

Studi Analisis Proyek Jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban Dengan Metode Analisis Komponen SKBI-2.3.26.1987

Arief Setiawan¹, Sugiyanto²

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sunan Bonang Tuban Jawa Timur^{1,2}

Email: irsugianto@gmail.com²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2395>

Abstrak: Proyek jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban merupakan pemeliharaan berkala atas kondisi jalan tersebut yang sebelumnya menggunakan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Kondisinya adalah perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan untuk menahan beban lalu lintas kendaraan secara keseluruhan, sehingga jalan tersebut mengalami penurunan (*seattlement*) dan pergeseran (*sleeding*) baik pada perkerasan jalan maupun pada tanah dasar. Akibatnya jalan tersebut menjadi bergelombang dan berlubang sampai akhirnya tingkat kerusakannya makin bertambah parah. Obyek dalam penelitian ini adalah proyek jalan menggunakan konstruksi jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) berupa jalan beton. Jalan beton memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur, dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan. Berdasarkan parameter lalu lintas pada proyek jalan yang diteliti dengan menggunakan metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 didapatkan data kendaraan yang melintas di jalan tersebut terdiri dari 55,4% jenis kendaraan berat dengan angka ekivalen $E=1,0648$ dan 44,6% jenis kendaraan ringan dengan angka ekivalen $E=0,0072$, lalu lintas harian rata-rata LHRT=56 kendaraan/hari/2 arah, lintas ekivalen permulaan LEP=33,1888, lintas ekivalen akhir LEA=49,4941, lintas ekivalen tengah LET=41,3415 dan lintas ekivalen rencana LER=62,0123. Berdasarkan parameter-parameter yang lain pada metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 didapatkan daya dukung tanah dasar (DDT) dan *california bearing ratio* (CBR) yang diidentifikasi dari harga CBR yang mewakili $CBR=4$, faktor regional $FR=3.0 - 3.5$, indeks permukaan $IP=1.5 - 2.0$, koefisien kekuatan relatif $a=0.15$ dan batas-batas minimum tebal perkerasan 20 cm dengan indeks tebal perkerasan $ITP=7.5 - 9.99$.

Kata Kunci: Perkerasan, Jalan Beton, Lalu Lintas, Komponen, dan Ekivalen.

Abstract: The Sidoharjo road project, Senori Tuban Subdistrict, is a periodic maintenance of the road condition which previously used a flexible pavement type. The condition is that the road pavement does not have the strength to withstand the overall load of vehicle traffic, so that the road has decreased (*seattlement*) and shift (*sleeding*) both on the pavement and on the subgrade. As a result, the road became bumpy and potholes until finally the level of damage got worse. The object of this research is a road project using a rigid pavement in the form of a concrete road. Concrete roads have a high modulus of elasticity, will distribute the load over a large area of land, so that the largest part of the pavement structure capacity is obtained from the concrete slab itself. This is different from flexible pavement, where the strength of the pavement is obtained from the thick layers of the sub-base, foundation and surface layers. Based on the traffic parameters on the road project studied using the SKBI-2.3.26.1987 component analysis method, data on the vehicles passing on the road consisted of 55.4% types of heavy vehicles with the equivalent number $E = 1.0648$ and 44.6% types. light vehicles with $E = 0.0072$ equivalent, LHRT average daily traffic = 56 vehicles / day / 2-way, LEP initiation equivalent traffic = 33.1888, LEA final equivalent traffic = 49.4941, LET middle equivalent traffic = 41.3415 and the planned equivalent cross LER = 62.0123. Based on other parameters in the SKBI-2.3.26.1987 component analysis method, the subgrade bearing capacity (DDT) and *california bearing ratio* (CBR) were identified from the CBR price representing $CBR = 4$, regional factor $FR = 3.0 - 3.5$, the IP surface index = 1.5 - 2.0, the relative strength coefficient $a = 0.15$ and the minimum pavement thickness limits of 20 cm with an ITP pavement thickness index = 7.5 - 9.99.

Keywords: Pavement, Concrete Road, Traffic, Components and Equivalents

PENDAHULUAN

Dalam proses pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah saat ini salah satunya adalah dengan membangun infrastruktur berupa jalan. Bahkan pada pemerintahan Joko Widodo saat ini, proses pembangunan jalan tol dilakukan secara cukup masif tidak terkecuali hanya di pulau Jawa, tetapi ke luar pulau Jawa. Hal ini ditempuh dengan merubah paradigma baru yang dulunya proses pembangunan hanya memusat di pulau Jawa saja (Jawa sentris) beralih menjadi menyebar ke seluruh pulau-pulau lain yang ada di luar Jawa (Indonesia sentris).

Jalan merupakan suatu sarana transportasi yang sangat penting karena dengan adanya jalan, masyarakat dapat saling berhubungan dengan masyarakat yang berada di tempat lain dengan berbagai kepentingan yang dapat dilakukan. Dengan adanya fasilitas tersebut, masyarakat bisa berdagang untuk mengambil komoditi dari daerah lain untuk dipasarkan di daerahnya, menjual hasil komoditi hasil bumi atau sawah ke daerah lain, kebutuhan bahan material bisa mudah didapatkan, keinginan untuk menempuh pendidikan yang lebih tinggi di berbagai perguruan tinggi atau universitas ternama yang dicita-citakan bisa terpenuhi, kunjungan atau kegiatan silaturahmi antar saudara menjadi mudah dilaksanakan, dan banyak kepentingan lain yang bisa dilakukan. Jalan merupakan infrastruktur yang menghubungkan satu daerah dengan daerah yang lain yang sangat penting dalam sistem pelayanan masyarakat (Wirahadikusumah, 2007).

Untuk menjamin agar jalan dapat memberikan pelayanan sebagaimana banyak kepentingan yang diharapkan oleh masyarakat, maka selalu diusahakan adanya peningkatan-peningkatan atau pemeliharaan fasilitas jalan tersebut. Hal ini perlu dilakukan karena jalan harus memiliki syarat-syarat umum, yaitu dari segi konstruksi harus kuat, awet dan tahan kedar air. Disamping itu, jika dilihat dari segi pelayanan, maka jalan harus memiliki permukaan rata, tidak licin, tidak berlubang, mudah digunakan serta geometrik memadai dan ekonomis. Untuk itu, dibutuhkan suatu rancangan perkerasan yang mampu melayani beban berupa lalu lintas yang melewati fasilitas jalan tersebut. Dengan adanya perkerasan jalan, maka mekanismenya adalah struktur jalan tetap kuat ketika menerima

beban lalu lintas karena dapat menyebarkan beban ke lapis di bawahnya kemudian diteruskan ke tanah dasar.

Perkerasan jalan adalah lapisan atau badan jalan yang menggunakan bahan khusus, yaitu campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas jalan. Agregat yang dipakai terdiri dari batu pecah, batu belah, atau batu kali; sedangkan bahan ikat yang digunakan berupa aspal atau semen. Adapun berdasarkan dari segi pemakaian jenis bahan pengikat yang dipergunakan, maka dikenal 2 (dua) jenis kategori perkerasan yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya, perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya. Kombinasi antara dua jenis perkerasan tersebut disebut dengan perkerasan komposit (*composite pavement*), dimana sebagai lapis bawah digunakan struktur beton sedangkan sebagai lapis permukaan digunakan bahan pengikat berupa aspal (Sukirman, 1992).

Di Indonesia daya dukung tanah dasar (DDT) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yaitu nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Menurut Basuki (1998) dijelaskan bahwa nilai daya dukung tanah dasar (DDT) pada proses perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan menggunakan metode analisa komponen sesuai dengan SKBI-2.3.26.1987 sehingga diperoleh rumus konversi nilai CBR tanah dasar yang diuji.

Metode analisa komponen dengan menggunakan SKBI 2.3.26.1987, merupakan metode yang bersumber dari Metode AASTHO '72 dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi berbagai faktor seperti kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapis perkerasan yang umumnya dipergunakan di Indonesia. Metode Analisa Komponen SKBI 1987 yang dikembangkan tersebut mengatur metode perhitungan tebal perkerasan untuk 2 (dua) tipe jalan yaitu jalan baru dan perkuatan jalan lama. Prinsip dasar

perhitungan untuk kedua tipe jalan tersebut adalah sama.

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan beton semen sebagai bahan ikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi, oleh karenanya disebut juga sebagai perkerasan kaku. Pada konstruksi perkerasan kaku sebagai konstruksi utama dari perkerasan tersebut adalah berupa satu lapis beton semen mutu tinggi, sedangkan lapis pondasi bawah (*sub base*) berupa *cement treated sub base* dan *granular sub base* bukanlah merupakan komponen konstruksi utama. Dengan demikian, perkerasan kaku adalah suatu perkerasan jalan yang terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar dan oleh karena memakai beton sebagai bahan bakunya, perkerasan jenis ini juga biasa disebut sebagai jalan beton.

Jalan beton biasanya digunakan untuk ruas jalan untuk melayani beban lalu lintas yang berat dan padat. Selain itu karena biaya pemeliharaan jalan beton dapat dikatakan nihil (relatif kecil) walaupun biaya awalnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan jalan aspal yang selalu memerlukan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dan peningkatan jalan (tentunya ini akan memakan biaya yang tidak sedikit pula), sangatlah tepat untuk menggunakan jenis jalan ini. Pembangunan jalan beton ini dilakukan dengan menggunakan metode dan peralatan beton yang sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dan tetap mengikuti petunjuk dan persyaratan teknis pelaksanaan pembangunan jalan beton yang telah ditetapkan dalam Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI).

Seperti kita ketahui bersama bahwa untuk membangun suatu sarana transportasi berupa jalan memerlukan dana yang tidak sedikit dan metode pelaksanaan yang tepat. Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan konstruksi dan perencanaan pekerjaan jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas, ketersediaan anggaran, jenis tanah dan lainnya sehingga pembangunan konstruksi tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah di sekitarnya. Di sisi yang lain, hasil pembuatan jalan dapat awet sesuai dengan kondisi tanah yang dimiliki,

tahan terhadap fluktuasi gejala alam, serta mudah dan lebih murah untuk perawatannya.

Tenriajeng (2012) menyatakan bahwa bagian perkerasan jalan umumnya terdiri dari lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*). Untuk menjadi lebih mudah dipahami adanya bagian-bagian perkerasan jalan tersebut, maka dapat diuraikan dengan penjelasan sebagai berikut ini:

1. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
Lapisan pondasi bawah adalah bagian konstruksi perkerasan yang terletak antara tanah dasar (*sub grade*) dan pondasi atas. Fungsi dari lapis pondasi bawah adalah untuk mendukung dan menyebarkan beban roda, sebagai lapis perkerasan, mencegah tanah dasar masuk ke lapis pondasi atas akibat tekanan roda dari atas dan sebagai lapisan peresapan agar air tanah tidak berkumpul di lapis pondasi atas.
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
Lapisan pondasi atas merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah. Fungsi dari lapis pondasi ini adalah sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan, sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya dan sebagai lapisan peresapan untuk bagian lapisan pondasi bawah.
3. Lapis permukaan (*surface course*)
Lapis permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi sebagai lapis perkerasan penahan beban roda yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan, sebagai lapisan kedap air, sebagai lapisan aus, menahan gaya geser dari beban roda dan memberikan suatu bagian permukaan yang rata.

Tanah dasar (*sub grade*) adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan. Tanah dapat dikelompokkan berdasarkan sifat plastisitas dan ukuran butirnya. Daya dukung tanah dasar dapat diperkirakan dengan mempergunakan hasil klasifikasi ataupun dari pemeriksaan berdasarkan *california bearing ratio (CBR)*,

pembebanan pelat uji dan sebagainya. Banyak metode yang dapat dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar.

Tanah asli di alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban berulang dari lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Dengan demikian, proses perkerasan berfungsi untuk melindungi tanah dasar (*sub grade*) dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan supaya tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebihan oleh akibat beban lalu lintas (Hardiyatmo, 2006).

Jalan Sidoharjo–Kedungkebo merupakan jalan alternatif yang menghubungkan antara wilayah Kabupaten Cepu dan Kabupaten Rembang di Provinsi Jawa Tengah dengan Kabupaten Tuban di Provinsi Jawa Timur, dimana pada ruas jalan tersebut didominasi oleh kendaraan yang melintas jenis kendaraan berat untuk aktivitas kegiatan suplai batuan tambang k PT. Semen Indonesia. Pada ruas jalan tersebut sering mengalami kerusakan dengan kondisi jalan lama menggunakan perkerasan lentur kemudian diperbaiki memakai perkerasan kaku untuk kontruksinya. Sebagai gambaran dari keadaan ruas jalan tersebut memang tidak cocok jika dilakukan pengaspalan dikarenakan kondisi tanah merupakan tanah espansif (tanah gerak). Dalam aktivitas pelaksanaan proyek jalan yang menggunakan perkerasan kaku (jalan beton) adalah meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan drainase, pekerjaan tanah, pekerjaan pelebaran dan bahu jalan, pekerjaan perkerasan berbutir, pekerjaan pemadatan dan pekerjaan non aspal lainnya.

Oleh karena itu dalam merencanakan suatu konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) diperlukan penelitian yang kompleks yang sesuai dengan kebutuhan baik dari segi keawetan (masa penggunaan) dan kekuatan pada ruas jalan yang direncanakan. Dalam rangka turut pula berpartisipasi dalam analisis pelaksanaan proyek konstruksi jalan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*), maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul Studi Analisis Proyek Jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban dengan Menggunakan Analisis Komponen SKBI-2.3.26.1987.

METODE PENELITIAN

Tempat dilaksanakannya penelitian ini adalah pada lokasi kegiatan pelaksanaan proyek di lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban, tepatnya di lokasi proyek pembangunan ruas jalan Sidoharjo-Kedungkebo Kecamatan Senori Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur, dengan data-data umum proyek sebagai berikut ini:

Nama Proyek	: Pemeliharaan Berkala
Lokasi Proyek	: Jl. Sidoharjo Kecamatan Senori Kabupaten Tuban
Anggaran Proyek	: Rp. 1.929.964.000,00
Sumber Dana	: APBD
Tahun Anggaran	: 2019
Waktu Proyek	: 180 (Seratus Delapan Puluh) hari
Kontraktor	: CV. TIMBUL JAYA
Pengguna	: Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini adalah berkaitan dengan data yang diperlukan untuk metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 terdiri dari:

1. Data Primer

Data ini merupakan data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber data pihak pertama, baik melalui pengamatan, pencatatan, pengukuran ataupun perhitungan data terdiri dari:

a. Observasi

Observasi dilakukan untuk mengamati dan mendapatkan data-data tentang lalu lintas kendaraan, termasuk jumlah dan jenis kendaraan serta kondisi jalan keadaan sekitar lokasi proyek yang sedang diteliti. Dalam rangka untuk mendukung akurasi dan kelancaran dalam pelaksanaan pengumpulan data dalam penelitian ini, dilakukan pengamatan terhadap kondisi lalu lintas dari dua arah, yaitu dari arah selatan ke utara dan arah sebaliknya dari utara ke selatan untuk mendapatkan informasi data-data lalu lintas kendaraan yang dibutuhkan dalam analisis menggunakan komponen SKBI-2.3.26.1987.

b. Pengukuran

Pengukuran dilakukan dalam rangka untuk kebutuhan data untuk analisis

komponen sesuai dengan metode SKBI-2.3.26.1987 pada proyek konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dihasilkan pada proyek yang diteliti. Parameter yang diperlukan dalam pengukuran pada penelitian ini adalah terdiri dari *california bearing ratio (CBR)* tanah dasar dan kuat tekan beton yang digunakan pada perkerasan jalan yang diteliti. Pelaksanaan pengukuran ini dilakukan dengan mengambil *sample* tanah dasar dan beton untuk diuji di laboratorium beton yang mempunyai kemampuan uji beton sesuai dengan standar yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Untuk mendapatkan data yang mewakili (*representatif*) dan valid, maka dalam proses pengambilan *sample* uji diambil sebanyak 3 (tiga) *sample* uji yang berasal dari beberapa titik lokasi yang berbeda dengan jumlah yang cukup untuk melakukan pengujian sehingga data yang dihasilkan memiliki akurasi yang tinggi dan bukan karena faktor kebetulan saja.

2. Data Sekunder

Data ini merupakan data yang didapat dari sumber data pihak kedua yang terkait dengan proyek yang sedang diteliti (data tidak langsung) yang diperlukan untuk mendukung kebutuhan analisa data, baik secara langsung maupun tidak langsung pada pelaksanaan penelitian ini, terdiri dari:

a. Data Proyek

Data proyek didapatkan dari sumber pihak kedua, dalam hal ini terdiri dari pejabat pembuat komitmen kegiatan anggaran pendapatan dan belanja daerah (APBD) pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban selaku pengguna anggaran dan pihak pelaksana pekerjaan proyek konstruksi konstruksi jalan yang diteliti. Data-data ini meliputi perencanaan umur konstruksi jalan beton, spesifikasi, tebal perkerasan, tingkat pertumbuhan lalu lintas di masa mendatang, tahapan pelaksanaan konstruksi dan data lainnya yang terkait dalam penelitian ini.

b. Data Curah Hujan

Data curah hujan didapatkan dari sumber data pihak kedua, dalam hal ini terkait tentang data curah hujan di sekitar lokasi proyek yang diteliti, yang

didapatkan pada Stasiun dan BMKG di wilayah Kabupaten Tuban. Data-data ini dibutuhkan terkait dengan analisis data khususnya terkait dengan kondisi drainase tanah dasar dan klasifikasi kategori iklim di sekitar lokasi proyek konstruksi jalan yang diteliti.

Mengacu pada parameter-parameter yang dijelaskan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 378/kpts/1987 tanggal 31 Agustus 1987 dan disesuaikan berdasarkan atas kondisi yang ada di lokasi proyek yang diteliti, maka pengukuran variabel pada penelitian ini adalah meliputi sebagai berikut ini:

1. Lalu lintas

Pada variabel lalu lintas ditentukan untuk beberapa indikator yang berkaitan dengan data-data lalu lintas terdiri sebagai berikut ini:

a. Data perencanaan, pengamatan lalu lintas dan pengukuran kondisi jalan yang diteliti. Pada penentuan tentang indikator-indikator ini terkait dengan rencana umur jalan, prediksi pertumbuhan lalu lintas sesuai rencana umur jalan, data pengamatan kendaraan selama 24 jam, jenis perkerasan dan tahapan konstruksi.

b. Lalu lintas harian rata-rata (LHRT)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor roda 4 atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua arah jurusan.

c. Angka ekivalen (E)

Angka ekivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

d. Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. LEP dihitung dengan rumus sebagai berikut ini:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

e. Lintas ekivalen tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana. LET dihitung dengan rumus sebagai berikut ini:

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA)$$

f. Lintas ekivalen akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus sebagai berikut ini:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

g. Lintas ekivalen rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lalu lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) jalur rencana. LER dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini:

$$LER = LET \times UR/10$$

2. Daya dukung tanah (DDT) dan *CBR* (*California Bearing Ratio*)

Daya dukung tanah adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Pada penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tanah (DDT) didasarkan pada pengukuran atas nilai *california bearing ratio* (*CBR*).

3. Faktor regional (FR)

Faktor regional adalah faktor setempat menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Oleh karena pada lokasi proyek jalan yang diteliti tergolong dalam kategori jalan kolektor dengan beban lalu lintas rendah, maka pada perhitungan faktor

regional ditentukan hanya dengan faktor iklim (curah hujan saja).

4. Indeks permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan, kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Indeks permukaan ditentukan berdasarkan umur rencana jalan, faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan hasil perhitungan jumlah lintas ekivalen rencana (LER).

5. Koefisien kekuatan relatif (a)

Oleh karena kondisi jalan yang diteliti merupakan kondisi hasil perubahan jenis perkerasan, dimana perkerasan jalan yang sebelumnya berupa jalan aspal (*flexible pavement*) kemudian diperbaharui dengan perkerasan beton (*rigid pavement*), maka koefisien relatif (a) ditentukan dengan uji kuat tekan.

6. Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan

Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan dihitung berdasarkan indeks tebal perkerasan (ITP) dan jenis bahan yang digunakan dalam proses stabilisasi jalan yang diteliti berupa jalan beton.

Analisis data yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini adalah terdiri dari data-data yang telah didapatkan baik dari observasi ataupun dari pengukuran (pengujian laboratorium) pada penelitian ini, kemudian dianalisis dengan menggunakan sebagai berikut ini:

1. Analisis deskriptif kuantitatif menggunakan *software* komputer yang terdiri dari *microsoft excel*. Analisis ini dilakukan untuk menghitung, memasukkan data ke dalam tabulasi data dan mengolah data kuantitatif terdiri dari data-data lalu lintas kendaraan, penghitungan-perhitungan dalam proses pengolahan data, serta hasil pengukuran dan perhitungan pada rumus-rumus yang relevan dengan pelaksanaan penelitian ini.

2. Analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif menggunakan *software* komputer yang terdiri dari *microsoft word*. Analisis ini dilakukan untuk memvisualisasikan hasil pengolahan data ke dalam bentuk tabel dan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan dalam pembahasan terhadap variabel-

variabel yang diukur pada pelaksanaan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Obyek Penelitian

Proyek jalan yang menjadi obyek dalam penelitian ini merupakan proyek di bawah naungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Pemerintah Daerah Kabupaten Tuban dengan anggaran sebesar Rp. 1.929.964.000 yang dialokasikan dari sumber dana APBD tahun 2019. Proyek tersebut diadakan dengan tujuan untuk pemeliharaan berkala jalan Sidoharjo-Kedungkebo Kecamatan Senori, yang dari sebelumnya konstruksinya menggunakan metode perkerasan lentur (*flexible pavement*) diganti dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Berdasarkan atas kondisi fisik jalan yang berada di lokasi tempat pelaksanaan proyek ini, kondisinya mengalami kerusakan yang cukup parah akibat pengaruh faktor cuaca alam dan kondisi beban lalu lintas yang melintas di atas ruas jalan tersebut. Setelah dilakukan tinjauan lapangan dan investigasi oleh pemangku kepentingan di lingkungan dinas terkait Pemerintah Daerah Kabupaten Tuban, atas keberadaan jalan tersebut serta atas aduan atau keluhan dari masyarakat sebagai pengguna jalan, sehingga hal ini menjadi dasar keputusan untuk dilakukan penggantian ke perkerasan beton atas jalan tersebut.

Seperti yang kita ketahui bersama bahwa jalan beton memiliki keunggulan dibanding jalan aspal, salah satunya adalah mampu bertahan cukup baik dengan adanya faktor drainase yang buruk di lokasi jalan tersebut, umur pemakaiannya lebih panjang dan biaya pemeliharaannya relatif lebih rendah, meskipun biaya konstruksinya menelan biaya yang lebih mahal. Untuk menggambarkan tentang kondisi proyek jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban dengan menggunakan metode perkerasan kaku (*rigid pavement*) dapat diamati pada Gambar 1 di bawah berikut ini:



Gambar 1. Kondisi proyek perkerasan jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*)

2. Analisis Komponen metode SKBI-2.3.26.1987

Dalam Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) yang disahkan oleh Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia berdasarkan Keputusan Nomor 387/KPTS/1987 ada 33 standar konstruksi bangunan Indonesia yang disahkan melalui keputusan tersebut, salah satunya adalah tentang metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987. Dengan demikian, sesuai dengan materi yang diajukan untuk diteliti dan sudah disetujui dalam proposal penelitian, maka pembahasan dalam penelitian ini menyangkut tentang parameter-parameter yang sudah ditetapkan dalam metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 yang disesuaikan dengan kondisi lapangan pada proyek yang diteliti. Pada pembahasan dengan menggunakan analisis komponen tersebut, selanjutnya akan dibahas tentang parameter lalu lintas, daya dukung tanah dasar (DDT) dan *california bearing ration (CBR)*, faktor regional, indeks permukaan, koefisien kekuatan relatif dan batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan.

2.1. Lalu Lintas

Pada parameter tentang lalu lintas pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 dapat ditentukan indikator-indikator yang dapat didapatkan dengan perhitungan rumus-rumus yang sudah ada pada analisis tersebut berdasarkan data-data lalu lintas yang didapatkan baik melalui observasi (pengamatan) dan dengan melalui pengukuran kondisi jalan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pada analisis mengenai parameter ini, selain berdasarkan pada pengamatan data lalu

lintas kendaraan serta perencanaan umur jalan, prediksi pertumbuhan lalu lintas pada masa mendatang dan pengukuran kondisi jalan. Dengan demikian, berdasarkan data-data yang diperoleh pada penelitian ini, akan ditentukan mengenai data perencanaan & pengamatan lalu lintas, lalu lintas harian rata-rata, angka ekivalen, lintas ekivalen permukaan, lintas ekivalen tengah dan lintas ekivalen akhir sebagai berikut ini:

- 1) Data perencanaan, pengamatan lalu lintas dan pengukuran kondisi jalan yang diteliti Berdasarkan atas data-data di lapangan, data perencanaan yang didapatkan dari pengguna proyek jalan dan data pengukuran uji laboratorium pada proyek jalan yang diteliti, dapat diamati pada Tabel 1 sebagai berikut ini:

Tabel 1. Data perencanaan, lalu lintas kendaraan dan pengukuran kondisi jalan

No	Indikator-indikator Jalan yang Diteliti	Nilai
1	Rencana umur jalan	15 tahun
2	Prediksi pertumbuhan lalu lintas kendaraan	2,7% per tahun
3	Jumlah jalur	1 jalur (2 arah)
4	Data pengamatan kendaraan melintas/24 jam	
	a. Jumlah kendaraan ringan	25 buah
	b. Jumlah kendaraan berat	31 buah
5	Jenis perkerasan jalan	Beton
6	Tahapan konstruksi	100%

Sumber: Data diolah

Berdasarkan atas informasi data yang ditampilkan pada Tabel 1 di atas, dapat diuraikan meliputi hal-hal penting sebagai berikut ini:

- a. Berdasarkan atas ketentuan yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Pemerintah Daerah Kabupaten Tuban, proyek jalan direncanakan mempunyai umur pemakaian selama 15 (lima belas) tahun dengan proses konstruksi tahapan 100% dikerjakan.
- b. Kondisi jalan yang diteliti memiliki hanya 1 lajur untuk jurusan 2 arah lalu lintas dari selatan ke utara dan arah utara ke selatan, mulai dibuka sejak

tahun 2010 dalam perkembangannya diperkirakan mempunyai perkembangan lalu lintas rata-rata sebesar 2,7% per tahun untuk periode 15 tahun mendatang.

- c. Berdasarkan atas data pengamatan lalu lintas di lokasi jalan yang diteliti didapatkan informasi pengguna lalu lintas jalan didominasi oleh jenis kendaraan berat (berat total di atas 5 ton) sebesar 55,4% dan sisanya 44,6% jenis kendaraan ringan.
- d. Untuk kondisi perkerasan jalan menggunakan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan jenis kendaraan roda 4 yang melintas di jalan tersebut didominasi oleh jenis kendaraan berat dengan beban muatan berat di atas 5 ton, seperti batuan kapur, tanah liat dan batu pecah. Pada ruas jalan tersebut merupakan jalur pintas yang menghubungkan antara wilayah Kabupaten Cepu dan Kabupaten Rembang di Provinsi Jawa Tengah dengan Kabupaten Tuban di Provinsi Jawa Timur.

- 2) Lalu lintas harian rata-rata (LHRT)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda 4 atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan. Berdasarkan atas informasi data yang disajikan pada Tabel 1 di atas, maka LHRT dapat dihitung sebagai berikut ini:

Data pengamatan lalu lintas kendaraan per hari untuk 2 arah:

1. Kendaraan ringan..... 25 kendaraan
2. Kendaraan berat..... 31 kendaraan

LHRT

$$\text{Pengamatan} = \frac{56 \text{ kendaraan/hari}}{2 \text{ arah}}$$

Berdasarkan atas data perencanaan umur jalan 15 tahun mendatang dan prediksi pertumbuhan lalu lintas kendaraan rata-rata 2,7% per tahun, maka LHRT dapat dihitung sesuai informasi yang disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut ini:

Tabel 2. Pehitungan LHRT berdasarkan rencana umur jalan dan prediksi pertumbuhan lalu lintas kendaraan

No	Tahun Pengamatan	Prediksi LHRT Kendaraan		
		Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Total Kendaraan
1	Tahun Ke-0	25 kendaraan	31 kendaraan	56 kendaraan
2	Tahun Ke-1	25,68 kendaraan	31,84 kendaraan	57,52 kendaraan
3	Tahun Ke-2	26,37 kendaraan	32,70 kendaraan	59,07 kendaraan
4	Tahun Ke-3	27,08 kendaraan	33,58 kendaraan	60,66 kendaraan
5	Tahun Ke-4	27,81 kendaraan	34,49 kendaraan	62,30 kendaraan
6	Tahun Ke-5	28,56 kendaraan	35,42 kendaraan	63,98 kendaraan
7	Tahun Ke-6	29,33 kendaraan	36,37 kendaraan	65,70 kendaraan
8	Tahun Ke-7	30,13 kendaraan	37,36 kendaraan	67,49 kendaraan
9	Tahun Ke-8	30,94 kendaraan	38,36 kendaraan	69,30 kendaraan
10	Tahun Ke-9	31,77 kendaraan	39,40 kendaraan	71,17 kendaraan
11	Tahun Ke-10	32,63 kendaraan	40,46 kendaraan	73,09 kendaraan
12	Tahun Ke-11	33,51 kendaraan	41,56 kendaraan	75,07 kendaraan
13	Tahun Ke-12	34,42 kendaraan	42,68 kendaraan	77,10 kendaraan
14	Tahun Ke-13	35,35 kendaraan	43,83 kendaraan	79,18 kendaraan
15	Tahun Ke-14	36,30 kendaraan	45,01 kendaraan	81,31 kendaraan

16	Tahun Ke-15	37,28 kendaraan	46,23 kendaraan	83,51 kendaraan
----	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

Sumber: Data diolah

Seperti informasi yang diperlihatkan pada Tabel 2 di atas, dapat diamati prediksi LHRT pertumbuhan lalu lintas kendaraan pada perkembangan umur pemakaian jalan pada 5 tahun mendatang sebesar 14,24% dengan LHRT= 63,98 kendaraan, pada 10 tahun mendatang sebesar 30,52% dengan LHRT=73,09 kendaraan dan pada akhir umur rencana jalan sebesar 49,12% dengan LHRT=83,51 kendaraan.

3) Angka ekivalen (E)

Angka ekivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb). Untuk menentukan angka ekivalen beban sumbu kendaraan dipergunakan data hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 1 dan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 tentang angka ekivalen beban sumbu kendaraan, maka perhitungan angka ekivalen (E) untuk masing-masing kendaraan dapat dihitung seperti diperlihatkan pada Tabel 3 sebagai berikut ini:

Tabel 3. Perhitungan angka ekivalen masing-masing kendaraan

Jenis Kendaraan	Angka ekivalen 2 arah lalu lintas kendaraan		Angka ekivalen kendaraan
	Selatan ke Utara	Utara ke Selatan	
Kendaraan ringan 2 ton	0,0036	0,0036	0,0072
Kendaraan berat 5 ton & 8 ton	0,1410	0,9238	1,0648

Sumber: Kep. Menteri PU (1987)

4) Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah jumlah lintas ekivalen rata-rata dari sumbu tunggal

seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Untuk menentukan angka lintas ekuivalen permulaan dipergunakan data hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHRT) dan angka ekuivalen (E) serta berdasarkan ketentuan yang ditetapkan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 tentang koefisien distribusi kendaraan (C). Dengan demikian, maka untuk mendapatkan nilai lintas ekuivalen permukaan (LEP) didapatkan dengan melakukan perhitungan dengan rumus sebagaimana ditampilkan sebagai berikut ini:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Pada perhitungan LEP berdasarkan rumus di atas digunakan koefisien distribusi kendaraan (C) nilainya 1 karena jalan yang diteliti hanya 1 lajur digunakan untuk lalu lintas 2 arah, maka LEP untuk masing-masing kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan.....25
x 1,00 x 0,0072 = 0,1800
2. Kendaraan berat.....31
x 1,00 x 1,0648 = 33,0088

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) = 33,1888

- 5) Lintas ekuivalen akhir (LEA)
Lintas ekuivalen akhir adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. Untuk menentukan angka lintas ekuivalen akhir dipergunakan data hasil perhitungan LHRT dan angka ekuivalen (E) serta berdasarkan ketentuan yang ditetapkan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 tentang koefisien distribusi kendaraan (C), maka perhitungan lintas ekuivalen akhir (LEA) didapatkan dengan rumus sebagai berikut ini:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHRT (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Pada perhitungan LEA berdasarkan rumus di atas digunakan koefisien distribusi kendaraan (C) nilainya 1 karena jalan yang diteliti hanya 1 lajur digunakan untuk lalu

lintas 2 arah dan nilai LHRT sesuai akhir umur rencana jalan pada tahun ke-15, maka LEA untuk masing-masing kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan.....37,28 x 1,00
x 0,0072 = 0,2684
2. Kendaraan berat.....46,23 x 1,00
x 1,0648 = 49,2257

Lintas ekuivalen akhir (LEA) tahun Ke-15 = 49,4941

- 6) Lintas ekuivalen tengah (LET)
Lintas ekuivalen tengah adalah jumlah lintasan ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana. Untuk mendapatkan nilai lintas ekuivalen tengah diperoleh berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada lintas ekuivalen permulaan (LEP) dan lintas ekuivalen akhir (LEA) pada tahun ke-15 dengan perhitungan rumus sebagai berikut ini:

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA) = \frac{1}{2} (33,1888 + 49,4941) = 41,3415$$

2.2. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan California Bearing Ratio (CBR)

Daya dukung tanah adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Pada pengujian kepadatan berat berdasarkan standar konstruksi bangunan Indonesia (SKBI), maka daya dukung tanah dasar ditentukan hanya kepada pengukuran nilai *california bearing ratio* (CBR) (Kep. Menteri PU, 1987). Berdasarkan atas standar tersebut, dijelaskan cara-cara yang dapat dipertanggungjawabkan tentang harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut ini:

1. Tentukan harga CBR terendah.
2. Tentukan berapa banyak harga dari masing-masing nilai CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
3. Angka jumlah terbanyak dinyatakan 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%.
4. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah yang didapatkan.

5. Nilai *CBR* yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90%.

Berdasarkan atas tata cara yang dijelaskan di atas, maka untuk mendapatkan *CBR* yang mewakili dapat diperoleh dari pengukuran harga-harga *CBR* yang disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut ini:

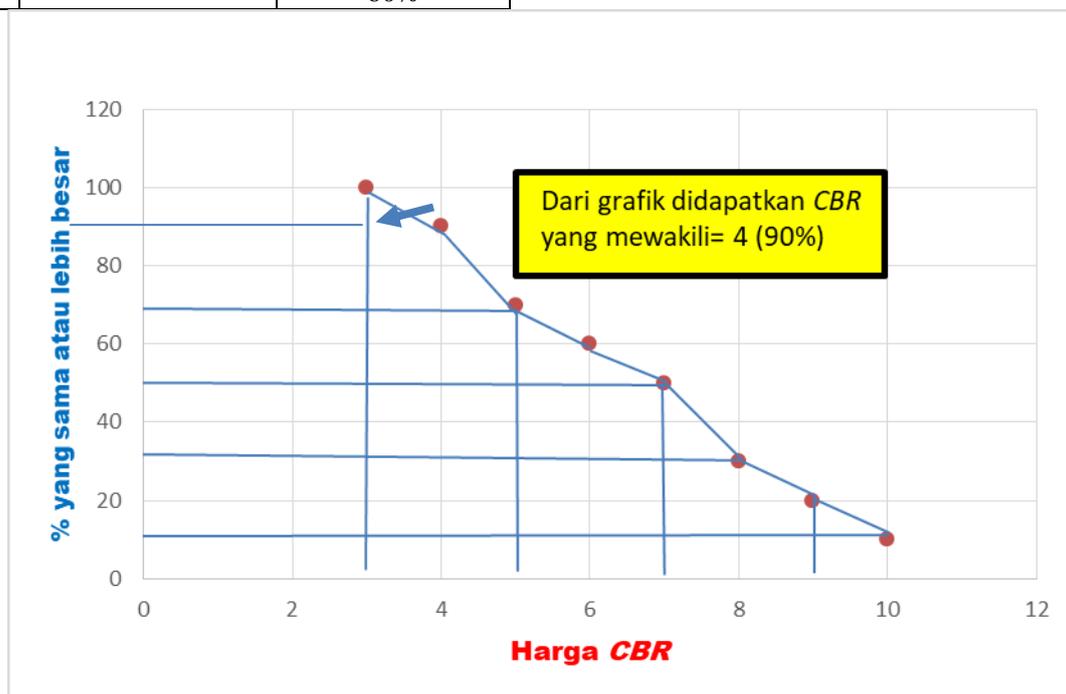
Tabel 4. Pengukuran harga-harga *CBR*

<i>CBR</i>	Jumlah yang sama atau lebih besar	% yang sama atau lebih besar
3	10	$10/10 \times 100\% = 100\%$
4	9	$9/10 \times 100\% = 90\%$
5	7	$7/10 \times 100\% = 70\%$
6	6	$6/10 \times 100\% = 60\%$

7	5	$5/10 \times 100\% = 50\%$
8	3	$3/10 \times 100\% = 30\%$
9	2	$2/10 \times 100\% = 20\%$
10	1	$1/10 \times 100\% = 10\%$

Sumber: Uji Lab. PT. Semar Beton Perkasa (2020)

Seperti data yang diperlihatkan pada Tabel 4, maka berdasarkan informasi tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara harga *CBR* dan persentase jumlah yang didapatkan sebagai berikut ini:



Gambar 2. Grafik hubungan *CBR* dengan persen (%) yang sama atau lebih besar

Berdasarkan atas Gambar 2 di atas, maka didapatkan harga yang mewakili pada persentase 90% adalah *CBR*=4. Untuk memberikan pemahaman tentang adanya hubungan antara daya dukung tanah dasar (DDT) dengan *CBR* dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. Daya dukung tanah dasar tergantung pada kadar air tanah dasar tersebut.
 2. Semakin tinggi kadar air tanah dasar, semakin kecil kekuatan *CBR* tanah tersebut.
- Hal ini tidak berarti bahwa sebaiknya tanah

dasar dipadatkan dengan kadar air rendah untuk mendapatkan nilai *CBR* yang tinggi. Hal ini menjadi tidak berlaku karena setelah selesai diadakan proyek pembuatan jalan, maka air akan dapat meresap ke dalam tanah dasar sehingga kekuatan *CBR* turun sampai kadar air mencapai nilai yang konstan. Kadar air yang konstan inilah yang disebut kadar air keseimbangan yang dicerminkan dari nilai *CBR*.

Disamping itu, Munsil (2018) mendefinisikan bahwa *CBR* adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu

bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama cara umum. Perkerasan jalan harus memenuhi 2 syarat, yaitu:

1. Secara keseluruhan perkerasan jalan harus cukup kuat untuk memikul berat beban sumbu kendaraan yang akan melintasi jalan tersebut (beban repetisi).
2. Permukaan jalan harus dapat menahan gaya gesekan dan keausan dari roda-roda kendaraan, juga terhadap air hujan.

Berdasarkan atas penjelasan tersebut, maka kondisi ini dialami pada jalan yang diteliti karena pada perkerasan sebelumnya menggunakan jenis perkerasan lentur (jalan aspal). Kondisinya adalah perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan untuk menahan beban lalu lintas kendaraan secara keseluruhan, sehingga jalan tersebut mengalami penurunan (*seattlement*) dan pergeseran (*sleeding*) baik pada perkerasan jalan maupun pada tanah dasar. Akibatnya jalan tersebut menjadi bergelombang dan berlubang sampai akhirnya tingkat kerusakannya makin bertambah parah. Dengan demikian, adanya proyek jalan yang diteliti ini dengan mengganti jenis perkerasan lama menjadi perkerasan kaku (*rigid pavement*) diperuntukkan untuk adanya antisipasi keadaan tersebut akan terulang dengan motif kerusakan yang sama pada masa mendatang.

2.3. Faktor Regional (FR)

Faktor regional adalah faktor setempat menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Berdasarkan atas panduan yang dimuat dalam "Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya" dinyatakan bahwa pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama, maka faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat serta iklim atau curah hujan (Kep. Menteri PU, 1987).

Sesuai dengan pedoman yang termuat pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 tentang ketentuan faktor regional, maka penentuan faktor tersebut menyesuaikan dengan kondisi lapangan jalan yang diteliti dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. Ditinjau dari bentuk alinyemen atas kondisi jalan dapat dikatakan mempunyai kelandaian di atas 10%. Kondisi jalan tersebut tidak memiliki tikungan tajam, tidak banyak persimpangan dan tidak berada pada daerah rawa-rawa.
2. Lalu lintas kendaraan yang melintas di jalan tersebut terdiri dari jenis kendaraan berat sebesar 55,4% dan jenis kendaraan ringan sebesar 44,6%. Dengan demikian, kondisi jalan tersebut digunakan oleh kendaraan berat di atas 30%.
3. Untuk menentukan kategori iklim di sekitar lokasi jalan tersebut digunakan patokan berdasarkan curah hujan, dimana curah hujan kurang dari 900 mm/tahun masuk kategori iklim I dan curah hujan lebih dari 900 mm/tahun masuk kategori iklim II. Berdasarkan ketentuan ini, tidak ditemukan data yang valid dan akurat mengenai jumlah curah hujan pada lokasi tersebut. Oleh karena itu, untuk melakukan pendekatan terhadap data curah hujan pada lokasi tersebut dapat digunakan data pantauan tentang jumlah hari hujan per tahun di wilayah Kabupaten Tuban seperti ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Jumlah hari hujan per tahun wilayah Kabupaten Tuban

No	Tahun Pengamatan	Jumlah hari hujan (hari)
1	2010	80
2	2011	92
3	2012	76
4	2013	109
5	2014	78
6	2015	98
7	2016	107
8	2017	118
9	2018	94
10	2019	111
Rata-rata		96.3

Sumber: Stasiun dan UPT BMKG Tuban (2020)

Seperti informasi data yang diperlihatkan pada Tabel 5 di atas, didapatkan rata-rata jumlah hari hujan sebanyak 96,3 hari per tahun dengan persentase 26,38% (dalam setahun diasumsikan ada 365 hari). Dengan demikian, terjadinya rata-rata hujan dalam 1 tahun di wilayah Kabupaten Tuban memiliki porsi di atas $\frac{1}{4}$ tahun dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan di sekitar lokasi jalan yang diteliti di atas

900 mm per tahun sehingga dapat dikategorikan masuk ke dalam iklim II.

Dengan demikian, berdasarkan tinjauan atas bentuk alinyemen jalan yang mempunyai kelandaian di atas 10%, jumlah persentase kendaraan berat yang melintas di atas jalan di atas 30% dan pantauan iklim (curah hujan) masuk aktegori II; maka faktor regional (FR) di lokasi proyek jalan yang diteliti didapatkan nilai angka berada pada kisaran antara 3,0 – 3,5.

2.4. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan, kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Dalam menentukan nilai indeks permukaan digunakan patokan atas indikator tersebut pada akhir umur rencana jalan dengan mempertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER) (Kep. Menteri PU, 1987). Dengan demikian, untuk dapat menentukan nilai indeks permukaan; maka terlebih dahulu harus dihitung jumlah lintas ekivalen sebagaimana dinyatakan dalam perhitungan rumus berikut ini:

$$LER = LET \times UR/10$$

Dimana:

UR: Umur Rencana Jalan

Pada kontruksi proyek jalan yang diteliti telah ditentukan umur rencana jalan adalah 15 tahun dan berdasarkan perhitungan sebelumnya telah didapatkan nilai lintas ekivalen tengah (LET), maka nilai LER dapat ditentukan sebagai berikut ini:

$$LER = 41,3414 \times 15/10 = 62,0123$$

Dengan perolehan nilai lintas ekivalen rencana (LER) yang telah didapatkan pada perhitungan tersebut dan berdasarkan klasifikasi jalan yang diteliti tergolong jalan kolektor, maka menurut patokan ketentuan indeks permukaan (IP) sebagaimana ditunjukkan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 hasilnya adalah jalan tersebut mempunyai nilai IP= 1,5 – 2,0. Atas dasar

nilai tersebut, maka interpretasinya dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. IP= 1,5 : artinya adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
2. IP= 2,0 : artinya adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

2.5. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi dan pondasi bawah; ditentukan secara korelasi nilai *Marshall test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen) atau *california bearing ratio* atau *CBR* (untuk bahan lapis pondasi bawah) (Kep. Menteri PU, 1987). Oleh karena pada proyek jalan yang diteliti adalah proyek jalan dengan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang distabilisasi dengan menggunakan bahan semen, maka koefisien kekuatan relatif ditentukan dengan nilai uji kuat tekan. Satuan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton dinyatakan dalam satuan Mpa = Mega Pascal, dimana 1 Mpa = 10 Kg/cm².

Hasil pengujian terhadap kuat tekan beton yang digunakan pada proyek konstruksi jalan yang diteliti dapat disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut ini:

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Konstruksi Jalan

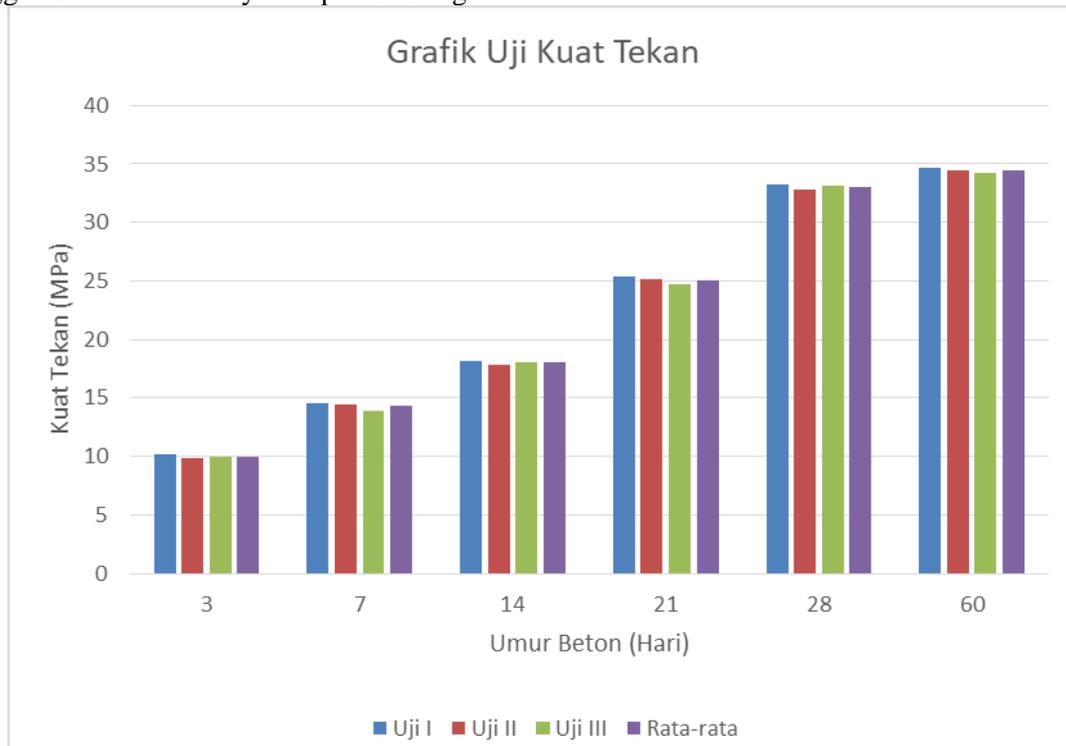
Pengujian kuat tekan beton pada suhu ruangan (Mpa)	Umur Beton (Hari)					
	3	7	14	21	28	60
Sample Uji I	10,2	14,6	18,2	25,4	33,3	34,7
Sample Uji II	9,8	14,4	17,8	25,2	32,8	34,5
Sample Uji III	10,0	13,9	18,0	24,7	33,1	34,2
Rata-rata Uji	10,0	14,3	18,0	25,1	33,0	34,5

Sumber: Uji lab. PT. Semar Beton Perkasa (2020)

Berdasarkan atas hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh pada penelitian ini, menunjukkan dengan bertambahnya umur beton semakin naik kuat tekannya dan

mencapai kondisi yang hampir stabil setelah melewati umur 28 hari. Untuk menggambarkan adanya perkembangan

kenaikan kuat tekan berdasarkan umur beton, maka dapat diperlihatkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Hasil pengujian kuat tekan uji beton konstruksi perkerasan kal

Seperti yang tampak pada Gambar 3, diperlihatkan laju kuat tekan mengalami kenaikan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 43%, pada umur 14 hari sebesar 26%, pada umur 21 hari sebesar 39%, pada umur 28 hari sebesar 32% dan pada umur 60 hari sebesar 4%. Laju kuat tekan beton yang diuji mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi pada awal umur beton dalam 7 hari, kemudian menurun pada hari-hari berikutnya dan pada umur beton di atas 28 hari laju kuat tekan beton bersifat konstan. Berdasarkan Tjokrodinuljo (2009) dijelaskan bahwa laju kenaikan kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: jenis semen *portland*, suhu sekeliling beton, faktor komposisi air dan semen serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Dengan hasil pengujian kuat tekan terhadap beton yang digunakan pada perkerasan jalan yang diteliti dan berpedoman pada ketentuan analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 tentang koefisien kekuatan relatif (a), maka kekuatan bahan yang distabilisasi dengan semen pada konstruksi jalan tersebut mempunyai koefisien kekuatan relatif=0,15.

2.6. Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan berkaitan dengan indeks tebal perkerasan (ITP). Indeks tebal perkerasan adalah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan. Pada penelitian ini berdasarkan pada parameter-parameter lain yang telah didapatkan, maka tidak bisa dilakukan analisa perhitungan terhadap parameter batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan. Masih ada parameter lain di luar ketentuan yang bersifat kebijakan-kebijakan dari *stakeholder* (pemangku kepentingan) sehingga sangat berpengaruh terhadap perhitungan parameter tersebut.

Berdasarkan informasi data yang tertuang dalam penandatanganan kontrak konstruksi antara pengguna proyek yang diwakili oleh pejabat pembuat komitmen kegiatan anggaran dan pendapatan daerah (APBD) pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban tahun anggaran 2019 dengan pihak pelaksana pekerjaan proyek konstruksi, dengan pekerjaan konstruksi No. 620/103.15/PPK-BMI-APBD/414.111/2020; maka terkait tebal

perkerasan dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

1. Proyek pemeliharaan berkala Jalan Sidoharjo- Kedungkebo Kecamatan Senori Tuban menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan ketebalan lapisan perkerasan 20 cm.
2. Jenis mutu beton yang dibutuhkan pada perkerasan proyek jalan tersebut ditetapkan dengan jenis mutu beton K-350.

Seperti yang ditentukan pada analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 Tabel tentang batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan, ditentukan tebal minimum tebal lapis perkerasan dinyatakan dalam satuan cm pada lapis permukaan, didapatkan paling tebal 10 cm dengan nilai indeks tebal perkerasan (ITP) di atas 10. Kemudian jika dilihat pada bahan yang digunakan berupa lapisan beton, maka pada tebal minimum perkerasan pada lapis pondasi adalah 20 cm dengan nilai indeks tebal perkerasan (ITP) berkisar antara 7,50-9,99.

Bila ditinjau dari jenis perkerasan konstruksi jalan yang sebelumnya menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*), kemudian pada saat ini dilakukan pergantian perkerasan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) berupa jalan beton, hal ini tentunya telah melalui pertimbangan yang panjang dan proses investigasi yang cukup matang dari pemangku kepentingan. Seperti yang kita ketahui bersama bahwa jalan beton mempunyai banyak keunggulan dan dibutuhkan pada proyek-proyek yang berkebutuhan khusus diantaranya karena pengaruh drainase yang buruk dan beban lalu lintas tinggi serta umur pemakaian yang relatif lebih lama dibanding jalan aspal. Disamping itu, perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur, dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan.

PENUTUP

Pada penelitian tentang studi analisis proyek jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban dengan metode analisis komponen SKBI-

2.3.26.1987, maka dapat disimpulkan beberapa hal penting sebagai berikut ini:

1. Proyek jalan Sidoharjo Kecamatan Senori Tuban merupakan pemeliharaan berkala atas kondisi jalan tersebut yang sebelumnya menggunakan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Kondisinya adalah perkerasan jalan tidak mempunyai kekuatan untuk menahan beban lalu lintas kendaraan secara keseluruhan, sehingga jalan tersebut mengalami penurunan (*seattlement*) dan pergeseran (*sleeding*) baik pada perkerasan jalan maupun pada tanah dasar. Akibatnya jalan tersebut menjadi bergelombang dan berlubang sampai akhirnya tingkat kerusakannya makin bertambah parah.
2. Obyek dalam penelitian ini adalah proyek jalan menggunakan konstruksi jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) berupa jalan beton. Jalan beton memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur, dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan.
3. Berdasarkan parameter lalu lintas pada proyek jalan yang diteliti dengan menggunakan metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 didapatkan data kendaraan yang melintas di jalan tersebut terdiri dari 55,4% jenis kendaraan berat dengan angka ekuivalen $E=1,0648$ dan 44,6% jenis kendaraan ringan dengan angka ekuivalen $E=0,0072$, lalu lintas harian rata-rata LHRT=56 kendaraan/hari/2 arah, lintas ekuivalen permulaan LEP=33,1888, lintas ekuivalen akhir LEA=49,4941, lintas ekuivalen tengah LET=41,3415 dan lintas ekuivalen rencana LER=62,0123.
4. Berdasarkan parameter-parameter yang lain pada metode analisis komponen SKBI-2.3.26.1987 didapatkan daya dukung tanah dasar (DDT) dan *california bearing ratio* (CBR) yang diidentifikasi dari harga CBR yang mewakili $CBR=4$, faktor regional $FR=3,0 - 3,5$, indeks permukaan $IP=1,5 - 2,0$, koefisien kekuatan relatif $a=0,15$ dan batas-batas minimum tebal perkerasan 20

cm dengan indeks tebal perkerasan ITP=7,5 – 9,99.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T. H. 1995, Prinsip-prinsip *Network Planning*. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta.
- Barry, Donald S dan Paulson. 1998. *Manajemen Konstruksi Profesional*. Erlangga, Jakarta.
- Dimiyati, H dan Nurjaman, K. 2014. *Manajemen Proyek*. Penerbit Pustaka Setia, Bandung.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Ervianto, Wulfram I. 2004. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Ervianto, Wulfram I. 2005. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Flemming Q. W. Dan Koppelman, J. M. 1994. *The Essence and Evolution of Earned Value*. AACE Transaction, Boston.
- Gray, C., Simanjuntak. P., Lien K. S. , Mspaitella, P. F. L. dan Varley, R. C. G. 2007. *Pengantar Evaluasi Proyek*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Handoko, T. H. 1999. *Manajemen Personalial dan Sumber Daya Manusia*. Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Hughes, Bob dan Mike Cotterell. 2002. *Software Project Management*. Edisi Ke-3. McGraw-Hill, London.
- Husen, Abrar. 2009. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Johan, dkk. 1998. *Trade-Off Waktu dan Biaya pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus pada Proyek Kantor Bank Metro)*. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Airlangga, Surabaya.
- Kerzner. 1982. *Project Management A System Approach Do Planning, Schedulling and Controlling*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Larson, E. W. 2006. *Project Management. First Edition*. Boso: Irwin McGraw-Hill, London.
- Muljadi. 1998. *Analisa Biaya dan Manfaat (Cost and Benefit Analysis)*. Penerbit, Rineka Cipta, Jakarta.
- Nugraha, P. I. Natan dan R. Sutjipto. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi Jilid I dan II*. Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Pastiarsa, Made. 2015. *Manajemen Proyek Konstruksi Bangunan Industri: Perspektif Pemilik Proyek*. Penerbit Teknosain, Yogyakarta.
- Project Management Institute USA*. 2004. *A guide in the Project Management Book of Knowledge (PMBOOK)*. PMI Inc., Pennsylvania USA.
- Rani, Hafnidar A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Reksohadiprojo, Sukanto. 1983. *Manajemen Proyek*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Santoso, Budi. 2003. *Manajemen Proyek*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Santoso, Budi. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Schwalbe, Kathy. 2004. *Information Technology Project Mangement*. Edisi Ke-4 Course Teknology Inc, Boston.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Konstruksi dari Konseptual Hingga Operasional*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 2011. *Manajemen Konstruksi dari Konseptual Hingga Operasional*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tjaturono. 2006. *Manajemen Konstruksi. Bahan Kuliah Pascasarjana Magister Teknik Institut Teknologi Nasional, Malang*.
- Triton, P. B. 2005. *Manajemen Divestasi Proyek: Analisis & Strategi*. Penerbit Tugu Publisher, Yogyakarta.
- Wardjito. 2003. *Studi Penelitian Produktivitas Tenaga Kerja Bangunan untuk Meningkatkan Kinerja*. Tesis Institut Teknologi Nasional, Malang.