



**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR
PEMELIHARAAN SISTEM MONITORING KESEHATAN
STRUKTUR (SMKS) JEMBATAN
SOP/UPM/DJBM-206**

TAHUN 2025



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA**
Jl. Pattimura No.20 Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12110
Telp. (021) 7203165, Fax (021) 7393938

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP)
PEMELIHARAAN SISTEM MONITORING KESEHATAN STRUKTUR
(SMKS) JEMBATAN
SOP/UPM/DJBM-206

Disahkan di Jakarta pada tanggal 7 Februari 2025

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA


ROY RIZALI ANWAR

Nomor Salinan

Status Dokumen



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : ii dari v

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	ii
LEMBAR DISTRIBUSI	iii
SEJARAH DOKUMEN	v
1. Ruang Lingkup	1
2. Maksud dan Tujuan	1
3. Acuan	1
4. Istilah dan Definisi	2
5. Ketentuan Umum	5
6. Tahapan Kegiatan	14
a. Identitas SOP	14
b. Bagan Alir Kegiatan	16
c. Penjelasan Bagan Alir Kegiatan	18
d. Wewenang dan Tanggung Jawab	20
7. Kondisi Khusus	21
8. Bukti Kerja	22
9. Lampiran	22



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : iii dari v

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :



LEMBAR DISTRIBUSI

No. Distribusi	Unit Penerima Dokumen	Notasi
	Unit Kerja Direktorat Jenderal Bina Marga	
001	Sekretariat Direktorat Jenderal Bina Marga	Bs
002	Direktorat Sistem dan Strategi Penyelenggaraan Jalan dan Jembatan	Bp
003	Direktorat Pembangunan Jalan	Bg
004	Direktorat Pembangunan Jembatan	Bt
005	Direktorat Preservasi Jalan dan Jembatan Wilayah I	Bn
006	Direktorat Preservasi Jalan dan Jembatan Wilayah II	Br
007	Direktorat Jalan Bebas Hambatan	Bk
008	Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan	Be
009	Direktorat Kepatuhan Intern	Bi
	Unit Kerja Badan Pengatur Jalan Tol	
010	Sekretariat Badan Pengatur Jalan Tol	Ts
	Unit Kerja Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional	
011	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Utara	Bb2
012	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Selatan	Bb5
013	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional DKI Jakarta-Jawa Barat	Bb6
014	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah-DI Yogyakarta	Bb7
015	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Timur-Bali	Bb 8
016	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Timur	Bb12
017	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Selatan	Bb13
018	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Barat-Papua Barat Daya	Bb17
019	Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua-Papua Pegunungan	Bb38
	Unit Kerja Balai Pelaksanaan Jalan Nasional	
020	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Aceh	Bb1
021	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Barat	Bb3
022	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Jambi	Bb4
023	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Nusa Tenggara Barat	Bb9
024	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Nusa Tenggara Timur	Bb10
025	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Selatan	Bb11

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/*Uncontrolled when downloaded*



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : iv dari v

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :



No. Distribusi	Unit Penerima Dokumen	Notasi
026	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Tengah	Bb14
027	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Utara	Bb15
028	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku	Bb16
029	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Selatan	Bb18
030	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Lampung	Bb19
031	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Barat	Bb20
032	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Utara	Bb21
033	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Selatan	Bb22
034	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Riau	Bb23
035	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kepulauan Riau	Bb24
036	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Bengkulu	Bb25
037	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Bangka Belitung	Bb26
038	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Banten	Bb27
039	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Utara	Bb28
040	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Tengah	Bb29
041	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Gorontalo	Bb30
042	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Barat	Bb31
043	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku Utara	Bb32
044	Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Tengah	Bb33
	Unit Kerja Balai Teknik	
045	Balai Bahan Jalan	BB34
046	Balai Jembatan Khusus dan Terowongan	BB35
047	Balai Geoteknik, Terowongan, dan Struktur	BB36
048	Balai Perkerasan dan Lingkungan Jalan	BB37

Catatan:

Masing-masing Unit Kerja (Sekretariat Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat, Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional, Balai Teknik, dan Sekretariat Badan Pengatur Jalan Tol) dapat membuat ketentuan tersendiri tentang pengaturan/penomoran distribusi pada unit-unit yang berada di bawah koordinasinya.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR
Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur
(SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : v dari v

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

SEJARAH DOKUMEN

TANGGAL	CATATAN PERUBAHAN	KETERANGAN

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/*Uncontrolled when downloaded*



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 1 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

1. Ruang Lingkup

Standar Operasional Prosedur ini menetapkan Indeks Kinerja (*Performance Index/PI*), jenis kegiatan, tahapan, serta prosedur atau tata cara pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan. Tahapan yang dimaksud terdiri atas: (1) tahap pemeriksaan SMKS yang selanjutnya menentukan kegiatan pemeliharaan dan rehabilitasi; (2) tahap pemeliharaan SMKS; dan (3) tahap penyusunan Laporan Pemeriksaan dan Laporan Pemeliharaan SMKS pada jembatan khusus dan standar. Teknik dan prosedur rehabilitasi pada sistem monitoring tidak menjadi lingkup prosedur.

2. Maksud dan Tujuan

Standar Operasional Prosedur ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melaksanakan proses pemeliharaan dan perencanaan penganggaran pada SMKS dari setiap jembatan yang menerapkan SMKS dan dapat dilakukan secara efektif dan efisien serta ditindaklanjuti sesuai tanggung jawab masing-masing.

Standar Operasional Prosedur ini bertujuan untuk melaksanakan pemeliharaan SMKS jembatan dapat berjalan secara memadai dan sistematis sehingga sistem monitoring berfungsi secara optimal dan akurat untuk memantau kondisi struktur jembatan secara terus menerus selama umur layan yang direncanakan.

3. Acuan

- a. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 554) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 9 Tahun 2024 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 574).



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 2 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- b. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 1052).
- c. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955).
- d. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 24/SE/M/2015 tentang Pedoman Perencanaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur Jembatan.
- e. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 05/SE/Db/2022 tentang Pedoman Pemeriksaan Jembatan.
- f. Standar Operasional Prosedur (SOP) Nomor SOP/UPM/DJBM-200 tentang Pengelolaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan Khusus.

4. Istilah dan Definisi

- a. Eror Sistem adalah kondisi di mana suatu sistem, baik perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) mengalami kegagalan dalam menjalankan sistem sehingga sinyal yang dihasilkan abnormal atau tidak ada sama sekali.
- b. Grup Sensor adalah sekelompok sensor yang membutuhkan interval pemeriksaan dan pemeliharaan yang sama dan diklasifikasikan ke dalam grup berdasarkan tingkat kepentingannya. Grup sensor terdiri atas sensor grup A, grup B, grup C, dan grup D.
- c. Integrasi Monitoring Kesehatan Jembatan yang selanjutnya disingkat IMKJ adalah suatu aplikasi yang mengintegrasikan beberapa Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) dari masing-masing jembatan dan kemudian data ditampilkan ke dalam satu *dashboard*.
- d. Jembatan adalah struktur yang melintasi sungai, jurang/celah, persimpangan lalu lintas, teluk, selat, dan rintangan lainnya.
- e. Jembatan Khusus adalah jembatan dengan bentang paling sedikit 100 (seratus) meter, jembatan dengan panjang total paling sedikit 3.000 (tiga ribu) meter, jembatan pelengkung dengan bentang paling sedikit 60 (enam puluh) meter, jembatan gantung untuk lalu lintas kendaraan, jembatan beruji kabel untuk lalu lintas kendaraan, jembatan dengan ketinggian pilar lebih dari 40 (empat puluh) meter, dan jembatan



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 3 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

yang memiliki kompleksitas struktur tinggi atau memiliki nilai strategis tinggi atau didesain menggunakan teknologi baru.

- f. Jembatan Standar adalah Jembatan yang tidak termasuk dalam kriteria Jembatan Khusus.
- g. Kalibrasi adalah proses penyesuaian sensor dan peralatan monitoring untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan tetap akurat sesuai dengan standar spesifikasi yang berlaku.
- h. Pemeliharaan Intensif adalah kegiatan pemeriksaan menyeluruh terhadap seluruh instrumen SMKS saat Indeks Kinerja di bawah Nilai 70 setelah dilakukan pemeriksaan reguler. Pemeriksaan intensif bertujuan untuk meningkatkan indeks kinerja SMKS.
- i. Pemeliharaan Rutin adalah kegiatan pemeliharaan yang terdiri atas pemeriksaan reguler dan pemeriksaan khusus meliputi seluruh pemeriksaan akurasi sensor, sistem operasi, peralatan komunikasi, dan peralatan listrik di lokasi jembatan dalam rangka menjaga indeks kinerja SMKS.
- j. Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur yang selanjutnya disebut Pemeliharaan SMKS adalah serangkaian kegiatan untuk menjaga kinerja dan kondisi sistem agar tetap berfungsi dengan baik.
- k. Pemeriksaan Khusus adalah kegiatan pemeriksaan secara mendalam yang dilakukan di luar jadwal pemeriksaan reguler akibat adanya eror sistem.
- l. Pemeriksaan Reguler adalah kegiatan pemeriksaan yang dilakukan secara reguler setiap dua kali setahun dalam rangka tindakan preventif yang meliputi antara lain kalibrasi sensor terutama sensor grup A dan B.
- m. Perilaku Abnormal adalah mengacu pada respons atau reaksi dari suatu elemen jembatan yang berbeda dari kondisi operasi normal yang telah diprediksi atau diharapkan.
- n. Rehabilitasi adalah kondisi dimana SMKS perlu dilakukan perbaikan atau penggantian besar-besaran pada komponen SMKS yang telah mencapai umur layan tertentu (misalnya 10 tahun) atau ketika pemeliharaan intensif tidak mampu mengembalikan indeks kinerja di atas nilai 70 selama 2 bulan berturut-turut.
- o. Respons Awal adalah suatu langkah awal saat sistem monitoring mendeteksi sinyal abnormal untuk mengetahui penyebab munculnya sinyal abnormal.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 4 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- p. Sensor Grup A adalah kelompok sensor yang penting dan harus dipelihara untuk mencegah hilangnya data yang telah diukur, yaitu sensor-sensor untuk merespons kejadian bencana.
- q. Sensor Grup B adalah kelompok sensor yang penting untuk memonitor secara *real-time* terhadap perilaku struktur dan keamanan jembatan.
- r. Sensor Grup C adalah kelompok sensor yang diperlukan untuk mengecek kondisi struktur dari perspektif jangka panjang dan memiliki tingkat kepentingan di bawah sensor Grup B.
- s. Sensor Grup D adalah kelompok sensor yang ditanam di dalam struktur yang tidak bisa dipelihara atau diperbaiki termasuk sensor-sensor yang dipasang untuk memperoleh data pengukuran pada tahap konstruksi dan tidak terkait dengan pemeliharaan jembatan dalam periode layan, dianggap sebagai 'Grup non-pemeliharaan'.
- t. Sinyal Abnormal adalah sinyal yang dihasilkan dari sensor yang menunjukkan perilaku atau respons struktur yang tidak sesuai dengan ambang batas yang ditentukan yang diakibatkan oleh eror sistem atau perilaku abnormal struktur jembatan.
- u. Sistem Monitoring Kesehatan Struktur adalah sistem monitoring yang didasarkan kondisi aktual struktur (seperti tegangan, regangan, dan vibrasi) untuk mendapatkan perilaku struktur yang sebenarnya dalam memprediksi kondisi struktur jembatan secara terus menerus (*continuous*) dan secara langsung (*real-time*), respons struktur direkam secara langsung pada waktu yang bersamaan.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 5 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

5. Ketentuan Umum

- Pemeriksaan dan pemeliharaan SMKS bertujuan untuk mempertahankan Indeks Kinerja/*Performance Index* (PI) suatu SMKS, dengan total poin sebesar minimal 70 (tujuh puluh) poin atau lebih, sampai dengan dilakukan pemasangan ulang SMKS.
- Dampak yang terjadi jika tidak dilakukan pemeliharaan meliputi penurunan keandalan SMKS, keterlambatan dalam deteksi kerusakan, dan biaya perbaikan menjadi lebih besar.

Tabel 1 – Indeks kinerja dan kondisi SMKS

Indeks Kinerja (PI)	Kondisi SMKS
$PI \geq 90$	Baik
$80 \leq PI < 90$	Normal
$70 \leq PI < 80$	Waspada
$PI < 70$	Bahaya

- Indeks Kinerja SMKS (*Performance Index*/PI) adalah total skor rata-rata bulanan tingkat pengoperasian sensor (atau setiap saluran sinyal), tingkat pengaturan ambang batas, dan nilai periode layan SMKS, serta berfungsi sebagai acuan dalam pemeliharaan SMKS.

$$PI(100) = OR \times 30 + TR \times 40 + SS (0 \sim 30) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

PI : Indeks Kinerja/*Performance Index*

OR : tingkat pengoperasian/*Operating Rate*

TR : tingkat pengaturan ambang batas/*Threshold Setting*

SS : skor periode layan/*Service Period Score*

- 1) Tingkat penggunaan sensor SMKS (*Operation Rate*/OR) merupakan tingkat pengoperasian normal dari semua sensor yang terekam dalam laporan monitoring mingguan.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

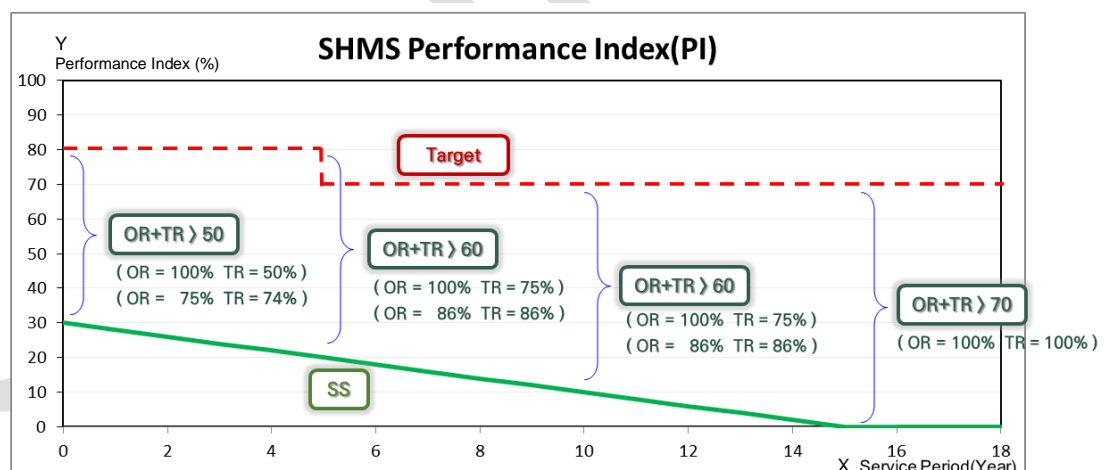
Hal : 6 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

- 2) Tingkat pengaturan ambang batas SMKS (*Threshold Setting Rate/TR*) merupakan tingkat sensor di mana ambang batas statistik yang ditetapkan untuk setiap SMKS dapat diterapkan karena sudah beroperasi dengan normal selama lebih dari satu bulan.
- 3) Nilai periode layan SMKS (*Service Period Score/SS*) merupakan indeks untuk menilai tingkat umur 'SMKS' berdasarkan jumlah tahun layan sejak SMKS selesai dipasang.
- 4) Umur layan (*service life*) SMKS merupakan umur layan mengacu pada periode waktu di mana sistem SMKS atau komponennya, termasuk sensor, dapat diandalkan untuk berfungsi dengan baik sebelum memerlukan penggantian sistem.
- 5) Agar indeks kinerja SMKS dapat dipertahankan pada level yang ditetapkan sampai dilakukan pemasangan ulang SMKS maka tingkat pengoperasian dan tingkat pengaturan ambang batas sensor-sensor utama perlu ditingkatkan atau dipertahankan pada level yang sama untuk mengimbangi skor periode layan yang terus menurun, sebagaimana yang dijelaskan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 – Konsep indeks kinerja SMKS

- d. Pada umur SMKS 0 – 1 tahun, hanya dilakukan operasional SMKS, dengan lingkup kegiatan hanya melakukan operasional tetapi juga melakukan pemeliharaan reguler.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 7 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- e. Pada umur SMKS lebih dari 1 (satu) tahun, dilakukan pengoperasian dan pemeliharaan SMKS dimana lingkup pemeliharaan dimungkinkan dilakukan penggantian komponen SMKS.
- f. Periode Pemeliharaan SMKS dimulai dari penyusunan anggaran berdasarkan indeks kinerja sebelum tahun berjalan, pelaksanaan pemeliharaan pada tahun berjalan dan diakhiri dengan pelaporan terkait indeks kinerja SMKS dan kesehatan struktur jembatan.
- g. Tahap-tahap pemeriksaan dan pemeliharaan SMKS menurut Indeks Kinerja (PI), sebagaimana yang dijelaskan pada Gambar 2. adalah:
 - 1) Tahap pertama SMKS harus menjalani pemeliharaan dan perbaikan dengan melakukan pemeriksaan reguler dan pemeriksaan khusus berdasarkan grup sensor. Jika PI lebih besar atau sama dengan 70 (tujuh puluh) poin maka dilakukan Pemeliharaan Rutin. Pemeriksaan reguler dan khusus SMKS bertujuan untuk memastikan semua aspek kegiatan monitoring berjalan normal, mendeteksi potensi masalah, dan melakukan perbaikan kecil jika diperlukan.
 - a) Pemeriksaan bertujuan untuk memastikan bahwa tidak ada abnormalitas pada instrumen SMKS. Pemeriksaan reguler SMKS meliputi seluruh perangkat keras, program sistem operasi, peralatan komunikasi, dan peralatan listrik di lokasi jembatan, termasuk pemeriksaan Integrasi Monitoring Kesehatan Jembatan.
 - b) Pemeriksaan khusus, yang dilaksanakan di luar jadwal pemeriksaan reguler, bertujuan untuk menemukan penyebab utama masalah apabila terjadinya abnormalitas data dan menentukan pekerjaan perbaikan dan tindak lanjut setelah pemeriksaan. Pemeriksaan ini juga mencakup pekerjaan lapangan untuk pemeliharaan, pemeriksaan darurat untuk pengoperasian tanggap darurat, kalibrasi sensor. Abnormal sensor mengacu pada sinyal yang dihasilkan oleh sensor yang menunjukkan respons struktur di luar ambang batas/*threshold*.
 - 2) Tahap kedua berupa Pemeliharaan Intensif dilakukan ketika PI lebih kecil dari 70 (tujuh puluh) poin. Pemeliharaan intensif SMKS bertujuan untuk meningkatkan indeks kinerja melalui pemeriksaan intensif dan perbaikan seperti peningkatan tingkat operasi sensor dan pengaturan ambang batas. SMKS harus



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

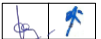
No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 8 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

menjalani proses pemeriksaan secara intensif dan perbaikannya. Dalam kasus SMKS yang umur layanannya kurang dari 5 (lima) tahun dan PI lebih kecil dari 80 (delapan puluh) harus dievaluasi dengan hati-hati apakah SMKS membutuhkan Pemeriksaan Intensif.

- 3) Pada Pemeliharaan Intensif, rencana kerja pemeliharaan disesuaikan terhadap indeks kinerja grup sensor. Sebagai contoh; ketika tingkat penggunaan sensor (*operation rate*) rendah namun tingkat ambang batas (*threshold rate*) tinggi dapat dilakukan optimalisasi jumlah sensor terutama sensor grup C dalam rangka meningkatkan tingkat penggunaan sensor. Namun, Jika sebaliknya dapat dilakukan penggantian terutama pada sensor grup A dan B atau dilakukan pengaturan ulang ambang batas suatu sensor. Apabila setelah dilakukan pemeriksaan intensif dan indeks kinerja sensor tetap turun (<70) maka diperlukan tindakan rehabilitasi SMKS Jembatan.
- 4) Tahap ketiga berupa Fase Rehabilitasi dilakukan ketika dalam kedua kasus seperti yang ditunjukkan di bawah ini, SMKS harus dipasang ulang atau direhabilitasi.
 - a) Periode layan SMKS lebih besar atau sama dengan 10 (sepuluh) tahun;
 - b) Indeks Kinerja SMKS yang telah diperbaiki dengan 'Pemeliharaan Intensif' tahap-2 dengan level kurang dari 70 poin selama 2 bulan berturut-turut; dan
 - c) Acuan yang dapat digunakan dalam pekerjaan rehabilitasi SMKS adalah Pedoman Pemasangan dan Pengoperasian SMKS.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

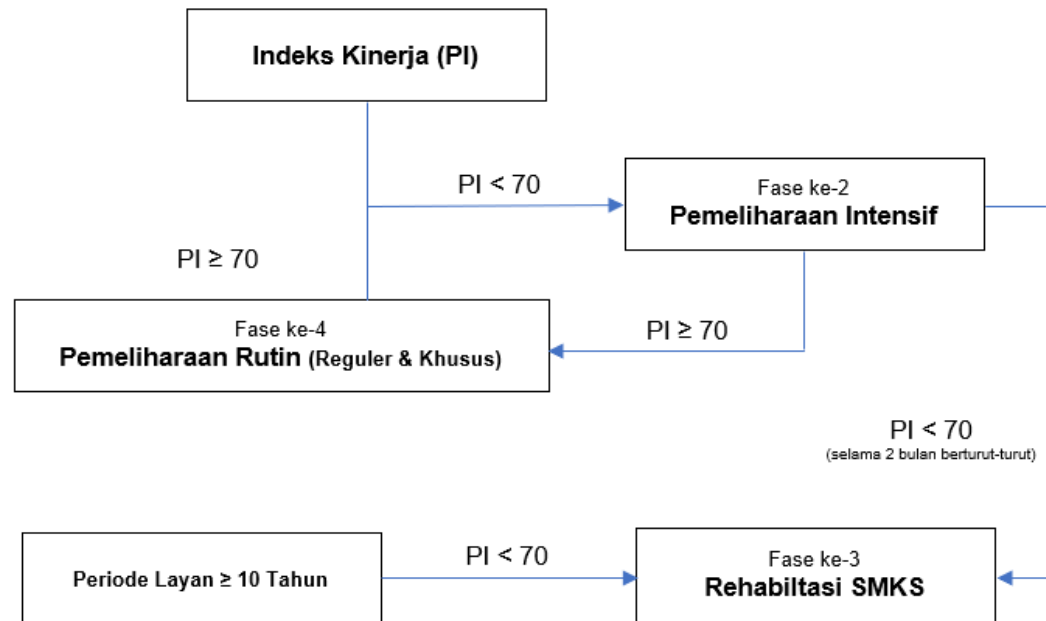
Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 9 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

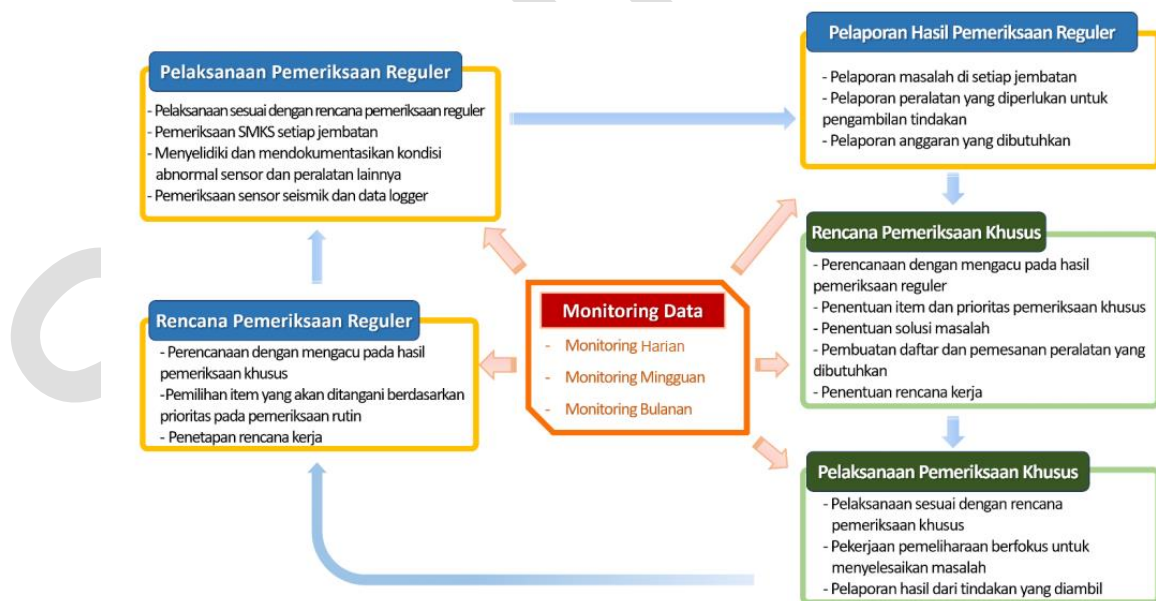
Paraf :



Gambar 2 – Pemeliharaan SMKS berdasarkan indeks kinerja (PI)

h. Pemeliharaan SMKS terdiri atas pemeliharaan rutin dan pemeliharaan intensif

1) Pemeliharaan Rutin



Gambar 3 – Sistem pemeliharaan rutin



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

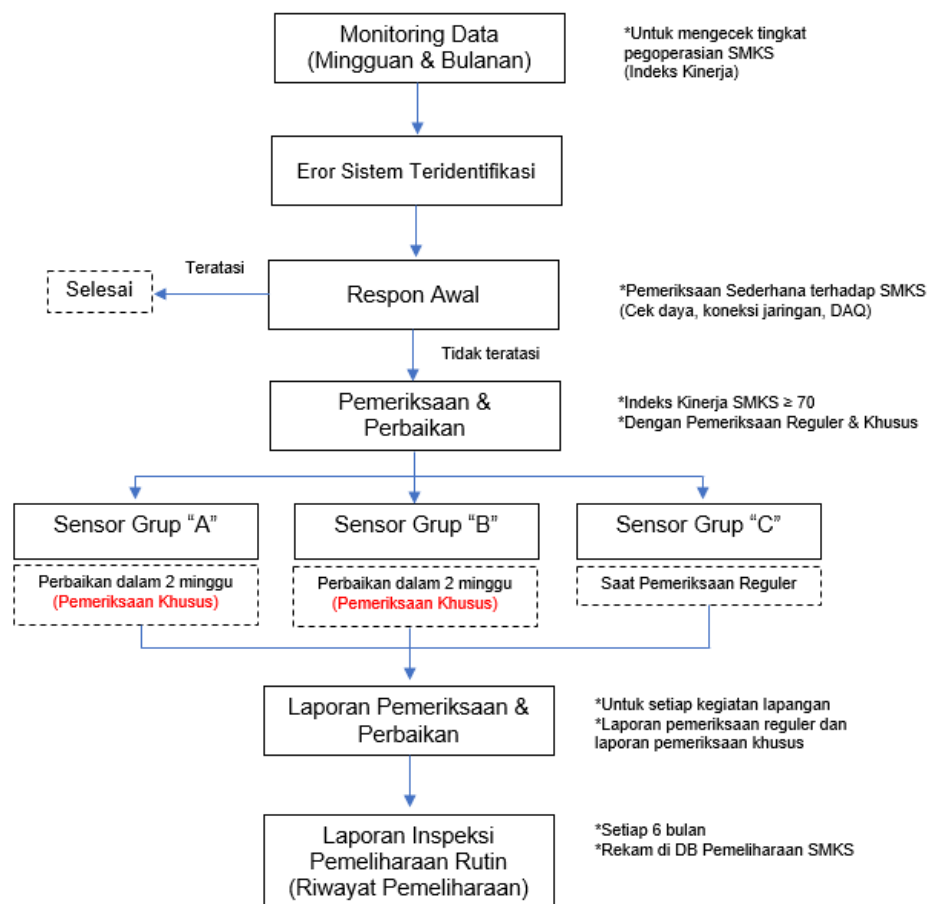
Hal : 10 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

Sistem pemeriksaan dan pemeliharaan rutin untuk SMKS dengan indeks kinerja 70 (tujuh puluh) atau lebih dilakukan dengan cara pemeriksaan reguler dan khusus yang dilaksanakan dalam satu siklus yang dimulai hasil monitoring data sensor secara harian, mingguan, dan bulanan. Pemeriksaan reguler dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem monitoring berfungsi dengan baik dan tidak ada kerusakan atau anomali yang dapat membuat sistem monitoring menjadi tidak akurat. Pelaksanaan pemeriksaan reguler dilakukan dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan hasil pemeriksaan. Pemeriksaan khusus dilaksanakan di luar jadwal pemeriksaan reguler. Pemeriksaan ini dilakukan sebagai respons terhadap indikasi adanya masalah, kejadian luar biasa, atau temuan anomali dalam data monitoring. Tahapan pemeriksaan khusus dilakukan dari perencanaan dan pelaksanaan pemeriksaan khusus.



Gambar 4 – Tahapan kerja monitoring data dan pemeliharaan rutin



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 11 dari 43

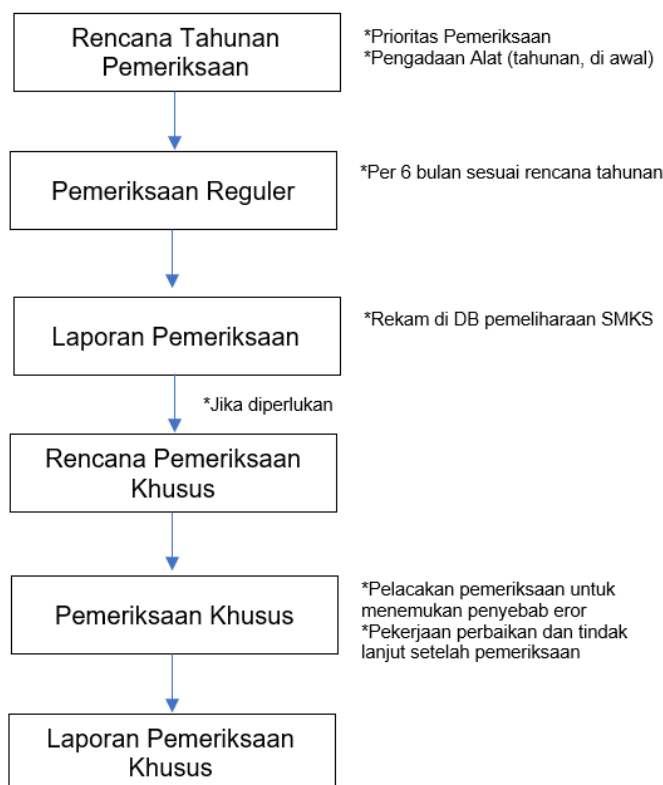
No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

Dalam pemeliharaan sistem monitoring tidak terlepas dari data monitoring yang dihasilkan. Untuk memastikan keandalan data monitoring yang dihasilkan, dilakukan pemeriksaan secara reguler selama 2 (dua) kali dalam 1 (satu) tahun untuk semua grup sensor. Namun ketika terjadi sinyal abnormal, dapat dilakukan respons awal dan analisis awal untuk memastikan asal sinyal abnormal.

Respons awal yang dilakukan ketika sistem monitoring mendeteksi adanya sinyal abnormal yang menunjukkan adanya potensi masalah. Tindakan ini penting untuk memastikan bahwa masalah terdeteksi dan ditangani sebelum berkembang menjadi kondisi yang lebih serius. Apabila karena eror sistem maka dilakukan pemeriksaan khusus terutama untuk sensor grup A dan B. Dalam pemeriksaan rutin juga dilakukan kalibrasi terhadap sensor.



Gambar 5 – Tahapan kerja pemeriksaan rutin reguler dan khusus

Laporan pemeliharaan rutin adalah hasil pemeliharaan rutin yang berisi respons awal, pemeriksaan reguler dan pemeriksaan khusus.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 12 dari 43

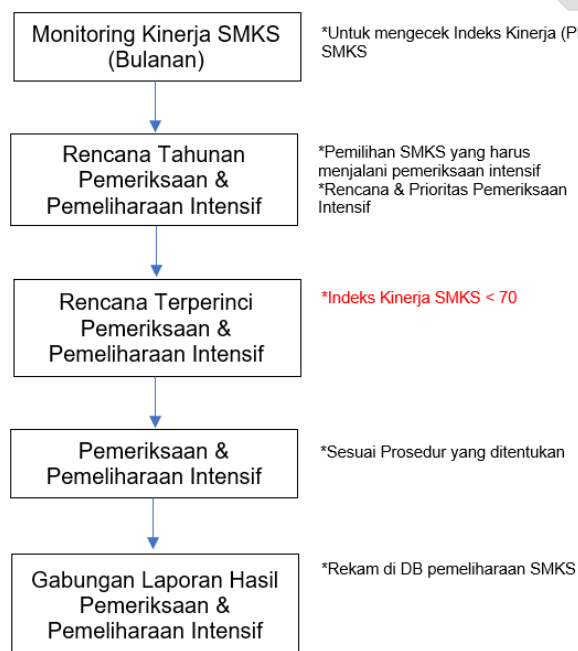
No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

2) Pemeliharaan Intensif

Pemeliharaan intensif adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang lebih mendalam dan detail dibandingkan dengan pemeliharaan rutin agar sistem monitoring tetap berada pada Indeks Kinerja (PI) di atas 70 (tujuh puluh). Tujuannya agar sistem monitoring berfungsi optimal dan mampu memberikan data dengan tingkat akurasi yang baik.



Gambar 6 – Tahapan kerja pemeriksaan dan pemeliharaan intensif

Pemeriksaan Intensif dilakukan lebih mendalam dan menyeluruh dibandingkan pemeriksaan rutin dan bertujuan untuk mendeteksi potensi masalah yang lebih serius. Beberapa ciri khas dari pemeriksaan intensif antara lain:

- Analisis mendalam terhadap data abnormal yang dikumpulkan dari sensor dan perangkat SMKs.
- Pengujian tambahan atau pengukuran ulang di area-area yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan struktural atau performa yang memburuk.
- Penggunaan alat kalibrasi khusus atau pengujian struktur fisik jembatan untuk memastikan tidak ada masalah struktural besar.
- Penentuan tindakan perbaikan atau penggantian komponen sensor yang rusak.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 13 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- 5) Laporan pemeliharaan intensif adalah hasil pemeliharaan intensif termasuk perubahan indeks kinerja sensor sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan intensif yang disusun oleh Tim Pelaksana Pemeliharaan. Laporan berguna sebagai acuan pemeliharaan SMKS yang akan datang. Jika ditemukan sinyal abnormal dalam selama pemeliharaan rutin atau intensif maka dilakukan pemeriksaan khusus.
- i. Pemeliharaan SMKS jembatan dilaksanakan secara bersama oleh:
- 1) Tim Pemeriksaan SMKS, yang terdiri atas:
 - i. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) selaku Ketua Pelaksana Harian PIU;
 - ii. Kepala Satuan Kerja (Kasatker) pada ruas Jembatan selaku Sekretaris PIU; dan
 - iii. Seseorang/Badan Usaha yang ditunjuk atas operasional SMKS sesuai dengan kontrak.
 - 2) Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS:
Seseorang/Badan Usaha yang ditunjuk atas pemeliharaan SMKS sesuai dengan kontrak.
 - 3) Tim Pengendali Pemeliharaan SMKS:
 - i. Tim Pengendali Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai, yang terdiri atas:
 - a) Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (Kepala BB/BPJN) selaku Ketua PIU SMKS; dan
 - b) Kepala Bidang/Seksi Pembangunan.
 - ii. Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Direktorat, yang terdiri atas:
 - a) Kepala Balai Jembatan Khusus dan Terowongan;
 - b) Kepala Subdirektorat Wilayah di Direktorat Pembangunan Jembatan;
 - c) Kepala Subdirektorat Perencanaan Teknis di Direktorat Pembangunan Jembatan;
 - d) Kepala Subdirektorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan di Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan;
 - e) Ketua Pelaksana Harian PMU SMKS.
 - 4) Direktur Pembangunan Jembatan selaku Ketua PMU SMKS.
 - 5) Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan selaku Wakil Ketua PMU SMKS.
 - 6) Direktur Jenderal Bina Marga selaku Pengarah.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 14 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

6. Tahapan Kegiatan

a. Identitas SOP



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA**

NOMOR SOP	SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00
TGL. PEMBUATAN	Februari 2025
TGL. REVISI	
TGL. EFEKTIF	
DISAHKAN OLEH	DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA, ROY RIZALI ANWAR
NAMA SOP	Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

DASAR HUKUM

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 554) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 9 Tahun 2024 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 574).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 1052).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955).

KUALIFIKASI PELAKSANA

- Memahami mekanisme pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan.
- Setiap unit yang terlibat melaksanakan tugas dan tanggung jawab.
- Mampu menganalisa hasil pembacaan sensor dalam SMKs.
- Memahami isi substansi SOP yang disusun.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 15 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- d. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 24/SE/M/2015 tentang Pedoman Perencanaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur Jembatan.
- e. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 05/SE/Db/2022 tentang Pedoman Pemeriksaan Jembatan.

KETERKAITAN

PERALATAN/PERLENGKAPAN

- Ruang kontrol SMKS
- Pemeriksaan lapangan
- Hasil monitoring harian, mingguan, dan bulanan.
- Pemeliharaan sensor

PERINGATAN

Penyusunan SOP ini telah mengacu pada Standar Operasional Prosedur Penyusunan Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria yang berlaku di Direktorat Jenderal Bina Marga.

PENCATATAN DAN PENDATAAN

Disimpan sebagai data elektronik dan manual.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

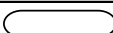

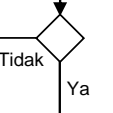
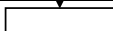
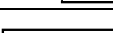
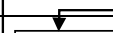
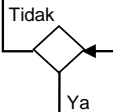





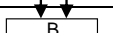
Hal : 16 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

b. Bagan Alir Kegiatan

No.	Kegiatan	Pelaksana					Mutu Baku		
		Tim Pemeriksa SMKS	Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS	Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS	Direktur Pembangunan Jembatan	Direktur Jenderal Bina Marga	Kelengkapan	Waktu	Output
	Mulai								
1.	Menyusun rencana pemeliharaan tahunan berdasarkan indeks kinerja						Laporan harian, mingguan, bulanan dan tahunan monitoring		Rencana kerja
2.	Menentukan jenis pemeliharaan. Jika Ya, nilai $PI \geq 70$ maka dilakukan pemeliharaan rutin. Jika Tidak $PI < 70$ maka dilakukan pemeliharaan intensif						Indeks kinerja sensor	7 hari kerja	Jenis pemeliharaan
3.	Menyusun rencana Pemeliharaan Rutin						Rencana pemeliharaan		Rencana kerja pemeliharaan rutin
4.	Melakukan Pemeriksaan Reguler						Rencana kerja pemeliharaan	2 kali per tahun	Laporan hasil pemeriksaan reguler
5.	Membahas Laporan hasil Pemeriksaan Reguler						Laporan hasil pemeriksaan	3 hari kerja	Notulen rapat
6.	Melakukan Respons Awal terhadap sinyal abnormal. Jika Ya karena eror sistem maka membuat rencana pemeriksaan khusus. Jika karena kondisi lingkungan maka dilakukan pemeriksaan reguler.						Data monitoring	3 hari kerja	Laporan respons awal
7.	Membuat Rencana Pemeriksaan Khusus						Laporan respons awal	7 hari kerja	Rencana kerja
8.	Melakukan Pemeriksaan Khusus						Rencana kerja	15 hari kerja	Laporan pemeriksaan khusus
9.	Membahas Laporan hasil Pemeriksaan Khusus						Laporan hasil pemeriksaan khusus	3 hari kerja	Notulen rapat
10.	Menyusun rencana Pemeliharaan Intensif						Indeks kinerja sensor		Rencana kerja pemeriksaan
									

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/Uncontrolled when downloaded



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 17 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

No.	Kegiatan	Pelaksana					Mutu Baku		
		Tim Pemeriksa SMKS	Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS	Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS	Direktur Pembangunan Jembatan	Direktur Jenderal Bina Marga	Kelengkapan	Waktu	Output
		A		B					
11.	Melakukan Pemeriksaan Intensif						Rencana kerja pemeriksaan	15 hari kerja	Laporan hasil pemeriksaan intensif
12.	Membahas Laporan pemeriksaan Intensif						Laporan hasil pemeriksaan	3 hari kerja	Notulen rapat
13.	Melaporkan hasil pemeliharaan kepada Direktur Pembangunan Jembatan						Laporan terkait indeks kinerja sensor dan rencana anggaran	7 hari kerja	Surat
14.	Melaporkan hasil pemeliharaan SMKS Jembatan kepada Direktur Jenderal Bina Marga							7 hari kerja	Surat
15.	Menerima laporan hasil pemeliharaan SMKS berikut rencana anggaran ditahun berikutnya								
	Selesai								

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/Uncontrolled when downloaded



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 18 dari 43

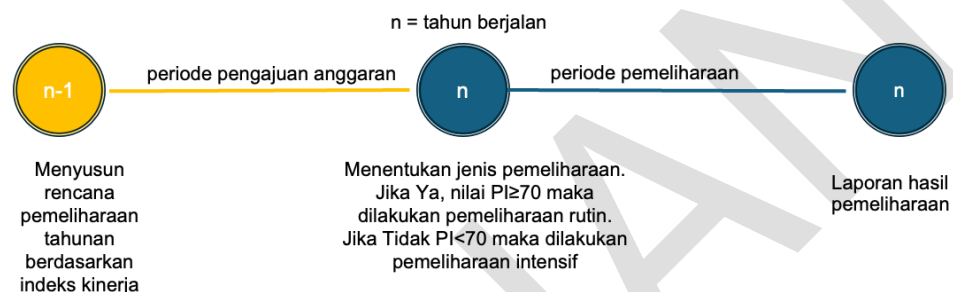
No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

c. Penjelasan Bagan Alir Kegiatan

- 1) Tim Pemeriksa SMKS melakukan penilaian kondisi indeks kinerja sensor berdasarkan data monitoring terkini dan melakukan penyusunan rencana kerja pemeliharaan tahunan berdasarkan indeks kinerja bersama dengan Tim Pengendalian Pemeliharaan Tingkat Balai dan Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Direktorat. Indeks kinerja sensor digunakan sebagai dasar untuk penganggaran pada tahun berikutnya.



Gambar 7 – periode pemeliharaan SMKS

- 2) Tim Pemeriksa SMKS menentukan jenis pemeliharaan dengan melakukan penilaian ulang terhadap indeks kinerja sensor dan menyiapkan kerangka kerja pemeliharaan, jika nilai indeks kinerja ≥ 70 maka dilakukan pemeliharaan rutin dan jika < 70 maka dilakukan pemeliharaan intensif.
- 3) Tim Pemeriksa SMKS bersama Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS menyusun rencana kerja pemeliharaan rutin berdasarkan hasil penilaian kondisi sistem dan melakukan pembahasan.
- 4) Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS bersama Tim Pemeriksa SMKS melakukan pemeriksaan reguler sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pemeriksaan ini mencakup inspeksi fisik komponen dan kalibrasi sensor untuk menjaga akurasi data monitoring.
- 5) Tim Pemeriksa SMKS bersama Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS dan Tim Pengendalian Pemeliharaan Tingkat Balai, membahas laporan hasil pemeriksaan reguler yang dilakukan oleh Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS, untuk menentukan apakah tindakan korektif tambahan diperlukan.
- 6) Selama periode monitoring ditemukan sinyal abnormal, Tim Pemeriksa SMKS melakukan respons awal terhadap sinyal abnormal untuk menganalisis sumber



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 19 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

sinyal abnormal tersebut. Sebagai respons awal, Tim Pemeriksa SMKS menentukan penyebab sinyal abnormal sesuai ketentuan pemeriksaan apakah karena kondisi lingkungan atau eror sistem. Jika Ya karena eror sistem, maka membuat rencana pemeriksaan khusus. Jika akibat kondisi lingkungan, maka dilakukan pemeriksaan reguler.

- 7) Tim Pemeriksa SMKS bersama Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS membuat rencana kerja pemeriksaan khusus terhadap sensor yang menghasilkan sinyal abnormal.
- 8) Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS bersama Tim Pemeriksa SMKS melakukan pemeriksaan khusus terhadap sensor yang mengeluarkan sinyal abnormal, mencari penyebabnya, dan melakukan perbaikan jika dimungkinkan.
- 9) Tim Pemeriksa SMKS melaporkan hasil pemeriksaan khusus terhadap sensor yang mengeluarkan sinyal abnormal, dan mengadakan pembahasan dengan Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS, Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai, dan Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Direktorat untuk menentukan langkah selanjutnya.
- 10) Jika nilai indeks kinerja SMKS < 70 , Tim Pemeriksa SMKS bersama Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS menyusun rencana Pemeliharaan Intensif untuk memulihkan kinerja sistem.
- 11) Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS bersama Tim Pemeriksa SMKS melakukan pemeriksaan intensif sesuai dengan rencana kerja yang disusun sebelumnya, meliputi perbaikan dan penggantian komponen yang rusak serta pengaturan ulang sistem.
- 12) Tim Pemeriksa SMKS, Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS, Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai dan Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Direktorat membahas laporan hasil pemeliharaan intensif yang dilakukan oleh Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS, untuk mengevaluasi efektivitas dan hasil pemeliharaan.
- 13) Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai melaporkan hasil pemeliharaan SMKS kepada Direktur Pembangunan Jembatan selaku Ketua PMU SMKS dengan tembusan Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan selaku wakil ketua PMU SMKS. Laporan hasil pemeliharaan terdiri atas laporan kondisi



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 20 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

indeks kinerja sensor dan laporan hasil pemantauan jembatan terhadap keluaran sinyal setiap jenis sensor.

- 14) Direktur Pembangunan Jembatan menerima hasil pemeliharaan SMKS dari Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai dan melaporkan kondisi indeks kinerja sensor dan hasil pemantauan struktur terkait rencana pemeliharaan di tahun berikutnya kepada Direktur Jenderal Bina Marga dengan tembusan Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan.
- 15) Direktur Jenderal Bina Marga menerima laporan hasil pemeriksaan SMKS dan rencana anggaran ditahun berikutnya.

d. Wewenang dan Tanggung Jawab

- 1) Tim Pemeriksa SMKS memiliki tanggung jawab untuk:
 - a) Menyusun rencana kerja pemeliharaan tahunan berdasarkan indeks kinerja;
 - b) Menyusun rencana pemeriksaan rutin;
 - c) Menyusun rencana pemeliharaan intensif;
 - d) Memeriksa *database* dan laporan jika terjadi sinyal yang abnormal;
 - e) Menganalisis laporan tahunan sebagai dasar untuk penanganan jembatan;
 - f) Melakukan pengelolaan dan pemeliharaan data SMKS;
 - g) Melakukan inspeksi darurat jika dibutuhkan; dan
 - h) Menentukan jenis pemeliharaan.
- 2) Tim Pelaksana Pemeliharaan SMKS memiliki tanggung jawab untuk:
 - a) Melakukan pemeriksaan reguler;
 - b) Melakukan pemeriksaan khusus;
 - c) Melakukan pemeriksaan intensif; dan
 - d) Memberikan masukan kepada Tim Pemeriksa SMKS terhadap rencana pemeriksaan yang sedang dan akan berjalan.
- 3) Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Balai memiliki tanggung jawab untuk:
 - a) Menyusun rencana kerja pemeliharaan tahunan berdasarkan indeks kinerja;
 - b) Melaksanakan monitoring pelaksanaan pemeliharaan dan pengelolaan SMKS jembatan di wilayah BB/BPJN;



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 21 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- c) Memastikan kondisi peralatan/perlengkapan pendukung SMKS (misal: listrik, internet, dan server) dalam kondisi baik; dan
- d) Melakukan inspeksi darurat terkait jembatan jika dibutuhkan.
- 4) Tim Pengendalian Pemeliharaan SMKS Tingkat Direktorat memiliki tanggung jawab untuk:
 - a) Melakukan evaluasi terhadap hasil pemeliharaan SMKS;
 - b) Memberikan usulan rekomendasi perbaikan SMKS dalam kaitan dengan peningkatan indeks kinerja sensor; dan
 - c) Melakukan penyusunan rencana kerja pemeliharaan tahunan berdasarkan indeks kinerja.
- 5) Direktur Pembangunan Jembatan selaku Ketua PMU SMKS memiliki tanggung jawab untuk:
 - a) Memonitor dan memberikan arahan pelaksanaan pemeliharaan SMKS; dan
 - b) Memberikan laporan kepada Direktur Jenderal Bina Marga terhadap pemeliharaan SMKS.
- 6) Direktur Jenderal Bina Marga memiliki wewenang untuk memperoleh atau menerima laporan hasil pemeriksaan SMKS dan rencana anggaran di tahun berikutnya.

7. Kondisi Khusus

- a. Penundaan rehabilitasi dapat dilakukan dengan kondisi dan keadaan tertentu setelah melalui kajian misalnya suatu kondisi dimana karena cuaca menyebabkan kondisi indeks kinerja sensor lebih kecil dari 70 (tujuh puluh) selama 2 (dua) bulan berturut-turut.
- b. Rencana pemeliharaan SMKS untuk umur SMKS yang melebihi masa layan lebih dari 10 (sepuluh) tahun tergantung kondisi nilai indeks kinerja sensor SMKS jembatan melalui justifikasi terhadap nilai Skor Periode Layan/Service Period Score (SS).
- c. Pengecualian terhadap periode pemeliharaan rutin terjadi jika:
 - 1) Pemeriksaan dan perbaikan tidak dapat segera dimulai karena pengadaan sensor dan barang terkait lainnya.
 - 2) Terdapat sebagian data hilang dan selanjutnya dilakukan pemulihan, sensor atau peralatan terkait dikecualikan dari pemeriksaan dan pemeliharaan, tetapi perlu



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 22 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

dilakukan pengecekan status dan analisis penyebab saat pemeriksaan reguler. Hasilnya harus dimasukkan dalam laporan dan jika penyebabnya tidak jelas, ahli SMKS lainnya harus dikonsultasikan untuk memperoleh pendapat lain (*second opinion*).

8. Bukti Kerja

- Dokumen Rencana Kerja
- Laporan Pemeliharaan Rutin SMKS
- Laporan Pemeliharaan Intensif SMKS
- Laporan Respons Awal

9. Lampiran

- Format Laporan Pemeriksaan Reguler
(FRM-01/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)
- Format Laporan Pemeriksaan Khusus
(FRM-02/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)
- Format Laporan Respons Awal
(FRM-03/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)
- Format Risalah Rapat
(FRM-04/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)
- Contoh Format Kerangka Acuan Kerja Pemeliharaan SMKS
(FRM-05/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)
- Contoh Format Kerangka Acuan Kerja Jasa Operasional SMKS
(FRM-06/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR
Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur
(SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 23 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

Format Laporan Pemeriksaan Reguler

(FRM-01/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

Contoh Laporan Pemeriksaan Reguler
SMKS

Jembatan Fisabilillah

30 Desember 2021

(Pemeriksaan Reguler ke-2 T.A. 2021)

Pengelola :  BPJN Kepulauan Riau

Pelaksana : Perusahaan SMKS - 1

Perusahaan SMKS - 2



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 24 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Contoh laporan pemeriksaan regular untuk *data logger*/DAQ server

1. Informasi umum

Peralatan		Pemeriksaan		
Jembatan	Fisabilillah	Tanggal	2020.12.16	
ID	DL0001	Inspektur	Nama (Afiliasi)	Tanda tangan
SN	0002315 (02 Feb, 2019)		Nama (Afiliasi)	Tanda tangan
Model	E-Gate (Gantner) 460	Pemeriksa	Nama (BPJN Kepri)	Tanda tangan

2. Hasil pemeriksaan

Bagian yang dilakukan pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
• Kondisi operasional	×	
• Kondisi pembumian/ <i>earthing</i>	■	
• UPS	■	
• Catu daya/ <i>power supply</i>	■	
• Kondisi sambungan kabel sinyal	■	
• Kerusakan komponen	×	

3. Rangkuman masukan URMS

Tanggal	Peralatan		Hasil Pemeriksaan	Penanganan	Progres	Inspektur
	Tipe	ID				
10 Des, 2021	Logger	DL001	Health LED berkedip	Perbaikan	Dalam perbaikan	Nama
10 Des, 2021	Pelindung lonjakan arus/ <i>Surge Protector</i>		Gagal	Penggantian	Pengadaan	Nama



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

No. Rev : 00

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Hal : 25 dari 43

Paraf : 

4. Foto pemeriksaan



(a) DAQ server *health* LED yang berkedip



(b) Kegagalan pelindung lonjakan arus/surge protector

Foto pemeriksaan regular untuk *data logger*/DAQ server regular

Contoh laporan pemeriksaan regular untuk sensor akselerometer

1. Informasi umum

Peralatan						Pemeriksaan		
Jembatan	Fisabilillah					Tanggal	2020.12.16	
No. Sensor	A	B	C	D	Sum	Inspektur	Nama (Afiliasi)	<i>signature</i>
	10	70	20	7	107		Nama (Afiliasi)	<i>signature</i>
Operasi	10	70	20	7	107	Pemeriksa	Nama (BPJN Kepri)	<i>signature</i>

2. Hasil pemeriksaan

Sensor				Hasil Pemeriksaan					Keterangan
Grup	Tipe	ID	Lokasi (jembatan)	Data	Kemunculan	Voltase	Terminal Block Signal Cable	Proteksi/perindungan	
A	Anemo.	WG_T2T	PY2	■	■	■	■	■	
	Seismik	EQ003	Fondasi PY2					×	
B	Akselero								
C									
D									



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 26 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

3. Rangkuman masukan URMS Input (hanya untuk peralatan yang mana membutuhkan penanganan)

Tanggal	Equipment		Hasil Pemeriksaan	Penanganan	Progres	Inspektur
	Tipe	ID				
10 Des, 2021	Sensor	KC_JJP	Pelat ID belum diperbaiki	Instalasi kembali	Sudah	Nama
		CA_12	Galat sensor	Penggantian	Sudah	
		CA_13	Galat sensor	Penggantian	Sudah	
10 Des, 2021	Sensor	TP_CC12	Galat kontak jalur	Penghubungan kembali	Sudah	
		WG_S3M_01	Bantalan gagal	Penggantian	Sudah	
		EX_A1_01	Kesalahan posisi dari pipa pelindung	Instalasi kembali	Sudah	
		EX_P5_01	Kesalahan posisi dari pipa pelindung	Instalasi kembali	Sudah	

Pada SMKs dengan menggunakan sistem *wireless*, pengecekan Terminal *Block Signal* Kabel diganti dengan pengecekan pada *extender*.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR
Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur
(SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 27 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

Format Laporan Pemeriksaan Khusus

(FRM-02/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

Contoh Laporan Pemeriksaan
Khusus SMKS

Jembatan Fisabilillah

30 Oktober 2021

(Pemeriksaan Khusus ke-3 T.A. 2021)

Pengelola :  **BPJN Kepulauan Riau**

Pelaksana : **Perusahaan SMKS - 1**

Perusahaan SMKS - 2



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 28 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Tabel Pemeriksaan Khusus

1. Informasi umum

Jembatan						Pemeriksaan		
Jembatan	Fisabilillah					Tanggal	16 Desember 2020	
No.	A	B	C	D	Sum	Inspektur	Nama (Afiliasi)	Tanda tangan
Sensor	10	70	20	7	107		Nama (Afiliasi)	Tanda tangan
Operasi	10	70	20	7	107	Pemeriksa	Name (BPJN Kepri)	Tanda tangan

2. Rangkuman masukan URMS (hanya untuk peralatan yang membutuhkan penanganan)

Tanggal	Peralatan		Hasil Pemeriksaan	Penanganan	Progres	Inspektur
	Tipe	ID				
10 Des, 2021	Sensor	EX_T2D_01	Galat sensor	Penggantian	Sudah	Nama
	Server Peralatan	-	Galat server	Penggantian	Sudah	
	Monitor Server	-	Resolusi	Penggantian	Sudah	

3. Penjelasan pemeriksaan khusus untuk sensor *extensometer*

Kabel ekstensometer EX_T2D_01 terputus, yang menyebabkan kesalahan. Kabel diganti dengan yang baru. Saat angin berhembus kencang, tampaknya titik-titik tetap tempat ekstensometer dipasang cenderung terangkat, yang merusak kabel. Oleh karena itu, dilakukan penggantian sensor dengan yang baru dan pemasangan pipa pelindung dari bahan yang lebih fleksibel. Selain penggantian pipa pelindung EX_T2D_01 yang sensornya eror, pipa pelindung EX_T1D_01 sebaliknya juga diganti dengan yang berbahan lentur sebagaimana yang dijelaskan dalam bentuk rangkuman hasil pemeriksaan lapangan.



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 29 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 



(a) Sensor EX_T2D_01 pada kondisi rusak



(b) Pencabutan sensor yang ada



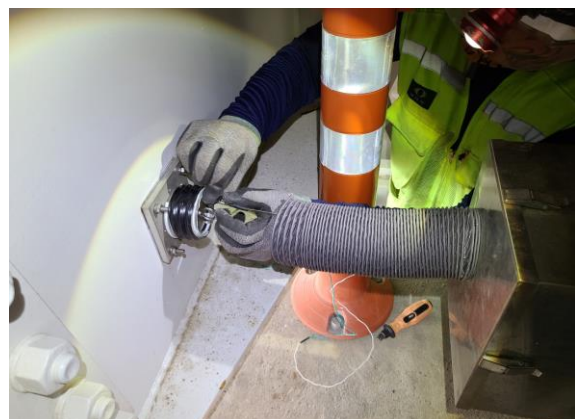
(c) Sensor yang ada di sebelah kanan dengan kode SN:A3061759



(d) Sensor pengganti dengan kode SN:G3160400



(e) Instalasi sensor pengganti



(f) Perbaikan kabel



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 30 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

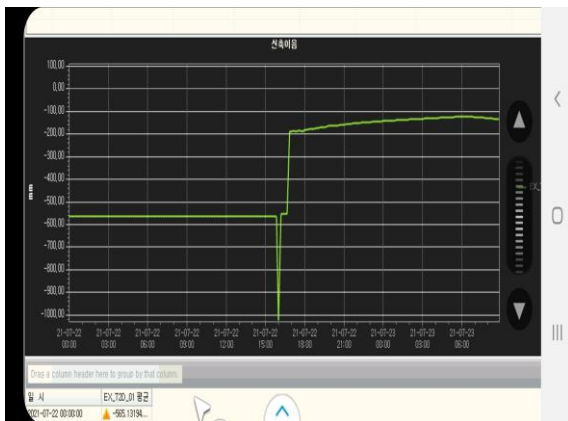
Paraf :



(g) Kabel sudah dalam kondisi terpasang tetap



(h) Pipa pelindung untuk titik yang tetap



(i) Sinyal menjadi normal sesudah dilakukan penggantian sensor

Gambar -1 Penggantian sensor *extensometer*



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 31 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Format Laporan Respons Awal

(FRM-03/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

Contoh Laporan Respons Awal

Disiapkan	Diperiksa
Eko	
£ BRIDGE/SENSOR : Jembatan Merah Putih, EQK_SCCX	
£ WAKTU DETEKSI : 05:45:22 Tanggal 27 Agustus 2024	
<input type="checkbox"/> ANALISA SIGNAL	
1. Detail <i>Signal Abnormal</i> <ul style="list-style-type: none">○ Sensor: EQK_SCCX <i>middle pylon and</i> EQK_SCEX <i>at top pylon</i> (PY6)○ <i>Abnormal Signal</i>: Maks. 667gal, Min. -722gal (xxx)○ <i>Threshold</i>: (Level-1) +8.86/-9.11, (Level-2) +9.18/-9.45	



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

No. Rev : 00

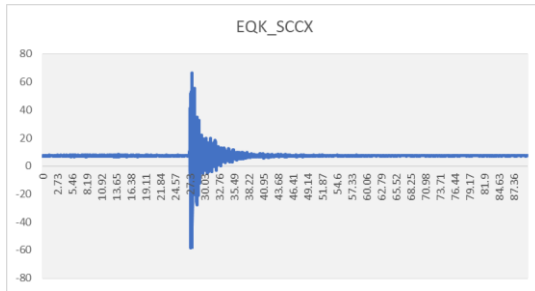
Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

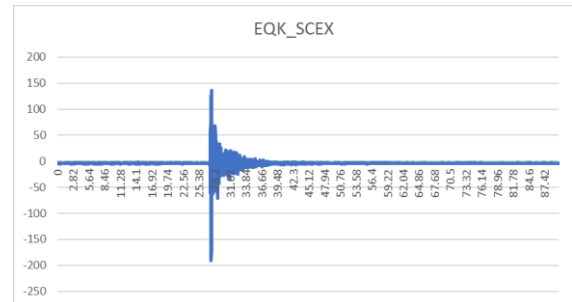
Hal : 32 dari 43

Paraf :

2. Hasil Analisa data (Klasifikasi : *Abnormal Behavior*, Penyebab : kapal menabrak pier)

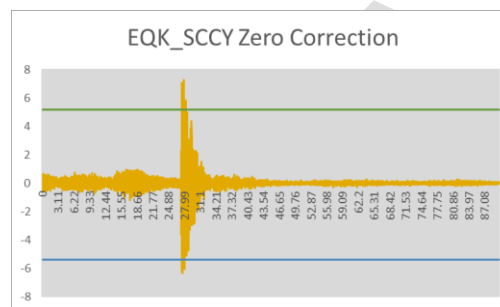


(a) Akselerasi pada Dek Jembatan (arah x)



(b) Akselerasi pada pylon (arah x)

Fig 1. Acceleration Response at Pylon (x-direction)



2. Akselerasi pada pylon (arah-y)

○ Tubrukan Kapal pada P2

3. Safety Check and Further Actions

- [Safety Check] setelah tabrakan kapal, data kembali normal
- [Rencana Tindak Lanjut] cek CCTV dan Pemeriksaan detail pada P2



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 33 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Format Risalah Rapat

(FRM-04/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

RISALAH RAPAT		
Permohonan Usulan Penanganan Jembatan		Risalah Rapat No :
		Jumlah Halaman No :
Lokasi Rapat:	Hari/Tanggal Rapat:	Disusun Oleh:
Agenda Rapat: Permohonan Usulan Penanganan Jembatan	Pimpinan Rapat Nama : NIP :	
Lampiran: 1. Daftar Hadir 2. Dokumentasi		
A. B.		

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/*Uncontrolled when downloaded*



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206	Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025	Hal : 34 dari 43
No. Rev : 00	Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030	Paraf :

Contoh Format Kerangka Acuan Kerja Pemeliharaan SMKS

(FRM-05/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

Latar Belakang

Pentingnya peran jembatan dalam jaringan transportasi mendasari kebutuhan untuk mempertahankan fungsi dari jembatan tersebut guna menjamin keamanan dan keselamatan pengguna selama jembatan beroperasi. Salah satu bentuk upaya dalam mempertahankan fungsi dari suatu jembatan adalah melalui kegiatan pemantauan atau monitoring kondisi struktur jembatan secara terus menerus menggunakan SMKS.

Pemeliharaan SMKS berhubungan erat dengan tujuan untuk meningkatkan keselamatan dan efektivitas dalam pemantauan kondisi jembatan dalam konteks deteksi dini kerusakan struktur jembatan. Pemeliharaan ini diperlukan untuk memastikan bahwa sistem dapat terus memberikan data yang akurat dan tepat waktu terkait dengan kondisi struktural jembatan, terutama di kondisi bencana alam.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Pemeliharaan SMKS Jembatan ini adalah menjamin ketersediaan data pengukuran sensor yang akurat dan berkelanjutan dan menjaga keandalan SMKS jembatan. Sedangkan Tujuan dari kegiatan Pemeliharaan SMKS Jembatan ini adalah untuk memelihara kondisi sensor dan seluruh komponen pendukung SMKS sehingga dapat bekerja secara optimal dan dapat menyediakan informasi yang akurat terkait kondisi kesehatan struktur Jembatan secara terus menerus selama masa layan SMKS.

Sasaran

Sasaran kegiatan Pemeliharaan SMKS Jembatan ini adalah peningkatan keandalan operasional dan pengurangan *downtime* SMKS.

Lingkup Kegiatan

Pemeliharaan SMKS Jembatan terdiri atas pemeliharaan rutin dan pemeliharaan intensif, dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Pemeliharaan rutin dilakukan untuk meningkatkan indeks kinerja pada SMKS dengan indeks kinerja ≥ 70 , terdiri atas:
 - a. Pemeriksaan reguler yang dilakukan setiap 2 (dua) kali dalam satu tahun per masing grup sensor; dan

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206	Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025	Hal : 35 dari 43
No. Rev : 00	Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030	Paraf :

- b. Pemeriksaan khusus yang dilakukan ketika terjadi *sinyal abnormal* yang disebabkan eror sistem.
2. Pemeliharaan intensif dilakukan untuk mengembalikan kondisi SMKS dengan indeks kinerja < 70 agar kembali bernilai ≥ 70 .

Sehingga lingkup kegiatan Pemeliharaan SMKS Jembatan dapat dijabarkan antara lain sebagai berikut:

- Menyusun rencana pemeliharaan SMKS yang mencakup pemeriksaan rutin atau pemeriksaan intensif.
- Pemeriksaan reguler dilaksanakan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun sesuai jadwal rencana kegiatan pemeliharaan SMKS, yang meliputi:
 - Pemeriksaan terhadap kondisi seluruh komponen SMKS meliputi sistem sensor, sistem data akuisisi (DAQ), sistem jaringan, sistem elektrikal atau kelistrikan, serta sistem *server* dan *storage*;
 - Pemeliharaan preventif untuk mencegah risiko kerusakan pada seluruh komponen SMKS berupa pembersihan area sekitar sensor, pengencangan baut dudukan sensor, pengecekan Listrik, dsb; dan
 - Identifikasi permasalahan pada komponen SMKS beserta pelaksanaan tindakan penanganan atau penyampaian rekomendasi penanganan.
- Pemeriksaan khusus dilaksanakan sewaktu-waktu terjadi sinyal abnormal yang disebabkan eror sistem, yang meliputi:
 - Pemeriksaan terhadap sensor dan komponen SMKS yang merekam *sinyal abnormal* yang disebabkan eror sistem; dan
 - Identifikasi permasalahan pada komponen SMKS beserta pelaksanaan tindakan penanganan atau penyampaian rekomendasi penanganan.
- Apabila diperlukan perbaikan/penggantian pada komponen SMKS maka pada kegiatan pemeriksaan reguler dan pemeriksaan khusus dapat mencakup hal-hal berikut:
 - Penyampaian rekomendasi pengadaan dan pelaksanaan pengadaan komponen SMKS untuk perbaikan/penggantian maupun cadangan;
 - Pemeliharaan korektif berupa perbaikan/penggantian pada komponen SMKS yang mengalami kerusakan;
 - Kalibrasi pada komponen SMKS yang diperbaiki/diganti; dan
 - Monitoring dan pengecekan berkala untuk memastikan fungsionalitas komponen SMKS yang diperbaiki/diganti.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 36 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :

5. Pelaporan terhadap setiap kegiatan pemeriksaan reguler dan pemeriksaan khusus yang dilakukan, yang mencakup:
 - a. *Summary* dari pemeriksaan yang dilakukan meliputi waktu, personel, dan komponen SMKS yang diperiksa;
 - b. Deskripsi detail komponen SMKS yang diperiksa;
 - c. Penjelasan terkait dasar dilakukannya suatu kegiatan pemeliharaan (misal perbaikan/ penggantian komponen, *update software*); dan
 - d. Matriks sebelum dan sesudah yang menunjukkan hasil dari kegiatan pemeliharaan.
6. Melakukan inspeksi dan pemantauan kondisi seluruh komponen SMKS Jembatan meliputi:
 - a. Sistem sensor;
 - b. Sistem data akuisisi (DAQ);
 - c. Sistem jaringan, elektrik atau kelistrikan; dan
 - d. Sistem *server* dan *storage*.
7. Melakukan pemeliharaan preventif untuk mencegah risiko kerusakan pada sensor dan seluruh komponen pendukung SMKS.
8. Melakukan pemeliharaan korektif untuk memastikan fungsionalitas sensor dan seluruh komponen pendukung SMKS Jembatan.
9. Melakukan *mapping* kerusakan dan kebutuhan peralatan sensor dan komponen pendukung SMKS Jembatan.
10. Melakukan penggantian dan kalibrasi pada sensor dan komponen pendukung SMKS Jembatan yang mengalami kerusakan.
11. Mengoperasikan, melaporkan, dan melakukan pembaruan Sistem Manajemen Aset (sensor, data akuisisi, transmisi data, elektrik, perangkat *server*) yang meliputi jenis, jumlah kondisi, prosedur pelaksanaan pemeliharaan, histori pemeliharaan korektif dan preventif serta *knowledge management system* SMKS Jembatan.

Ruang lingkup pemeliharaan dapat disesuaikan tergantung pada kondisi SMKS



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 37 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Kebutuhan Personel

1. Ahli Instrumentasi

Ahli Instrumentasi minimum seorang Sarjana (S1) Teknik Elektro lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman sekurang-kurangnya 6 (enam) tahun. Tugas dan tanggung jawab adalah sebagai berikut:

- Menyusun rencana pemeliharaan SMKS Jembatan;
- Membuat laporan hasil pemeriksaan komponen SMKS baik pemeriksaan reguler maupun pemeriksaan khusus;
- Melakukan kegiatan pemeriksaan, pengujian dan pemeliharaan secara berkala terhadap perangkat sensor, data akuisisi dan transmisi data serta perangkat elektrikal pada SMKS;
- Menyusun laporan berkala kondisi perangkat sensor, data akuisisi dan transmisi data serta elektrikal pada SMKS;
- Membuat rekomendasi penanganan kerusakan dan pemeliharaan jangka pendek maupun jangka panjang terhadap sensor, data akuisisi dan transmisi data serta elektrikal pada SMKS; dan
- Melakukan pemeliharaan korektif dan preventif terhadap perangkat kelistrikan serta sensor dan perangkat sensor yang meliputi perangkat *data logger*, jaringan, dan *server*.

2. Tenaga Ahli Struktur Jembatan

Tenaga Ahli Struktur Jembatan minimum seorang Sarjana (S1) Teknik Sipil lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman sebagai Tenaga Ahli Struktur Jembatan sekurang-kurangnya 5 (lima) tahun serta memiliki Sertifikat Keahlian Teknik Jembatan Muda. Tugas dan tanggung jawab Ahli Struktur Jembatan adalah sebagai berikut:

- Menyusun rencana pemeliharaan SMKS Jembatan;
- Memberikan masukan berkaitan dengan hasil pengukuran sensor SMKS terhadap kondisi struktur jembatan;
- Melakukan pemeriksaan jembatan dan perbandingan terhadap data keluaran sensor; dan
- Melakukan pengawasan dan analisis perilaku struktur jembatan berdasarkan data sensor dan melakukan pemeriksaan visual jembatan.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 38 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :



3. Tenaga Ahli K3 Konstruksi/Keselamatan Konstruksi

Tenaga Ahli K3 Konstruksi/Keselamatan Konstruksi (KK) minimum seorang Sarjana (S1) Teknik Sipil lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman sebagai Tenaga Ahli K3 sekurang-kurangnya 5 (lima) tahun serta memiliki Sertifikat Keahlian Ahli K3 Konstruksi/KK Madya. Tugas dan tanggung jawab Ahli K3 Konstruksi/KK adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi dan memetakan potensi bahaya (*risk assesment*) yang mungkin terjadi di lingkungan kerja, termasuk membuat tingkatan dampak dari bahaya (*impact*) dan kemungkinan terjadinya bahaya tersebut (*probability*);
- Menyusun rencana program keselamatan konstruksi yang meliputi upaya preventif dan upaya korektif di lingkup kerja SMKS dan Jembatan. Upaya preventif bertujuan untuk mengurangi risiko terjadinya bahaya atau kecelakaan di lingkungan kerja, sedangkan upaya korektif bertujuan untuk menanggulangi bahaya atau kecelakaan di lingkungan kerja tersebut;
- Membuat dan memelihara dokumen terkait kesehatan dan keselamatan kerja. Dokumentasi yang baik termasuk faktor penting dalam mencegah dan menanggulangi bahaya. Hal ini termasuk merancang prosedur baku dan memelihara barang atau catatan terkait kesehatan dan keselamatan kerja; dan
- Mengevaluasi insiden kecelakaan yang mungkin terjadi, serta menganalisis akar masalah termasuk tindakan preventif dan korektif yang diambil.

4. Tenaga Ahli Jaringan

Tenaga Ahli Jaringan seorang Sarjana (S1) Teknik Informatika atau Sistem Informasi lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman dalam perencanaan/pengawasan/ pelaksanaan pekerjaan dalam bidang jaringan (*networking*) sekurang-kurangnya 2 (dua) tahun. Tugas dan tanggung jawab Operator Basis Data adalah sebagai berikut:

- Melakukan administrasi, pemeriksaan, pengujian dan pemeliharaan secara berkala terhadap perangkat *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKS;
- Menyusun laporan berkala tentang kondisi *database*, *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKS;

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 39 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

- c. Menyusun rekomendasi penanganan kerusakan dan pemeliharaan jangka pendek maupun jangka panjang pada perangkat *database*, *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKS;
- d. Melakukan pembagian/alokasi *bandwidth* sesuai dengan kebutuhan dan permintaan serta mengadministrasikannya;
- e. Melakukan pembaruan dan optimalisasi *human machine interface* atau *dashboard* SMKS sesuai kebutuhan pengguna jasa.

Kebutuhan Personel dapat disesuaikan tergantung pada hasil pemeriksaan sebelumnya dan kondisi kinerja SMKS.

Pelaporan

1. Laporan pemeriksaan reguler meliputi:
 - a. *Summary* dari kegiatan pemeriksaan yang dilakukan, mencakup waktu, personel, dan komponen SMKS yang diperiksa;
 - b. Deskripsi detail kondisi komponen SMKS yang diperiksa;
 - c. Identifikasi permasalahan yang ditemukan pada saat pemeriksaan beserta tindakan yang dilakukan atau rekomendasi penanganannya; dan
 - d. Verifikasi terhadap integritas dan akurasi data serta identifikasi terhadap data anomali.
2. Laporan pemeriksaan khusus meliputi:
 - a. Detail penjelasan terkait dasar dilakukannya suatu aktivitas pemeliharaan (misal penggantian komponen, pengkinian *software*);
 - b. Matriks semula menjadi yang menunjukkan hasil dari aktivitas pemeliharaan;
 - e. Identifikasi permasalahan yang ditemukan pada saat inspeksi beserta tindakan yang dilakukan atau rekomendasi penanganannya; dan
 - c. Rekomendasi tindak lanjut maupun saran penyesuaian untuk kegiatan inspeksi selanjutnya.
3. Laporan analisis data, yang meliputi:
 - a. Analisis terhadap data hasil pembacaan sensor SMKS, mencakup tren, pola, dan data anomali;
 - b. Komparasi terhadap data historis untuk mengidentifikasi tren kesehatan jembatan;
 - c. Analisis korelasi antar tipe sensor (misal sensor regangan dan temperatur) untuk

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 40 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

mengetahui perilaku struktur; dan

- d. Rekomendasi pemeliharaan lanjutan berdasarkan hasil analisis data.

SALINAN



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan

Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 41 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Contoh Format Kerangka Acuan Kerja Jasa Operasional SMKS

(FRM-06/SOP/UPM/DJBM-206 Rev:00)

Latar Belakang

SMKS adalah suatu sistem monitoring yang memanfaatkan instrumentasi sensor untuk mengukur perilaku struktur secara terus menerus (*continuous*) dan secara langsung (*real-time*), sehingga memungkinkan deteksi dini potensi kerusakan pada struktur dan tindakan perbaikan segera untuk meminimalisir risiko kegagalan struktur yang dapat membahayakan keselamatan pengguna serta memperpanjang usia layan jembatan. Salah satu bentuk mengukur perilaku struktur secara terus menerus adalah melakukan pembacaan secara harian dan mingguan dan bulanan terhadap keluaran dari sensor yang dihasilkan.

Mengingat kompleksitas SMKS, diperlukan bantuan personel dan tenaga ahli yang berpengalaman sehingga operasional SMKS Jembatan dapat memberikan manfaat terhadap informasi kesehatan struktur Jembatan.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Jasa Operasional SMKS Jembatan adalah untuk memastikan bahwa sistem pemantauan ini berfungsi dengan baik secara berkelanjutan dan efektif dalam memantau kondisi struktural jembatan serta menjamin ketersediaan data pengukuran sensor yang akurat dan berkelanjutan.

Tujuan dari kegiatan Jasa Operasional SMKS Jembatan ini adalah menjamin ketersediaan data pengukuran sensor yang akurat dan berkelanjutan dan dapat menyediakan informasi yang akurat terkait kondisi kesehatan struktur Jembatan secara terus menerus selama masa layan SMKS.

Sasaran

Sasaran kegiatan Pemeliharaan SMKS Jembatan ini adalah tersedianya data monitoring selama masa layan SMKS.

Lingkup Kegiatan

1. Monitoring, evaluasi, dan pelaporan data hasil pembacaan sensor SMKS (harian, mingguan, dan bulanan).

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa izin tertulis dari
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum

Dokumen ini tidak terkendali jika diunduh/*Uncontrolled when downloaded*



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan

Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 42 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

2. Monitoring, evaluasi, dan pelaporan data kondisi seluruh komponen SMKs meliputi sistem sensor, sistem data akuisisi (DAQ), sistem jaringan, sistem elektrikal atau kelistrikan, serta sistem *server* dan *storage*.
3. Monitoring, evaluasi, dan pelaporan kinerja SMKs secara keseluruhan (bulanan).
4. Pemetaan terhadap kerusakan dan penyampaian rekomendasi kebutuhan komponen SMKs untuk keperluan perbaikan dan pengembangan SMKs.
5. Penyusunan Spesifikasi Teknis dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk kebutuhan komponen SMKs beserta analisis harga satuannya.
6. Identifikasi terhadap terjadinya sinyal abnormal yang terekam pada SMKs:
 - a. Jika sinyal abnormal disebabkan oleh eror sistem, maka dilakukan pelaporan; dan
 - b. Jika sinyal abnormal disebabkan oleh faktor lingkungan (misal beban lalu lintas, cuaca), maka dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi struktur jembatan dan pelaporan.
7. Pemeriksaan kondisi struktur secara visual, verifikasi terhadap data hasil pembacaan sensor SMKs, dan pelaporan pada saat terjadi peristiwa ekstrem seperti bencana alam atau beban kendaraan berlebih.
8. Pengolahan data hasil pembacaan sensor dan analisis struktur untuk evaluasi serta pelaporan penilaian kondisi kesehatan struktur jembatan.
9. Pengelolaan sistem manajemen aset (sensor, data akuisisi, transmisi data, elektrikal, dan perangkat *server*) yang meliputi jenis, jumlah, kondisi, prosedur pemeliharaan, histori pemeliharaan, serta *knowledge management system* SMKs.
10. Pembaruan dan optimalisasi *human machine interface* atau *dashboard* SMKs sesuai kebutuhan pengguna jasa.
11. Melakukan manajemen aset terhadap peralatan SMKs.

Ruang lingkup jasa operasional dapat disesuaikan tergantung pada kebutuhan di lapangan



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan

Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan


No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 43 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf : 

Pelaporan

1. Laporan harian, mingguan, dan bulanan (mencakup sinyal abnormal, peristiwa ekstrem serta respons awal).
2. Laporan rekomendasi perbaikan dan pengembangan SMKS beserta spesifikasi teknis dan RAB.
3. Laporan analisis data SMKS (statistik, tren, ambang batas) serta penilaian kondisi struktur jembatan berdasarkan hasil SMKS.

Tenaga Ahli

1. Tenaga Ahli Jembatan

Ahli Jembatan minimum seorang Sarjana (S1) Teknik Sipil lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman dalam perencanaan/pengawasan/pelaksanaan pekerjaan yang terkait jembatan sekurang-kurangnya 2 (dua) tahun serta memiliki Sertifikat Keahlian Teknik Jembatan Muda.

Tugas dan tanggung jawab Asisten Ahli Jembatan meliputi sebagai berikut:

- a. Melakukan pengawasan struktur Jembatan melalui SMKS Jembatan;
 - b. Melakukan pemeriksaan secara visual jembatan pada SMKS Jembatan apabila dibutuhkan;
 - c. Menyusun harian, mingguan, dan bulanan (mencakup sinyal abnormal, peristiwa ekstrem serta respons awal);
 - d. Melakukan analisa tren pembacaan data untuk mengetahui perilaku jembatan akibat getaran, beban angin, dan beban hidup pada jembatan;
 - e. Membuat laporan terkait kejadian penting yang tertangkap oleh SMKS, seperti badai dan gempa;
 - f. Mencatat data aset terkait sensor, data akuisisi dan transmisi data pada SMKS; dan
 - g. Memberikan masukan berkaitan dengan pengadaan komponen untuk perbaikan SMKS, termasuk dengan RAB dan analisis harga satuannya.
2. Operator Basis Data
- Operator Basis Data minimum seorang Sarjana (S1) Teknik Informatika atau sistem informasi lulusan Perguruan Tinggi atau yang setara, memiliki pengalaman dalam perencanaan/pengawasan/pelaksanaan pekerjaan dalam bidang jaringan (*networking*)



STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

Pemeliharaan

Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (SMKS) Jembatan

No. Dok : SOP/UPM/DJBM-206

Tgl. Diterbitkan : 7 Februari 2025

Hal : 44 dari 43

No. Rev : 00

Tgl. Kaji Ulang : Februari 2030

Paraf :



sekurang-kurangnya 2 (dua) tahun setingkat dengan ahli muda. Tugas dan tanggung jawab Operator Basis Data adalah sebagai berikut:

- Menyusun harian, mingguan, dan bulanan (mencakup sinyal abnormal, peristiwa ekstrem serta respons awal);
- Menyusun laporan berkala tentang kondisi *database*, *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKs;
- Menyusun rekomendasi penanganan kerusakan dan pemeliharaan jangka pendek maupun jangka panjang pada perangkat *database*, *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKs;
- Merencanakan pengembangan sistem untuk mengantisipasi terjadinya gangguan pada sistem, seperti kapasitas *storage*, *data recovery center*, dsb;
- Melakukan pembagian/alokasi *bandwidth* sesuai dengan kebutuhan dan permintaan serta mengadministrasikannya;
- Menjalankan sistem manajemen aset terkait *server*, *storage*, *workstation*, *display wall*, perangkat lunak dan peralatan jaringan pada SMKs;
- Memberikan masukan kepada PPK terkait pengadaan alat-alat terkait pemeliharaan jaringan dan *server* beserta aplikasi yang diperlukan untuk pengembangan SMKs; dan
- Memberikan masukan terkait pengadaan alat-alat terkait sensor, data akuisisi, transmisi data, *database* dan aplikasi *human machine interface* yang diperlukan untuk pengembangan SMKs.

Kebutuhan tenaga ahli jasa operasional dapat disesuaikan tergantung pada kebutuhan.