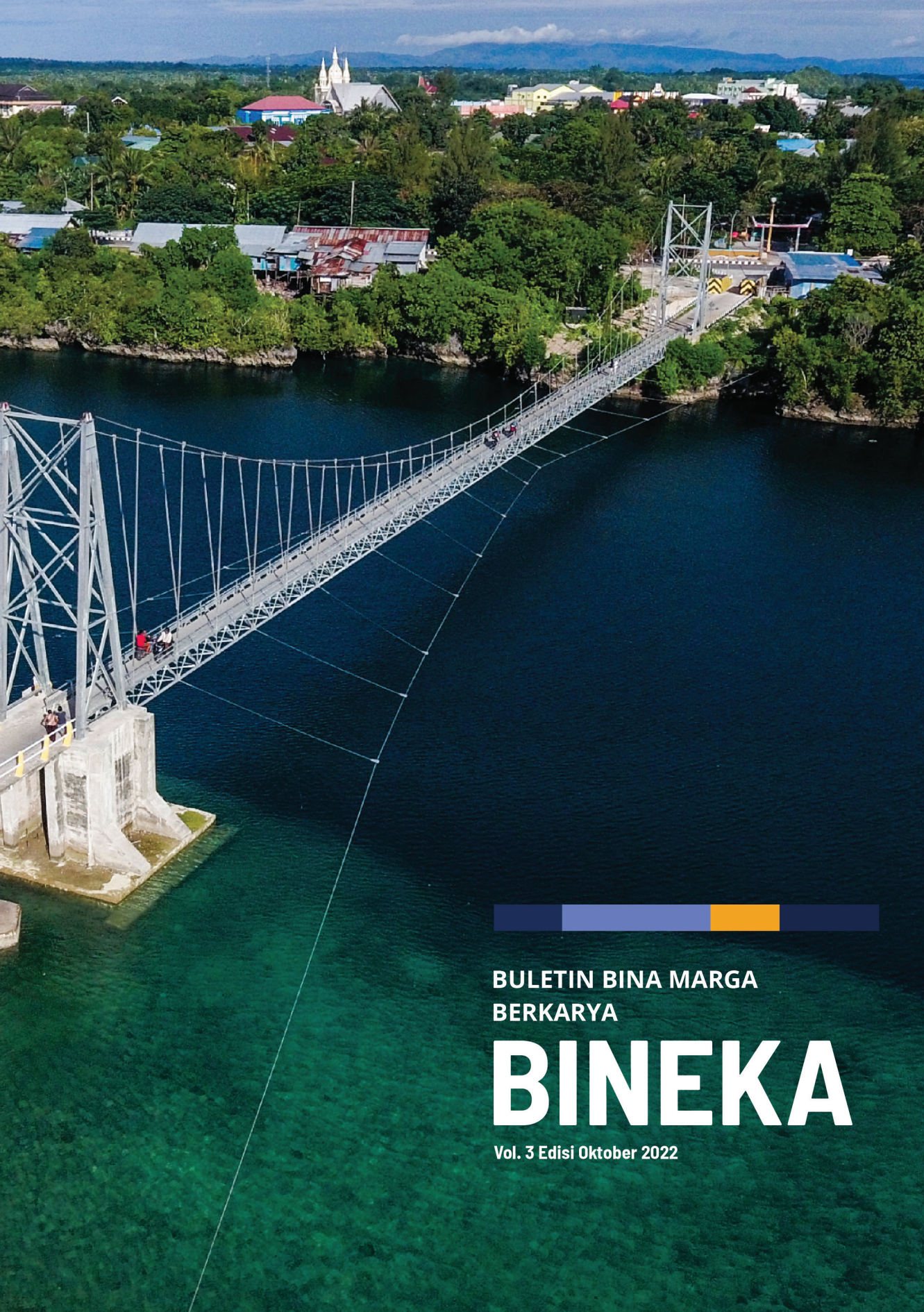
Oleh : Wulan Fitry Hardhiyanti

PINDAI SAYA



9 772746 165008





BULETIN BINA MARGA
BERKARYA

BINEKA

Vol. 3 Edisi Oktober 2022



©Bambang Ismanto

TIM PENYUSUN

Pelindung

Direktur Jenderal Bina Marga

Penanggungjawab

Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan

Editor

Ir. Marsudi, MT

Yohanes Ronny PA, ST., MT

Fahmi Aldiamar, ST., MT

Neni Kusnianti, ST., MT

Yudi Hardiana, ST., MT

Handiyana. ST., MT

Ir. Yuli Khaeriah, ME

Setyo Hardono, ST., MT

Dr.Drs. Madi Hermadi., MM

Penyunting

Ani Mulyani, S.Sos., M.Ak

Risma Hermawati, ST

Fotografer

Herma Nurulaeni, S.Kom

Aditya Abdurachman

Sekretariat

Iwan Pirdaus, SAP

Uman Sumantri, S.Si



Diterbitkan Oleh

Direktorat Bina Teknik
Jalan dan Jembatan

Alamat Redaksi

Jl. A.H Nasution No. 264
Kota Bandung 40294

Email:

perpustakaan.jatan@pu.go.id

DAFTAR ISI

Tajuk Utama

- Analisis Hasil Penerapan dan Sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0 (JAKI 2.0) Melalui Perspektif Pengguna (*User Perspective*) 08

Oleh: Anang Mulyawan, Kiki Muhamad Iqbal

Naskah Pilihan

- Cat Termoplastik Dengan Bahan Pengikat Rosin Ester Getah Pinus Untuk Marka Jalan 19

Oleh: Madi Hermadi, Azis Hardianto Wahyujati, Yohanes Ronny P. A.

- Dari Jembatan Layang Pasupati hingga Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, tetap Menjadi Kebanggaan Warga Kota Bandung 29

Oleh: Wulan Fitry Hardhiyanti

- Self Healing Asphalt* untuk Pembangunan Infrastruktur Di Masa Depan 38

Oleh: Syafiyah Veronika

- Penanganan Jalan Rusak Pasca banjir Kalsel dengan Metode CTB 43

Oleh : Kartika

- Laku Urip Kang Utama* Sejarah Pembebanan Gempa Untuk Jembatan Di Indonesia 50

Oleh : Setyo Hardono dan Friella Aprilliana

Serba-serbi

Binekapedia

- Alat Survey Ketidarbonatean Jalan Tipe Kelas 1 “DIPSTIK Z-250” 64

- Komik Mas Bin dan Mbak Eka 67

Redaksi menerima kiriman artikel/tulisan/opini/foto yang berkaitan dengan bidang jalan dan jembatan dalam lingkup kegiatan Bina Marga. Pengiriman dapat dilakukan melalui email ke

perpustakaan.jatan@pu.go.id disertai dengan data diri berupa biografi singkat dan alamat, nomor telepon yang dapat dihubungi.

Redaksi berhak menyunting dan melakukan perubahan naskah tanpa mengubah isi daripada tulisan

SALAM REDAKSI

Pada terbitan Buletin BINEKA Vol. 3 Edisi Oktober, kami memilih artikel yang berjudul Analisis Hasil Penerapan dan Sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0 (JAKI 2.0) Melalui Perspektif Pengguna (*User Perspective*) sebagai tajuk utama untuk mengetahui kebermanfaatannya aplikasi JAKI bagi masyarakat.

Selain itu rubrik pilihan pada edisi ini terdapat 3 artikel pilihan, artikel ke satu yang membahas mengenai cat termoplastik untuk marka jalan, artikel yang kedua membahas jembatan ikonik yang ada di kota Bandung dan artikel pilihan yang ke tiga membahas mengenai *self healing asphalt*. Serta rubrik BINEKAPEDIA yang menginformasikan alat dipstick.

Kami berharap dengan adanya buletin BINEKA edisi Oktober kali ini dapat memberikan pengetahuan dan informasi sesuai harapan para pembaca. Akan tetapi tentunya buletin edisi kali ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Salam hormat,

Redaksi

TAJUK UTAMA

ANALISIS HASIL PENERAPAN DAN SOSIALISASI APLIKASI JALAN KITA 2.0 (JAKI 2.0) MELALUI PERSPEKTIF PENGGUNA (*USER PERSPECTIVE*)

Oleh: Anang Mulyawan, Kiki Muhamad Iqbal

Mengenal Jalan Kita 2.0

Pengelolaan jaringan jalan di Indonesia meliputi pengelolaan jalan dan jembatan di ruas jalan nasional, propinsi dan kabupaten. Jaringan jalan nasional dengan panjang jalan (\pm) 46.964 km dan panjang jembatan 536.540 km selama ini dikelola oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Kondisi jalan dan jembatan yang masih layak pakai tidak menjadi perhatian penting pengguna jalan. Bagi pengguna jalan kesadaran untuk mengetahui siapa yang memelihara jalan tidak diperlukan, yang terpenting adalah adanya tanggapan positif atas keluhan ataupun tanggapan mereka. Direktorat Jenderal Bina Marga ingin memanfaatkan perkembangan informasi teknologi Internet Of Things (*IOT*) khususnya penggunaan teknologi *mobile application* dan *web based* untuk mengembangkan sistem informasi, melalui *mobile internet* sebagai *platform* Pengawas Kondisi Jalan (Penilik Jalan). *Platform* ini dapat mendukung pemantauan dan pelaporan kondisi jalan dan jembatan melalui sebuah aplikasi Jalan Kita 2.0 yang bersifat *realtime*. Aplikasi Jalan Kita 2.0 secara rinci bertujuan sebagai penunjang kegiatan operasi serta pemeliharaan jalan dan jembatan nasional. Aplikasi ini memudahkan Penilik jalan dan masyarakat umum sebagai pengguna

jalan untuk melaporkan kondisi jalannya yang rusak kepada pejabat pembuat komitmen (PPK) selaku pihak penyelenggara jalan nasional secara terintegrasi, terstruktur dan dilengkapi dengan informasi yang utuh sebagai dasar pihak penyelenggara jalan melakukan tindakan perbaikan jalan yang diperlukan. Tujuan terakhir membantu Penilik jalan dalam menjalankan tugas rutin pemantauan kondisi jalan jembatan nasional di wilayahnya.

Direktorat Jenderal Bina Marga berencana untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem aplikasi Jalan Kita 2.0 di seluruh Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) dan Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) di seluruh Indonesia melalui penerbitan Surat Edaran Nomor: 08/SE/Db/2022 tentang Penerapan dan Pemanfaatan Sistem Informasi Jalan Kita 2.0. Adanya proses tahapan sosialisasi dan implementasi aplikasi di beberapa BPPJN dan BPJN seperti Propinsi Banten, Jawa Tengah dan DI Yogyakarta, NTT, Jawa Timur, Bali, Sumatera Utara dan Bangka Belitung yang dilakukan secara luring maupun daring, berdasarkan hal tersebut maka diperlukan survey terkait *user perspective* pada Aplikasi Jalan Kita 2.0 yang meliputi sistem, tampilan

(*user interface*), fungsi dan input dan output data sebagai proses akhir dari aplikasi ini. Survey ini bermanfaat sebagai bahan untuk masukan didalam penyempurnaan aplikasi itu sendiri.



Gambar 1. Sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0

Metode Survey *User Perspective* Jalan Kita 2.0

Metode survey *user perspective* Jalan Kita 2.0 melibatkan delapan puluh enam orang sebagai responden. Responden tersebut merupakan pengguna (*user*) aplikasi Jalan Kita 2.0 yang sudah menginstal lewat playstore di lingkungan BBPJN maupun BPJN, dan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK). Instrumen survey berupa kuesioner yang terdiri dari sebelas pertanyaan mengenai kinerja aplikasi dengan indikator antara lain sebagai berikut,

1. Penggunaan Aplikasi (Aktivasi, tata cara pelaporan)
2. Pengolahan data (eskalasi waktu penanganan, distribusi laporan)
3. Laporan/*Ouput* Aplikasi (*Update* status laporan, unduh laporan).

Adapun daftar pertanyaan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

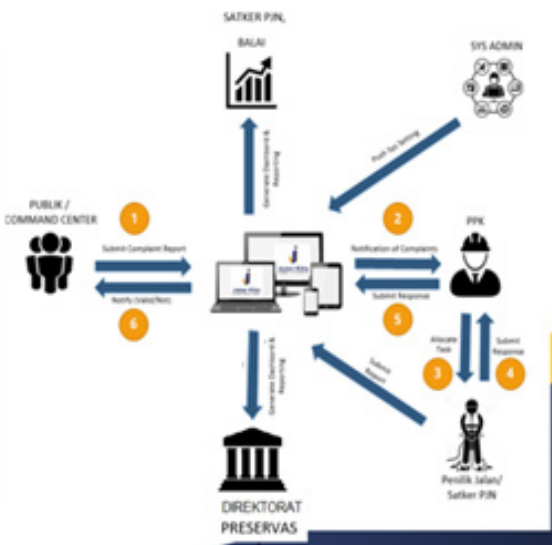
Tabel 1. Daftar Pertanyaan Kuesioner *User Perspective*

| NO | PERTANYAAN |
|----|--|
| 1 | Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah dalam proses installasi dan aktivasi akun? |
| 2 | Apakah informasi yang dihasilkan oleh aplikasi Jalan Kita 2.0 ini mudah dipahami? |
| 3 | Apakah penggunaan menu atau fitur aplikasi di Jalan Kita 2.0 mudah digunakan? |
| 4 | Apakah aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan dalam pengaduan / pelaporan kerusakan jalan dan jembatan nasional? |
| 5 | Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 dapat dengan mudah dipelajari? |
| 6 | Apakah isian data inputan aplikasi Jalan kita 2.0 sudah memenuhi kebutuhan pelaporan kerusakan jalan nasional? |
| 7 | Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 bermanfaat bagi pengguna dalam pengaduan/pelaporan kerusakan jalan dan jembatan? |
| 8 | Apakah aplikasi mempunyai kemampuan dan fungsi sesuai yang diharapkan? |
| 9 | Apakah dengan aplikasi Jalan Kita 2.0 kegiatan survey kerusakan jalan dan jembatan menjadi lebih cepat daripada dengan <i>form</i> pengisian manual? |
| 10 | Apakah dengan aplikasi Jalan Kita 2.0, output yang dihasilkan sesuai harapan? |
| 11 | Secara keseluruhan apakah penggunaan aplikasi Jalan Kita 2.0 ini memuaskan? |

Penerapan dan Sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0

Aplikasi Jalan Kita 2.0

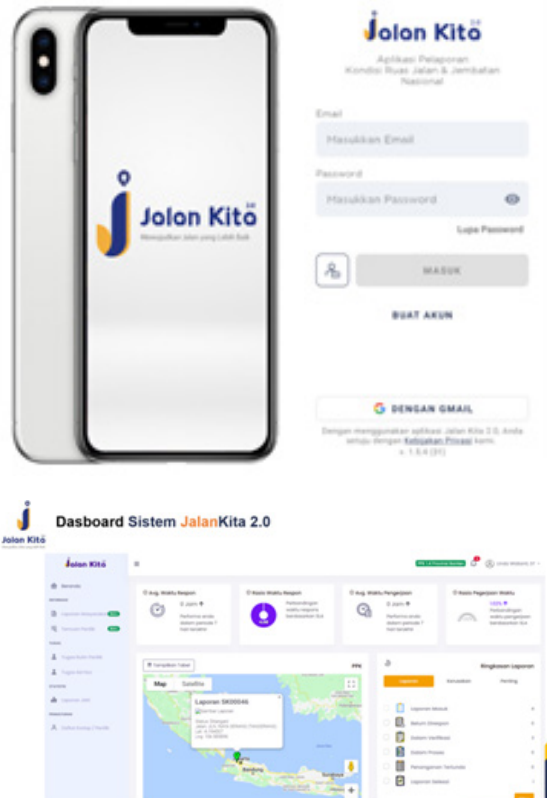
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan Dirjen Bina Marga mengembangkan suatu aplikasi yang bertujuan untuk memfasilitasi surveyor dalam melaporkan kerusakan kondisi jalan dan jembatan di ruas jalan nasional dengan metode pengambilan data melalui aplikasi berbasis android. Aplikasi ini juga membantu para *stakeholder* mengidentifikasi kerusakan jalan dan jembatan serta mampu menyimpan data kondisi terpusat dan secara daring. Aplikasi Jalan Kita 2.0 dikembangkan menjadi dua *platform* yaitu aplikasi berbasis mobile dan aplikasi berbasis *web*.



Gambar 2. Denah Dan Gambar Tampak Jembatan

Terlihat seperti pada gambar diagram alir sistem aplikasi Jalan Kita 2.0, proses pelaporan aduan kerusakan kondisi jalan dan jembatan dari publik, Penilik dan *command center* melalui sistem aplikasi Jalan Kita 2.0 diteruskan notifikasi ke PPK. Berdasarkan laporan tersebut PPK menugaskan

Penilik lain memverifikasi cek lapangan dan melaporkan kembali kepada PPK untuk diverifikasi secara rinci sebelum dilanjutkan dengan rencana penanganan. Pengambilan data di lapangan menjadi tujuan dari aplikasi ini sehingga dapat memudahkan para Penilik khususnya dalam melakukan pelaporan aduan terkait temuan kerusakan jalan dan jembatan di setiap ruas jalan wilayahnya.

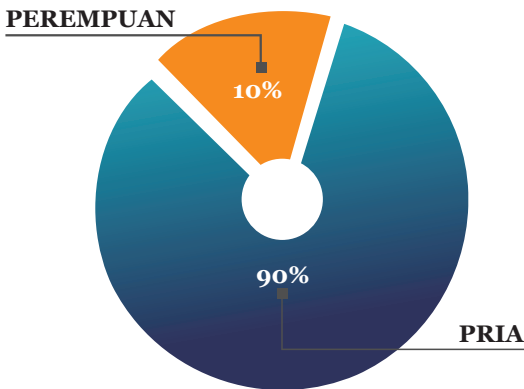
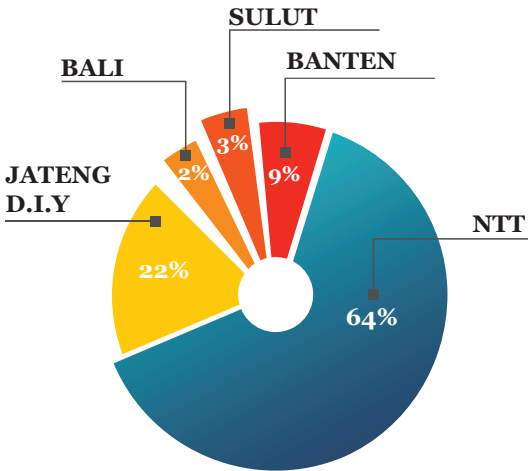


Gambar 3. Tampilan aplikasi Jalan Kita 2.0 Berbasis Android dan Website

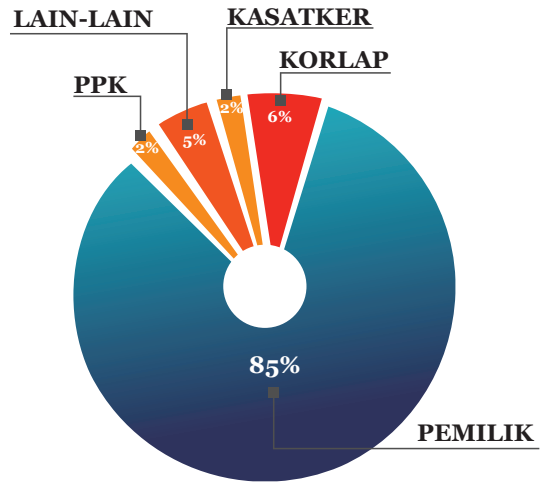
Aplikasi Jalan Kita 2.0 berbasis *mobile android* merupakan *tools* untuk pengambilan dan pelaporan pengaduan kerusakan jalan dan jembatan dilapangan. *Dashboard* Jalan Kita 2.0 berbasis *website* digunakan sebagai pengolahan data hasil masukan dari *versi mobile* sebagai bahan monitoring, semua status data yang ter-input hanya dapat dilihat oleh para *stakeholder* di lingkungan BPPJN dan BPJN seluruh Indonesia.

Hasil Survey Pengguna Aplikasi

Pengguna aplikasi Jalan Kita 2.0 tersebar di beberapa BBPJJN dan BPJJN wilayah Indonesia seperti Provinsi NTT (64%), Sulawesi Utara (3%), Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (22%), Banten (9%) dan Propinsi Bali (2%). Pengguna aplikasi Jalan Kita 2.0 mayoritas 90% berjenis kelamin laki-laki dan perempuan hanya 10% dengan jabatan terbanyak sebagai Penilik (85%).



Grafik Responden Per-Propinsi
(Sumber: analisis data, 2022)

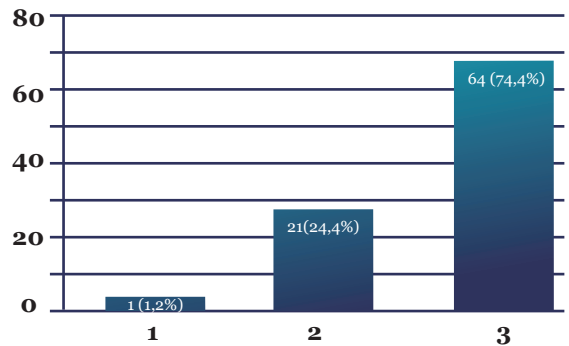


Grafik Responden Per-Jabatan

(Sumber: analisis data, 2022)
Hasil pendapat responden pengguna aplikasi Jalan Kita 2.0 tercantum pada Tabel 2 di bawah ini.

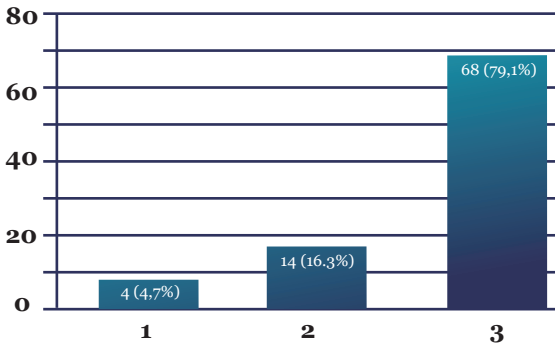
Tabel 2. Hasil Responden Pengguna Aplikasi Jalan Kita 2.0

1. Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah dalam proses installasi dan aktivasi akun



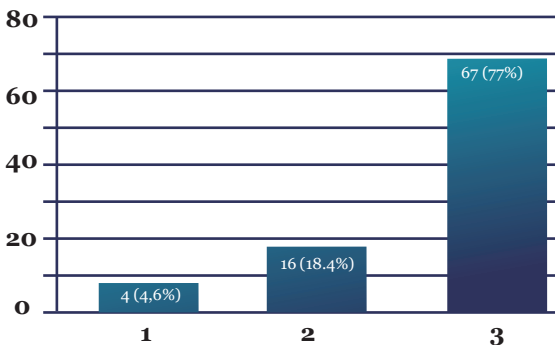
Hasil survey menunjukkan bahwa 74,4% setuju ; 24,4% ragu ; 1,2% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah dalam proses instalasi dan aktivasi.

2. Apakah informasi yang dihasilkan oleh aplikasi Jalan Kita 2.0 ini mudah dipahami?



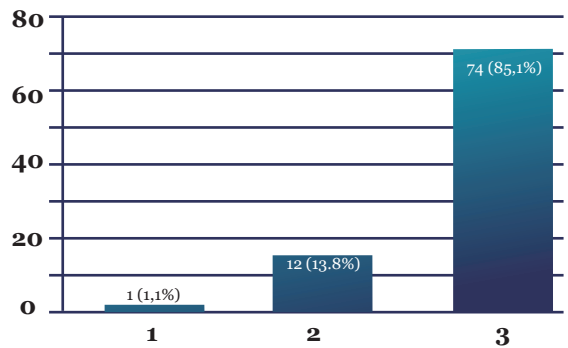
Hasil survey menunjukkan bahwa 79,1% setuju; 16,3% ragu ; 4,7% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah dipahami.

3. Apakah penggunaan menu atau fitur aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah digunakan?



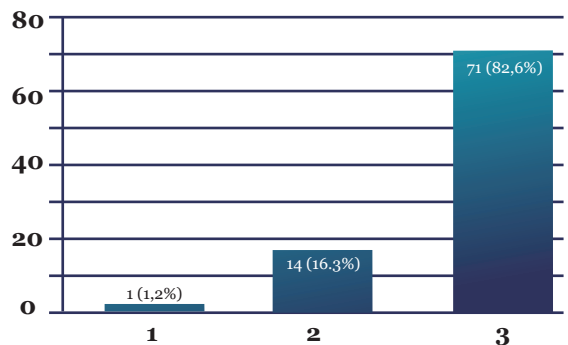
Hasil survey menunjukkan bahwa 77% setuju; 18,4% ragu; 4,6% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa fitur aplikasi Jalan Kita 2.0 mudah digunakan.

4. Apakah aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan dalam pengaduan / pelaporan kerusakan jembatan nasional ?



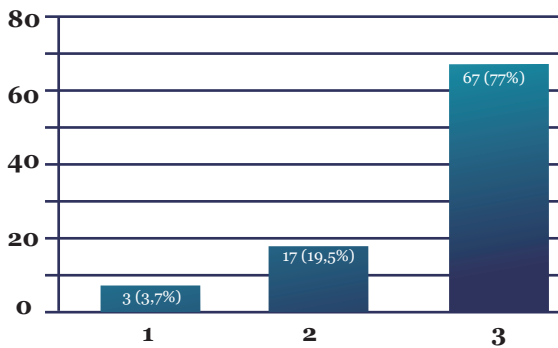
Hasil survey menunjukkan bahwa 85,1% setuju; 13,8% ragu ; 1,1% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 sesuai dengan kebutuhan dalam pengaduan/pelaporan kerusakan jalan dan jembatan.

5. Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 dapat dengan mudah dipelajari?



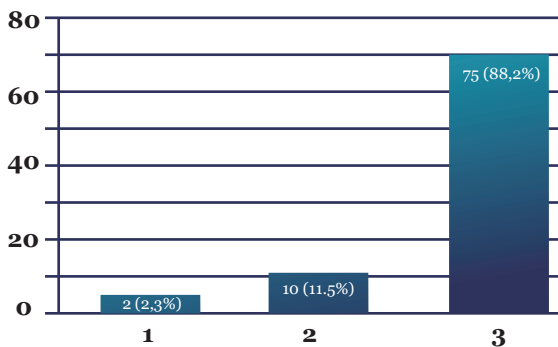
Hasil survey menunjukkan bahwa 82,6% setuju; 16,3% ragu ; 1,2% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 sangat mudah untuk dipelajari.

6. Apakah isian data inputan aplikasi Jalan Kita 2.0 sudah memenuhi kebutuhan pelaporan kerusakan jalan nasional?



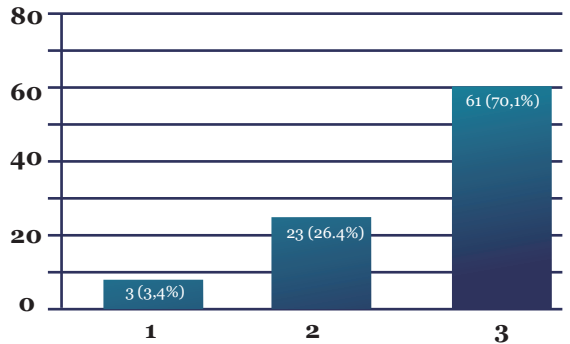
Hasil survey menunjukkan bahwa 77% setuju; 19,5% ragu; 3,4% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa isian data atau inputan aplikasi Jalan Kita 2.0 sudah memenuhi kebutuhan pelaporan kerusakan jalan jembatan nasional.

7. Apakah aplikasi Jalan Kita 2.0 bermanfaat bagi pengguna dalam pengaduan / pelaporan kerusakan jalan dan jembatan



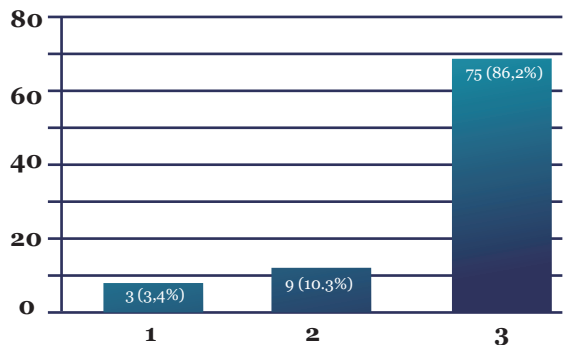
Hasil survey menunjukkan bahwa 86,2% setuju; 11,5% ragu; 2,3% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 bermanfaat bagi pengguna dalam pengaduan /pelaporan kerusakan jalan dan jembatan.

8. Apakah aplikasi mempunyai kemampuan dan fungsi sesuai yang diharapkan?



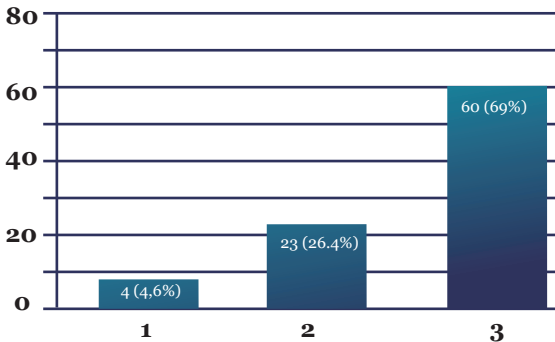
Hasil survey menunjukkan bahwa 70,1% setuju; 26,4% ragu; 3,4% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Jalan Kita 2.0 mempunyai kemampuan dan fungsi sesuai yang diharapkan.

9. Apakah dengan aplikasi Jalan Kita 2.0 kegiatan survey kerusakan jalan dan jembatan menjadi lebih cepat daripada dengan form pengisian manual?



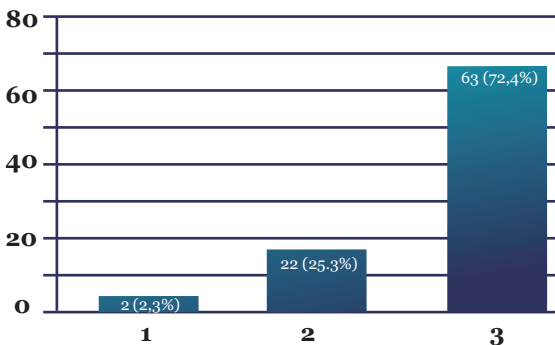
Hasil survey menunjukkan bahwa 86,2% setuju; 10,3% ragu; 3,4% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan aplikasi Jalan Kita 2.0 kegiatan survey kerusakan jalan dan jembatan lebih cepat dari pada dengan form manual.

10. Apakah dengan aplikasi Jalan Kira 2.0 output yang dihasilkan sesuai harapan?



Hasil survey menunjukkan bahwa 69% setuju ; 26,4% ragu ; 4,6% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan aplikasi Jalan Kita 2.0 output yang dihasilkan sesuai harapan.

11. Secara keseluruhan apakah penggunaan aplikasi Jalan Kita 2.0 ini memuaskan?



Hasil survey menunjukkan bahwa 72,4% setuju; 25,3% ragu; 2,3% tidak setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan penggunaan dengan aplikasi Jalan Kita 2.0 sangat memuaskan.

Hasil penilaian responden terkait keseluruhan item pertanyaan didapatkan nilai tertinggi mengenai aplikasi Jalan Kita 2.0 bermanfaat bagi pengguna dalam pengaduan/pelaporan kerusakan jalan dan jembatan. Responden juga memberikan penilaian paling terendah untuk aplikasi Jalan Kita 2.0 output yang dihasilkan sesuai harapan. Gambaran hasil rata-rata, nilai minimal dan maksimal terlihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Analisa Statistik (Sumber: analisa data, 2022)

| | Uraian | Hasil | | |
|--------------|-----------------------|---------|-----|-----|
| | | Average | Min | Max |
| Score | (Per_1 : Per_11) | 30,16 | 16 | 33 |
| Nilai | Jmlh score x 100 / 33 | 91,40 | 48 | 100 |

Responden memberikan beberapa saran dan masukan terkait aplikasi Jalan Kita 2.0 yang dapat dikategorikan ke dalam tiga indikator yaitu penggunaan aplikasi, pengolahan data dan pelaporan yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Pendapat Pengguna
(Sumber : data kuisioner 2022)

| INDIKATOR | KEKURANGAN | KELEBIHAN |
|--|---|---|
| Penggunaan (aplikasi dan tata cara pelaporan) | Aktivasi <i>user</i> (Penilik, korlap, PPK) masih sulit, belum sinkron di <i>database</i> . | Aplikasi yang sangat bagus, mempermudah tata cara pelaporan baik bagi Penilik maupun masyarakat lainnya |
| | Jarak tempuh pergi dan pulang tidak bisa diakumulasi, ketika arah pulang jarak tempuh survey jadi berkurang | Aplikasi Jalan Kita 2.0 sangat membantu Penilik jalan dalam melakukan pelaporan. |
| | Masih terganggu dengan sinyal jaringan tidak bisa buka aplikasi dan pelaporan | Masih bisa dipahami/dipelajari dan mudah untuk pelaporan |
| | Ruas PPK karena sering berganti banyak yang tidak sesuai dengan aplikasi sehingga terkadang laporan publik salah alamat ke PPK yang dituju | Aplikasi sangat bermanfaat membantu pelaporan kerusakan jalan jembatan |
| | <p>Penggunaan aplikasi kurang simpel, kurang “Bug”</p> <p>Mudah digunakan dan dimengerti alurnya akan tetapi kurang simpel terutama sinkronisasi data user banyak permasalahan</p> <p>Penggunaan aplikasi dan tatacara pelaporan memang kelihatan sangat mudah, namun semestinya dilakukan pelatihan secara bersama buat pengguna, secara langsung di lokasi, agar menghasilkan pelaporan yang sama</p> <p>Aplikasi memakan banyak kapasitas memori dan HP (<i>Hand Phone</i>) menjadi kurang performanya.</p> <p>Penilik kesulitan untuk menyampaikan segera penanganan ke penyedia jasa, dalam hal ini kontraktor sebagai penanggung jawab atau penyedia jasa sesuai kontrak, jadi kadang laporan aplikasi kontraktor atau penyedia jasa tidak mengetahuinya (lama proses verifikasi)</p> | Aplikasi mudah digunakan, simpel dan cepat untuk melaporkan kerusakan. Tetapi masih bingung cara mengunduh data untuk laporan |

| INDIKATOR | KEKURANGAN | KELEBIHAN |
|---|--|---|
| Pengolahan data (eskalasi waktu penanganan, distribusi laporan) | <p>Antara waktu proses pelaporan dan penanganan kerusakan masih kurang sinkron (proses lama).</p> | <p>Masalah eskalasi waktu penanganan dan distribusi pelaporan, itu tergantung kebijakan dan masalah ketersediaan anggaran, dan sebagai pengguna aplikasi, tentu hanya memberi laporan tentang kerusakan jalan dan jembatan.</p> |
| | <p>Pengolahan data juga belum bisa dilanjutkan namun dari fitur-fitur yang ada memang sangat jelas dalam eskalasi waktu penggunaan dan pendistribusian laporan.</p> | <p>Pengelolaan data menjadi lebih efisien sehingga pelaporan lebih cepat ditangani, tapi proses selama ini masih belum sempurna/masih ada yang memakai form manual.</p> |
| | <p>Eskalasi waktu antara pelaporan sampai penanganan (\pm) 10-20 hari. Masih ada kendala antara notifikasi dan verifikasi.</p> | <p>Pelaporan dan pengolahan data bisa lebih cepat hanya penanganannya agak lambat, Aplikasinya bagus untuk pelaporan kerusakan kondisi jalan dan jembatan tetapi masih perlu dipelajari terkait fitur-fitur.</p> |
| Laporan dan output aplikasi (update status laporan, unduh laporan) | <p>Laporan JAKI 2.0 khusus petugas Penilik jalan adalah mudah dan simpel namun belum bisa dibuat laporan, tetap laporan manual juga dibutuhkan oleh PPK atau pimpinan, yang diharapkan penyedia jasa dalam hal ini kontraktor harus respon dan tanggap serta betul-betul harus tanggung jawab segera untuk menangani laporan yang telah dilaporkan ke JAKI 2.0</p> | <p>Untuk <i>update</i> status laporan cukup mudah tinggal klik laporkan pilih kerusakan jalan/jembatan sesuaikan kondisi kerusakanya.</p> |
| | <p>Susah menghapus atau meng-edit kalau ada kesalahan di setiap pelaporan yang mau di <i>update</i>, laporan belum sempurna 100%.</p> | <p>Dipatenkan semua tata cara penggunaan atau prosedur pelaporan baru diresmikan penggunaannya.</p> |
| | <p>Penilik Jalan PPK 4.1 belum menggunakan aplikasi dikarenakan adanya kendala di lapangan seperti sinyal tidak ada dan lain-lain</p> | <p>Aplikasi Jalan Kita terus diperbaiki dalam proses pengembangan, agar Aplikasi Jalan Kita menjadi lebih baik lagi kedepannya.</p> |

Penutup

Hasil survey *user perspective* penerapan dan sosialisasi Aplikasi Jalan Kita 2.0 pada beberapa BBPJK dan BPJK seluruh Indonesia, didapatkan bahwa 70 persen pengguna Aplikasi Jalan Kita 2.0 menyetujui Jalan Kita 2.0 memiliki fungsi, manfaat dan lain-lain yang dapat membantu pelaporan kerusakan jalan dan jembatan.

Pengguna menilai bahwa Aplikasi Jalan Kita 2.0 bermanfaat bagi pengguna dalam pengaduan atau pelaporan kerusakan jalan dan jembatan. Namun pengguna aplikasi Jalan Kita 2.0 masih belum merasakan output yang dihasilkan sesuai harapan, karena fitur tersebut masih dalam proses pengembangan.

Aplikasi Jalan Kita 2.0 masih perlu penyempurnaan meliputi: sinkronisasi database pengguna, terutama status tugas/jabatan PPK di *Geodatabase* dan E-HRM; perlu sosialisasi lanjutan kepada Penilik atas beberapa fungsi dari aplikasi yang belum

sebenarnya dimengerti/dipahami; proses alur kinerja aplikasi terkait notifikasi dan verifikasi antara Penilik dan PPK masih belum sempurna sehingga perlu perbaikan agar tidak menghambat proses alur pelaporan.

Dilihat dari hasil survey, Aplikasi Jalan Kita 2.0 yang baru satu tahun berjalan ini perlu terus disempurnakan terutama sinkronisasi data pengguna dan data ruas jalan yang ada di *Geodatabase*. Sosialisasi aplikasi dapat dilakukan kembali untuk balai-balai yang belum tersosialisasikan.

Durasi terkait penyampaian materi dan praktek lapangan Aplikasi Jalan Kita 2.0 perlu penambahan dan difokuskan kembali agar pemahaman materi oleh peserta dapat lebih baik lagi.

"...Aplikasi ini juga membantu para *stakeholder* mengidentifikasi kerusakan jalan dan jembatan serta mampu menyimpan data kondisi terpusat dan secara daring..."



NASKAH PILIHAN

CAT TERMOPLASTIK DENGAN BAHAN PENGIKAT ROSIN ESTER GETAH PINUS UNTUK MARKA JALAN

Oleh : Madi Hermadi, Azis Hardianto Wahyujati, Yohanes Ronny P. A.

Dalam pembukaan Rakornas BPKP tanggal 14 Mei 2022, Presiden Joko Widodo mengungkapkan bahwa “Bodoh sekali kita, pajak rakyat dipakai belanja produk *import*” (Liputan6.com). Ungkapan tersebut tepat sekali pada pembelian marka jalan cat termoplastik dengan bahan pengikat umumnya resin C5 yang merupakan produk *import*, padahal Indonesia sebagai penghasil getah pinus terbesar ke tiga di dunia memiliki bahan pengikat rosin ester yang dibuat dari getah pinus produk lokal yang melimpah. Sejak tahun 2020, sebenarnya Kementerian PUPR (Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) sudah sejalan dengan perkataan Presiden Joko Widodo tersebut, yaitu dengan mulai menggunakan cat termoplastik dengan bahan pengikat rosin ester untuk seluruh marka jalan pada jalan nasional. Keseriusan terhadap penggunaan bahan lokal ini dibuktikan pula dengan diterbitkannya dua spesifikasi khusus yang terkait yaitu “Spesifikasi Khusus Interim Rosin Ester Sebagai Bahan Zat Perekat (Binder) pada Campuran Cat Marka Jalan Termoplastik (SKh-1.9.5) dan Spesifikasi Khusus Interim Cat Termoplastik Dengan Bahan Pengikat Rosin Ester Untuk Marka Jalan (SKh-1.M.03).

Marka Jalan

Marka Jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus

lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Marka jalan juga diterapkan di tempat lain atau fasilitas yang digunakan oleh kendaraan untuk menandai tempat parkir atau menentukan area untuk penggunaan lain.

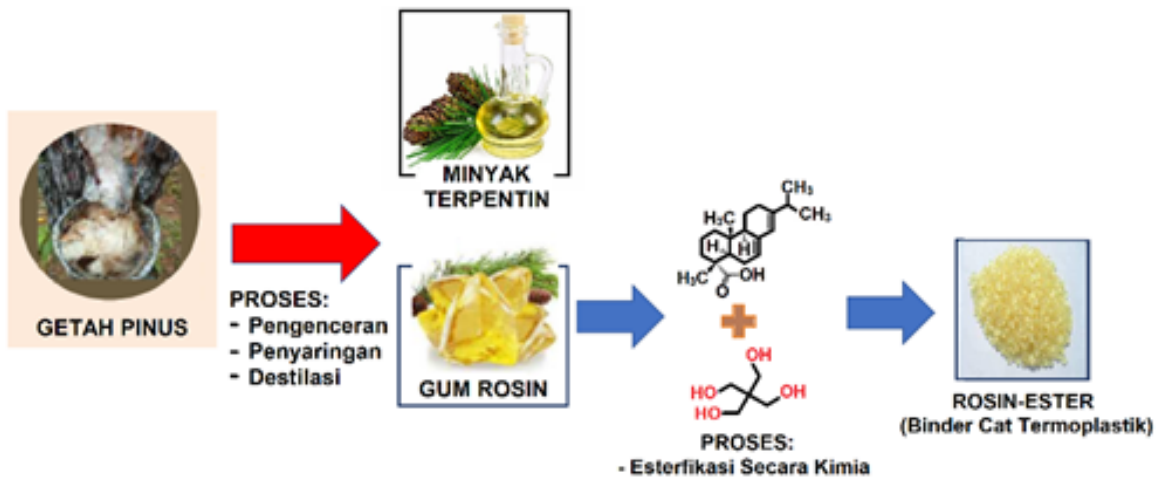
Marka Jalan di Indonesia pada pelaksanaannya sebagian besar menggunakan bahan cat marka jalan tipe termoplastik. Cat Marka jalan tipe termoplastik ini merupakan campuran dari binder (resin), pigmen, manik-manik kaca dan bahan pengisi (*filler*). Sesuai spesifikasinya, penggunaan binder (resin) dalam campuran marka jalan cukup tinggi yaitu sekitar 18%. Dengan adanya resin maka dalam pengaplikasiannya, cat termoplastik ketika dipanaskan akan berubah menjadi cair (*liquid state*) sehingga dapat disemprotkan atau diekstruksi untuk membentuk marka jalan sesuai dimensi yang direncanakan.

Binder (resin) Cat Marka Jalan yang dipergunakan di Indonesia, sebelum tahun 2020 pada umumnya masih mempergunakan resin hidrokarbon jenis C5 yang berasal dari hasil proses cracking turunan minyak bumi. Saat ini resin C5 masih merupakan barang import yang harganya fluktuatif mengikuti harga bahan bakar minyak dunia, serta memiliki nilai TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri) yang rendah. Dengan adanya peraturan mengenai pemanfaatan TKDN yang nilainya minimal 40% pada tahun 2021, dan akan meningkat menjadi

minimal 50% pada tahun 2024 (kemenperin.go.id, 2020) maka perlu adanya alternatif binder produk dalam negeri yaitu rosin ester yang berasal dari getah pohon pinus. Rosin Ester sebagai Binder pengganti Resin Hidrokarbon *import* kini menjadi solusi dalam mengatasi ketergantungan *import* resin dan sekaligus meningkatkan nilai TKDN cat termoplastik untuk marka jalan.

Rosin Ester

Rosin ester diolah dari getah pinus dengan proses secara umum sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.

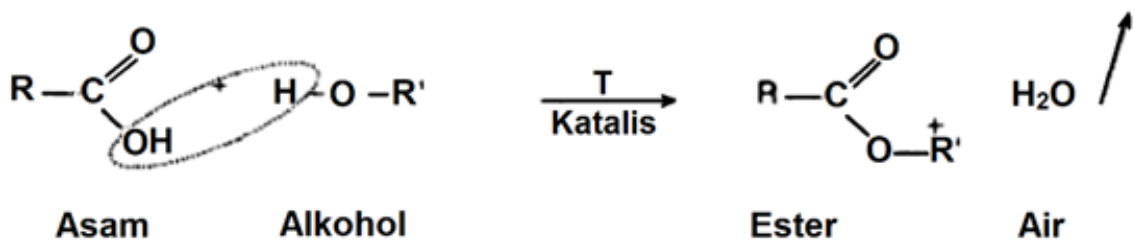


Gambar 1. Proses Pengolahan Getah Pinus Menjadi Rosin Ester

Getah pinus disadap dari batang pohon pinus (*Pinus Merkusii Jungk et de Vriese*). Getah pinus ini diproses untuk memisahkan Gum Rosin (*Gondorukem*) dari minyak ringan Terpentin dengan cara destilasi (penguapan) atau ekstraksi (pelarutan) serta penyaringan. Terpentin yang berbentuk minyak cair putih dapat digunakan sebagai pelarut cat. Sedangkan *Gondorukem* yang berbentuk padat, transparan dan berwarna agak kuning kecoklatan, harus diproses terlebih dahulu menjadi Rosin Ester agar dapat digunakan sebagai binder pada cat termoplastik.

Gum Rosin sebenarnya sudah memiliki sifat termoplastik yang diperlukan sebagai binder pada cat termoplastik. Namun *Gum Rosin* memiliki kelemahan yaitu cenderung mengkristal, mudah teroksidasi oleh oksigen pada udara terbuka dan

mudah bereaksi dengan garam, terutama garam dari logam yang digunakan sebagai pigmen. Maka dari itu, untuk mengurangi kelemahan *Gum Rosin* tersebut maka perlu dilakukan modifikasi yaitu dengan memodifikasi ikatan rangkap dan gugus karboksil yang ada pada senyawa asam dalam rosin tersebut dengan cara esterifikasi untuk menghasilkan Rosin Ester yang memiliki sifat yang lebih baik sehingga dapat memenuhi persyaratan sebagai binder pada cat termoplastik. Dalam proses esterifikasi, terjadi reaksi pembentukan ester dari alkohol dan asam karboksilat dari *Gum Rosin*. Pada proses ini terjadi penggantian gugus –OH dari asam karboksilat dengan gugus alkoksi dari alkohol.



Gambar 2. Reaksi Kimia pada Proses Esterifikasi

Perbedaan Binder Rosin Ester dengan C5

Perbedaan yang sangat signifikan antara Rosin Ester dan C5 (resin hidrokarbon turunan dari minyak bumi) yaitu pada nilai asam, hal ini dikarenakan rosin ester merupakan resin alam (berdasarkan kandungan asam bebas) namun resin minyak bumi berdasarkan kandungan hidrokarbon. Kualitas Rosin Ester Sangat bergantung pada Pereaksi Alkohol yang dipakai dan dapat ditingkatkan kualitasnya lebih lanjut dengan berbagai proses seperti hidrogenasi. Kualitas Rosin Ester akan semakin lebih baik dengan proses lanjutannya setelah direaksikan dengan alkohol yang terindikasi dari hasil pengujian titik lembek dan *color gardner*.

Perbedaan Teknis Binder Rosin Ester dengan Binder Resin Hidrokarbon C5

| Jenis Resin | Minyak bumi (C5) | Getah Pinus (Rosin Ester) |
|----------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Color Gardner</i> | Mak. 5 | Mak. 5 |
| Melting point C | 94 - 105 | 95 - 110 |
| Acid Value, mgKOH/g | Mak. 1.0 | > 2 |

Perbedaan Non Teknis Binder Rosin Ester dengan Binder Resin Hidrokarbon C5

| Deskripsi Item | Minyak bumi (C5) | Getah Pinus (Rosin Ester) |
|------------------------------------|---|--|
| Ketersediaan Secara Jangka Panjang | <i>Non Renewable Resources</i> (Tidak dapat diperbaharukan) | <i>Renewable Resources</i> (Dapat Diperbaharui) |
| Sumber Bahan | Produk dari luar negeri, (<i>Import</i>) | Produk Dalam Negeri, Meningkatkan Nilai TKDN, Meningkatkan nilai ekonomi masyarakat tekhhusus petani getah pinus |
| Harga | ±Rp.68.000/Kg | ±Rp.26.000/kg |

Cat Termoplastik

Cat termoplastik adalah jenis cat yang menjadi lunak hingga cair jika dipanaskan, namun akan kembali mengeras pada saat dingin kembali. Proses ini bisa dilakukan berulang kali.

Sebagai dukungan dalam penggunaan Rosin Ester sebagai binder pada Cat Termoplastik, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan melalui Balai Bahan Jalan telah membuat Spesifikasi Khusus Interim Cat Termoplastik dengan Bahan Pengikat Rosin Ester untuk Marka Jalan.

Salah satu parameter yang membedakan antara Cat Termoplastik dengan Binder Rosin Ester dan Cat Termoplastik dengan Binder Resin Hidrokarbon yaitu terletak pada nilai asam dimana dengan metode uji ASTM D0465 -15 nilai asam cat termoplastik yang menggunakan binder Rosin Ester yaitu minimum 2 mgKOH/g.

Berikut ini adalah spesifikasi cat termoplastik untuk marka jalan serta perbandingan antara spesifikasi Bahan Cat Termoplastik dengan Binder Rosin Ester dan Bahan Cat Termoplastik dengan Binder Resin Hidrokarbon C5.

Perbedaan Spesifikasi Cat Termoplastik Marka Jalan Binder Rosin Ester dengan Binder Resin Hidrokarbon C5

| Uraian | Metode Pengujian | Persyaratan Teknis (Cat Marka Putih) | |
|---|------------------|---|-----------------------|
| | | Binder Hidrokarbon/ lainnya | Binder Rosin Ester |
| Berat Jenis | SNI 03-6450-2000 | $\leq 2,15$ | |
| Warna | AASHTO T250-05 | Daya pantul pada sudut $45^{\circ} - 0^{\circ}$ tidak kurang dari 75%. Ketentuan warna sesuai pengujian federal No.595b, warna 17886 | |
| Waktu Pengeringan | ASTM D 711-10 | Pada suhu pengaplikasian $211 \pm 20C$ dan ketebalan 3,2 mm sampai 4,8 mm ketika suhu udara $32 \pm 20C$ waktu pengeringan cat termoplastik tidak lebih dari 10 menit | |
| Daya Lekat | SNI 03-6450-2000 | Pada beton semen portland, setelah mengalami pemanasan $2180C$ selama 4 jam ± 5 menit, cat termoplastik harus memiliki daya lekat tidak kurang dari 1,24 Mpa | |
| Ketahanan Terhadap Retak Pada Temperatur Rendah | SNI 03-6450-2000 | Setelah cat termoplastik pada balok beton dipanaskan $218 \pm 20C$ selama 4 jam ± 5 menit dan kemudian didinginkan sampai $-9,4 \pm 1,7^{\circ}C$, lapisan cat tidak boleh retak | |
| Ketahanan Terhadap Tumbukan | SNI 03-6450-2000 | Setelah cat termoplastik mengalami pemanasan $218 \pm 2^{\circ}C$ selama 4 jam ± 5 menit, dan kemudian dibentuk, benda uji harus tahan tumbukan dengan gaya beban $\geq 1,13J$ | |
| Titik Lembek | SNI 03-6450-2000 | $102,5 \pm 9,5^{\circ}C$ | |
| Kemampuan Alir | SNI 03-6450-2000 | Pemanasan pada suhu $218 \pm 20C$ selama 8 jam ± 30 menit serta dilakukan pengadukan setelah pemanasan 6 jam, persen residu kedua jenis cat tersebut $\leq 28 \%$. | |
| Kemampuan Alir Setelah Pemanasan Berlebih | SNI 03-6450-2000 | Pemanasan pada suhu $218 \pm 20C$ selama 8 jam ± 30 menit serta dilakukan pengadukan setelah pemanasan 6 jam, persen residu kedua jenis cat tersebut $\leq 28 \%$. | |
| Indeks Kekuningan | SNI 03-6450-2000 | $\leq 0,12$ | |
| Nilai Asam | ASTM D0465 -15 | - | $> 2 \text{ mgKOH/g}$ |

Sesuai Spesifikasi Khusus Interim Cat Termoplastik dengan Bahan Pengikat Rosin Ester untuk Marka Jalan, Cat termoplastik dengan bahan pengikat rosin ester terdiri dari bahan utama yaitu pengikat (binder) rosin ester yang berbentuk padatan, Titanium Dioksida (TiO₂) dan/atau pigmen kuning,

manik-manik kaca, dan bahan pengisi. Pigmen warna kuning atau cara pewarnaan lainnya tidak disyaratkan dan menjadi kewenangan produsen untuk menghasilkan cat termoplastik warna kuning yang memenuhi persyaratan pada spesifikasi.

Komposisi Cat Termoplastik dengan Bahan Pengikat Rosin Ester untuk Marka Jalan

| Komponen | Metode uji | Putih | Kuning |
|---|------------------|------------|-----------|
| Bahan pengikat rosin ester (%) | AASHTO T250-05 | Min. 18,0 | Min. 18,0 |
| Manik-manik kaca (%) | SNI 03-6450-2000 | 30 - 40 | 30 - 40 |
| Titanium dioksida (TiO ₂) (%) | SNI 03-6450-2000 | Min. 10 | - |
| Bahan pengisi (%) *) | - | Maks. 42.0 | **) |

*) Contoh bahan pengisi: Kalsium Karbonat (CaCO₃)

***) Komposisi bahan pengisi merupakan kewenangan produsen untuk memperoleh cat termoplastik yang memenuhi persyaratan pada spesifikasi ini

Selain bahan utama tersebut, dimungkinkan adanya penambahan bahan tambah seperti *wax* dan *plasticizer* yang proporsinya relatif sedikit (< 2%). Penambahan bahan tambah tersebut menjadi kewenangan dan tanggung jawab produsen untuk menghasilkan cat termoplastik dengan sifat yang memenuhi ketentuan. Penambahan *wax* dan *plasticizer* dimaksudkan untuk mempermudah pekerjaan cat marka jalan dengan cara menurunkan viskositas dari cat marka jalan sedangkan *plasticizer* berguna agar cat marka tidak terlalu kaku dan tidak mudah retak.

Penggunaan manik-manik kaca, selain dicampurkan ke dalam cat termoplastik dengan jumlah sesuai ketentuan atau istilah lain adalah *intermix*, juga ditaburkan atau disemprotkan pada permukaan cat marka jalan pada saat masih cair (*drop-on*) agar menghasilkan daya pantul cahaya yang baik mulai dari awal pengaplikasian hingga habis masa layanan.

Pengujian Kualitas Cat Marka Jalan Resin Hidrokarbon (C5) dan Rosin Ester

Cat marka jalan termoplastik ini, yang umum dijumpai adalah dengan menggunakan hidrokarbon C₅ sebagai bahan binder dalam campuran cat marka termoplastik tersebut. Dikarenakan bahan tersebut adalah barang *import* (kurang mendukung kebijakan pemerintah mengenai nilai TKDN) dan harga hydrocarbon C₅ relatif mahal, maka dicarilah solusi pengganti bahan binder yang kualitasnya hampir sama dengan bahan binder *hydrocarbon* C₅, lebih murah dan tidak *import*, yaitu dengan menggunakan rosin ester yang berasal dari getah pinus yang melalui proses esterifikasi gum rosin (*gondorukem*). Perbandingan hasil pengujian kualitas cat marka jalan termoplastik dari sumber bahan cat marka termoplastik aplikator cat marka jalan termoplastik dengan bahan pengikat rosin ester, dengan menggunakan 2 (dua) bahan binder, hydrocarbon C₅ dan Rosin Ester ini, ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel Perbandingan Hasil Uji Cat Marka Binder Rosin Ester dengan Binder Resin Hidrokarbon C5

| NO | Uraian Pengujian | Cat Marka Termoplastik | | | | Standar Termoplastik (AASHTO M249-98 / SKh-1.M-03) | |
|----|---|------------------------|--------|-------------|--------|--|---------|
| | | Hidrokarbon C5 | | Rosin Ester | | Putih | Kuning |
| | | Putih | Kuning | Putih | Kuning | | |
| 1 | Berat Jenis (<i>specific gravity</i>), kg/L | 2,04 | 1,96 | 2,07 | 1,96 | Maks. 2,15 | |
| 2 | Komposisi (<i>compositions</i>), % berat | | | | | | |
| | Binder | 19,24 | 19,74 | 22,62 | 23,84 | Min. 18 | |
| | Glass Beads | 34,86 | 33,92 | 36,55 | 35,20 | 30 - 40 | |
| | TiO ₂ (<i>titanium dioxide</i>) | 10,47 | - | 10,05 | - | Min. 10 | - |
| | CaCO ₃ & <i>innert fillers</i> | 35,43 | 46,34 | 30,78 | 40,96 | Min. 42 | - |
| 3 | Waktu mengering (<i>drying time</i>), menit | 5 | 5 | 5 | 5 | Min. 10 | |
| 4 | Titik lunak (<i>softening point</i>), °C | 103 | 103 | 108 | 108 | 102,5 + 9,5 | |
| 5 | Flowability, % Residu | 14,11 | 15,88 | 14,42 | 19,91 | Min. 18 | Min. 18 |

Dari perbandingan hasil pengujian terhadap cat marka termoplastik putih dan kuning, yang masing-masing menggunakan bahan binder hydrocarbon C5 dan Rosin ester tersebut, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara cat marka termoplastik menggunakan hydrocarbon C5 dan Rosin ester tersebut, kecuali pada nilai komposisi penggunaan bahan binder dan nilai titik lunak (*softening point*) dari semua jenis cat marka termoplastik tersebut. Pada cat marka termoplastik Rosin ester menunjukkan penggunaan bahan binder yang lebih tinggi dibandingkan dengan cat marka termoplastik C5. Hal ini disebabkan karena di dalam bahan binder tersebut terdapat bahan *wax* dan *plasticizer*, yang berfungsi sebagai bahan pelunak dan bahan mempermudah pekerjaan cat marka termoplastik di lapangan.

Dikarenakan nilai titik lembek bahan Rosin ester ini lebih tinggi dari nilai titik lembek hydrocarbon C5, maka penggunaan bahan *wax* dan *plasticizer* di dalam binder Rosin ester akan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan di dalam binder hydrocarbon C5. Perbedaan nilai komposisi bahan binder dan nilai titik lembek dari kedua bahan binder ini juga sangat mempengaruhi nilai titik lembek cat marka termoplastik dari kedua bahan binder yang dihasilkan tersebut. Hal ini dapat terlihat dari Tabel di atas, menunjukkan bahwa nilai titik lunak atau titik lembek (*softening point*) cat marka termoplastik menggunakan Rosin Ester ini lebih tinggi dari cat termoplastik menggunakan hydrocarbon C5. Hal ini dimaksudkan supaya ketika cat marka termoplastik yang menggunakan bahan Rosin ester diaplikasikan di lapangan, tidak getas (kaku) dan tidak mudah retak, sehingga dapat mudah lepas dari ikatan terhadap perkerasan jalan.

Pelaksanaan Pegecatan

Sesuai dengan spesifikasi umum 2018 revisi 2 pelaksanaan pekerjaan pengecatan marka jalan dilakukan dengan mempersiapkan permukaan perkerasan jalan terlebih dahulu. Permukaan Perkerasan Jalan harus bersih, kering dan bebas dari bahan yang bergemuk dan debu. Penyedia Jasa harus menghilangkan dengan *grit blasting* (pengausan dengan bahan berbutir halus) setiap marka jalan lama baik termoplastis maupun bukan, yang akan menghalangi kelekatan lapisan cat baru.

Berikut merupakan salah satu contoh mengenai pelaksanaan pengecatan marka jalan termoplastik dengan Bahan pengikat rosin ester yang telah dilakukan oleh aplikator cat marka jalan :

Pekerjaan diawali dengan persiapan campuran cat marka jalan (pemanasan) hingga cair pada suhu $212^{\circ}\text{C}\pm 8^{\circ}\text{C}$. Cat Marka Jalan yang tersimpan dalam karung dimasukkan pada pemanas kemudian diaduk hingga cair pada suhu $212^{\circ}\text{C}\pm 8^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3. Proses Persiapan Campuran Cat Marka Jalan

Dalam proses persiapan campuran cat marka jalan ini juga ditambahkan manik-manik kaca pada wadah yang tersedia dialat pengecatan cat marka. Manik-manik kaca tersebut akan disemprotkan dengan alat kompresor guna menghasilkan tingkat reflektioefektif yang diinginkan.



Gambar 4. Proses Persiapan Campuran Cat Marka Jalan

Setelah mencapai suhu $212^{\circ}\text{C}\pm 8^{\circ}\text{C}$. dan konsistensi campuran terlihat sudah merata tingkat kecairannya, mencukupi secara visual, maka dicoba diaplikasikan pada plat besi untuk mengetahui apakah tingkat kekentalan sudah bisa mencukupi target ketebalan. Jika dinilai sudah dapat mencukupi maka cat marka jalan siap untuk diaplikasikan.



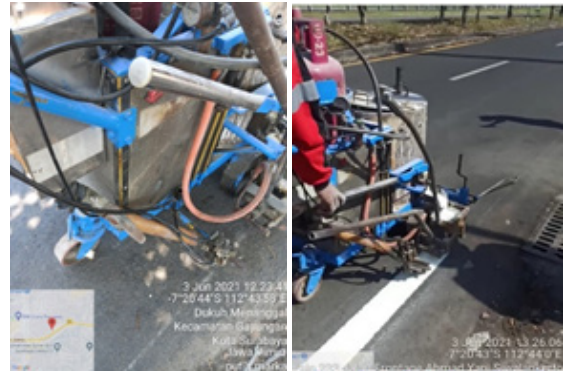
Gambar 5. Cat Marka yang Telah Mencair dan Proses Pengaplikasian Pada Plat Besi

Cat marka jalan diaplikasikan dengan menjalankan alat pengecat cat marka jalan sesuai dengan dimensi dan rute cat marka jalan yang ditentukan. Cat Marka yang telah cair akan keluar melalui bagian bawah alat cat marka jalan yang sudah dibentuk seperti corong dengan keluaran berbentuk persegi panjang yang ukurannya menyesuaikan ketebalan cat marka yang diinginkan.



Gambar 6. Proses Pengecatan Marka Jalan

Manik-manik Kaca yang telah ditambahkan sebelumnya pada alat pengecatan akan disemprotkan secara langsung dengan kompressor saat cat marka dipalिकासikan. Penggunaan kompressor ini ditujukan agar manik-manik kaca dapat menempel dengan baik pada permukaan cat marka jalan sehingga dapat menghasilkan tingkat *reflektioefektif* yang memenuhi syarat spesifikasi umum.







Gambar 7. Penyemprotan Manik-Manik kaca

Penerapan yang telah dilakukan Oleh Aplikator Cat Marka Jalan

Sesuai dengan spesifikasi umum 2018 revisi 2 marka jalan harus memiliki rata-rata tingkat *reflektioefektif* minimal 200 mcd/m²/lux (warna putih maupun kuning) pada umur 0 – 6 bulan setelah aplikasi baik saat malam maupun siang hari. Pada akhir tahun ke-1 pengaplikasian rata-rata tingkat reflektioefektif minimal 150 mcd/m²/lux. Pengukuran tingkat reflektioefektif menggunakan alat reflektometer yang penggunaannya langsung ditempelkan pada permukaan cat marka jalan.

Penerapan yang telah dilakukan Oleh Aplikator Cat Marka Jalan

| Ruas | Dokumentasi | Umur | Hasil Reflektorefektif | Spek Umum 2018 |
|--|---|----------|-----------------------------------|----------------|
| Jl. Berbek Industri (Jawa Timur) |  | 2 Minggu | Rl = 211 (Malam) Qd = 155 (Siang) | Min 200 |
| Jl. Berbek Industri (Jawa Timur) |  | 2 Minggu | Rl = 233 (Malam) Qd = 150 (Siang) | Min 200 |
| Jl. Tol Waru – Juanda (Jawa Timur) |  | 2 Minggu | Rl = 409 (Malam) Qd = 223 (Siang) | Min 200 |
| Jl. Tol Waru – Juanda (Jawa Timur) |  | 2 Minggu | Rl = 355 (Malam) Qd = 223 (Siang) | Min 200 |



NASKAH PILIHAN

Dari Jembatan Layang Pasupati hingga Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, tetap Menjadi Kebanggaan Warga Kota Bandung

Oleh : Wulan Fitry Hardhiyanti



Gambar 1. Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja pada Malam Hari
(Sumber: Dok. Bayu Satrio, 2010)

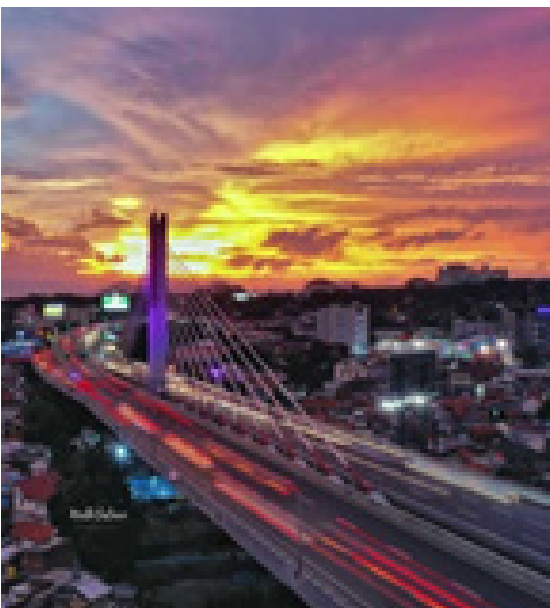
Jembatan Pasteur – Surapati (Pasupati) atau Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja bukan hanya menjadi penghubung lintasan transportasi namun lebih dari itu, jembatan ini telah menjadi ikon Kota Bandung sejak awal kehadirannya. Jembatan yang dibangun pada Tahun 2001 dan selesai pada Tahun 2005 ini menghubungkan wilayah bagian Utara dan Timur Kota Bandung sepanjang 2,8 Kilometer dengan lebar 30-60 meter. Warga Kota Bandung setiap malam hari sudah terbiasa melihat keindahan warna warni sorot lampu yang menerangi jembatan tersebut. Keindahan Kota Bandung semakin terasa ketika kita melintasi jembatan layang tersebut di malam hari, seperti pernyataan Martinus Antonius Weselinus Brouwer bahwa Bumi Pasundan lahir ketika Tuhan sedang tersenyum.

“Bumi Pasundan lahir ketika Tuhan sedang tersenyum”
- M.A.W. Brouwer

Gambar 2. Kutipan Martinus Antonius Weselinus Brouwer tentang Bandung
(Sumber: Dok. Bayu Satrio, 2010)

Selain Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja di Kota Bandung terdapat beberapa jembatan ikonik di wilayah lainnya. Jembatan menjadi ikon suatu kota karena memiliki daya tarik tersendiri, sehingga dapat meningkatkan minat para wisatawan untuk ke daerah tersebut. Jembatan layang yang ikonik di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

1. Jembatan Pasopati - Jawa Barat



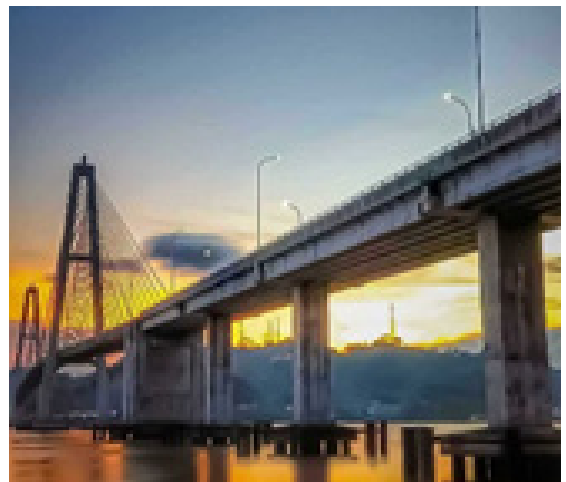
(Sumber: [instagram.com/mulkisalman](https://www.instagram.com/mulkisalman))

2. Jembatan Suramadu - Jawa Timur



(Sumber: [instagram.com/sirdydroger](https://www.instagram.com/sirdydroger))

3. Jembatan Mahkota II - Kalimantan Timur



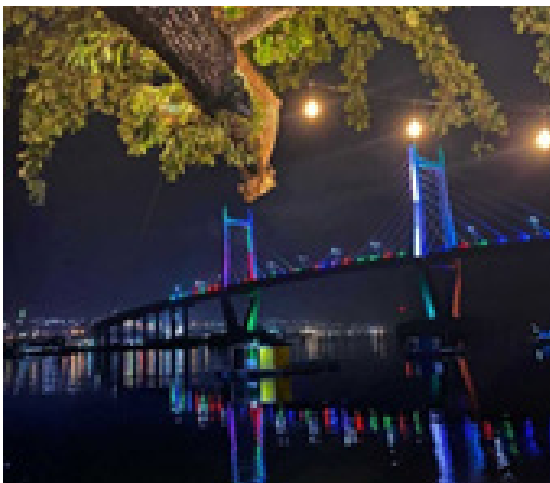
(Sumber: [instagram.com/fikrism](https://www.instagram.com/fikrism))

4. Jembatan Barito - Kalimantan Selatan



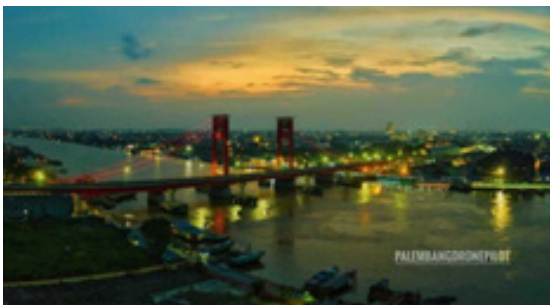
(Sumber: [instagram.com/ikhsaneffendi](https://www.instagram.com/ikhsaneffendi))

5. Jembatan Pasopati - Maluku



(Sumber: [instagram.com/dewirefdiandri](https://www.instagram.com/dewirefdiandri))

6. Jembatan Ampera - Sumatera Selatan



(Sumber: [instagram.com/palembang_drone_pilot](https://www.instagram.com/palembang_drone_pilot))

7. Jembatan Youtefa - Papua



(Sumber: [instagram.com/4kakar](https://www.instagram.com/4kakar))

Melihat jauh ke sejarah pembangunan Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, dalam Buku Bandung, Sejarah Kota-kota Lama di Jawa Barat dijelaskan bahwa Jembatan Layang Pasupati telah dirancang oleh seorang arsitek bernama Ir.Karsten pada Tahun 1920-an.

Sepuluh tahun kemudian tepatnya Tahun 1931, rancangan itu masih tetap menjadi proyek prioritas sebagaimana program Autostrada (jalan bebas hambatan) guna menghubungkan missing link Jalan Pasteur (Pasteurweg) dan Jalan Ir. H. Djuanda (Dagoweg).

Bulan Oktober Tahun 2001 pembangunan Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja mulai dikerjakan oleh PT. Wijaya Karya, PT. Waskita Karya dan Combined Group Co (Kuwait) secara Joint Operation dengan nilai total kontrak sekitar Rp 278 Miliar. Pembangunan jembatan tersebut tidak luput dari kendala yang dihadapi antara lain penundaan pekerjaan dan keterlambatan pembebasan lahan yang mengakibatkan mundurnya waktu konstruksi dari 730 hari menjadi 1247 hari dengan masa pemeliharaan selama satu tahun.

Uji coba pertama Jembatan layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja dilakukan pada Pada Juni 2005. Titik awal pekerjaan dimulai dari jalan Dr. Djuanda – Pasteur menyebrangi lembah Cikapundung dengan melewati Jalan Cikapayang dan titik akhir di Jalan Surapati. Pembangunan Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja dirancang untuk mengurangi kemacetan pada beberapa titik yaitu Jalan Pasirkaliki, Jalan Cipaganti, Jalan Cihampelas, Jalan Taman Sari, Jalan Ir.H.Djuanda, Jalan Wastukencana dan Jalan Siliwangi. Setelah tujuh belas tahun berdirinya jembatan tersebut, Gubernur Jawa Barat, Ridwan Kamil pada tanggal 1 Maret 2022 meresmikan perubahan nama

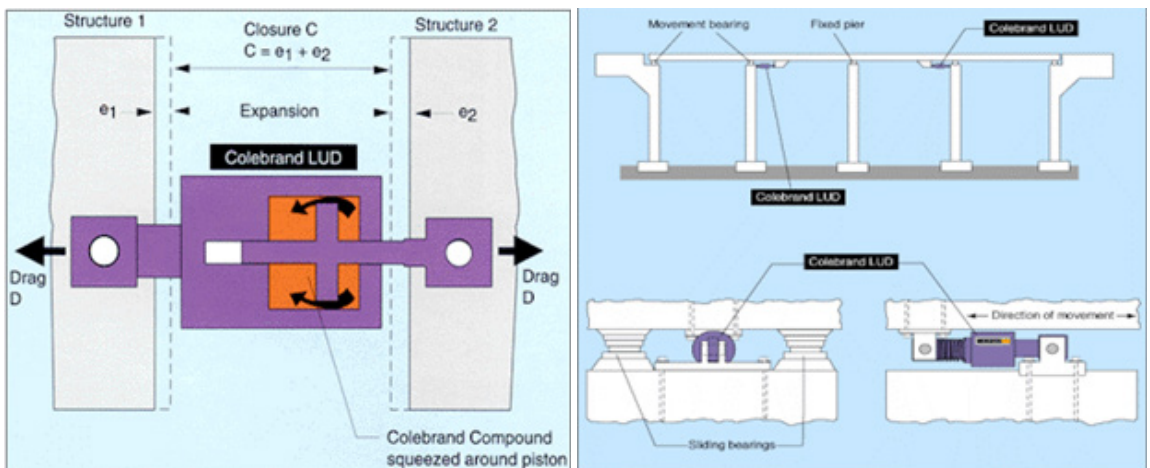
Jembatan Layang Pasupati menjadi Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja. Penyetanan nama Mochtar Kusumaatmadja bertujuan untuk menghormati jasa Pahlawan pada masa pemerintahan Soeharto.

Menurutnya, penyetanan nama Mochtar Kusumaatmadja sebagai nama jalan bisa menjadi media edukasi masyarakat, khususnya generasi muda untuk lebih mengenal sejarah dan para pahlawan yang berjasa di masa lampau. Fungsi jalan jembatan menjadi bertambah dalam sisi edukasi sejarah.



Gambar 3. Pembangunan Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadj
(Sumber: Freyssinet Indonesia, 2016) a

Tidak hanya fungsinya yang menarik, Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja memiliki keunikan struktur jembatan salah satunya penggunaan teknologi perangkat anti gempa lock up device (LUD) yang saat itu menjadi pioneer. Perangkat anti gempa yang digunakan tersebut didatangkan langsung dari Prancis. Penggunaan perangkat teknologi peredam gempa shock transmission unit pada Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja dipilih karena Kota Bandung sendiri merupakan wilayah rawan gempa. Pemasangan unit LUD pada pier jembatan layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja adalah sebanyak 76 unit. Pada setiap pier dipasang dua unit LUD yang akan meredam guncangan pada konstruksi jembatan layang ketika terjadi gempa. Prinsip kerja perangkat LUD saat terjadi gempa yaitu gerak redam LUD akan berlangsung dari arah kiri kanan atau sebaliknya. Perangkat ini membutuhkan cairan khusus (gel silikon) yang berfungsi menjadi bantalan LUD. Pada guncangan gempa, LUD memungkinkan dapat terkunci dan mengakibatkan seluruh badan jalan dan tiang akan bergerak searah ke arah yang sama seperti huruf T yaitu ke kanan dan kiri atau sebaliknya. Struktur jembatan dengan penggunaan perangkat LUD akan bertahan selama 100 Tahun dengan penggantian cairan silikon setiap 25 Tahun sekali.



Gambar 4. Perletakan LUD Pada Jembatan Tampak Atas
(Sumber: <http://rebar.ecn.purdue.edu>)

Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja kini menjadi penghubung, ikon Kota Bandung, dan sarana edukasi. Hadirnya Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja mendukung dibangunnya taman kota di bawah badan jembatan yang bernama Taman Pasupati. Taman Pasupati dibangun pada 4 Januari 2014 oleh Ridwan Kamil selaku Walikota pada saat itu. Taman Pasupati memiliki ciri khas terdiri dari 60 kubus beton berukuran kecil warna warni yang berfungsi sebagai tempat duduk, display

hasil karya seni para seniman Bandung. Taman ini dilengkapi pula arena olahraga skateboard dan layar besar untuk menonton film bersama warga Kota Bandung. Tidak heran jika Taman Pasupati dikenal juga sebagai Taman Film dapat meningkatkan indeks kebahagiaan warga Kota Bandung meskipun pembangunan taman tematik ini memanfaatkan bagian dari Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja.

Gambar 5. Taman Pasopati yang disebut juga Taman Jomblo (Sumber: Dok. Aditya Herlambang Putra, 2022)



Gambar 6. Pembangunan Rumah Deret di Daerah Taman Sari Kota Bandung (Sumber: Dok. Siswanti, 2021)



Adanya Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja yang semula berfungsi sebagai konektivitas antar daerah guna mendukung peningkatan pembangunan, kini bertambah fungsi sebagai ikon Kota Bandung sekaligus sarana edukasi.


Terbangunnya Jembatan Layang Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja membuat penataan kawasan di sekitar daerah Taman Sari menjadi lebih baik sehingga menjadi kawasan yang layak huni dan bisa meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Tujuh belas tahun sejak pembangunan jembatan ini, banyak perubahan yang terjadi seperti perubahan tata guna lahan sebagai taman-taman berbasis edukasi dan penyematan nama tokoh pahlawan Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja untuk mengenal lebih jauh sosok pahlawan Jawa Barat yang semakin menambah nilai historikal jembatan layang ini.

Pembangunan jembatan sebagai ikon kota perlu kita lestarikan terus agar jembatan tidak hanya untuk konektivitas, lebih dari itu jembatan dapat melambangkan semangat perjuangan dan nilai edukasi bagi masyarakat.

Dengan semangat ini, mari kita lanjutkan pembangunan guna memberikan banyak manfaat lainnya. Melalui infrastruktur kita diharapkan dapat terus meningkatkan konektivitas antar-kawasan serta memberikan alternatif bagi warga sekitar untuk meningkatkan produktivitas perekonomian.





**Bekerjalah dalam diam, dan biarkan
kesuksesanmu yang berbicara**

Frank Ocean

NASKAH PILIHAN

***SELF HEALING ASPHALT* UNTUK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI MASA DEPAN**

Oleh : Syafiyah Veronika



Gambar 1. Ilustrasi Jalan

“Pemanfaatan teknologi yang tepat guna, efektif, dan ramah lingkungan juga didorong guna menciptakan nilai tambah dan pembangunan berkelanjutan sehingga manfaat infrastruktur dapat dirasakan generasi mendatang.” – **Menteri PUPR, Basuki Hadimuljono**

Kutipan Menteri PUPR Basuki Hadimuljono menjadi semangat untuk melakukan inovasi dalam pencapaian target prioritas pembangunan infrastruktur di tahun 2024. Bidang konektivitas

menjadi salah satu target prioritas pembangunan infrastruktur jalan. Perkembangan jaringan jalan raya sangat penting dalam menunjang laju pertumbuhan ekonomi antar daerah. Pembangunan dan peningkatan infrastruktur ruas jalan memerlukan metode efektif dalam perancangan maupun perencanaan agar memperoleh hasil yang terbaik, ekonomis, dan tetap memenuhi unsur keselamatan pengguna jalan serta lingkungan.

Pembangunan infrastruktur jalan terus berkelanjutan di Indonesia. Konstruksi jalan harus memenuhi persyaratan fungsional dan struktural. Aspek fungsional adalah konstruksi harus memberikan kenyamanan dan keamanan pelayanan bagi pengguna jalan. Aspek struktural adalah konstruksi harus memiliki daya dukung yang memadai terhadap beban kendaraan dan jumlah lintasan kendaraan. Penurunan aspek fungsional dan struktural mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan. Jalan yang mantap dapat memperlancar hubungan ekonomi dan sosial antar daerah. Sebaliknya, jalan yang tidak mantap atau mengalami kerusakan akan menghambat kegiatan ekonomi dan bisa menjadi penyebab terjadinya kecelakaan.

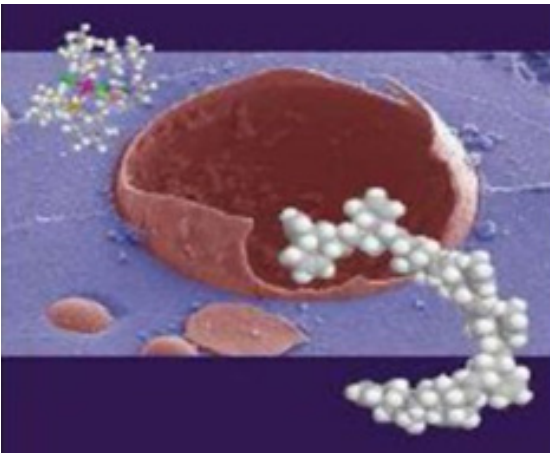
Kemantapan kondisi jalan dipengaruhi oleh material yang sering digunakan dalam pembangunan, revitalisasi dan preservasi jalan yakni aspal. Material aspal yang kurang baik dapat mengakibatkan kerusakan pada jalan di Indonesia. Permasalahan ini mendorong adanya inovasi yang melalui penelitian guna mendapatkan material yang lebih baik dari segi pembiayaan, kuantitas dan kualitas. Salah satu inovasi material aspal yang patut dipertimbangkan penggunaannya untuk konstruksi jalan di Indonesia pada masa depan ialah *Self Healing Asphalt* atau aspal yang dapat memperbaiki sendiri kerusakan retak lelah (*fatigue crack*) dan pelepasan butiran (*raveling*) yang terjadi di lapisan permukaan jalan.

Inovasi *Self Healing Asphalt* pertama kali dikembangkan oleh Erik Schlangen, salah satu profesor di Delft University of Technology, Belanda. *Self Healing Asphalt* efektif untuk memperbaiki retak mikro (*low level micro damage*) sebelum berkembang menjadi retak makro. Penggunaan material ini bermanfaat untuk meningkatkan umur jalan dan mempertahankan kualitas atau *serviceability* jalan sehingga akan berpengaruh pada pemangkasan biaya pemeliharaan jalan. Aspal yang dikembangkan oleh Schlangen ini meniru proses penyembuhan tulang ketika mengalami

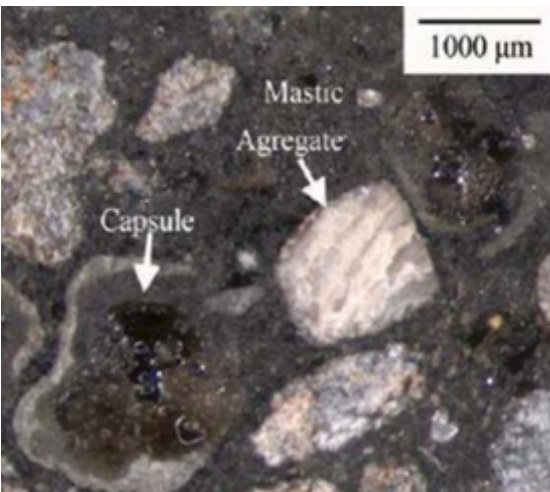
patah atau retak. Struktur tulang terdiri dari dua bagian, bagian luar sifatnya keras dan bagian dalam bersifat lunak dan berpori layaknya spons. Pada bagian dalam tulang tersusun jaringan dengan kemampuan menyembuhkan. Ketika tulang mengalami keretakan, di daerah sekitar keretakan darah akan membeku dan membentuk jaringan baru yang menyambung bagian yang patah. Kemampuan *self healing* ini diperoleh dengan menanamkan *self healing agents* ke suatu bahan. Meniru prinsip penyembuhan tulang ini, maka Schlangen menambahkan *self healing agent* untuk campuran perkerasan lunak (aspal). Ada tiga jenis *self healing agents* untuk perkerasan lentur yaitu bahan peremaja aspal (*rejuvenation*), nanopartikel dan serat baja (*fibersteel*). Jenis perkerasan lentur yang dapat digunakan untuk menghasilkan *Self Healing Asphalt* adalah Aspal Porus (*porous asphalt*), yaitu campuran aspal bergradasi terbuka karena memiliki kadar rongga 20%. Porositas yang tinggi tersebut dimaksudkan untuk dapat menempatkan *self healing agents* didalam campuran aspal.

Self Healing Asphalt dengan Teknologi Peremaja (Rejuvenation)

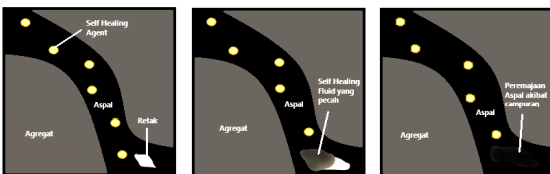
Rejuvenation adalah rekayasa emulsi kationik (aspal emulsi yang bermuatan listrik positif) yang mengandung malten dan saturat. Tujuan utama *rejuvenation* untuk mengurangi kekakuan pengikat aspal dan memperpanjang umur perkerasan dengan menyesuaikan sifat-sifat dari campuran aspal. Jenis agen *rejuvenation* yang tersedia secara komersial adalah *Reklamit*, *Paxole 1009*, *Cyclepave* dan *ACF Iterlene 1000*. Bahan peremaja *self healing agents* dilindungi dinding/cangkang (*wall/shell*), berbentuk mikroenkapsulasi (*microcapsule*) dan tersebar dalam bahan. Jika retakan terjadi merambat kemudian mencapai dan merusak dinding mikroenkapsulasi, *self healing fluids* mengalir dan menutup retakan. Tertutupnya celah mengembalikan keutuhan bahan dan mencegah degradasi kemampuan struktural bahan secara drastik.



Gambar 2. Konsep Mikroenkapsulasi



Gambar 3. Mikroenkapsulasi dalam Campuran Beraspal



Gambar 4. Mekanisme Self Healing dengan Rejuvenation

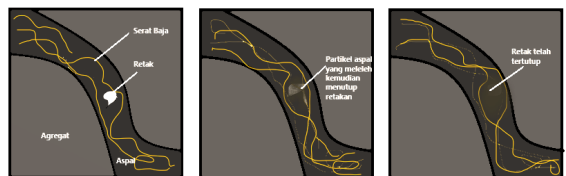
Self Healing Asphalt dengan Teknologi Nanopartikel

Dalam penelitiannya, Schlangen juga menyebutkan bahwa riset-riset terdahulu menggunakan bahan nanopartikel berupa nanoclay dalam desain perkerasan aspal untuk meningkatkan

umur campuran aspal. Sama dengan teknologi rejuvenation, nanopartikel juga berpotensi memperbaiki retak mikro pada aspal. Nanopartikel cenderung bergerak ke arah ujung retak yang didorong oleh energi permukaan tinggi sehingga menghentikan retak dan menyembuhkan material aspal yang rusak. Bahan nanoclay merupakan modifikasi polimer dan karet atau nanorubber digunakan dalam campuran aspal untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik pengikat untuk meningkatkan kinerja perkerasan aspal.

Self Healing Asphalt dengan Teknologi Induction Heating

Teknologi ini mencampurkan serat baja (fibersteel) kedalam aspal. Serat baja ditambahkan ke campuran aspal untuk dijadikan elektrik konduktif dalam proses pemanasan induksi. Ketika terjadi keretakan, serat baja tersebut akan cepat meleleh melalui pemanasan induksi dan langsung menutupi pori-pori pada saat terjadi induksi panas di sekitarnya. Suhu pemanasan yang optimal adalah 8500C, meskipun pemanasan terjadi berulang kali kualitas aspal tidak berkurang melainkan aspal akan tetap melakukan "penyembuhan" sendiri pada bagian yang retak. Saat suhu aspal mulai mendingin aspal akan kembali pada keadaan semula. Metode tersebut akan membuat pori-pori mengecil sehingga mengurangi kemungkinan rusak dan memiliki daya tahannya yang lebih lama.



Gambar 5. Mekanisme Self Healing dengan Teknologi Induction Heating

Aspal buatan Schlangen diyakini lebih efisien dari segi waktu, biaya, dan lebih aman bagi faktor lingkungan. Metode self healing diyakini dapat memperpanjang usia jalan dibandingkan dengan metode recycling. Aspal sebagai material yang paling banyak digunakan pada permukaan jalan hingga mencapai tujuh milyar meter kubik untuk menghasilkan 100 kilogramnya jumlah emisi karbon dioksida (CO₂) dikeluarkan sebanyak 20 kilogram. Dengan adanya teknologi Self Healing Asphalt diyakini lingkungan dan sumber daya alam dapat terjaga kelestariannya. Schlangen sudah menguji coba material bahan perkerasan ini pada berbagai jalan sepanjang 400 meter di Belanda. Seperti Jalan

TOL A58 bulan Desember 2010 dengan hasil sangat memuaskan, jalan ini bertahan hingga dua musim. Teknologi aspal ini dapat pula dipertimbangkan untuk mulai digunakan pada pembangunan infrastruktur jalan di seluruh Indonesia.

Penggunaan teknologi ini pada tahap pembangunan awal memungkinkan kebutuhan pembiayaan yang lebih besar dibandingkan pembangunan jalan perkerasan lentur pada umumnya. Namun dengan kinerja aspal yang mampu ‘memperbaiki’ dirinya sendiri, biaya perawatan dan preservasi perkerasan lentur dapat diminimalisir, sehingga dapat menghemat biaya untuk perawatan perkerasan dikemudian hari.



Gambar 6. Jalan Tol yang telah menggunakan Teknologi Self Healing Asphalt di Belanda



NASKAH PILIHAN

Penanganan Jalan Rusak Pascabanjir Kalsel dengan Metode CTB

Oleh : Kartika



Gambar 1. Proses Penanganan Jalan di Ruas A. Yani Banjarbaru menggunakan metode CTB
(Foto : PPK 2.1 Prov Kalsel)

Cement Treated Base (CTB) adalah campuran dari agregat halus dan kasar (sesuai syarat lapis pondasi kelas A), Semen Portland tipe I atau PPC serta air yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan sebagai lapis pondasi. Lapis pondasi dengan CTB memiliki keunggulan tidak peka terhadap air. Sifat ini sangat sesuai untuk daerah yang rentan terhadap air, baik karena curah hujan tinggi ataupun muka air tanah tinggi.

Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Provinsi Kalimantan Selatan (Kalsel), melalui PPK 2.1 Provinsi Kalsel, telah memilih CTB untuk penanganan kerusakan jalan nasional akibat banjir

di Kota Banjarbaru dengan teknis pelaksanaan yang mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2. Banjir yang terjadi pada bulan Januari 2021 merupakan banjir terparah dalam kurun waktu 30 tahun terakhir di Kalsel. Dampaknya akses vital prasarana transportasi barang maupun jasa dari Kota Banjarmasin hingga Hulu Sungai atau sebaliknya mengalami kerusakan seperti jalan bergelombang dan berlubang, sehingga dapat mengancam keselamatan pengendara. Tidak ayal, penerapan lapis CTB dibutuhkan sebagai penanganan secara tepat dan cepat. Penerapan CTB dilakukan pada lokasi berikut:

- ❶ Segmen 1 di Liang Anggang km 23, dengan panjang 1.000 m dan lebar 19 m.
- ❷ Segmen 4 di km 28 (depan Tempat Pemakaman Umum CTN) dengan panjang 300 m dan lebar 12 m.
- ❸ Segmen 6 di km 33 (depan Giant Banjarbaru) dengan panjang 200 m dan lebar 14 m.



Gambar 2. Pemantauan Langsung Pengerjaan Metode CTB oleh Bambang Raharmad
(Sumber: Dok. PPK 2.1 Prov. Kalsel, 2021)

Penanganan dengan metode CTB untuk jalan rusak tidak luput dari keunggulan karakteristik seperti durasi yang relatif cepat, tidak memerlukan bekisting atau tulangan, sehingga selama penerapannya tidak banyak memengaruhi arus lalu lintas yang padat. Keunggulan lainnya lapisan CTB juga memiliki nilai CBR lebih dari sekitar 100% lebih tinggi dari lapis pondasi agregate kelas A 90%, sehingga dapat mengurangi tebal rencana perkerasan. Masa curing juga relatif singkat yaitu hanya membutuhkan waktu sekitar tiga hari, dimulai satu hari setelah pemadatan. Penerapan CTB juga tidak membutuhkan siar/deletasi dan construction joint, serta dapat mengakomodasi penurunan tanah setempat.

Pada dasarnya, dalam tahap pengerjaan, CTB memerlukan proses curing atau perawatan yang berfungsi untuk menjaga CTB tidak cepat kehilangan air, dan menjaga kelembaban/suhu CTB, agar dapat mencapai mutu yang diinginkan.

Secara teknis, untuk menentukan kadar semen agar memberikan peningkatan kekuatan dan daya tahan, maka prosesnya harus sesuai persyaratan, yakni dalam rentang 3-5% dan memenuhi nilai kuat tekan (UCS) yaitu 45 – 55 Kg/cm². Tes Kuat Tekan dilakukan terhadap benda uji silinder Ø 15 cm, tinggi 30 cm, dan umur 7 hari. Berdasarkan hasil desain laboratorium pelaksanaan CTB di tiga segmen yang berbeda, ditemukan perbedaan durasi waktu dalam pelaksanaannya sebagai berikut:

- Segmen 1 dengan panjang 1.000 meter dan lebar 19 meter, durasi waktu pelaksanaan selama 13 hari.
- Segmen 4 dengan panjang 300 meter dan lebar 12 meter, durasi waktu pelaksanaan selama 3 hari.
- Segmen 6 panjang 200 meter dan lebar 14 meter, durasi waktu pelaksanaan selama 2 hari.

Uji desain laboratorium untuk durasi waktu pelaksanaan CTB sepanjang 1.500 m² mulai proses penghamparan semen, milling, pembentukan dan penambahan dilakukan dalam waktu 1 hari. Selanjutnya, untuk pekerjaan curing diperlukan waktu selama 3 hari. Proses curing hingga selesai tidak boleh dilewati kendaraan, sehingga dapat diestimasikan waktu yang diperlukan tim di lapangan untuk penanganan kerusakan jalan dengan CTB tersebut adalah kurang lebih 18 hari dengan 3 segmen, untuk pengetesan UCS umur CTB 7 hari.

Namun, PPK 2.1 Provinsi Kalsel, Bambang Raharmadi menjelaskan bahwa mengingat titik perbaikan merupakan akses vital kegiatan ekonomi masyarakat, maka diprioritaskan kecepatan dan ketepatan dalam perbaikan jalan tersebut, tanpa seculi kesalahan saat metode CTB diterapkan. Selama penanganan di ruas tersebut, BPJN Kalsel melalui PPK 2.1 Provinsi Kalsel mengacu pada Spesifikasi 2018 Revisi 2.

Peninggian kerusakan jalan pascabanjir di ruas Jalan Ahmad Yani Banjarbaru ini dengan konstruksi perkerasan terdiri dari CTB setebal 25 cm, AC – BC setebal 6 cm dan AC – WC setebal 4 cm telah rampung pada akhir Desember 2021.

"Diharapkan dengan penanganan ini ruas jalan Ahmad Yani Banjarbaru tidak rusak lagi bila terjadi banjir, serta tidak ada lagi genangan pada waktu setelah hujan," kata Bambang Raharmadi.

Metode CTB Untuk Perbaikan Jalan Marabahan-Margasari



Gambar 3. Perbaikan Jalan Marabahan - Margasari menggunakan Metode CTB (Sumber: PPK 2.2 Prov. Kalsel, 2021)

Jalan Nasional Marabahan-Margasari yang menghubungkan Kabupaten Barito Kuala dengan Kabupaten Tapin sempat mengalami kerusakan parah seperti yang dikeluhkan oleh masyarakat bahwa banyaknya lubang yang menganga. Jalan dengan lebar 9,5 meter setelah pelebaran 1 meter, dilakukan penerapan metode CTB oleh BPJN Kalsel sebagai perbaikan dengan peningkatan jalan di ruas Marabahan-Margasari sebagian lapis pondasi CTB diperlukan bagi 3 segmen yaitu:

- Segmen 1 berada di sta 17.500 sampai dengan 17.800.
- Segmen 2 berada pada sta 18+672-18+755, sta 18+888-18+900, sta 18+932-18+950, sta 19+250-19+272, sta 19+274-19+302 dan sta 19+950-19+990.
- Segmen 3 berada pada sta 20+710-20+760, sta 22+266-22+300 dan sta 22+406-22+454.

Berada di bawah PPK 2.2 Provinsi Kalsel, Dwi Wahyono menjelaskan alasan menggunakan CTB karena beberapa lokasi material existing sudah rusak parah. Selain itu, ruas jalan Marabahan - Margasari merupakan daerah rawa, maka dengan menggunakan metode CTB ini, diharapkan tidak lagi terjadi kerusakan akibat kenaikan muka air tanah, terutama saat musim hujan.

Jalan Marabahan-Margasari merupakan jalur alternatif utama untuk memperpendek jarak tempuh ke wilayah Hulu Sungai. Penanganan ruas Jalan Marabahan - Margasari ini dikerjakan oleh kontraktor PT. Benawa Citra Putra Tabalong senilai Rp 74,5 miliar dari pagu anggaran Rp 97,7 miliar lebih yang bersumber dari APBN 2021. Pengawasan teknis dilakukan oleh konsultan pengawas PT. Rancangtama Bangun Mandiri Indracitra asal Palangkaraya dengan nilai kontrak Rp 3,5 miliar lebih. Kondisi jalan sepanjang 5 km penghubung antara Margasari tepatnya di Sei Puting, Kecamatan Candi Laras Utara menuju Kabupaten Tapin dan Marabahan Barito Kuala (Batola) ini dikerjakan dengan sistem pendanaan multi years contract (kontrak tahun jamak).

BPJN Kalsel berkomitmen memperbaiki jalan yang sempat viral dijuluki jalan kubangan ketika diguyur hujan ini adalah bentuk keseriusan agar pembangunan dapat merata.

Metode Pelaksanaan CTB



Gambar 4. Material Semen Digelar Dengan *Semen Cement Spreader*
(Sumber: PPK 2.2 Prov. Kalsel, 2021)

Pelaksanaan lapis pondasi menggunakan metode CTB pada ruas Jalan Ahmad Yani Banjarbaru dan ruas Jalan Marabahan-Margasari ini, meliputi pekerjaan sebagai berikut:

1 Pembuatan *Job Mix Formula CTB*

Pembuatan *job mix formula CTB* bertujuan untuk mendapatkan kadar semen yang diperlukan, kadar air campuran CTB dan *Density CTB*, agar mendapatkan kepadatan kerataan dan kehalusan permukaan yang memenuhi toleransi. Proses terakhir adalah kuat tekan CTB yang akan dicoba suatu pengembangan CTB dengan bahan agregat kasar dari sumber tiga kuari yang berbeda, dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekannya. Dari hasil pengujian kuat tekan CTB dapat disimpulkan bahwa kadar air optimum untuk pembuatan CTB adalah 10% dari berat agregat yang berasal dari sumber kuari SBB dengan nilai kuat tekan rata-rata 72,69 kg/cm².

2 *Trial Mix* dan Pelaksanaan di Lapangan

Trial Mix adalah uji coba di lapangan dengan melakukan penghamparan agregat kelas A setebal 25 cm yang telah padat. Tim di lapangan menaburkan semen di atas agregat kelas A tersebut, berkisar antara 3-5 %. Setelah itu, tim melakukan *milling* (penggilingan) CTB dengan menggunakan alat Wirtgen yang secara otomatis bergerak maju membentuk perkerasan jalan.



Gambar 5. Pemadatan Awal Dilakukan dengan *Padfoot Roller*
(Sumber: PPK 2.2 Prov. Kalsel, 2021)

Kemudian dilakukan pemadatan menggunakan pad foot roller (6 passing). Permukaan CTB dibentuk kemiringannya dengan menggunakan Motor Grader untuk menciptakan permukaan menjadi datar.



Gambar 6. Pembentukan Badan Jalan dengan *Motor Grader*
(Sumber: PPK 2.2 Prov. Kalsel, 2021)

Pemadatan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *vibro roller* yang memerlukan 10 passing. *Finishing* pemadatan dilakukan dengan menggunakan *Pneumatic Tired Roller* untuk memadatkan tanah.



Gambar 6. Pemadatan akhir dengan *Smooth Drum* dan *Pneumatic Tired Roller*
(Sumber: PPK 2.2 Prov. Kalsel, 2021)

Setelah itu dilakukan pengambilan sampel sebanyak 4 sampel, untuk menentukan hasil pekerjaan, dengan menggunakan cylinder dengan compact 145 (1 lapis X5). Sampel kemudian dites pada umur CTB 7 hari, yang harus didapatkan kuat tekan sebesar 45 hingga 55 kg/cm². Terakhir dilakukan open traffic setelah masa curing CTB yang dilakukan selama minimal 4 hari. Sementara itu, pengetesan kuat tekan dilakukan setelah umur CTB mencapai 7 hari dan setelah pengetesan memenuhi persyaratan baru bisa dilakukan pengaspalan di atas permukaan CTB.

Semoga dengan penerapan metode CTB di ruas jalan tersebut semakin menambah kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

"...Lapis pondasi dengan CTB memiliki keunggulan tidak peka terhadap air. Sifat ini sangat sesuai untuk daerah yang rentan terhadap air, baik karena curah hujan tinggi ataupun muka air tanah tinggi..."



BINA MARGA



**Saatnya yang muda yang berperan dengan
kreativitas yang tak gampang padam**

Najwa Shihab



SEJARAH PEMBEBANAN GEMPA UNTUK JEMBATAN DI INDONESIA

Oleh : Setyo Hardono, Friella Apriliana

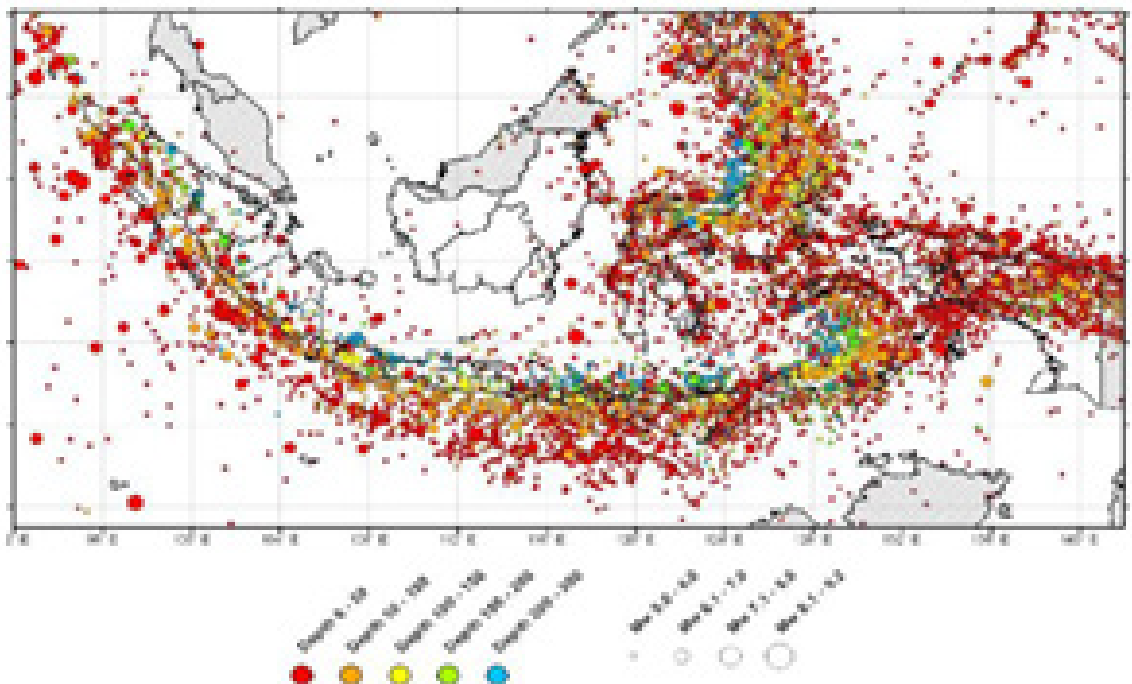
PENDAHULUAN

Jembatan sebagai bagian infrastruktur jalan tidak terlepas dari perkembangan suatu negara dan teknologi. Jembatan di Indonesia telah ada sejak lama bahkan sebelum kemerdekaan. Sejalan dengan itu peraturan tentang jembatan juga mengalami perubahan.

Dokumen yang ada dan berhasil dikumpulkan oleh Penulis terkait pembebanan jembatan sebagaimana dalam Daftar Pustaka.

Mengingat keterbatasan halaman pada penerbitan buletin ini maka pembahasan perkembangan pembebanan hanya ditekankan pada aspek keempaan.

Indonesia dikenal berada pada “ring of fire” dimana menjadikan tingkat keempaan yang sangat tinggi, Gambar 1. Peningkatan kebutuhan infrastruktur dan bangunan yang ditunjukkan dengan semakin banyaknya jembatan, bangunan tinggi terowongan dan bendungan maka sudah seharusnya dalam perencanaannya memperhitungkan beban gempa.



Gambar 1. Gempa utama 1897 - 2009 yang terjadi di Indonesia (Sumber: Asrurifak).

Tabel 1. Kejadian Gempa besar Indonesia setelah 2004

| No | Gempa | Tanggal | Korban | Kekuatan (SR) | Keterangan |
|----|------------|------------|---------|---------------|----------------------|
| 1 | Aceh | 26-12-2004 | 230.000 | 9.3 | Tsunami |
| 2 | Padang | 30-09-2009 | 1.119 | 7.6 | |
| 3 | Mentawai | 25-10-2010 | 289 | 7.2 | |
| 4 | Yogyakarta | 27-05-2006 | 6.234 | 5.9 | |
| 5 | Halmahera | 15-11-2014 | - | 7.3 | Tsunami Kecil |
| 6 | Lombok | 29-7-2018 | 20 | 6.4 | |
| 7 | Palu | 28-09-2018 | 2.045 | 7.4 | Tsunami + Likuifaksi |
| 8 | Pasaman | 25-02-2022 | 10 | 6.2 | Sesar Sumatra |

Perkembangan Beban Gempa Untuk Jembatan

Perkembangan Standar atau Pedoman beban gempa untuk jembatan adalah sebagai berikut:

1. Peraturan Muatan No. 12/1970: Peraturan Muatan Untuk Jembatan Jalan Raya
2. SKBI-1.3.28.1987: Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya
3. SNI 03-2833-1992: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan Jalan Raya.
4. BMS 1992: Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, Jilid 1, Bagian 2 Beban Jembatan
5. Pd T-04-2004-B: Perencanaan Beban Gempa Untuk Jembatan.
6. SNI 2833:2008 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan
7. SNI 03-2833-2016: Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa

Periode Peraturan Muatan No. 12/1970

Pengaruh gempa bumi pada jembatan dikategorikan sebagai muatan khusus. Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan diperhitungkan senilai dengan pengaruh suatu gaya horizontal, yang bekerja

pada titik berat konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau, dalam arah yang paling berbahaya. Perhitungan gempa masih menggunakan metoda statik ekuivalen.

Gaya horizontal yang dimaksud ditentukan dengan rumus:

$$K = EG$$

dimana:

K = Gaya Horizontal

G = Muatan mati dari konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau

E = Koefisien gempa bumi, yang ditentukan menurut Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 2. Peta gempa pada peraturan 1970 (Sumber: Peraturan Muatan No. 12/1970)

Dilihat dari peta gempa tersebut diatas, zona (daerah) gempa dibagi menjadi 3 daerah, dengan koefisien gempa seperti pada Tabel 2. Sebagai contoh, daerah DKI masuk ke kategori Daerah II dengan koefisien 0.14.

Tabel 2. Koefisien gempa pada peraturan 1970

| Keadaan Tanah / Pondasi | Daerah | | |
|--|--------|------|------|
| | I | II | III |
| Jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah sebesar 5 kg/cm ² atau lebih | 0.12 | 0.06 | 0.03 |
| Jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah sebesar 5 kg/cm ² atau lebih | 0.20 | 0.10 | 0.05 |
| Jembatan yang didirikan diatas pondasi, selain pondasi langsung | 0.28 | 0.14 | 0.07 |

Sebagai catatan pada peraturan ini, pengaruh gempa bumi pada muatan hidup tidak perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan bentang jembatan masih pendek sehingga peluang kendaraan berada diatas jembatan dalam waktu lama (saat gempa) sangat kecil. Berbeda dengan saat ini, dimana telah banyak jembatan bentang panjang atau jalan tol layang, yang kendaraan melintas diatas jembatan cukup lama bahkan sering terjadi kemacetan. Sehingga peraturan sekarang, saat gempa terjadi pengaruh beban hidup diperhitungkan sebagai massa beban.

PERIODE PERATURAN SKBI 1987

Dokumen yang berkaitan dengan periode ini tidak tersedia. Pada ketentuan SKBI tentang gempa hanya ditulis:

“Jembatan-jembatan yang akan dibangun pada daerah dimana diperkirakan terjadi pengaruh-pengaruh gempa bumi, harus direncanakan dengan menghitung pengaruh-pengaruh gempa bumi tersebut sesuai dengan “Buku Petunjuk Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan Jalan Raya 1986”. Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya horisontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan. Tekanan hidrodinamik akibat gempa, tekanan tanah akibat gempa dan gaya angkat apabila pondasi yang direncanakan merupakan pondasi terapung/pondasi langsung”.

PERIODE SNI 03-2833-1992: TATA CARA PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK JEMBATAN JALAN RAYA

SNI 03-2833-1992 ini membuat pedoman dasar untuk perhitungan gempa secara statik ekuivalen dengan bentang jembatan maksimum 200 m.

Pembebanan

Gaya horizontal ekuivalen akibat gempa dihitung dengan rumus:

$$G_h = K_h \times M$$

dimana:

G_h = gaya horizontal ekuivalen akibat gempa yang bekerja pada titik berat konstruksi.

K_h = koefisien gempa horizontal

M = beban mati konstruksi atau bagian konstruksi yang ditinjau.

Kombinasi Pembebanan menurut SNI 03-2833-1992 pada saat gempa tidak memperhitungkan pengaruh beban hidup, sebagaimana dalam ketentuan sebagai berikut:

$$M + G_h + F + AH_g + T_{ag} + T_u$$

dimana:

- M = Beban mati
- G_h = Beban horizontal ekuivalen gempa
- F = Gaya gesek dari perletakan
- AH_g = Tekanan air akibat gempa
- T_{ag} = Tekanan tanah akibat gempa
- T_u = Gaya angkat (buoyancy)

Dalam perhitungan tegangan yang terjadi akibat gempa pada struktur diperbolehkan 150% terhadap tegangan ijin pada beban biasa (elastis).

Koefisien Gempa

Koefisien gempa horizontal (K_h) ditentukan dari beberapa faktor yaitu:

1. Tipe konstruksi
2. Koefisien gempa horizontal (K_h), ditentukan:

$$K_h = K_r \cdot f \cdot p \cdot b$$

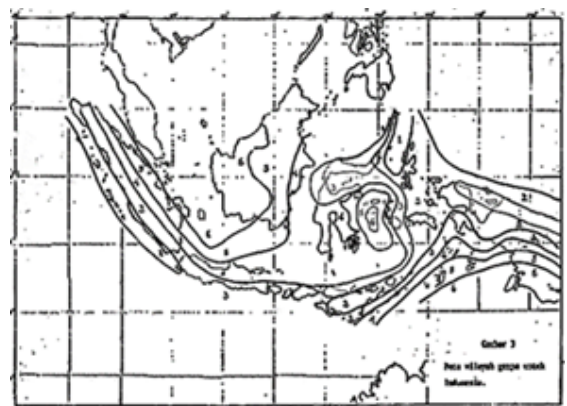
dimana:

- K_r = Koefisien respon gabungan
- f = Faktor konstruksi
- p = Faktor kepentingan
- b = Faktor bahan

3. Koefisien respon gabungan (K_r)

Koefisien respon gabungan (K_r) berupa respons spektra dalam peraturan gempa tahun 1992. Dalam menentukan koefisien ini bergantung pada beberapa parameter yaitu:

- Waktu getar alami (T_g)
- Peta wilayah gempa dan tabel koefisien respons gabungan (K_r), yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada Gambar 6 terlihat bahwa Wilayah gempa dibagi dalam 6 zona, dan sebagai contoh DKI masuk dalam zona 4. Sedangkan Gambar 7 memperlihatkan koefisien K_r untuk masing-masing zona gempa dan kondisi tanah (a, b atau c) dengan dasar daktilitas struktur adalah 4 (Tabel 5, SNI 03-2833-1992). Untuk wilayah DKI (Zona 4) maka nilai maksimum K_r adalah 0.15.



Gambar 3. Peta gempa pada peraturan SNI 03-2833-1992



Gambar 4. Nilai K_r untuk masing-masing zona gempa dan kondisi tanah.

4. Faktor Konstruksi (*f*)

Faktor konstruksi bergantung pada jenis konstruksi, sebagaimana dalam Tabel 3 berikut. Nilai *n* pada tabel tersebut adalah jumlah sendi plastis pada bagian konstruksi yang ditinjau.

Tabel 3. Nilai faktor konstruksi

| No | Tipe Konstruksi | Nilai <i>f</i> |
|----|---|------------------------|
| 1 | Bangunan atas terpisah dengan bangunan bawah | 1.00 |
| 2 | Bangunan atas dan bangunan bawah merupakan kesatuan monolit | $1.25 - 0.025 \cdot n$ |

5. Faktor Kepentingan (*p*)

Faktor kepentingan (*p*) ditentukan dari faktor kepentingan jembatan terhadap fungsi jalan, sebagaimana tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai faktor konstruksi

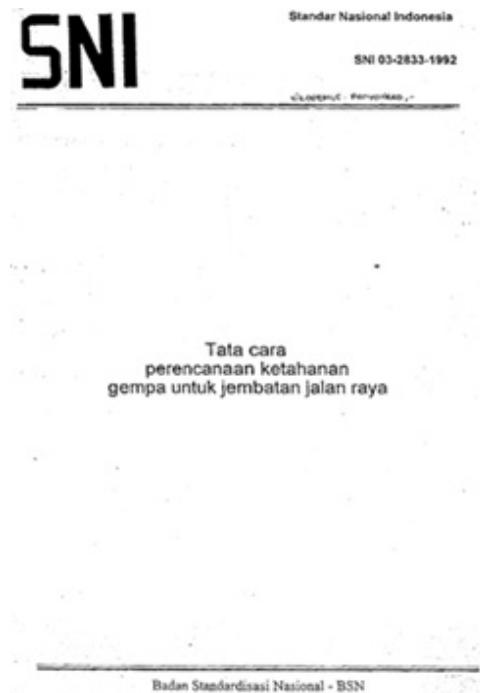
| No | Fungsi Jalan | Nilai <i>P</i> |
|----|--|----------------|
| 1 | Jembatan yang terletak pada ruas jalan kota | ≥ 1.00 |
| 2 | Jembatan yang terletak pada ruas jalan rural | 0.80 |

6. Faktor Bahan (*b*)

Faktor bahan (*b*) ditentukan oleh karakteristik penyerapan energi pada daerah sendi plastis dan tidak dipengaruhi oleh jenis bahan pada bagian-bagian jembatan yang bersifat elastis, seperti dalam Tabel 5.

Tabel 5. Faktor bahan (*b*)

| No | Bahan Konstruksi | Faktor Bahan (<i>b</i>) |
|----|-------------------------|---------------------------|
| 1 | Baja | 1.00 |
| 2 | Beton bertulang | 1.00 |
| 3 | Beton pratekan sebagian | 1.15 |
| 4 | Beton pratekan penuh | 1.30 |



Gambar 5. Sampul depan SNI 2833:1992

PERIODE BMS 92

Kriteria Perencanaan Tahan Gempa

Kriteria perencanaan gempa pada BMS mengenalkan 2 (dua) tingkat kinerja jembatan terhadap gempa. Tingkat kinerja pertama berhubungan dengan rencana gempa dan tingkat **kinerja kedua** berhubungan dengan gempa besar.

Tingkat Kinerja Pertama

Gaya gempa rencana yang menghasilkan gaya-gaya, perpindahan dan pengaruh lainnya akan menyebabkan kerusakan pada jembatan, tetapi kerusakan ini terbatas pada tempat yang dikehendaki dan dapat dengan mudah diperbaiki.

Tingkat Kinerja Kedua

Gaya gempa yang terjadi bisa dalam kategori besar yang mengakibatkan kerusakan besar namun tidak runtuh. Jembatan harus dapat digunakan oleh lalu lintas darurat setelah perbaikan sementara.

PEMILIHAN TIPE STRUKTURAL

Jembatan dapat dikelompokkan kedalam tiga tipe secara struktural menurut kinerja gempa, yaitu:

- a. **Tipe A**, Sepenuhnya mulur dan monolit, pada umumnya berupa bangunan atas menerus, pilar dan bangunan atas monolit.
- b. **Tipe B**, sepenuhnya mulur dan tidak monolit, pada umumnya terdapat sambungan pada bangunan atas.
- c. **Tipe C**, tidak mulur dan biasanya dibatasi untuk jembatan-jembatan kecil dengan satu atau dua bentang.

Kriteria masing-masing kinerja Tipe A, B atau C dapat dilihat secara jelas pada BMS 1992 Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Jilid 1, Pasal 1.8.3, dan Lampiran A Persyaratan Tahan Gempa.

Jembatan Tipe A mempunyai kinerja gempa yang paling baik dan cocok untuk jembatan pada daerah gempa 1. Jembatan Tipe B cocok untuk daerah gempa yang kurang kuat. Untuk jembatan kecil digunakan jembatan Tipe C.

Beban Gempa Horizontal

Perhitungan beban gempa untuk jembatan yang diatur dalam BMS 92 masih menggunakan konsep beban statis ekuivalen. Untuk jembatan besar, rumit dan penting mungkin diperlukan analisis dinamis.

Beban rencana gempa minimum diperoleh dari rumus berikut:

$$T_{EQ}^* = K_h / W_t K_h = C S$$

dimana:

T_{EQ}^* = Gaya geser total dari arah yang ditinjau (kN).

K_h = Koefisien gempa horizontal.

C = Koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang sesuai.

I = Faktor kepentingan

S = Faktor tipe bangunan

W_t = Berat total nominal bangunan yang mempengaruhi percepatan gempa, diambil sebagai beban mati ditambah beban mati tambahan (kN)

Koefisien Geser Dasar (C)

Koefisien geser dasar (C) diperoleh dari Gambar 9 sesuai dengan daerah gempa (Gambar 5), fleksibilitas tanah dan waktu getar bangunan.



Gambar 6. Peta Daerah Gempa untuk Koefisien Geser Dasar (BMS 92).

Peta gempa yang disajikan pada Gambar 5 di atas, zona gempa dibagi dalam enam (6) zona. Sebagai contoh Padang Sumatera Barat masuk kedalam Zona 3 (dengan nilai C maksimum 0.18), Gambar 10. Nilai koefisien geser dasar gempa sudah memasukkan faktor daktilitas.

Faktor Kepentingan (I)

Faktor kepentingan (Nilai faktor kepentingan, p , pada SNI 03-2833-1992) dimaksudkan untuk memberikan kekuatan lebih (sedikit kerusakan) yang diharapkan selama umur jembatan akibat beban gempa. Nilai I ditentukan dari Tabel 6.

Tabel 6. Nilai faktor kepentingan (I)

| No | Klasifikasi | Nilai I minimum |
|----|--|-----------------|
| 1 | Jembatan memuat lebih dari 2000 kendaraan/hari, jembatan di jalur utama atau arteri, dan jembatan dimana tidak ada rute alternatif | 1.2 |
| 2 | Seluruh jembatan permanen lainnya dimana rute alternatif tersedia. | 1.0 |
| 3 | Jembatan sementara dan jembatan yang direncanakan untuk mengurangi beban lalu lintas | 0.8 |

Faktor Tipe Bangunan S

Faktor tipe bangunan (S) berkaitan dengan kapasitas penyerapan energi struktur atau elemen struktur, yang diberikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai faktor tipe bangunan (S)

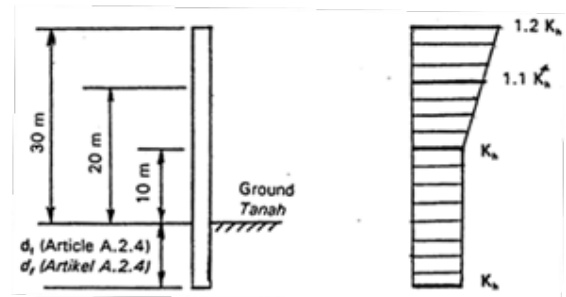
| No | Tipe Jembatan | Faktor Tipe Bangunan S | | |
|----|---------------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| | | Beton Bertulang atau Baja | Prategang Parsial | Prategang Penuh |
| 1 | Type A | 1.0 F | 1.15 F | 1.3 F |
| 2 | Type B | 1.0 F | 1.15 F | 1.3 F |
| 3 | Type C | 3.0 | 3.0 | 3.0 |

Catatan:

- F = Faktor perangkaan
- = $1.25 - 0.025 n$ dan $F \leq 1.0$
- n = jumlah sendi plastis

Ketentuan Khusus Pilar Tinggi

Ketentuan khusus pilar tinggi mulai diatur dalam BMS 1992 dimana jika berat pilar tinggi dapat mempunyai kecukupan untuk merubah respon bangunan menjadi gerakan gempa. Apabila berat pilar lebih besar dari 20% dari berat total WT, maka beban statis pada pilar harus disebarakan sesuai dengan Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Distribusi beban gempa pada pilar tinggi (BMS 92).

Kombinasi Beban

Kombinasi beban untuk gempa dihitung pada batas ultimit dan tidak memperhitungkan beban hidup, demikian juga beban dengan arah bersilangan terhadap arah gempa yg ditinjau tidak diperhitungkan. Kombinasi beban BMS 92 dapat dilihat pada Lampiran 1.

PERIODE SNI 2833:2008 STANDAR PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK JEMBATAN (PD T-04-2004-B)

SNI 2833:2008 Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan merupakan tindak lanjut dari Pd T-04-2004-B yang disahkan menjadi standar nasional.

Pedoman Pd T-04-2004-B disusun sebagai suplemen terhadap manual dan peraturan BMS 1992 yang masih berlaku yaitu “Bridge Design Manual”, Bagian 4, Perencanaan Struktur Jembatan Tahan Gempa dan “Bridge Design Code”, Bagian 2, Beban Jembatan.

Metoda Analisis Tahan Gempa

Cara analisis gempa pada pedoman ini sudah memperkenalkan 4 (empat) metode untuk mengantisipasi kompleksitas struktur, kemajuan analisis struktur dan tuntutan keamanan akibat gempa.

Pilihan metoda analisis bergantung pada tipe jembatan, nilai koefisien percepatan (akselerasi) gempa dan tingkat kecermatan. Empat metoda tersebut disajikan dalam Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Metoda analisis tahan gempa

Metoda 1 dan 2 untuk perhitungan manual dan digunakan untuk jembatan beraturan (mode getar pertama dominan). Prosedur 3 dapat diterapkan pada jembatan tidak beraturan yang bergetar dalam beberapa moda getar sehingga diperlukan program analisis komputer. Prosedur 4 diperlukan untuk struktur utama dengan geometri yang rumit atau lokasi berdekatan dengan patahan gempa aktif.

Pemilihan metoda analisis dapat didasarkan pada beberapa parameter seperti koefisien percepatan puncak, klasifikasi kepentingan, bentuk struktur jembatan, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9,

Tabel 8 Kategori kinerja seismik (SNI 2833-2008)

Tabel 8. Nilai faktor kepentingan (I)

| Koefisiensi percepatan puncak di batuan dasar (A/g) | Klasifikasi kepentingan I (Jembatan utama dengan faktor keutamaan 1,25) | Klasifikasi kepentingan II (Jembatan biasa dengan faktor keutamaan 1) |
|---|---|---|
| ≥ 0.30 | D | C |
| 0.20 - 2.29 | C | B |
| 0.11 - 0.19 | B | B |
| ≤ 0.10 | A | A |

Tabel 9. Prosedur analisis berdasarkan kategori kinerja seismik (A-D) (SNI 2833-2008)

| Jumlah Bentang | D | C | B | A |
|--|---|---|---|---|
| Tunggal Sederhana | 1 | 1 | 1 | - |
| 2 atau lebih menerus | 2 | 1 | 1 | - |
| 2 atau lebih dengan 1 sandi | 3 | 2 | 1 | - |
| 2 atau lebih dengan 2 atau lebih sandi | 3 | 3 | 1 | - |
| Struktur rumit | 4 | 3 | 2 | 1 |

Tabel 10 Faktor modifikasi respon (Rd) bangunan atas (SNI 2833-2008)

| Kolom atau Pilar | Penghubung (connection) bangunan atas pada | | |
|------------------------|--|-----------------------------|--------------------|
| | Kepala Jembatan | Kolom, pilar atau tiang (c) | Sambungan dilatasi |
| Pilar tipe dinding (a) | 0.8 | 1.0 | 0.8 |
| kolom tunggal | | | |
| kolom majemuk | | | |
| Pile cap Beton | | | |

Koefisien Geser Dasar

Koefisien geser dasar (base shear) diambil dari California Transportation Code, sebagaimana dalam Gambar 3 dan rumus berikut.

$$\begin{aligned} C_{elastis} &= A.R.S \\ C_{plastis} &= \frac{A.R.S}{Z} \end{aligned}$$

dimana:

C_{elastis} = koefisien geser dasar tanpa faktor daktilitas dan risiko (Z), Gambar 9

C_{plastis} = koefisien geser dasar termasuk faktor daktilitas dan risiko (Z), Gambar 10

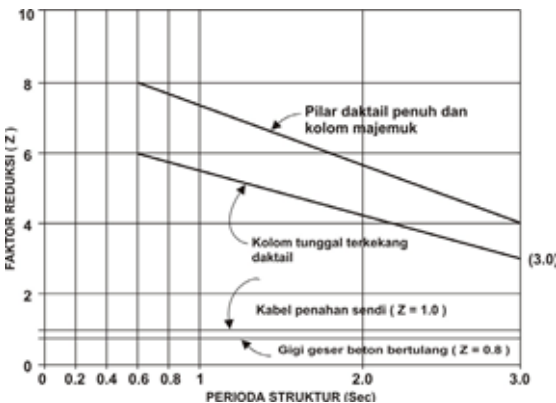
A = percepatan puncak PGA di batuan dasar (g), Tabel 12.

R = faktor modifikasi respon, Tabel 10.

S = amplifikasi di permukaan sesuai tipe tanah.

Z = faktor reduksi sehubungan daktilitas dan risiko (Gambar 3)

T = periode alami struktur (detik).



Gambar 9. Faktor reduksi pengaruh daktilitas dan risiko (Z) (SNI 2833-2008)

Dengan menghilangkan faktor Z dari spektra respon, diperoleh koefisien geser dasar elastis yang memberikan kebebasan untuk menentukan tingkat daktilitas serta tingkat plastis. Spektra tanpa faktor Z digunakan dalam analisis dinamis, karena versi spektra yang telah direduksi akan membingungkan. Analisis dinamis menggunakan faktor reduksi R (Tabel 3) sebagai pengganti faktor Z.

Perkalian tiga faktor A, R dan S menghasilkan spektra elastis dengan 5% redaman (Gambar 9).

Konfigurasi tanah terbagi dalam tiga jenis yaitu: tanah teguh dengan kedalaman batuan 0-30 m, tanah sedang dengan kedalaman batuan 3-25 m, tanah lembek dengan kedalaman batuan melebihi 25 m (Tabel 11)

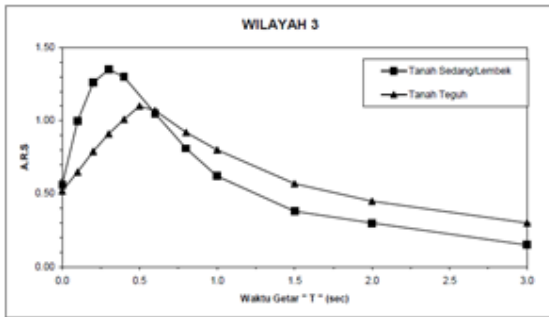
Tabel 11 Koefisien tanah (S) (SNI 2833-2008)

| S (tanah teguh) | S (tanah sedang) | S (tanah lembek) |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| $S_1 = 1.0$ | $S_2 = 1.2$ | $S_3 = 1.5$ |

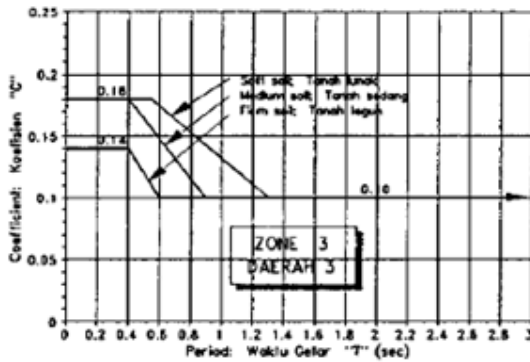
Peraturan gempa yang berlaku pada SNI 03-2833-1992 dan BMS 1992 menggunakan koefisien geser dasar plastis (A.R.S/Z) dimana termasuk faktor daktilitas rata-rata sebesar 4%, faktor risiko 1 serta redaman 5%, sehingga dapat langsung digunakan oleh perencana sebagai koefisien gempa dalam analisis statis (Gambar 10)

Tabel 12 Akselerasi PGA di batuan dasar (SNI 2833:2008)

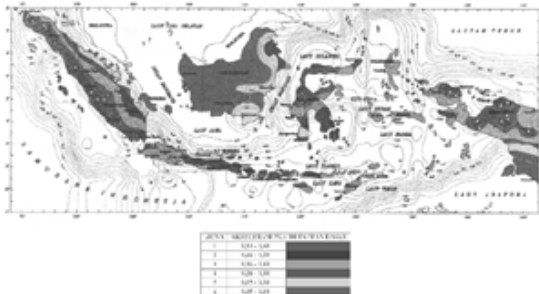
| Wilayah | Akselerasi puncak PGA |
|-----------|-----------------------|
| Wilayah 1 | 0.53 - 0.60 |
| Wilayah 2 | 0.46 - 0.50 |
| Wilayah 3 | 0.36 - 0.40 |
| Wilayah 4 | 0.26 - 0.30 |
| Wilayah 5 | 0.15 - 0.20 |
| Wilayah 6 | 0.05 - 0.10 |



Gambar 10 Koefisien geser dasar (C) elastis untuk analisis dinamis, contoh zona 3 (SNI 2833:2008)



Gambar 11 Koefisien geser dasar (C) plastis untuk analisis statis, contoh zona 3 (BMS 1992)



Gambar 12 Peta Zona Gempa Indonesia (diambil dari Pusat Litbang Teknologi SDA)

PERIODE SNI 03-2833-2016

Setelah gempa Aceh 2004 makin menyadarkan untuk segera dibuatkan standar peta gempa Indonesia, yang selama ini terdapat beberapa versi dan menjadi rujukan dalam standar yang berlaku.

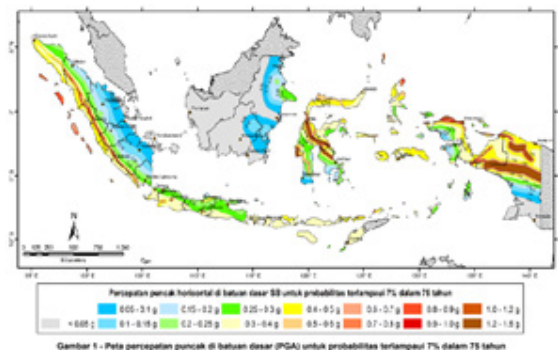
Atas usaha bersama dari Tim Revisi Peta Gempa Indonesia terbitlah Peta Zonasi Gempa Indonesia pada tahun 2010, sebagaimana Gambar 13.



Gambar 13 Peta Zonasi Gempa Indonesia 2010

Peta zonasi gempa tersebut dibuat standarisasi percepatan puncak gempa elastik di batuan dasar (Peak Ground Acceleration, PGA) yang kemudian diterapkan pada masing-masing jenis infrastruktur (jembatan, gedung, bendungan dan lain-lain) sesuai dengan tingkat kinerja struktur terhadap gempa yang diharapkan, periode ulang, probabilitas kejadian gempa pada umur bangunan.

Peta gempa yang ada dalam SNI 2833-2016 Perencanaan jembatan terhadap beban gempa meliputi peta percepatan puncak batuan dasar (PGA), respons spektra percepatan 0.2 detik dan 1.0 detik yang mewakili level hazard (potensi bahaya) gempa 1000 tahun dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam umur jembatan 75 tahun, Gambar 14.



Gambar 14 Peta Zona Gempa Indonesia 2010

Standar gempa sebelumnya, hanya disebutkan bahwa peta gempa didasarkan pada periode ulang gempa 500 tahun, dengan demikian jika dibandingkan dengan SNI 2833-2016 terdapat peningkatan beban gempa. Sebagai contoh, Sumatera Barat pada peraturan SNI 2833-2008 berada pada Zona 3 dengan PGA maksimum mencapai 1.4, namun berdasarkan peraturan baru nilai PGA maksimum mencapai 2.0-2.5.

Beberapa perubahan atau penambahan pada standar baru ini diantaranya:

1. Beberapa zona mengalami peningkatan nilai PGA sebagaimana dapat dilihat pada Peta Zona Gempa 2010.
2. Zona gempa tidak dibagi dalam 6 zona, namun 15 Zona (Gambar 11) dengan menentukan koordinat dari jembatan.
3. Sejalan dengan diterbitkannya standar ini, diterbitkan juga Pedoman Penentuan Spektrum Respon Desain di Permukaan Tanah untuk Jembatan, dan dilengkapi dengan perangkat lunak "LINI" yang dapat diakses melalui : <https://lini.binamarga.pu.go.id>. Dalam aplikasi ini, perencanaan akan menentukan koordinat jembatan dan data tanah, aplikasi lini akan memproses peta gempa menjadi besaran respons spektra di permukaan tanah.
4. Perencanaan jembatan terhadap beban gempa" merupakan revisi dari SNI 2833:2008 Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan, dan mengacu pada AASHTO LRFD Bridge Design Specification, 5th Edition, 2012 dan sejalan secara konsep dan filosofi dengan SNI 1726:2016 Pembebanan untuk Jembatan.
5. Bahaya gempa pada jembatan diperhitungkan dalam penggunaan respons spektra percepatan dan faktor situs untuk kelas situs yang sesuai. Dalam menentukan respons spektra dilakukan 2 (dua) pendekatan yaitu:

- Prosedur umum (Pasal 5.2.1)
 - Prosedur spesifik-situs (Pasal 5.2.2). Prosedur spesifik-situs dilakukan jika : jembatan berada dalam jarak 10 km dari patahan aktif dan situs termasuk dalam kategori situs kelas F.
6. Faktor modifikasi respon (dalam hal ini identik dengan daktilitas), mengalami perubahan nilai, sebagaimana dalam tabel berikut.

Tabel 14 Faktor modifikasi respon (R) untuk bangunan bawah (SNI 2833:2016)

| Bangunan Sawah | Kategori kepentingan | | |
|----------------------------|----------------------|---------|---------|
| | Sangat Penting | Penting | Lainnya |
| Pilar tipe dinding | 1.5 | 1.5 | 2.0 |
| Tiang kolom beton bertuang | | | |
| Tiang Vertikal | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
| Tiang Miring | 1.5 | 1.5 | 2.0 |
| Kolom Tunggal | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
| Tiang baja dan komposit | | | |
| Tiang vertikal | 1.5 | 3.5 | 5.0 |
| Tiang miring | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
| Kolom majemuk | 1.5 | 3.5 | 5.0 |

7. Pengaruh gempa ditinjau dalam dua arah yaitu 100% arah x dikombinasikan 30% arah y, demikian sebaliknya. Demikian juga pengaruh beban hidup yang dalam peraturan lama belum diperhitungkan, maka dalam peraturan baru ini diperhitungkan dengan besaran sesuai dengan tingkat kepentingan jembatan, yaitu:

$$DL + \gamma_{EQ} \pm EQ_x \pm 0.3EQ_y$$

$$DL + \gamma_{EQ} \pm EQ_y \pm 0.3EQ_x$$

keterangan:

DL adalah beban mati (kN)

γ_{EQ} adalah faktor beban hidup saat gempa

$\gamma_{EQ} = 0.5$ (jembatan sangat penting)

$\gamma_{EQ} = 0.3$ (jembatan penting)

$\gamma_{EQ} = 0.0$ (jembatan lainnya)

8. Analisis gempa diatur dengan beberapa metoda bergantung pada jumlah bentang dan kompleksitas struktur, yaitu:

- Metoda analisis moda tunggal
- Metoda beban merata
- Metoda spektra multimoda
- Metoda riwayat waktu

9. Diatur juga pembatasan pada struktur baja dan beton jika dipertimbangkan terhadap gempa, untuk mencapai kinerja gempa yang diharapkan dan letak sendi plastis.

Perkembangan selanjutnya

Seiring berjalannya waktu dari tahun 2010 telah banyak terjadi gempa dan temuan-temuan zona sesar aktif yang signifikan maka diterbitkan buku Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 (Gambar 12). Peta ini disusun oleh Tim Pemutakhiran Peta Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 dan Penyiapan Pusat Studi Gempa Nasional (PusGeN).

Atas perkembangan tersebut maka SNI 2833 juga perlu disesuaikan termasuk juga aplikasi LINI dan diharapkan selesai pada tahun 2022.

Hal yang sangat penting adalah diperlukan kesadaran masyarakat atas bahaya gempa dan memastikan terpenuhinya kinerja infrastruktur terhadap peraturan gempa terkini bagi infrastruktur yang dibangun menggunakan peraturan lama. Untuk memastikan tersebut menjadi Pekerjaan Rumah bersama, mengingat sumber daya yang diperlukan sangat tinggi



Gambar 16. Sampul Buku Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia, Departemen Pekerjdjaan Umum Dan Tenaga Listrik. 1970. Peraturan Muatan untuk Jembatan Jalan Raya No. 12/1970. Jakarta: Kementerian Pekerjdjaan Umum Dan Tenaga Listrik.
- Indonesia, Departemen Pekerjdjaan Umum Dan Tenaga Listrik. 1977. Penjelasan dan Ketentuan Tambahan untuk “Peraturan Muatan untuk Jembatan Jalan Raya” No. 12/1970, Juni 1977. Jakarta: Kementerian Pekerjdjaan Umum dan Tenaga Listrik
- Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, SKBI - 1.3.28.1987. Departemen Pekerjaan Umum.
- Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum. 1989. SNI 03-1725-1989 tentang Tata Cara Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya. Departemen Pekerjaan Umum.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum. 1992. SNI 03-2833-1992 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan Jalan Raya. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum. 1992. BMS, Bridge Design Codes and Manuals, 1992. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum. 2004. Pedoman Pd T-04-2004-B tentang Perencanaan beban Gempa Untuk Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2002. RSNI T-02-2005 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2008. SNI 2833:2008 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Lampiran 1

Kombinasi Beban BMS 92

| AKSI | | Kombinasi Beban | | | | | | | | | | | | Catatan |
|----------------------------|----------|-----------------|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---------|
| | | Data Layan | | | | | | Ultimate | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Aksi Tetap | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| berat sendiri | P_{MS} | | | | | | | | | | | | | |
| beban mati tambahan | P_{MA} | | | | | | | | | | | | | |
| penyusutan angkak | P_{SR} | | | | | | | | | | | | | |
| prategang | P_{PR} | | | | | | | | | | | | | |
| pengaruh pelaksanaan tetap | P_{PL} | | | | | | | | | | | | | |
| tekanan tanah | P_{TA} | | | | | | | | | | | | | |
| penurunan | P_{ES} | | | | | | | | | | | | | |
| Aksi Transien | | | | | | | | | | | | | | |
| beban lajur "D" atau | T_{TD} | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| beban truk "T" | T_{TT} | | | | | | | X | 0 | 0 | 0 | | | |
| gaya rem, atau | T_{TB} | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | | | |
| gaya sentrifugal | T_{TR} | | | | | | | | | | | | | |
| beban pejalan kaki | T_{TP} | | X | | | | | | X | | | | | |
| gesekan pada perletakan | T_{BF} | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | |
| pengaruh temperatur | T_{ET} | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | |
| aliran/hanyutan/tumbukan | T_{EF} | 0 | | 0 | X | 0 | 0 | 0 | | X | 0 | | 0 | |
| dan hodrostatik/apung | T_{EU} | | | | | | | | | | | | | |
| beban angin | T_{EW} | | | 0 | 0 | X | 0 | 0 | | 0 | X | | 0 | |
| Aksi Lain | | | | | | | | | | | | | | |
| gempa | T_{EQ} | | | | | | | | | | | | X | |
| beban tumbukan | T_{TC} | | | | | | | | | | | | X | |
| pengaruh getaran | T_{VI} | X | X | | | | | | | | | | | |
| beban pelaksanaan | T_{CL} | | | | | | X | | | | | | X | |

Alat Survey Ketidatarataan Jalan Tipe Kelas 1 "DIPSTIK Z-250"

Oleh : Risma Hermawati, Subdit DPSI JJ



Profiler referensi Dipstik (ROMDAS Z-250) mengukur profil referensi akurasi tinggi dari permukaan jalan. Profil elevasi linier kemudian dianalisis menggunakan algoritma standar industri untuk menentukan ketidakrataan jalan dalam bentuk IRI (m/km) Profil permukaan kelas 1 ini sangat portabel, mudah dibawa dan digunakan.

Dipstik (Romdas Z-250) adalah alat yang sangat baik untuk mengukur profil ketidakrataan untuk kepatuhan pasca konstruksi atau untuk menyiapkan lokasi kalibrasi/validasi untuk profiler ketidakrataan yang dipasang pada kendaraan.

Dipstik (Romdas Z-250) 'berjalan' di sepanjang permukaan jalan yang merekam ketinggian pada interval 250 mm di sepanjang jalan.

Koneksi Bluetooth dari Z-250 ke perangkat seluler Android memudahkan penggunaan dan menampilkan tampilan waktu nyata dari semua pembacaan dan nilai IRI. Sehingga data mudah ditransfer ke komputer melalui USB untuk analisis tambahan menggunakan perangkat lunak standar atau perangkat lunak lainnya

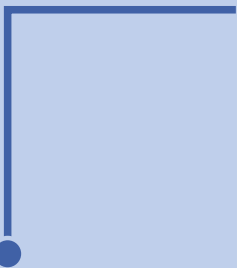
Bluetooth Sebagai alat penghubung dari device to PDA



PDA Sebagai controller



Balok Sebagai alat kalibrasi



Device Sebagai

alat pembaca kondisi jalan (alat pembaca)





MAS BIN & MBAK EKA



SELAMAT PAGI EKA !

SELAMAT PAGI BIIN--



RAME SEKALI KENDARAAN
PAGI INI YAH !!

BETUL, SUDAH HAMPİR
KESIANGAN KITA BIN,
AYO CEPAT,
NANTI KITA TELAT!



KITA NYEBRANG DISINI SAJA
EKA, TIDAK USAH NAIK
JEMBATAN PENYEBRANGAN!



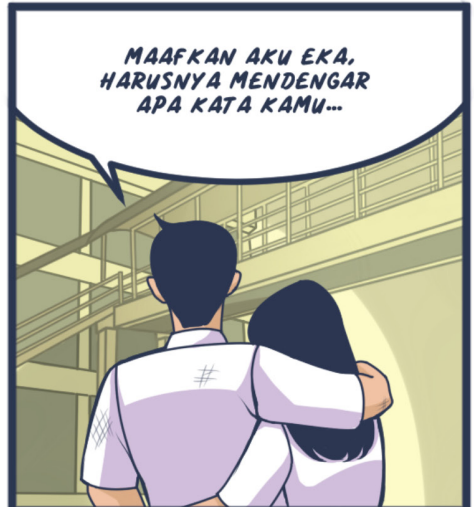
TIDAAAAAKKK
BIN KITA GUNAKAN
JPO DEPAN KANTOR
SAJA !!!



GUBRRRAAAAKKKK



BIIN.. SUDAH AKU BILANG NYEBRANG ITU GUNAKAN
JPO (JEMBATAN PENYEBRANGAN ORANG)
DEMI KENYAMANAN DAN KESELAMATAN BERSAMA



MAAFKAN AKU EKA,
HARUSNYA MENDENGAR
APA KATA KAMU...

binamarga.pu.go.id
2022

