



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

**SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM**



**SISTEM MONITORING KESEHATAN STRUKTUR (MKS) JEMBATAN**  
**Skh-1.7.42**

**2020**





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

Jalan Pattimura No. 20, Kebayoran Baru - Jakarta Selatan 12110, Telp./Fax. : (021) : (021) 7221950

Nomor : : BM 0502-Db/10

Jakarta, 06 Januari 2020

Sifat : Biasa

Lampiran : 1 (satu) Dokumen

Hal : Persetujuan Spesifikasi Khusus Interim Sistem  
Monitoring Kesehatan Struktur (MKS) Jembatan

Yth.:

3. Para Direktur di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga;
  4. Kepala Balai/Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional I s.d. XXII
- di-

Tempat

3. Bersama ini disampaikan Spesifikasi Khusus sebagai berikut :

No.	Nomor Seksi	Judul Spesifikasi Khusus Interim
1	SKh-1.7.42	Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (MKS) Jembatan

4. Spesifikasi Khusus Interim tersebut disetujui untuk dipergunakan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga, dan dimaksudkan untuk menjadi acuan bagi para pemangku kepentingan di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga dalam pelaksanaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (MKS) Jembatan.

Demikian disampaikan untuk dapat dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

**DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA**

  
**Ir. Sugiyartanto, MT.**  
**NIP. 19611122 199103 1 002**

Tembusan Yth.:

1. Bapak Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (sebagai laporan);
2. Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Inspektur Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan
4. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian PUPR;
5. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian PUPR.

## **SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM**

### **SEKSI SKh-1.7.42**

#### **SISTEM MONITORING KESEHATAN STRUKTUR (MKS) JEMBATAN**

##### **SKh-1.7.42.1 UMUM**

###### 1) Uraian

- a) MKS Jembatan adalah pelacakan berbagai aspek kinerja dan integrasi struktur jembatan dalam kaitannya dengan sistem keamanan dan layanan.
- b) Sistem MKS Jembatan mencakup integrasi beberapa komponen pendukung, yaitu Unit Sensor, Unit Akuisisi Data, Unit Pengolahan Data, Unit Sistem Integrasi dan Ruang Monitoring.
- c) Setiap sensor menerima respon struktur jembatan yang dikonversi ke dalam besaran elektrik berupa data analog maupun digital sesuai tipe sensor yang ada dalam Spesifikasi ini.
- d) Setiap sensor terkoneksi secara langsung melalui kabel maupun nirkabel (*wireless*) ke Unit Akuisisi Data.
- e) Unit Akuisisi Data berfungsi untuk mengolah data dari sensor, baik data analog maupun data digital membentuk format data yang disesuaikan dengan kebutuhan Pusat Data dan Informasi (Pusdatin) Kementerian PUPR.
- f) Sensor dengan komunikasi kabel maupun komunikasi nirkabel memiliki unit data akuisisi yang berada di dalam panel sesuai dengan Gambar yang harus tahan beroperasi 24 jam setiap hari di lingkungan jembatan.
- g) Data hasil pengukuran dari semua sensor dikirimkan menuju Unit Akuisisi Data berupa komputer yang dilengkapi dengan *software* berstandar *Ole for Process Control Data Access* (OPC DA) sebelum dikirimkan ke Unit *Processing Data* menggunakan protokol utama.
- h) Unit Pengolahan Data berfungsi untuk mengolah data, menampilkan data, menyiapkan laporan sehingga sesuai dengan kebutuhan Pusdatin Kementerian PUPR dalam melakukan monitoring kesehatan struktur (MKS) jembatan.
- i) Unit Pengolahan Data berupa panel server yang diletakkan di ruang monitoring yang harus tahan beroperasi 24 jam setiap hari. Semua data diproses oleh *software* yang sudah terpasang pada Unit *Processing Data*. Data yang sudah diproses kemudian disimpan pada sistem *database*.
- j) Operator *workstation* berfungsi untuk menampilkan data pengukuran sensor yang telah diproses secara *real-time* dan *historical* melalui *web-based*.
- k) Data pengukuran masing-masing sensor yang telah tersimpan dalam Unit *Processing Data* dikirimkan dan disimpan pada server pusat di Pusdatin Kementerian PUPR menggunakan protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*).
- l) Setiap sensor yang akan digunakan harus dibuktikan dengan sertifikat kalibrasi sesuai dengan kebutuhan dan standar yang berlaku. Apabila dianggap perlu, Pengawas Pekerjaan dapat meminta pengujian di Lembaga terakreditasi.

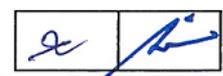
## 2) Unit Sensor

- a) Pekerjaan Unit Sensor mencakup pengadaan sensor-sensor dan material tambahannya sesuai dengan Spesifikasi ini, dipasang atau ditempatkan sesuai dengan Gambar, dan material sejenis sudah pernah digunakan dalam pekerjaan monitoring struktur lainnya serta berfungsi dengan baik.
- b) Setiap sensor yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan *Factory Acceptance Test (FAT)*, *Site Acceptance Test (SAT)*, *Pre-commissioning Test* dan *Commissioning Test*.
- c) Material tambahan merupakan material pendukung yang dibutuhkan dalam pemasangan sensor sesuai dengan Gambar.
- d) *Sensor Accelerometer*
  - i) *Sensor Accelerometer* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur vibrasi/getaran struktur jembatan.
  - ii) Parameter struktur yang diukur oleh sensor *Accelerometer* adalah frekuensi natural, *mode shape* pada dek jembatan melalui penggetaran struktur, serta lendutan pada jembatan melalui metode analisa *double* integrasi data percepatan.
- e) *Sensor Air Temperature*

*Sensor Air Temperature* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan area jembatan sehingga dapat diketahui pengaruh temperatur terhadap struktur jembatan.
- f) *Sensor Anemometer*

*Sensor Anemometer* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin di area jembatan.
- g) *Closed Circuit Television (CCTV)*
  - i) CCTV tipe 1 yaitu CCTV berfungsi untuk memonitor *visual event* seperti ketika terjadi gempa, kebakaran, angin kencang, kecelakaan, dan kejadian lainnya. Membantu pelaksanaan manajemen lalu lintas apabila terjadi kecelakaan lalu lintas atau kemacetan, dan kejadian lainnya. CCTV juga difungsikan untuk memonitor pergerakan kapal dibawah jembatan.
  - ii) CCTV tipe 2 yaitu CCTV dengan *software image processing* berfungsi untuk memonitor pergerakan lalu lintas kendaraan diatas jembatan.
  - iii) Prinsip kerja Sensor CCTV tipe 1 adalah memonitor pergerakan yang ada di jembatan baik itu lalu lintas kendaraan, lalu lintas kapal dan pergerakan manusia serta benda lainnya yang melewati diatas dek jembatan atau di bawah jembatan pada jalur pelayaran.
  - iv) Prinsip kerja Sensor CCTV tipe 2 adalah pengukuran parameter lalu lintas dilakukan melalui pengukuran pergerakan *pixel* terhadap *garis virtual loop* yang diatur pada *software Image Processing*.
- h) *Sensor Deflection Multi Meter (DMM)*

Sensor DMM berfungsi untuk mengukur gerakan perpindahan secara umum pada lantai jembatan, yaitu perubahan lendutan arah vertikal terhadap *baseline* struktur.
- i) *Sensor Elasto Magnetik (EM)*
  - i) Sensor EM berfungsi untuk mengukur gaya kabel.



- ii) Sensor EM menggunakan prinsip kerja *Linear Variable Differential Transformer* (LVDT) dengan memberikan eksitasi tegangan listrik pada kumparan primer sensor. Gerak respon *stay cable* akan mempengaruhi besarnya tegangan listrik yang dibangkitkan pada lilitan sekunder sensor. Pengukuran tegangan listrik pada lilitan sekunder merupakan representasi dari gaya yang terjadi pada *stay cable*.
- j) Global Positioning Satelit (GPS)
 

GPS (Rover dan Reference) berfungsi untuk mengukur gerakan perpindahan secara umum lantai jembatan maupun pilon, yaitu perubahan lendutan terhadap *baseline* struktur pada bidang koordinat 3 dimensi, dan posisi relatif jembatan pada koordinat bumi.
- k) Sensor *Joint Meter*

Sensor *Joint Meter* berfungsi untuk mengukur regangan atau kembang-susut struktur jembatan.
- l) Sensor *Load Cell*

Sensor *Load Cell* berfungsi untuk mengukur gaya kabel.
- m) Sensor Seismometer
 

Sensor Seismometer berfungsi untuk mengukur getaran gempa yang terjadi di sekitar jembatan.
- n) Sensor *Strain Gauge*
  - i) Sensor *Strain Gauge* berfungsi untuk mengukur regangan pada elemen struktur untuk dianalisis sehingga dapat diketahui gaya tekan dan tarik pada struktur.
  - ii) Prinsip kerja sensor *Strain Gauge* adalah karakteristik resistansi elektrik material sensor akan berubah proporsional terhadap gaya eksternal yang terjadi pada struktur beton dan baja.
  - iii) Sensor *Strain Gauge* di kegiatan ini terdiri dari 2 (dua) tipe atau jenis yaitu:
    1. Tipe SGI (*Strain Gauge Inner*) yang ditanam atau dipasang didalam struktur beton.
    2. Tipe SGO (*Strain Gauge Outer*) yang dipasang diluar struktur beton.
- o) Sensor Termometer
 

Sensor Thermometer berfungsi untuk mengukur suhu struktur jembatan yang dilekati sensor.
- p) Sensor Tiltmeter
 

Sensor *Tiltmeter* berfungsi untuk mengukur pergerakan struktur, baik secara lateral, axial maupun rotasi.
- q) Lampu Peringatan
  - i) Lampu peringatan berfungsi untuk pemberitahuan dini kepada pengguna jembatan akan kejadian yang dapat membahayakan keselamatan diri pengendara yang melintasi jembatan.
  - ii) Lampu peringatan bekerja berdasarkan parameter ambang batas (*threshold*) dari:
    1. Sensor Anemometer yang menunjukkan batas kecepatan angin maksimum yang aman bagi pengguna jembatan dan/atau,

