

# JURNAL

## Techno-Socio Ekonomika

### Jurnal Ilmu-Ilmu Ekonomi-Sosial dan Teknologi

Menakar Keterkaitan Dana Pihak Ketiga (DPK) dan *Capital Adequacy Ratio (CAR)*  
Terhadap *Loan To Deposit Ratio (LDR)*  
Sudi Rahayu

Pengaruh Motivasi Prestasi Pendidikan Dan Pelatihan Guru SMK Di Bandung  
Biller Panjaitan

Pengaruh Pengawasan Oleh Tim Asistensi Dinas Olahraga Dan Pemuda Provinsi Jawa Barat  
Terhadap Efektivitas Kerja Pemuda-Pemuda Sarjana  
Penggerak Pembangunan di Pedesaan (PSP3)  
Siti Widharetno Mursalim

Analisis Nilai Kondisi dan Probabilitas Kerusakan Elemen Jembatan  
Yushar Kadir

Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Guru Profesional Berdasarkan  
Ktsp Menggunakan Metode Penocokan Profile (*Profile Mathing*)  
Beki Subaeki 1, Asep Muhamad Solehudin2

*The Influence Of Financial Leverage, Company Scale, Company Intensity To Price Of Share*  
Ade Manggala Hardianto

Analisis Database Engine Dalam Aplikasi Pengolahan Bahan Baku Dan Data Keuangan  
Pada PT. Sarana Sumber Tirta Kabupaten Cirebon  
Suhanda

Pembangunan Aplikasi Sistem Informasi Surat Tugas Mengajar Dan  
Surat Kerja Praktek Pada Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana  
Dengan Memanfaatkan Teknologi *Framework Code Igniter*  
Janjang Sofian<sup>1</sup> Hanhan Hanafiah Solihin<sup>2</sup>

Implementasi *Data Mining* Untuk Klasifikasi Kompetensi Guru Menggunakan Hasil Penilaian  
Aktifitas Guru Terhadap Hasil Evaluasi Belajar Siswa Dengan Algoritma *Cart*  
Dhema Yunautama

Peningkatan Kualitas Keputusan Pemberian Kredit Dan Perancangan Sistem Dengan  
*Satisficing Models* Pada Dealer Mobil PT "X"  
Fitri Sya'bandyah



| JURNAL    | VOLUME | NO | HALAMAN | BANDUNG  | ISSN      |
|-----------|--------|----|---------|----------|-----------|
| USB--YPKP | 9      | 1  | 1 - 130 | MEI 2016 | 1979-4835 |



# ANALISIS NILAI KONDISI DAN PROBABILITAS KERUSAKAN ELEMEN JEMBATAN

Yushar Kadir \*)

## Absract

Generally, all bridge components are physically linked and each functions as specific in a structural context. Because of these relations, if one is not functioning as planned, then it could reduce the bridge performance by affecting directly to bridge performance or indirectly to the other components, i.e. accelerating and/or increasing the deterioration process.

In this research, it can be known the correlation or interactions among these component, the strength of the connections between those elements in assessing the bridge performance (Bridge Condition Index) can also be calculated. The correlation of each of the bridge elements used for initial analysis can assist in determining the elements concerned to be inspected in detail.

A study is also done on the inspection of bridge performance based on the performance phenomenon between components to determine the performance contribution of each element towards the bridge performance as a whole. The analysis is done with the probability method, the correlation, and multiple regression analysis to obtain the element condition or deterioration of each bridge component and the contributions of each elements towards total bridge performance.

The analysis of the contribution of each element and correlation are expected to be used to support the policy strategy and to improve the system in assessing bridge performance through Sistem Manajemen Jembatan (Bridge Management System/BMS) Bina Marga in Indonesia.

**Keyword:** Bridge performance, element interaction, bridge management system (BMS)

## Latar Belakang

Jembatan merupakan salah satu komponen prasarana transportasi darat, yang berfungsi untuk mengatasi rintangan/hambatan alam maupun buatan. Oleh karena itu di dalam suatu wilayah umumnya terdapat banyak jembatan yang berfungsi sebagai bagian/komponen dari sistem jaringan jalan. Sebagai bagian penting dari sistem infrastruktur di suatu wilayah, maka keberadaan jembatan senantiasa perlu mendapatkan perhatian agar kinerja dan umur layanannya semaksimal mungkin dapat dipertahankan, setidaknya sesuai dengan yang direncanakan.

Dalam perjalanan waktunya fungsi jembatan akan mengalami penurunan, baik itu akibat pengaruh beban yang bekerja atau karena sebab-sebab lain. Penurunan kinerja atau fungsi jembatan dapat terjadi secara perlahan-lahan atau secara mendadak akan langsung kehilangan kinerjanya. Penurunan kinerja ini akan berakibat kepada kerusakan jembatan secara keseluruhan

Kerusakan yang terjadi pada jembatan berarti rusaknya salah satu atau beberapa komponen jembatan yang kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor beban, pemeliharaan, iklim, dan cuaca yang berkaitan dengan umur layan jembatan, serta instabilitas yang terjadi pada lingkungan di sekitarnya, misalnya aliran sungai dan tanah yang berhubungan langsung dengan komponen jembatan. Hal ini akan mengakibatkan menyimpangnya gaya-gaya yang bekerja pada komponen jembatan terhadap apa yang telah direncanakan pada saat jembatan tersebut dirancang. Berdasarkan hal ini, maka harus diupayakan agar struktur yang mempunyai fungsi penting tersebut dijaga kinerjanya agar dapat berfungsi seperti sebelumnya.

Untuk meningkatkan kemampuan inventarisasi terhadap jembatan-jembatan tersebut, maka Bina Marga Pekerjaan Umum telah mengimplementasikan suatu Sistem Manajemen Jembatan (*Bridge Management System/BMS*) yang diadopsi



dari Australia dengan pengutamakan kegiatan pada program pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan.

### **Permasalahan**

Secara fisik suatu jembatan terbentuk dari rangkaian beberapa komponen utama yang masing-masing memiliki fungsi yang spesifik dalam mendukung kinerja jembatan. Dan sebagai suatu struktur, merupakan suatu sistem struktur yang terbentuk dari interkoneksi beberapa komponen lainnya yang diperlukan untuk berfungsinya suatu jembatan. Dengan demikian jika terjadi kerusakan yang menyebabkan penurunan kinerja dan fungsi (*deficiencies*) pada salah satu atau beberapa komponen, maka akan berakibat pada menurunnya kinerja jembatan secara keseluruhan. Hal ini jika tidak segera diatasi secara tepat akan mengakibatkan semakin memburuknya kinerja jembatan, serta akan mempersingkat umur layanan (*service life*) dari jembatan yang bersangkutan. Oleh karena itu agar kinerja jembatan tetap dapat dipertahankan semaksimal mungkin, maka perlu selalu diadakan tindakan-tindakan pemantauan dan evaluasi untuk menetapkan strategi pemeliharaan dan perbaikan kondisi jembatan secara rutin dan berkesinambungan.

Setiap jembatan terdiri dari komponen-komponen yang terangkai pada bagian-bagian Struktur Lantai (*deck*), Struktur Bawah, dan Pondasi, yang masing-masing komponen tersebut berfungsi secara spesifik dalam kontribusinya terhadap kinerja jembatan secara keseluruhan. Oleh karena itu dapat diasumsikan bahwa kinerja fungsional suatu jembatan secara keseluruhan merupakan kumulatif kinerja fungsional dari kesatuan komponen-komponennya. Dari asumsi tersebut dapat dikatakan bahwa setiap komponen dari suatu jembatan memiliki bobot fungsional sesuai kontribusinya terhadap kinerja fungsional jembatan yang bersangkutan.

Secara umum semua komponen jembatan secara fisik terinterkoneksi pada saat masing-masing berfungsi secara spesifik. Keterkaitan komponen-komponen ini dapat menjadi sumber permasalahan manakala salah satu saja dari komponen ada yang tidak berfungsi sesuai rencana. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap komponen lainnya yang berhubungan, yakni dapat mempercepat proses kerusakan karena adanya interaksi antar masing-masing komponen yang bersangkutan. Dan secara lebih luas ini akan mempengaruhi laju kerusakan pada keseluruhan konstruksi jembatan, yang berakibat pada perpendekan umur layan.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliitian ini dilakukan, dengan beberapa sasaran dan tujuan antara agar lebih memfokuskan arah dari penelitian ini. Tujuan awal dari penelitian adalah untuk mengkaji sistem penilaian yang selama ini digunakan pada BMS (*Bridge Management System*), khususnya yang digunakan dalam penilaian terhadap kerusakan dari masing-masing komponen. Faktor kerusakan elemen/komponen ini digunakan untuk mendukung kebijakan-kebijakan dalam penilaian kondisi jembatan pada Sistem Manajemen Jembatan (*Bridge Management System/BMS*) di Indonesia. Hal ini dimaksudkan sebagai upaya penyempurnaan dan peningkatan kinerja BMS yang selama ini digunakan oleh Bina Marga Pekerjaan Umum.

### **Ruang Lingkup dan Batas Penelitian**

Penelitian akan meliputi identifikasi tipe-tipe jembatan yang banyak terdapat di Indonesia, khususnya di Jawa Barat dan komponen-komponen dari masing-masing tipe jembatan, berikut faktor-faktor yang berpengaruh pada kondisi jembatan, terutama yang terkait dengan deteriorasi dan kerusakan, yang meliputi:

- a) Kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada jembatan-jembatan di Indonesia,



berikut analisis sebab dan akibat dari kerusakan yang mungkin terjadi

- b) Metoda keterkaitan antar komponen jembatan, melalui pemodelan probabilitas yang relevan guna mendapatkan sistem keterikatan/keterkaitan masing-masing komponen terhadap kerusakan yang terjadi dan juga untuk mendapatkan nilai strata yang dapat meniadakan/meminimumkan subyektivitas dan bias terhadap interpretasi nilai strata kondisi yang dihasilkan

Karena banyaknya tipe jembatan yang ada, maka tipe jembatan yang akan dijadikan obyek penelitian pada penelitian ini adalah tipe jembatan beton bertulang.

#### **Pemeliharaan Jembatan dalam BMS**

Jembatan agar memiliki umur pelayanan yang panjang serta memelihara jembatan tersebut agar tetap dalam kondisi konstruksi yang baik perlu dipelihara secara berkala. Maka dari itu pemerintah dalam hal ini Bina Marga sebagai pihak yang bertanggungjawab didalam pemeliharaan jalan dan jembatan di Indonesia perlu untuk membuat atau menyediakan suatu sistem yang lengkap agar pelaksanaan pemeliharaan jembatan ini dapat dilaksanakan dengan baik dan cermat. Untuk meningkatkan kemampuan inventarisasi terhadap jembatan-jembatan tersebut, maka Bina Marga Pekerjaan Umum telah mengimplementasikan suatu Sistem Manajemen Jembatan (*Bridge Management System/BMS*) yang diadopsi dari Australia dengan pengutamaan kegiatan pada program pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan.

#### **Nilai Kondisi Jembatan**

Dalam *BMS* terdapat 5 kegiatan Pemeriksaan Jembatan dengan tingkat kepentingan dan ketelitian yang berbeda-beda. Pada pemeriksaan tersebut nilai kondisi jembatan (*Condition Mark/CM*) umumnya diperoleh dari pemeriksaan kondisi secara *visual* dengan menggunakan

skala nilai 0 – 5 (nilai 0 untuk kondisi terbaik; dan 5 untuk kondisi terburuk), yang berasal dari 5 komponen penilaian.

Dan dalam implementasi selanjutnya nilai ini akan digunakan untuk ikut menentukan nilai (*rating*) teknis kondisi jembatan-jembatan yang terdapat pada jaringan jalan raya di suatu wilayah. Hasil dari penentuan nilai kondisi tersebut merupakan dasar pertimbangan bagi penentuan skala prioritas implementasi pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan, sesuai dengan kebijaksanaan strategis yang ada pada wilayah yang bersangkutan. Oleh sebab itu, maka akurasi penentuan *rating* teknis kondisi jembatan akan sangat menentukan keberhasilan langkah-langkah selanjutnya dalam Sistem Manajemen Jembatan.

Penilaian selama ini dilakukan dalam BMS terhadap 5 (lima) komponen nilai kondisi, yakni :

- 1) Bahaya kerusakan terhadap struktur secara keseluruhan (nilai 1 jika berbahaya, nilai 0 jika tidak berbahaya)
- 2) Tingkat kerusakan/keparahan (nilai 1 jika parah, nilai 0 jika tidak parah)
- 3) Jumlah/besar kerusakan terhadap 50% bagian/area elemen yang ditinjau (nilai 1 jika kerusakan  $\geq$  50%, nilai 0 jika kerusakan  $<$  50%)
- 4) Berfungsinya elemen yang rusak (nilai 1 jika tidak berfungsi, 0 jika elemen masih berfungsi)
- 5) Pengaruh kerusakan terhadap elemen lain (nilai 1 jika berpengaruh, 0 jika tidak berpengaruh).

Dalam *BMS* juga terdapat 5 kegiatan Pemeriksaan Jembatan dengan tingkat kepentingan dan ketelitian yang berbeda-beda. Pada pemeriksaan tersebut nilai kondisi jembatan (*Condition Mark/CM*) umumnya diperoleh dari pemeriksaan kondisi secara *visual* dengan menggunakan skala nilai 0 – 5 (nilai 0 untuk kondisi terbaik; dan 5 untuk kondisi terburuk), yang berasal dari 5 komponen penilaian, yakni:



bahaya kerusakan terhadap struktur secara keseluruhan (nilai 1 jika berbahaya, nilai 0 jika tidak berbahaya); tingkat kerusakan/keparahan (nilai 1 jika parah, nilai 0 jika tidak parah); jumlah/besar kerusakan terhadap 50% bagian/area elemen yang ditinjau (nilai 1 jika kerusakan  $\geq 50\%$ , nilai 0 jika kerusakan  $< 50\%$ ); berfungsinya elemen yang rusak (nilai 1 jika tidak berfungsi, 0 jika elemen masih berfungsi); dan pengaruh kerusakan terhadap elemen lain (nilai 1 jika berpengaruh, 0 jika tidak berpengaruh). Sedangkan nilai kondisi lalu lintas (*Traffic Mark/TM*) menggunakan nilai 0 (untuk jembatan yang cukup lebar; lebar jembatan  $\geq$  lebar ruas jalan) dan nilai 5 (untuk jembatan yang terlalu sempit; lebar jembatan  $<$  lebar ruas jalan). Untuk nilai kondisi beban (*Load Mark/LM*) digunakan nilai-nilai 0 (untuk kondisi cukup kuat), 3 (untuk kondisi tidak kuat beban rencana, kuat beban aktual), dan 5 (untuk kondisi tidak kuat beban aktual).

#### **Pengumpulan Data**

Untuk mendapatkan data-data pendukung maka dilakukan pengumpulan data dari obyek penelitian. Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data tentang jalan, jembatan dan lalu lintas di Kantor Dinas Pekerjaan Umum (DPU) dan Dinas Lalu lintas Angkutan Jalan Raya (DLLAJR) Jawa Barat.

Dari data ini diperoleh data aktual tentang tipe-tipe jembatan beton yang banyak terdapat di Jawa Barat berikut kondisi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan sebagian besar dimanfaatkan untuk menentukan koefisien/parameter dalam analisis pemodelan. Dengan demikian diharapkan model yang akan dikembangkan akan benar-benar sesuai dengan kondisi di Jawa Barat, sehingga dapat meningkatkan kinerja Sistem Manajemen Jembatan (*Bridge Management System/BMS*). Dari data inventaris akan diperoleh data tentang: 1) Tipe-tipe jembatan beton berikut

komponennya, panjang bentang dan panjang jembatan; 2) Jenis-jenis kerusakan umum jembatan dan komponen-komponennya yang sering/banyak terjadi; 3) Kondisi lingkungan di sekitar jembatan, kesesuaian geometri dan kelas jembatan terhadap ruas jalan yang dilayaninya, serta volume arus lalu lintas dan distribusi kendaraan yang melintas; dan 4) Spesifikasi, umur serta riwayat dan pemeliharaan/rehabilitasi jembatan.

Pengumpulan data sekunder juga dilakukan tentang data umum jembatan dan data kerusakan masing-masing elemen yang telah dilakukan terhadap jembatan-jembatan yang ada di Dinas Bina Marga Jawa Barat, terutama data/informasi mengenai kondisi awal jembatan sebagai landasan utama penilaian kondisi selanjutnya.

Pemilihan obyek penelitian dilakukan berdasarkan kepada jembatan-jembatan beton yang dapat secara representatif bisa menggambarkan fenomena yang terjadi antar komponennya, sehingga dapat dilihat suatu relasi saling mempengaruhi antar elemen jembatan secara keseluruhan.

Secara keseluruhan ada beberapa obyek penelitian jembatan beton yang ada di wilayah Bina Marga Jawa Barat, dengan penentuan terhadap jenis jembatan yang kira-kira secara dimensi dan kelengkapan struktural mampu memberikan hasil yang memenuhi sasaran dari penelitian ini.

#### **ANALISIS DATA DETERIORASI ELEMEN JEMBATAN**

Analisis data terhadap data deteriorasi elemen jembatan pada BMS Bina Marga di Jawa Barat dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing elemen yang terjadi pada pemeriksaan detail kondisi elemen jembatan. Dengan data ini diharapkan akan didapat pola kerusakan pada jembatan secara keseluruhan, terkait dengan interaksi antar komponennya. Untuk memperoleh kondisi detail elemen ini, dilakukan pengambilan data pemeriksaan



detail jembatan di Jawa Barat untuk tahun 1996/1997 dan tahun 1997/1998. Disamping itu juga dilakukan pengambilan laporan data jembatan umum di Jawa Barat untuk tahun anggaran 1998/1999.

### Kondisi Jembatan di Jawa Barat

Jembatan yang dibahas disini adalah jembatan yang berada di wilayah Jawa Barat dalam ruas jalan nasional dan provinsi. Data yang tercatat pada Laporan Data Jembatan Umum dan dan Laporan Pemeriksaan Detail Kondisi Jembatan di Jawa Barat Tahun 1996-1998, menunjukkan bahwa total jumlah jembatan adalah sebanyak 656 buah

jembatan. Dari 656 jembatan memiliki berbagai macam tipe bangunan atas, dengan komposisi terbanyak yaitu untuk tipe jembatan Gelagar Beton Bertulang sebanyak 128 jembatan. Hal ini sangat mendukung data kondisi jembatan, karena dalam penelitian ini yang akan dibahas adalah tipe jembatan beton. Dan dalam keseluruhan jembatan yang tercatat ini, sebanyak 377 jembatan memiliki tipe bangunan atas dari beton. Dalam Tabel 1. dibawah ini dapat dilihat tipe jembatan yang terdapat di Jawa Barat.

Tabel 1.  
Jenis/Tipe Jembatan di Jawa Barat [1996-1998]

| No | Tipe | Uraian  | ml Jembatan Total | ml Jembatan Beton |
|----|------|---|-------------------|-------------------|
| 1  | DI   | Gorong-gorong Pelengkung; Beton Tak Bertulang | 2                 | 2                 |
| 2  | MI   | Gorong-gorong Pelengkung; Pasangan Batu       | 3                 | 0                 |
| 3  | SI   | Gorong-gorong Pelengkung; Pasangan Bata       | 3                 | 0                 |
| 4  | TI   | Gorong-gorong Pelengkung; Beton Bertulang     | 4                 | 4                 |
| 5  | TI   | Gorong-gorong Persegi; Beton Bertulang        | 40                | 40                |
| 6  | DI   | Pelengkung; Beton Tak Bertulang               | 2                 | 2                 |
| 7  | MI   | Pelengkung; Pasangan Batu                     | 5                 | 0                 |
| 8  | SI   | Pelengkung; Pasangan Bata                     | 24                | 0                 |
| 9  | TI   | Pelengkung; Beton Bertulang                   | 31                | 31                |
| 10 | BA   | Gelagar; Baja; Australia                      | 13                | 0                 |
| 11 | BI   | Gelagar; Baja; Indonesia                      | 23                | 0                 |
| 12 | BJ   | Gelagar; Baja; Jepang                         | 1                 | 0                 |
| 13 | BK   | Gelagar; Baja;                                | 6                 | 0                 |
| 14 | DA   | Gelagar; Beton Tak Bertulang; Australia       | 1                 | 1                 |
| 15 |      | Gelagar; Bronjong;                            | 1                 | 0                 |



|    | GK |   |            |            |
|----|----|---|------------|------------|
| 16 | PI | Gelagar; Beton Pratekan                 | 45         | 45         |
| 17 | TD | Gelagar; Beton Bertulang; Belanda       | 1          | 1          |
| 18 | TI | Gelagar; Beton Bertulang                | 128        | 128        |
| 19 | XX | Lintasan Kereta Api                     | 7          | 0          |
| 20 | TI | Balok Pelengkung; Beton Bertulang       | 10         | 10         |
| 21 | BI | Gelagar Komposit; Baja                  | 71         | 0          |
| 22 | BJ | Gelagar Komposit; Baja; Jepang          | 1          | 0          |
| 23 | TI | Gelagar Komposit; Beton Bertulang       | 15         | 15         |
| 24 | UI | Gelagar Komposit; Lantai Baja Gelombang | 2          | 0          |
| 25 | BI | Plat; Baja                              | 1          | 0          |
| 26 | PI | Plat; Beton Pratekan                    | 3          | 3          |
| 27 | TI | Plat; Beton Bertulang                   | 92         | 92         |
| 28 | BA | Rangka; Baja; Australia                 | 18         | 0          |
| 29 | BB | Rangka; Baja; Belanda (Tipe Baru)       | 5          | 0          |
| 30 | BD | Rangka; Baja; Belanda (Tipe Lama)       | 1          | 0          |
| 31 | BI | Rangka; Baja; Indonesia                 | 3          | 0          |
| 32 | BK | Rangka; Baja                            | 9          | 0          |
| 33 | BR | Rangka; Baja; Austria (Permanen)        | 1          | 0          |
| 34 | BS | Rangka; Baja; Austria (Semi Permanen)   | 1          | 0          |
| 35 | BU | Rangka; Baja; Callender Hamilton        | 21         | 0          |
| 36 | TI | Lain-Lain; Beton Bertulang              | 1          | 1          |
| 37 | XX | Lintasan Basah                          | 54         | 0          |
| 38 | BI | Gorong-Gorong Pipa; Baja                | 5          | 0          |
| 39 | DI | Gorong-Gorong Pipa; Beton Tak Bertulang | 2          | 2          |
|    |    |   | <b>656</b> | <b>377</b> |



Dari data diatas terlihat bahwa data yang akan diolah adalah sebanyak 377 buah jembatan sesuai dengan tipe jembatan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu jembatan dengan tipe bangunan atas terbuat dari beton. Tetapi tidak semua dari jembatan beton tersebut diperiksa atau diinspeksi sehingga memiliki data inventaris yang cukup untuk diolah. Dari 377 jembatan beton yang ada, hanya sebanyak 228 jembatan saja yang memiliki data historis pemeriksaan detail selama kurun waktu tahun anggaran 1996-1998.

Sementara itu terlihat bahwa sebagian besar

jenis kerusakan pada elemen jembatan terjadi pada struktur elemen jembatan bagian atas dan sistem lantai. Kerusakan elemen terbesar atau paling sering terjadi pada komponen pipa cucuran sebanyak 63 kasus (22,26%), yang selanjutnya diikuti oleh elemen gelagar 40 (14,13%) serta elemen struktur bawah yaitu dinding penahan tanah kepala jembatan. Dalam penelitian ini kita akan melihat apakah ada korelasi dari kerusakan-kerusakan elemen struktur atas ini, dan seberapa besar masing-masing elemen ini saling terkait atau berkorelasi.

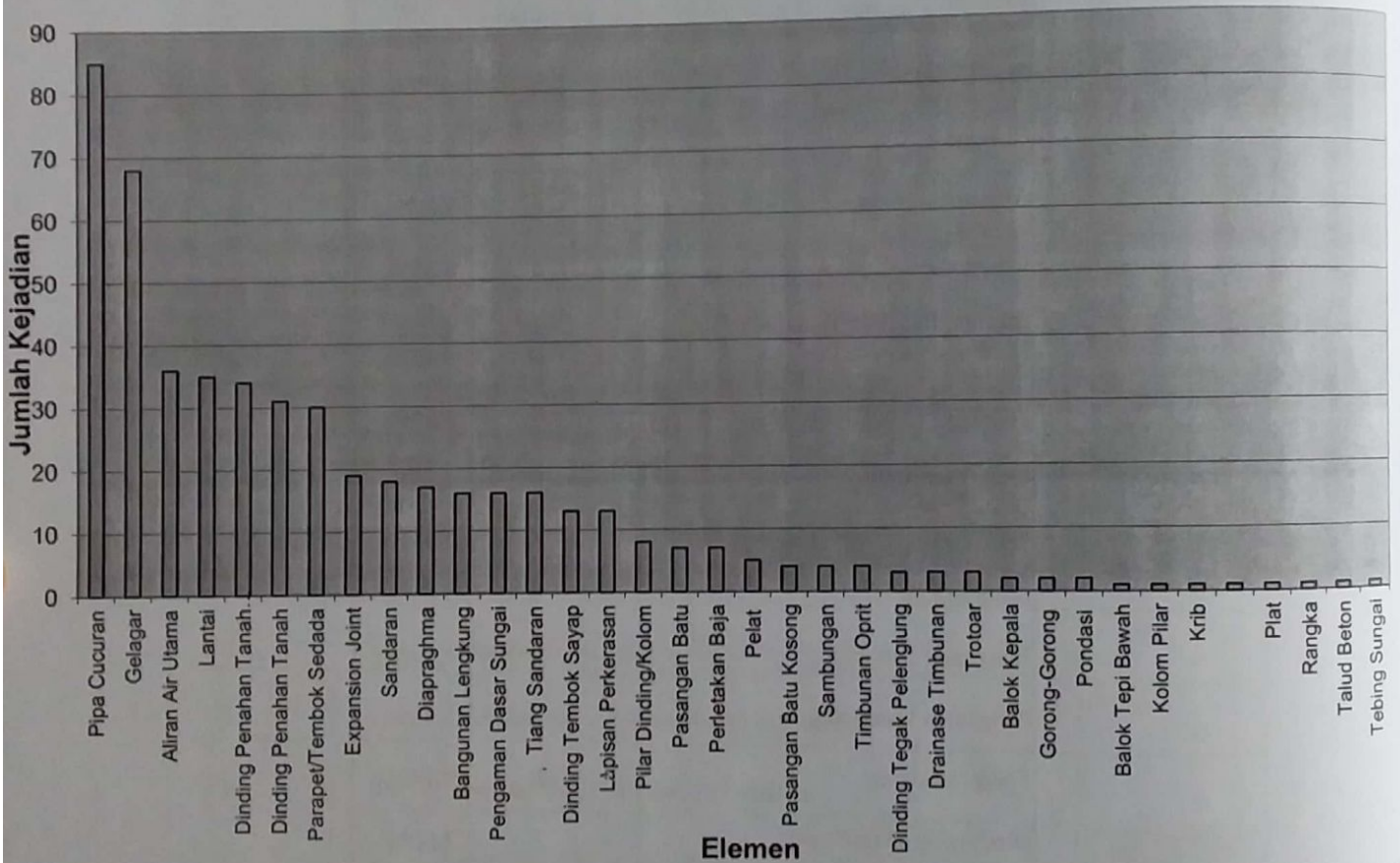
**Tabel 2. Jenis Kerusakan Elemen Jembatan [1996-1998]**

| Elemen                          | Jumlah | %     |
|---------------------------------|--------|-------|
| Pipa Cucuran                    | 5      | 6.70% |
| Gelagar                         | 8      | 3.36% |
| Aliran Air Utama                | 6      | 7.07% |
| Lantai                          | 5      | 6.88% |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 4      | 6.68% |
| Dinding Penahan Tanah           | 31     | 6.09% |
| Parapet/Tembok Sedada           | 0      | 5.89% |
| Expansion Joint                 | 9      | 3.73% |
| Sandaran                        | 8      | 3.54% |
| Diaphragma                      | 7      | 3.34% |
| Bangunan Lengkung               | 6      | 3.14% |
| Pengaman Dasar Sungai           | 6      | 3.14% |
| Tiang Sandaran                  | 6      | 3.14% |
| Dinding Tembok Sayap            | 3      | 2.55% |
| Lapisan Perkerasan              | 3      | 2.55% |
| Pilar Dinding/Kolom             | 8      | 1.57% |
| Pasangan Batu                   | 7      | 1.38% |
| Perletakan Baja                 | 7      | 1.38% |
| Pelat                           | 5      | 0.98% |
| Pasangan Batu Kosong            | 4      | 0.79% |
| Sambungan                       | 4      | 0.79% |



|                              |   |       |
|------------------------------|---|-------|
| Timbunan Oprit               | 4 | 0.79% |
| Dinding Tegak Pelenglung     | 3 | 0.59% |
| Drainase Timbunan            | 3 | 0.59% |
| Trotoar                      | 3 | 0.59% |
| Balok Kepala                 | 2 | 0.39% |
| Gorong-Gorong                | 2 | 0.39% |
| Pondasi                      | 2 | 0.39% |
| Balok Tepi Bawah             | 1 | 0.20% |
| Kolom Pilar                  | 1 | 0.20% |
| Krib                         | 1 | 0.20% |
| Penahan Jalur Roda Kendaraan | 1 | 0.20% |
| Plat                         | 1 | 0.20% |
| Rangka                       | 1 | 0.20% |
| Talud Beton                  | 1 | 0.20% |
| Tebing Sungai                | 1 | 0.20% |

### Kerusakan Elemen Jembatan [1996-1998]



Tabel 3. Jenis Kerusakan pada Setiap Elemen



| Elemen                          | Kerusakan  |
|---------------------------------|--|
| Aliran Air Utama                | Endapan Lumpur Berlebihan<br>Sampah Yang Menumpuk<br>Pengkikisan pd Daerah<br>Pengkikisan pd Daerah Pilar                              |
| Bagian Lengkung                 | Aus/Pelapukan<br>Retak<br>Karat pd Besi Tulangan<br>Deteriorasi  |
| Balok Kepala                    | Retak<br>Karat   |
| Balok Tepi Bawah                | Karat  |
| Bangunan Pelengkung             | Deteriorasi<br>Keretakan   |
| Diaphragma                      | Deteriorasi Beton<br>Retak<br>Komponen Hilang<br>Karat   |
| Dinding Penahan Tanah           | Hilang/Pecah<br>Retak<br>Deteriorasi bata  |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | Hilang/Pecah<br>Pasangan Mengembung<br>Aus/Pelapukan<br>Retak<br>Rembesan pada Beton<br>Deteriorasi Beton<br>Deteriorasi Pasangan Bata |
| Drainase Timbunan               | Hilang/Pecah   |
| Dinding Tembok Sayap            | Hilang/Pecah<br>Deteriorasi<br>Keretakan   |
| Expansion Joint                 | Longgar<br>Rusak Sebagian<br>Retak Aspal pd Sambungan<br>Hilang/Pecah  |
| Gelagar                         | Retak<br>Deteriorasi Beton<br>Karat pd Tulangan<br>Beton Keropos   |
| Kolom Pilar                     | Retak  |
| Krib                            | Penurunan  |
| Lantai                          | Aus/Pelapukan<br>Deteriorasi Beton<br>Retak<br>Beton Rontok/Berongga<br>Hilang/Pecah   |



|                       |   |
|-----------------------|---|
| Lapisan Permukaan     | Lap. Perkerasan Berlebihan  |
| Parapet/Tembok Sedada | Hilang/Pecah<br>Keretakan<br>Deteriorasi                                  |
| Pasangan Batu         | Hilang/Pecah  |
| Pengaman Dasar Sungai | Deteriorasi<br>Hilang/Pecah Sebagian                                      |
| Perletakan Baja       | Karat<br>Landasan Pecah<br>Kurang Pelumas pd Landasan                     |
| Pilar Dinding/Kolom   | Beton Rontok<br>Hilang/Pecah<br>Retak                                     |
| Pipa Cucuran          | Elemen Hilang<br>Tersumbat  |
| Plat                  | Aus/Pelapukan   |
| Pondasi               | Pengikisan pd Daerah Pilar<br>Pengikisan pd Abutment                      |
| Sambungan             | Karat<br>Longgar  |
| Sandaran              | Berubah Bentuk<br>Komponen Hilang<br>Hilang/Pecah Sebagian<br>Deteriorasi |
| Talud Beton           | Hilang/Pecah Sebagian   |
| Tebing Sungai         | Pengikisan  |
| Tiang Sandaran        | Hilang<br>Hilang/Pecah Sebagian   |
| Timbunan Oprit        | Hilang  |

Digambarkan pada tabel 3 diatas, jenis kerusakan yang lebih detail lagi dari elemen-elemen tersebut, agar dapat digambarkan penyebab dari kerusakan deteriorasi elemen. Secara umum untuk elemen yang terbuat dari beton banyak disebabkan oleh deteriorasi dari beton tersebut, seperti karat, retak atau bagian dari komponen jembatan itu ada yang aus/mengalami pelapukan. Sementara untuk komponen elemen struktur bawah, kerusakan yang terjadi banyak disebabkan

oleh pengikisan pada daerah-daerah tertentu dan adanya *settlement* pada komponen pendukungnya.

Dalam sistem manajemen pemeliharaan jembatan BMS, ada data tentang kondisi jembatan secara keseluruhan, terkait dengan hasil dari pemeriksaan rutin yang dilakukan. Hal ini bisa menjadi akan sangat signifikan berpengaruh terhadap penyebab kerusakan elemen, karena tidak dilakukan tindakan pencegahan kerusakan secara berkala. Hal ini akan ikut mendorong kecepatan deteriorasi elemen jembatan.



**Tabel 4. Hasil Kerusakan pada Pemeriksaan Rutin**

|   | Ya |        | Tidak |        |
|---|----|--------|-------|--------|
| 1 | 27 | 23.28% | 89    | 76.72% |
| 2 | 73 | 62.93% | 43    | 37.07% |
| 3 | 73 | 62.93% | 43    | 37.07% |
| 4 | 58 | 50.00% | 58    | 50.00% |
| 5 | 20 | 17.24% | 96    | 82.76% |
| 6 | 16 | 13.79% | 100   | 86.21% |

**\*) Keterangan:**

- 1 = Apakah ada penumpukan puing atau rintangan di sungai ?
- 2 = Apakah ada penumpukan kotoran pada elemen jembatan ?
- 3 = Apakah ada tumbuhan liar ?
- 4 = Apakah pipa cucuran air di lantai ada yang tersumbat ?
- 5 = Apakah drainage di daerah timbunan tidak cukup ?
- 6 = Apakah ada lubang dan permukaan yang bergelombang ?

Seperti terlihat pada Tabel diatas bahwa adanya penumpukan kotoran pada elemen jembatan (point 2; 62,93%), adanya tumbuhan liar (point 3; 62,93 %) serta adanya pipa cucuran yang tersumbat (point 4; 50,00%) merupakan faktor yang dapat mempengaruhi deteriorasi komponen, khususnya komponen yang terkait dekat dengan adanya hambatan tersebut, seperti adanya kotoran pada elemen, pipa cucuran pada gelagar yang tersumbat, serta adanya tumbuhan liar yang tidak dibersihkan, hal ini akan berkorelasi dengan percepatan deteriorasi gelagar, *bearing* dan *expantion joint*. Dalam pelaksanaan pemeriksaan detail, setiap komponen akan dinilai oleh inspektur yang berpengalaman dari BMS, untuk diberikan Nilai Kondisi (NK), yang menggambarkan kondisi kinerja dari masing-masing elemen jembatan. Selain itu

tergambarkan juga hubungan antara Elemen dan Nilai Kondisinya (NK), dapat dilihat bahwa setiap komponen memiliki karakteristik yang berbeda dalam setiap penilaian kondisinya. Komponen pondasi, landasan, serta bangunan pengaman pada saat diperiksa, memiliki Nilai Kondisi 3 (NK=3). Hal ini akan menjadi sangat berbahaya untuk suatu struktur jembatan secara keseluruhan, karena komponen ini memiliki fungsi utilitas yang sangat besar dalam sistem struktur beban jembatan.

**Analisis Kerusakan Elemen dilihat dari Probabilitas Kejadian dan NK Rata-Rata**

Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan suatu gambaran tentang kondisi atau kerusakan elemen yang terjadi pada komponen jembatan. Dari analisis ini akan didapat suatu probabilitas kejadian



akan menurunnya kinerja dari komponen, yang dapat dilihat dari kemungkinan kejadian kerusakan elemen tersebut, dan kinerja (Nilai Kondisi (NK)) dari elemen tersebut jika mengalami deteriorasi atau penurunan kinerjanya.

Dari analisis ini juga akan dapat diketahui seberapa sering deteriorasi pada elemen tersebut terjadi dan dapat diketahui juga tingkat keparahan deteriorasinya pada saat kejadian.

Analisis ini dilakukan terhadap elemen-elemen pada level 3, berdasarkan data historis pemeriksaan detail jembatan tahun anggaran tahun 1996 sampai dengan tahun 1998. Dari hirarki komponen yang begitu besar, didapatkan beberapa elemen yang memiliki kecenderungan untuk mengalami deteriorasi selama masa layannya tersebut.

Pada tahap awal dilakukan pembagian berdasarkan hirarki awal yaitu Bangunan Atas, Sistem Lantai, Bangunan Bawah dan Bangunan Sungai/Timbunan. Dari hirarki awal ini, dilakukan analisis terhadap elemen masing-masing pada level dibawahnya. Analisis dilakukan terhadap data historis jumlah kejadian dimana masing-masing elemen tersebut mengalami deteriorasi/penurunan kinerja, dan berdasarkan Nilai Kondisi elemen tersebut jika bertemu satu dengan yang lain. Pada Tabel 6 sampai 7 dibawah akan dilihat adanya suatu gambaran tentang Nilai Kondisi (NK) rata-rata elemen jembatan dan seberapa besar kemungkinan (*probability*) elemen tersebut mengalami kerusakan pada saat yang sama (bertemu) untuk tahun anggaran tersebut. Sementara itu dalam Tabel 11 sampai 15 digambarkan *probabillity* elemen tersebut mengalami kerusakan, dan jika elemen tersebut mengalami deteriorasi (penurunan kinerja) akan dilihat berapa Nilai Kondisinya. Dengan Tabel ini, maka jika suatu elemen memiliki *probability* kejadiannya besar, serta NK nya jika kejadian tersebut terjadi juga besar, maka komponen tersebut

memiliki risiko kerusakan atau berpengaruh besar terhadap kinerja jembatan secara keseluruhan.

Hasil analisis ini menunjukkan, seperti yang terlihat menunjukkan bahwa untuk probabilitas kejadian pada elemen Bangunan Sungai/Timbunan tidak ada yang dominan (rata-rata dibawah 19 %). Hal ini berarti bahwa dalam elemen ini semua komponen memiliki kemungkinan terjadi kerusakan sama besar, dengan tingkat keparahan (Nilai Kondisi) yang hampir sama yaitu dengan NK antara 2 dan 3. Tetapi untuk elemen Pengaman Dasar Sungai, memiliki rata-rata probabilitas kejadian dan NK rata-rata yang cukup besar.

Sementara itu untuk elemen Bangunan Bawah, menunjukkan bahwa masing-masing elemen memiliki rata-rata kejadian dan NK yang berbeda-beda satu dengan lainnya. Tetapi karena jumlah kejadian rata-rata yang tidak terlalu besar, maka secara umum elemen ini memiliki variasi kejadian dan tingkat keparahan yang tidak terlalu signifikan. Dari banyaknya elemen pada bangunan bawah ini, beberapa elemen yang tercatat memiliki probabilitas dan NK Rata-rata yang cukup besar adalah elemen Pondasi, elemen Dinding Penahan Tanah Kepala Jembatan, elemen Dinding Tembok Sayap, dan elemen Pilar Dinding/Kolom.

Untuk elemen Bangunan Atas, elemen Gelagar dan elemen Diaphragma memiliki probabilitas rata-rata dan NK rata-rata yang cukup besar dibandingkan dengan elemen pelat, expansion join, dan sambungan. NK rata-rata untuk elemen gelagar dan diaphragma ini memiliki tingkat keparahan antara 3 dan 4, sehingga cukup berpengaruh terhadap NK (kinerja) jembatan secara keseluruhan.

Dari tabel berikutnya dapat dilihat analisisnya bahwa untuk elemen Sistem Lantai, bahwa elemen Lantai, elemen Lapisan Permukaan, dan elemen Pipa Cucuran yang memiliki kemungkinan kejadian dan NK (kinerja) rata-rata yang



cukup besar. Hal ini didasarkan kepada data historis dari pemeriksaan detail terhadap elemen jembatan di Jawa Barat. Khusus untuk pipa cucuran ini rata-rata memiliki NK yang cukup besar, tetapi secara struktural tidak terlalu signifikan pengaruhnya terhadap NK jembatan secara keseluruhan.

Tabel digunakan sebagai data pembandingan untuk melihat kontribusi dari masing-masing elemen jembatan terhadap kinerja jembatan secara keseluruhan. Dengan adanya gambaran tentang Probabilitas dan Nilai Kondisi, akan didapat perbandingan kontribusi elemen tersebut terhadap kinerja jembatan berdasarkan analisis korelasi dan regresi. Dari analisis

ini, selanjutnya dilihat apakah elemen tersebut juga memiliki probabilitas kejadian yang cukup besar dengan Nilai Kondisi Rata-Rata yang cukup signifikan juga. Hal ini dapat dilihat untuk elemen gelagar, lantai, kepala jembatan/pilar, dan bangunan pengaman yang memberikan kontribusi cukup signifikan pada hasil analisis korelasi dan regresi. Dan jika elemen ini dilihat kembali pada tabel 6 s.d 10, maka menunjukkan bahwa memang elemen-elemen ini juga ternyata memiliki Probabilitas kejadian dan Nilai Kondisi rata-rata yang cukup signifikan terhadap kinerja jembatan secara keseluruhan. Demikian juga dapat dilihat untuk elemen-elemen jembatan lainnya



Tabel 6. Analisis Elemen *Sub Structure* berdasarkan Jumlah Kejadian Kerusakan pada Elemen Jembatan

| Elemen                          | Al. Air Utama | Balok Kpl | Diaphragma | Dind Pnh Tanah | DP Tnh Kpl. Jbt. | Dind Tgk Pigkung | Dind Tbk Sayap | Drai Timbunan | Exp. Joint | Gelagar | Krib | Lantai | Prpet/Tbk Sdd | Pas. Batu | Pelat | Peng. Dsr Sgi | Pilar Dind/Klm | Pipa Cucuran | Pondasi | Talud Beton | Tebing Sungai | Timb. Oprit |
|---------------------------------|---------------|-----------|------------|----------------|------------------|------------------|----------------|---------------|------------|---------|------|--------|---------------|-----------|-------|---------------|----------------|--------------|---------|-------------|---------------|-------------|
| Aliran Air Utama                |               | 0         | 0          | 5              | 2                | 2                | 0              | 2             | 0          | 6       | 0    | 3      | 2             | 1         | 3     | 1             | 1              | 4            | 0       | 0           | 0             | 1           |
| Balok Kepala                    | 0             |           | 0          | 0              | 0                | 0                | 1              | 0             | 0          | 0       | 0    | 1      | 0             | 0         | 0     | 0             | 0              | 1            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Diaphragma                      | 0             | 0         |            | 0              | 1                | 0                | 0              | 0             | 0          | 0       | 0    | 0      | 0             | 0         | 0     | 0             | 0              | 0            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Dinding Penahan Tanah           | 5             | 0         | 1          |                | 3                | 5                | 0              | 0             | 0          | 4       | 0    | 3      | 0             | 0         | 1     | 8             | 0              | 1            | 0       | 0           | 0             | 1           |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 2             | 0         | 1          | 4              |                  | 0                | 3              | 1             | 0          | 9       | 0    | 3      | 5             | 1         | 0     | 2             | 5              | 5            | 2       | 0           | 0             | 1           |
| Dinding Tegak Pelengkung        | 2             | 0         | 0          | 5              | 0                |                  | 0              | 0             | 0          | 0       | 0    | 0      | 1             | 0         | 1     | 1             | 1              | 1            | 1       | 0           | 0             | 0           |
| Dinding Tembok Sayap            | 0             | 1         | 1          | 0              | 3                | 0                |                | 0             | 0          | 1       | 0    | 3      | 4             | 1         | 0     | 1             | 1              | 1            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Drainase Timbunan               | 2             | 0         | 0          | 0              | 1                | 0                | 0              |               | 0          | 0       | 0    | 1      | 0             | 0         | 0     | 0             | 0              | 0            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Expansion Joint                 | 0             | 0         | 0          | 0              | 0                | 0                | 0              | 0             |            | 0       | 0    | 0      | 0             | 0         | 0     | 0             | 0              | 0            | 0       | 0           | 0             | 1           |
| Gelagar                         | 6             | 0         | 1          | 4              | 8                | 0                | 0              | 0             | 0          |         | 0    | 0      | 0             | 1         | 0     | 1             | 2              | 1            | 0       | 0           | 0             | 3           |
| Krib                            | 0             | 0         | 0          | 0              | 0                | 0                | 0              | 0             | 0          | 0       |      | 0      | 1             | 0         | 0     | 0             | 0              | 0            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Lantai                          | 3             | 1         | 0          | 3              | 2                | 0                | 1              | 1             | 0          | 0       | 0    |        | 0             | 0         | 0     | 2             | 0              | 1            | 0       | 0           | 0             | 0           |
| Parapet/Tembok Sedada           | 2             | 0         | 0          | 0              | 5                | 0                | 4              | 0             | 0          | 0       | 1    | 1      |               | 1         | 0     | 1             | 0              | 1            | 0       | 1           | 0             | 0           |
| Pasangan Batu                   | 1             | 0         | 1          | 0              | 1                | 0                | 1              | 0             | 0          | 3       | 0    | 1      | 1             |           | 0     | 1             | 0              | 0            | 1       | 0           | 0             | 0           |



|                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pelat                 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pengaman Dasar Sungai | 1 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Pilar Dinding/Kolom   | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pipa Cucuran          | 4 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pondasi               | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Talud Beton           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tebing Sungai         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Timbunan Oprit        | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabel 7. Probability Kejadian Interaksi Antar Elemen

| Elemen                          | Al. Air Utama | Balok Kpl | Diapraghma | Dind Pnh Tanah | DP Tnh Kpl. Jbt. | Dind Tgk Plgkung | Dind Tbk Sayap | Drai Timbunan | Exp. Joint | Gelagar | Krib | Lantai | Prpet/Tbk Sdd | Pas. Batu | Pelat | Peng. Dsr Sgi | Pilar Dind/Klm | Pipa Cucuran | Pondasi | Talud Beton | Tebing Sungai | Timb. Oprit |
|---------------------------------|---------------|-----------|------------|----------------|------------------|------------------|----------------|---------------|------------|---------|------|--------|---------------|-----------|-------|---------------|----------------|--------------|---------|-------------|---------------|-------------|
| Aliran Air Utama                |               | 0.00      | 0.00       | 0.15           | 0.05             | 0.25             | 0.00           | 0.50          | 0.00       | 0.20    | 0.00 | 0.17   | 0.12          | 0.14      | 0.43  | 0.05          | 0.08           | 0.22         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.14        |
| Balok Kepala                    | 0.00          |           | 0.00       | 0.00           | 0.00             | 0.00             | 0.08           | 0.00          | 0.00       | 0.00    | 0.00 | 0.06   | 0.00          | 0.00      | 0.00  | 0.00          | 0.00           | 0.06         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Diapraghma                      | 0.00          | 0.00      |            | 0.00           | 0.03             | 0.00             | 0.00           | 0.00          | 0.00       | 0.00    | 0.00 | 0.00   | 0.00          | 0.00      | 0.00  | 0.00          | 0.00           | 0.00         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Dinding Penahan Tanah           | 0.16          | 0.00      | 0.20       |                | 0.08             | 0.63             | 0.00           | 0.00          | 0.00       | 0.13    | 0.00 | 0.17   | 0.00          | 0.00      | 0.14  | 0.38          | 0.00           | 0.06         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.14        |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 0.06          | 0.00      | 0.20       | 0.12           |                  | 0.00             | 0.25           | 0.25          | 0.00       | 0.30    | 0.00 | 0.17   | 0.29          | 0.14      | 0.00  | 0.10          | 0.42           | 0.28         | 0.50    | 0.00        | 0.00          | 0.14        |
| Dinding Tegak Pelengkung        | 0.06          | 0.00      | 0.00       | 0.15           | 0.00             |                  | 0.00           | 0.00          | 0.00       | 0.00    | 0.00 | 0.00   | 0.06          | 0.00      | 0.14  | 0.05          | 0.08           | 0.06         | 0.25    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Dinding Tembok Sayap            | 0.00          | 0.50      | 0.20       | 0.00           | 0.08             | 0.00             |                | 0.00          | 0.00       | 0.03    | 0.00 | 0.17   | 0.24          | 0.14      | 0.00  | 0.05          | 0.08           | 0.06         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Drainase Timbunan               | 0.06          | 0.00      | 0.00       | 0.00           | 0.03             | 0.00             | 0.00           |               | 0.00       | 0.00    | 0.00 | 0.06   | 0.00          | 0.00      | 0.00  | 0.00          | 0.00           | 0.00         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Expansion Joint                 | 0.00          | 0.00      | 0.00       | 0.00           | 0.00             | 0.00             | 0.00           | 0.00          |            | 0.00    | 0.00 | 0.00   | 0.00          | 0.00      | 0.00  | 0.00          | 0.00           | 0.00         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.14        |
| Gelagar                         | 0.19          | 0.00      | 0.20       | 0.12           | 0.21             | 0.00             | 0.00           | 0.00          | 0.00       |         | 0.00 | 0.00   | 0.00          | 0.14      | 0.00  | 0.05          | 0.17           | 0.06         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.43        |
| Krib                            | 0.00          | 0.00      | 0.00       | 0.00           | 0.00             | 0.00             | 0.00           | 0.00          | 0.00       | 0.00    |      | 0.00   | 0.06          | 0.00      | 0.00  | 0.00          | 0.00           | 0.00         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| Lantai                          | 0.09          | 0.50      | 0.00       | 0.09           | 0.05             | 0.00             | 0.08           | 0.25          | 0.00       | 0.00    | 0.00 |        | 0.00          | 0.00      | 0.00  | 0.10          | 0.00           | 0.06         | 0.00    | 0.00        | 0.00          | 0.00        |



|                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Parapet/Tembok Sedada | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.06 | 0.14 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pasangan Batu         | 0.03 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pelat                 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pengaman Dasar Sungai | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.06 | 0.00 | 0.14 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| Pilar                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Dinding/Kolom         | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.13 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pipa Cucuran          | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.13 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pondasi               | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Talud Beton           | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tebing Sungai         | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Timbunan Oprit        | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tabel 8. NK Rata-Rata Elemen Sub Structure

| Aliran Sungai/Timbunan |      |                                 | Bangunan Bawah                  |      |                       | Bangunan Atas         |      |                       |
|------------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|
| Aliran Air Utama       |      |                                 | Pondasi                         |      |                       | Dinding Tgk. Plk      |      |                       |
| 1.00                   | 2.00 | Timbunan Oprit                  | 3.00                            | 2.00 | Pasangan Batu         | 2.00                  | 3.00 | Pengaman Dasar Sungai |
| 1.50                   | 2.33 | Gelagar                         | 3.00                            | 3.00 | Pipa Cucuran          | 2.00                  | 3.00 | Pondasi               |
| 1.83                   | 4.17 | Pipa Cucuran                    | Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. |      |                       | 3.00                  | 3.00 | Pelat                 |
| 2.00                   | 2.40 | Dinding Penahan Tanah           | 1.00                            | 2.00 | Drainase Timbunan     | 3.00                  | 3.00 | Pilar Dinding/Kolom   |
| 2.00                   | 1.00 | Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 2.00                            | 1.60 | Parapet/Tembok Sedada | 3.00                  | 4.00 | Parapet/Tembok Sedada |
| 2.00                   | 2.00 | Lantai                          | 2.00                            | 3.00 | Pondasi               | Parapet/Tembok Sedada |      |                       |
| 2.00                   | 2.00 | Pengaman Dasar Sungai           | 2.33                            | 2.67 | Gelagar               | 2.00                  | 3.00 | Krib                  |
| 2.33                   | 2.67 | Pelat                           | 2.50                            | 2.75 | Pilar Dinding/Kolom   | 2.00                  | 2.00 | Lantai                |
| 2.50                   | 2.50 | Dinding Tegak Pelengkung        | 2.67                            | 2.67 | Dinding Tembok Sayap  | 2.00                  | 2.00 | Talud Beton           |
| 2.50                   | 2.00 | Drainase Timbunan               | 2.83                            | 3.50 | Pipa Cucuran          | 2.00                  | 3.00 | Pilar Dinding/Kolom   |
| 2.50                   | 1.50 | Parapet/Tembok Sedada           | 3.00                            | 2.33 | Lantai                | 3.00                  | 2.00 | Pasangan Batu         |
| 3.00                   | 3.00 | Pilar Dinding/Kolom             | 3.00                            | 3.00 | Pengaman Dasar Sungai | 3.00                  | 2.00 | Pengaman Dasar Sungai |
| Dinding Penahan Tanah  |      |                                 | Dinding Tbk. Sayap              |      |                       |                       |      |                       |
| 2.20                   | 2.60 | Gelagar                         | 2.00                            | 3.00 | Pengaman Dasar Sungai |                       |      |                       |
| 2.33                   | 2.33 | Dinding Penahan Tanah           | 2.00                            | 3.00 | Pilar Dinding/Kolom   |                       |      |                       |
| 2.63                   | 2.50 | Pengaman Dasar Sungai           | 2.25                            | 2.00 | Parapet/Tembok Sedada |                       |      |                       |
| 3.00                   | 3.20 | Dinding Tegak Pelengkung        |                                 |      |                       |                       |      |                       |



|                       |      |                      |
|-----------------------|------|----------------------|
| 3.00                  | 3.33 | Lantai               |
| 3.00                  | 3.00 | Timbunan Oprit       |
| Pengaman Dasar Sungai |      |                      |
| 2.00                  | 2.00 | Pelat                |
| 2.00                  | 2.00 | Tebing Sungai        |
| 2.50                  | 2.50 | Gelagar              |
| 2.50                  | 2.00 | Lantai               |
| 3.00                  | 3.00 | Pilar Dinding/Kolom  |
| Timbunan Oprit        |      |                      |
| 2.00                  | 3.00 | Gelagar              |
| 3.00                  | 3.00 | Expantion Joint      |
| 3.00                  | 2.50 | Dinding/Tembok Sayap |

|                    |      |              |
|--------------------|------|--------------|
| 2.50               | 2.50 | Lantai       |
| 3.00               | 4.00 | Gelagar      |
| Pilardinding/Kolom |      |              |
| 2.00               | 3.00 | Gelagar      |
| 2.50               | 4.00 | Pipa Cucuran |
| 3.00               | 3.00 | Pelat        |



**Tabel 9.**  
**Analisis Probabilitas dan NK Elemen Aliran Sungai/Timbunan**  
**Aliran Air Utama**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Gelagar                         | 19%  | 1.50         |
| Dinding Penahan Tanah           | 16%  | 2.00         |
| Pipa Cucuran                    | 13%  | 1.83         |
| Lantai                          | 9%   | 2.00         |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 6%   | 2.00         |
| Dinding Tegak Pelengkung        | 6%   | 2.50         |
| Drainase Timbunan               | 6%   | 2.50         |
| Parapet/Tembok Sedada           | 6%   | 2.50         |
| Pelat                           | 6%   | 2.33         |
| Pilar Dinding/Kolom             | 6%   | 3.00         |
| Pengaman Dasar Sungai           | 3%   | 2.00         |
| Timbunan Oprit                  | 3%   | 1.00         |

**Dinding Penahan Tanah**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Pengaman Dasar Sungai           | 38%  | 2.63         |
| Dinding Tegak Pelengkung        | 15%  | 3.00         |
| Gelagar                         | 12%  | 2.20         |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 12%  | 2.33         |
| Lantai                          | 9%   | 3.00         |
| Pondasi                         | 6%   | 3.00         |
| Timbunan Oprit                  | 3%   | 3.00         |

**Pengaman Dasar Sungai**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Tebing Sungai                   | 15%  | 2.00         |
| Pilar Dinding/Kolom             | 15%  | 3.00         |
| Pasangan Batu                   | 15%  | 3.00         |
| Lantai                          | 10%  | 2.50         |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 10%  | 3.00         |
| Pelat                           | 5%   | 2.00         |
| Gelagar                         | 5%   | 2.50         |
| Parapet/Tembok Sedada           | 5%   | 2.50         |
| Dinding Tembok Sayap            | 5%   | 3.00         |



**Timbunan Oprit**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Krib                            | 43%  | 3.00         |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 14%  | 3.00         |
| Balok Kepala                    | 14%  | 3.00         |
| Gelagar                         | 10%  | 2.00         |
| Expansion Joint                 | 10%  | 3.00         |
| Dinding/Tembok Sayap            | 5%   | 3.00         |

Tabel 10. Analisis Probabilitas dan NK Elemen Bangunan Bawah

**Pondasi**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 50%  | 3.00         |
| Dinding Tegak Pelengkung        | 25%  | 3.00         |
| Pasangan Batu                   | 25%  | 3.00         |

**Dinding Penahan Tanah Kepala Jembatan**

| Elemen Jembatan       | Prob | NK Rata-Rata |
|-----------------------|------|--------------|
| Parapet/Tembok Sedada | 25%  | 2.00         |
| Pilar Dinding/Kolom   | 25%  | 2.50         |
| Gelagar               | 21%  | 2.33         |
| Dinding Tembok Sayap  | 8%   | 2.67         |
| Drainase Timbunan     | 5%   | 1.00         |
| Lantai                | 5%   | 3.00         |
| Pengaman Dasar Sungai | 5%   | 3.00         |
| Pondasi               | 3%   | 2.00         |

**Dinding Penahan Tanah**

| Elemen Jembatan                 | Prob | NK Rata-Rata |
|---------------------------------|------|--------------|
| Parapet/Tembok Sedada           | 33%  | 2.25         |
| Dinding Penahan Tanah Kpl. Jbt. | 25%  | 3.00         |
| Pilar Dinding/Kolom             | 8%   | 2.00         |
| Lantai                          | 8%   | 2.50         |
| Pengaman Dasar Sungai           | 5%   | 2.00         |

**Pilar Dinding/Kolom**

| Elemen Jembatan | Prob | NK Rata-Rata |
|-----------------|------|--------------|
| Pelat           | 42%  | 3.00         |
| Gelagar         | 17%  | 2.00         |
| Pipa Cucuran    | 5%   | 2.50         |



Tabel 11. Analisis Elemen Deck/Lantai berdasarkan Jumlah Kejadian Kerusakan Elemen pada Jembatan

| Elemen                | Balok Tp Bawah | Diapraghma | Expansion Joint | Gelagar | Lantai | Lap. Permukaan | Parapet | Perletakan Baja | Pilar Kolom | Pipa Cucuran | Plat | Sambungan | Tim. Oprit | Trotoar | Dinding/Tembok Sayap |
|-----------------------|----------------|------------|-----------------|---------|--------|----------------|---------|-----------------|-------------|--------------|------|-----------|------------|---------|----------------------|
| Balok Tepi Bawah      |                | 0          | 1               | 0       | 1      | 1              | 0       | 1               | 0           | 3            | 0    | 1         | 0          | 0       | 1                    |
| Diapraghma            | 0              |            | 1               | 13      | 2      | 0              | 0       | 3               | 1           | 13           | 0    | 0         | 0          | 1       | 4                    |
| Expansion Joint       | 1              | 1          |                 | 3       | 1      | 0              | 0       | 0               | 0           | 12           | 0    | 0         | 1          | 1       | 1                    |
| Gelagar               | 0              | 13         | 3               |         | 11     | 2              | 0       | 4               | 2           | 39           | 0    | 1         | 2          | 1       | 13                   |
| Lantai                | 1              | 2          | 1               | 11      |        | 5              | 0       | 1               | 0           | 23           | 2    | 2         | 0          | 0       | 8                    |
| Lapisan Permukaan     | 1              | 0          | 0               | 2       | 5      |                | 0       | 0               | 0           | 8            | 1    | 0         | 1          | 0       | 4                    |
| Parapet/Tembok Sedada | 0              | 0          | 0               | 0       | 1      | 0              |         | 0               | 0           | 1            | 0    | 0         | 0          | 0       | 6                    |
| Perletakan Baja       | 1              | 3          | 0               | 4       | 1      | 0              | 0       |                 | 0           | 7            | 0    | 1         | 0          | 0       | 2                    |
| Pilar Kolom           | 0              | 1          | 0               | 2       | 0      | 0              | 0       | 0               |             | 1            | 1    | 0         | 0          | 1       | 3                    |
| Pipa Cucuran          | 3              | 13         | 13              | 39      | 23     | 8              | 1       | 7               | 1           |              | 5    | 3         | 2          | 2       | 20                   |
| Plat                  | 0              | 0          | 0               | 0       | 2      | 1              | 0       | 0               | 1           | 5            |      | 0         | 0          | 0       | 0                    |
| Sambungan             | 1              | 0          | 0               | 1       | 2      | 0              | 0       | 1               | 0           | 3            | 0    |           | 0          | 0       | 1                    |
| Tim. Oprit            | 0              | 0          | 1               | 2       | 0      | 1              | 0       | 0               | 0           | 2            | 0    | 0         |            | 0       | 2                    |
| Trotoar               | 0              | 1          | 1               | 1       | 0      | 0              | 0       | 0               | 1           | 2            | 0    | 0         | 0          |         | 0                    |
| Dinding/Tembok Sayap  | 1              | 4          | 1               | 13      | 8      | 4              | 6       | 2               | 3           | 20           | 0    | 1         | 2          | 0       |                      |

Tabel 12. Probability Kejadian Interaksi Antar Elemen

| Elemen                | Balok Tp Bawah | Diapraghma | Expansion Joint | Gelagar | Lantai | Lap. Permukaan | Parapet | Perletakan Baja | Pilar Kolom | Pipa Cucuran | Plat | Sambungan | Tim. Oprit | Trotoar | Dinding/Tembok Sayap |
|-----------------------|----------------|------------|-----------------|---------|--------|----------------|---------|-----------------|-------------|--------------|------|-----------|------------|---------|----------------------|
| Balok Tepi Bawah      |                | 0.00       | 0.05            | 0.00    | 0.02   | 0.05           | 0.00    | 0.05            | 0.00        | 0.02         | 0.00 | 0.11      | 0.00       | 0.00    | 0.02                 |
| Diapraghma            | 0.00           |            | 0.05            | 0.14    | 0.04   | 0.00           | 0.00    | 0.16            | 0.11        | 0.09         | 0.00 | 0.00      | 0.00       | 0.17    | 0.06                 |
| Expansion Joint       | 0.11           | 0.03       |                 | 0.03    | 0.02   | 0.00           | 0.00    | 0.00            | 0.00        | 0.09         | 0.00 | 0.00      | 0.13       | 0.17    | 0.02                 |
| Gelagar               | 0.00           | 0.34       | 0.14            |         | 0.19   | 0.09           | 0.00    | 0.21            | 0.22        | 0.28         | 0.00 | 0.11      | 0.25       | 0.17    | 0.20                 |
| Lantai                | 0.11           | 0.05       | 0.05            | 0.12    |        | 0.23           | 0.00    | 0.05            | 0.00        | 0.17         | 0.22 | 0.22      | 0.00       | 0.00    | 0.12                 |
| Lapisan Permukaan     | 0.11           | 0.00       | 0.00            | 0.02    | 0.09   |                | 0.00    | 0.00            | 0.00        | 0.06         | 0.11 | 0.00      | 0.13       | 0.00    | 0.06                 |
| Parapet/Tembok Sedada | 0.00           | 0.00       | 0.00            | 0.00    | 0.02   | 0.00           |         | 0.00            | 0.00        | 0.01         | 0.00 | 0.00      | 0.00       | 0.00    | 0.09                 |
| Perletakan Baja       | 0.11           | 0.08       | 0.00            | 0.04    | 0.02   | 0.00           | 0.00    |                 | 0.00        | 0.05         | 0.00 | 0.11      | 0.00       | 0.00    | 0.03                 |
| Pilar Kolom           | 0.00           | 0.03       | 0.00            | 0.02    | 0.00   | 0.00           | 0.00    | 0.00            |             | 0.01         | 0.11 | 0.00      | 0.00       | 0.17    | 0.05                 |
| Pipa Cucuran          | 0.33           | 0.34       | 0.59            | 0.43    | 0.40   | 0.36           | 0.14    | 0.37            | 0.11        |              | 0.56 | 0.33      | 0.25       | 0.33    | 0.31                 |
| Plat                  | 0.00           | 0.00       | 0.00            | 0.00    | 0.04   | 0.05           | 0.00    | 0.00            | 0.11        | 0.04         |      | 0.00      | 0.00       | 0.00    | 0.00                 |
| Sambungan             | 0.11           | 0.00       | 0.00            | 0.01    | 0.04   | 0.00           | 0.00    | 0.05            | 0.00        | 0.02         | 0.00 |           | 0.00       | 0.00    | 0.02                 |
| Tim. Oprit            | 0.00           | 0.00       | 0.05            | 0.02    | 0.00   | 0.05           | 0.00    | 0.00            | 0.00        | 0.01         | 0.00 | 0.00      |            | 0.00    | 0.03                 |
| Trotoar               | 0.00           | 0.03       | 0.05            | 0.01    | 0.00   | 0.00           | 0.00    | 0.00            | 0.11        | 0.01         | 0.00 | 0.00      | 0.00       |         | 0.00                 |
| Dinding/Tembok Sayap  | 0.11           | 0.11       | 0.05            | 0.14    | 0.14   | 0.18           | 0.86    | 0.11            | 0.33        | 0.14         | 0.00 | 0.11      | 0.25       | 0.00    |                      |



Tabel 13. NK Rata-Rata Elemen Deck/Lantai

| Bangunan Atas          |      |                      | Sistem Lantai            |      |                      |
|------------------------|------|----------------------|--------------------------|------|----------------------|
| <b>Gelagar</b>         |      |                      | <b>Lantai</b>            |      |                      |
| 2.50                   | 3.00 | Pilar Kolom          | 2.00                     | 2.00 | Balok                |
| 2.80                   | 2.70 | Dinding/Tembok Sayap | 2.00                     | 2.00 | Exp. Joint           |
| 2.86                   | 3.36 | Pipa Cucuran         | 2.00                     | 2.00 | Parapet              |
| 3.00                   | 3.50 | Lap. Permukaan       | 2.00                     | 2.00 | Perletakan           |
| 3.00                   | 2.00 | Timbunan Oprit       | 2.13                     | 2.63 | Dinding/Tembok Sayap |
| 3.25                   | 2.75 | Perletakan           | 2.50                     | 2.50 | Diaphragma           |
| <b>Diaphragma</b>      |      |                      | 2.50                     | 2.50 | Pelat                |
| 3.00                   | 3.36 | Gelagar              | 2.50                     | 2.50 | Sambungan            |
| 3.00                   | 2.67 | Perletakan           | 2.55                     | 2.55 | Gelagar              |
| 3.00                   | 4.00 | Pilar Kolom          | 2.59                     | 3.68 | Pipa Cucuran         |
| 3.15                   | 3.62 | Pipa Cucuran         | 2.67                     | 3.33 | Lap. Permukaan       |
| 3.50                   | 3.25 | Dinding/Tembok Sayap | <b>Lapisan Permukaan</b> |      |                      |
| 4.00                   | 3.00 | Exp. Joint           | 3.00                     | 2.00 | Timb. Oprit          |
| <b>Pelat</b>           |      |                      | 3.00                     | 2.50 | Dinding/Tembok Sayap |
| 2.00                   | 4.00 | Lap. Permukaan       | 3.38                     | 3.38 | Pipa Cucuran         |
| 2.25                   | 3.75 | Pipa Cucuran         | <b>Pipa Cucuran</b>      |      |                      |
| 2.50                   | 2.50 | Lantai               | 3.00                     | 3.00 | Timb. Oprit          |
| <b>Expansion Joint</b> |      |                      | 3.00                     | 2.00 | Trotoar              |
| 2.00                   | 2.00 | Trotoar              | 3.80                     | 2.60 | Perletakan           |
| 2.38                   | 3.00 | Pipa Cucuran         | 4.00                     | 2.60 | Dinding/Tembok Sayap |
| 3.00                   | 2.50 | Gelagar              | <b>Sambungan</b>         |      |                      |
| 3.00                   | 3.00 | Timbunan Oprit       | 3.00                     | 2.00 | Gelagar              |
| 3.00                   | 2.00 | Dinding/Tembok Sayap | 3.00                     | 2.00 | Perletakan           |
| <b>Sambungan</b>       |      |                      | 3.50                     | 3.67 | Pipa Cucuran         |

Tabel 14. Analisis Probabilitas dan NK Elemen Bangunan Atas Gelagar

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran         | 43%  | 2.50         |
| Dinding/Tembok Sayap | 14%  | 2.86         |
| Diaphragma           | 14%  | 2.80         |
| Lantai               | 12%  | 3.25         |
| Perletakan           | 4%   | 3.00         |
| Expansion Joint      | 3%   | 3.25         |
| Pilar Kolom          | 2%   | 3.00         |
| Lap. Permukaan       | 2%   | 3.00         |
| Timbunan Oprit       | 2%   | 3.00         |
| Sambungan            | 1%   | 3.00         |



**Diaphragma**

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Gelagar              | 34%  | 3.00         |
| Pipa Cucuran         | 34%  | 3.15         |
| Dinding/Tembok Sayap | 11%  | 3.50         |
| Perletakan           | 8%   | 3.00         |
| Lantai               | 5%   | 3.50         |
| Pilar Kolom          | 3%   | 3.00         |
| Exp. Joint           | 3%   | 4.00         |
| Trotoar              | 3%   | 3.00         |

**Pelat**

| Elemen         | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran   | 56%  | 2.25         |
| Lantai         | 22%  | 2.50         |
| Lap. Permukaan | 11%  | 2.00         |
| Pilar Kolom    | 11%  | 2.50         |

**Expansion Joint**

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran         | 59%  | 2.38         |
| Gelagar              | 14%  | 3.00         |
| Trotoar              | 5%   | 2.00         |
| Timbunan Oprit       | 5%   | 3.00         |
| Dinding/Tembok Sayap | 5%   | 3.00         |
| Lantai               | 5%   | 3.00         |
| Diaphragma           | 5%   | 3.00         |

**Sambungan**

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran         | 33%  | 3.50         |
| Lantai               | 22%  | 3.00         |
| Gelagar              | 11%  | 3.00         |
| Perletakan           | 11%  | 3.00         |
| Balok Tepi Bawah     | 11%  | 3.00         |
| Dinding/Tembok Sayap | 11%  | 3.00         |

**Tabel 15. Analisis Probabilitas dan NK Elemen Sistem Lantai Lantai**

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran         | 40%  | 2.59         |
| Gelagar              | 19%  | 2.55         |
| Dinding/Tembok Sayap | 14%  | 2.13         |
| Lap. Permukaan       | 9%   | 2.67         |
| Diaphragma           | 4%   | 2.50         |
| Pelat                | 4%   | 2.50         |
| Sambungan            | 4%   | 2.50         |
| Balok                | 2%   | 2.00         |
| Exp. Joint           | 2%   | 2.00         |
| Parapet              | 2%   | 2.00         |
| Perletakan           | 2%   | 2.00         |



### Lapisan Permukaan

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Pipa Cucuran         | 36%  | 3.38         |
| Lantai               | 23%  | 3.38         |
| Dinding/Tembok Sayap | 18%  | 3.00         |
| Gelagar              | 9%   | 3.00         |
| Timb. Oprit          | 5%   | 3.00         |
| Balok Tepi Bawah     | 5%   | 3.00         |
| Plat                 | 5%   | 3.00         |

### Pipa Cucuran

| Elemen               | Prob | NK Rata-Rata |
|----------------------|------|--------------|
| Dinding/Tembok Sayap | 14%  | 4.00         |
| Perletakan           | 5%   | 3.80         |
| Timb. Oprit          | 1%   | 3.00         |
| Trotoar              | 1%   | 3.00         |

### Kesimpulan

Pada penelitian ini secara umum dapat digambarkan bahwa semua komponen jembatan secara fisik terinterkoneksi diantara elemen-elemennya. Dari data historis pemeriksaan detail jembatan beton di Jawa Barat untuk tahun anggaran 1996-1998 diperoleh adanya interaksi diantara elemen Bangunan Atas, elemen Sistem Lantai, elemen Bangunan Bawah, dan elemen Bangunan Sungai/Timbulan. Masing-masing elemen ini berkontribusi terhadap kinerja jembatan secara keseluruhan. Selain dapat diketahui adanya korelasi atau interaksi dari masing-masing komponen, besarnya korelasi atau kuat hubungan dapat ditentukan antara elemen-elemen tersebut di dalam menentukan kinerja (Nilai Kondisi) dari jembatan tersebut. Dan secara lebih luas hal ini akan mempengaruhi laju kerusakan pada keseluruhan struktur jembatan, yang berakibat pada perpendekan masa layannya.

Data yang dapat digunakan pada penelitian ini jumlahnya terbatas, sehingga hanya terdapat 228 jembatan beton yang diteliti, dari keseluruhan 656 jembatan yang ada di Jawa Barat. Dari kondisi data historis yang ada, kajian analisis penilaian jembatan yang dihasilkan belum memberikan hasil yang optimal yang bisa menunjukkan kondisi sebenarnya dari proses pemeriksaan kinerja

jembatan beton. Sementara dari data historis pemeriksaan visual yang ada tersebut, terdapat beberapa data kondisi elemen jembatan yang tidak lengkap dan sempurna, seperti jenis kerusakan elemen yang tidak ada, nilai kondisi elemen yang dikosongkan. Diharapkan untuk pemeriksaan kinerja jembatan selanjutnya dapat dilakukan suatu pemeriksaan kembali (*rechecking*) sebelum data tersebut diolah oleh pihak BMS Bina Marga.

Kajian penilaian kinerja jembatan yang dihasilkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan fungsi dan tahapan kerja dari pemeriksaan visual awal pada sistem manajemen jembatan. Pada tahap awal pemeriksaan visual elemen jembatan dalam BMS banyak sekali elemen-elemen yang harus diperiksa, sehingga untuk lebih membantu sistematika pemeriksaan, maka perlu adanya suatu hirarki komponen berdasarkan data historis kerusakan elemen jembatan, yang dapat digunakan sebagai analisis awal pada tahapan ini. Analisis awal ini dapat membantu menentukan elemen-elemen yang akan mendapat perhatian untuk diperiksa secara detail. Jadi secara keseluruhan tidak semua elemen mendapat perhatian yang sama besar satu terhadap lainnya. Diperlukan adanya suatu skrining awal di dalam menentukan komponen yang



akan ditindaklanjuti untuk mendapatkan pemeriksaan detail selanjutnya.

Berdasarkan analisis probabilitas kejadian dan Nilai Kondisi rata-rata, didapatkan suatu gambaran tentang kondisi atau kerusakan elemen yang terjadi pada komponen jembatan. Dari analisis ini juga dapat diketahui seberapa sering penurunan kemampuan (*deterioration*) pada elemen tersebut terjadi serta tingkat penurunannya pada saat kejadian. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis korelasi dan regresi, yang menunjukkan bahwa elemen gelagar, lantai, kepala jembatan/pilar, dan bangunan pengaman yang memberikan kontribusi cukup signifikan pada kinerja jembatan secara keseluruhan. Dan dengan melihat kepada data perbandingan tentang kondisi probabilitas elemen dan nilai kondisinya [pada Tabel 6 - 10], didapat bahwa memang elemen-elemen ini juga ternyata memiliki kemungkinan terjadinya kerusakan dan Nilai Kondisi rata-rata yang cukup signifikan terhadap kinerja jembatan.

#### Daftar Pustaka

- ✓ Cabrera JG, Kim KS, *A Fuzzy Logic Technique for Condition Assessment of Concrete Bridges*, Proceedings of Bridges into The 21<sup>st</sup> Century,
- ✓ Chouinard LE, Andersen GR, Torrey III VH, *Ranking Models Used for Condition Assessment of Civil Infrastructure*

*Systems*, Journal of Infrastructure Systems, ASCE, March 1996

- ✓ Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum RI, *Panduan Pemeriksaan Jembatan [Bab 1 - Bab 10]*, BMS, 1999
- ✓ Hudson WR, Haas R, Uddin W, *Infrastructure Management*, McGraw-Hill, New York 1997
- ✓ Johnson PA, *Fault Tree Analysis of Bridge Failure Due to Scour and Channel Instability*, Journal of Infrastructure Systems, ASCE, March 1999
- ✓ Raina VK, *Concrete Bridge Practice, Analysis, Design and Economics*, McGraw-Hill, New Delhi, 1994
- ✓ Ronald A. Howard, *Knowledge Maps*, Journal of Management Science, The Institut of Management Science, August 1989
- ✓ Sianipar PRM, Adams TM, *Fault-Tree Model of Bridge Element Deterioration Due to Interaction*, Journal of Infrastructure Systems, ASCE, September 1997

**Penulis :**

**Yushar Kadir, ST., MT**

**Dosen DPK Kopertis yg di perbantukan pada**

**Fak. Teknik USB YPKP**