

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Sasana Putra, I Wayan Diana, Muhammad Susanto (2016) dalam penelitian berjudul “ Identifikasi Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Kaku (Studi kasus Ruas Jalan Soekarno – Hatta Bandar Lampung)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis – jenis kerusakan dan nilai kondisi pada perkerasan kaku di ruas jalan Soekarno – Hatta Bandar Lampung beserta pemeliharaan atau penangannya. Berdasarkan hasil penelitian , diketahui kondisi perkerasan kaku pada ruas jalan Soekarno- Hatta Bandar Lampung masih dalam kondisi baik bahkan sempurna dengan persentase yaitu : sempurna 42,86%; sangat baik 50% dan baik 7,14%. Adapun jenis kerusakan yang teridentifikasi di ruas jalan Soekarno – Hatta Bandar Lampung dan sifatnya spot (titik) terdiri dari 16 jenis kerusakan yaitu : retak sudut 9,34%; slab retak 3,86%; retak akibat beban lalu lintas 2,81%; patahan 0,51%; kerusakan pengisi sambungan 10,89%; penurunan bagian bahu jalan 1,5%; retak lurus 13,17%; tambalan besar 3,63% tambalan kecil 4,48%; pelicinan 27,86%; berlubang 2,46%; remuk 2,45%; keausan akibat lepasnya mortar dan agregat 4,93%; retak susut 3,39%; keausan akibat lepasnya agregat di sudut 3,39%; keausan akibat lepasnya agregat di sambungan 4,23%. Meskipun secara keseluruhan kondisi jalan Soekarno – Hatta Bandar Lampung masih dalam kondisi baik bahkan sempurna, namun pemeliharaan rutin pada ruas jalan dan bangunan pelengkap harus tetap dilakukan dengan kala ulang satu tahun. Kegiatan pemeliharaan rutin jalan meliputi pemeliharaan bahu jalan,

pemeliharaan drainase, pemeliharaan rutin untuk tiap jenis kerusakan, pemeliharaan bangunan pelengkap jalan dan lain – lain.

Raihan Haris, Syarwan, Gusrizal, (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga (Studi Kasus STA 250+000 – 253+000)”. Diperoleh hasil analisa sebagai berikut yaitu evaluasi kondisi pada ruas Jalan Bungkah Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara STA 250+000 – 253+000 merupakan jalan arteri dengan kelas jalan Nasional, melayani arus lalu lintas 2 arah ini dilakukan menggunakan metode Bina Marga, survei dilakukan secara visual yang menghasilkan volume kendaraan sebesar 5347,8 smp/hari jadi nilai kelas jalan diperoleh 6 yang didapat dari data, didapatkan juga total penentuan angka kerusakan sebesar 17 maka nilai kondisi jalan diperoleh 6 dan nilai prioritas jalan sebesar 5, serta jenis kerusakan yang berbeda dan penanganannya antara lain lubang dan retak kulit buaya yang harus dilakukan penambalan dengan volume sebesar 326,90 m³ untuk galian dengan biaya sebesar Rp 18.685.930,90,- serta dilakukan penambahan lapis agregat kelas A dengan volume sebesar 217,94 m³ dengan harga Rp 85.089.224,50- dan dilakukana 2 lapis pengaspalan, lapis pertama yaitu pengaspalan AC-BC sebesar 65,38 m³ dengan harga Rp 198.685.570,30,-, lapis kedua dilakukan pengaspalan AC-WC sebesar 43,59 m³ dengan harga Rp 5.706.628,44 sedangkan untuk retak halus, retak pinggir perkerasanm retak sambungan jalan dan pelepasan butiran yang harus dilakukan dengan pengisian retak dan leburan aspal setempat sebesar

3053,02 liter dengan harga Rp 46.222.722,80. Jadi didapatkan harga perbaikan untuk seluruh kerusakan sebesar Rp 379.400.000,00.

Daryoto, Selamat Widodo, Siti Mayuni, (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapis Permukaan Dengan Menggunakan Metode Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Harapan Jaya Kota Pontianak)”. Hasil analisa tingkat kerusakan jalan pada ruas Jalan Harapan Jaya dengan panjang jalan 1,45 km, memiliki satu jalur dan lebar 4 m, jenis kerusakan lentur (aspal) dengan analisa data menggunakan metode Bina Marga dimana didapat data LHR sebesar 3077 smp/hari, didapatkan nilai kelas jalan yaitu 5 yang menunjukkan pemakaian jalan tersebut ramai. Untuk angka kerusakan rata-rata 6 maka nilai kondisi Jalan Harapan Jaya adalah 2 hal ini menandakan kondisi jalan tersebut rusak ringan, untuk jenis kerusakan yang terjadi ada 7 macam : Kerusakan retak dan lubang (263,77 m²), Kerusakan ambles (233,42 m²), Kerusakan retak memanjang (71,78 m²), Kerusakan retak pinggir (60,93 m²), Kerusakan retak blok (48,73 m²), Kerusakan pelapukan (31,06m²), Kerusakan retak kulit buaya (10,45 m²). Total kerusakan seluas 720,14 m² atau 12,42% dari luas total 5800 m². Kerusakan yang paling dominan adalah jenis kerusakan lubang 36,63% dan kerusakan ambles 32,41%, dari total luas kerusakan, menyebabkan tidak nyamannya pengendara menggunakan jalan tersebut, hal ini terjadi akibat pengembangan yang terjadi dari jenis kerusakan-kerusakan lain yang tidak segera ditangani, pengaruh cuaca (terutama hujan) yang mempercepat terbentuknya lubang, dan rusak kecil yang terjadi. Untuk perbaikan kerusakan dapat dilakukan dengan memperbaiki sesuai

kerusakan yang terjadi, perbaikan yang sesuai adalah tambalan (patching), dan dilapis ulang (overlay) dan selanjutnya dilakukan pemeliharaan rutin.

B. Jalan

Penjelasan Pemerintah Republik Indonesia tentang jalan Nomor 34 tahun 2006: Jalan adalah sebagai salah satu prasarana jalan adalah sebagai salah satu prasarana transportasi dalam kehidupan bangsa, kedudukan dan peranan jaringan jalan pada hakikatnya menyangkut hajat hidup orang serta mengendalikan struktur pengembangan wilayah pada tingkat nasional terutama yang menyangkut perwujudan perkembangan antar daerah yang seimbang dan pemerataan hasil – hasil pembangunan serta peningkatan pertahanan keamanan negara.

Teknologi perkerasan jalan berkembang pesat sejak ditemukan roda sekitar 3500 tahun sebelum masehi di Mesopotamia dan pada keemasan romawi. Pada saat itu jalan dibangun dalam beberapa lapisan perkerasan terutama dari pasangan batu, yang secara keseluruhan lebih tebal dari struktur perkerasan saat ini, walaupun belum menggunakan aspal ataupun semen sebagai bahan pengikat.

Pada saat perencanaan pembangunan jalan diharapkan jalan dapat berfungsi maksimal dan selama mungkin sesuai dengan umur jalan yang direncanakan , akan tetapi perkerasan jalan tidak akan utuh selamanya. Oleh karena itu jika masa pelayanan suatu konstruksi jalan sudah abis dan telah mencapai indeks permukaan akhir yang diharapkan maka perlu diberikan lapisan

tambahan untuk dapat kembali mempunyai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kedap air dan tingkat kecepatan air.

C. Konstruksi Perkerasan Jalan

Menurut Silvia Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikat perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

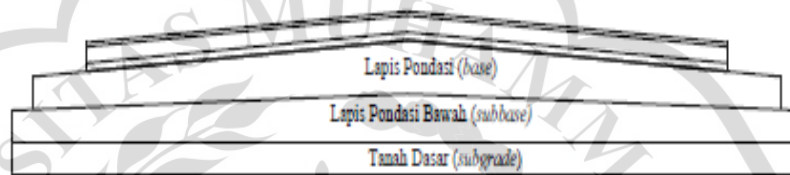
1. Kontruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan – lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi pekerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagai besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

D. Perkerasan Jalan

1. Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan - lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang

diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan - lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Bagian-bagian konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 2.1. Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur
(Sumber: Yoder dan Witczak, 1975)

2. Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (Rigid Pavement), adalah perakerasan yang menggunakan semen (*portlan cement*) sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini terdiri dari pelat beton dengan atau tanpa besi tulangan yang dicor di atas tanah dasar yang telah dipadatkan, baik dengan atau tanpa lapisan pondasi. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton tersebut. Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen Portland, umumnya terdiri dua lapis yaitu :

- a. Lapisan pondasi bawah (*subbase*)
- b. Pelat Beton

Tetapi lapisan permukaan aspal kadang - kadang ditambahkan pada saat pembangunan maupun sesudahnya.

1) Lapisan pondasi bawah

Lapisan pondasi bawah berfungsi untuk :

- a) Mengendalikan pengaruh pemompaan (*pumping*).
- b) Mengendalikan aksi pembekuan.
- c) Sebagai lapisan drainase.
- d) Mengendalikan kembang - susut tanah dasar.
- e) Memudahkan pelaksanaan, karena dapat juga berfungsi sebagai lantai kerja.
- f) Mengurangi terjadinya retak pada pelat beton.

2) Pelat Beton

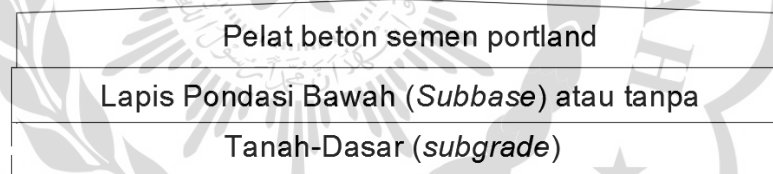
Pelat beton dapat diletakkan diatas material komposit dengan menggunakan agregat yang berbeda pada lapisan atas dan bawahnya.

Lapisan - lapisan atas dan bawah suatu lapisan penutup (*capping layer*) kadang - kadang digunakan tapi sangat jarang.

Bergantung pada kondisinya, perkerasan beton dapat berupa pelat (*slab*) tanpa tulangan, diberi sedikit tulangan secara kontiniu, prategang atau beton fiber. Pelat beton biasanya diletakkan diatas material granuler yang dipadatkan atau pondasi bawah yang dirawat (*treated subbase*) yang dibawahnya didukung oleh tanah dasar (*subgrade*) yang dipadatkan. Lapis pondasi bawah memberikan dukungan untuk kesetabilan, dan kadang - kadang juga memberikan fasilitas drainase bawah permukaan.

Perkerasan beton tanpa tulangan mempunyai banyak sambungan melintang (umumnya terpisah satu sama lain dengan jarak sekitar 5 meter). Untuk mencegah retakan akibat perubahan perkerasan beton yang dibuat bertulang, memiliki sambungan lebih jarang yaitu antara 15-35 meter. Fungsi tulangan antara lain untuk mencegah retakan.

Perkerasan beton bertulang lebih banyak sambungan-sambungan hanya dibutuhkan untuk keperluan pelaksana. Jarak tulangan dibuat lebih rapat, karena berfungsi untuk mendistribusikan retakan agar seragam disepanjang perkerasan, selain juga untuk mencegah timbulnya retakan yang terlalu lebar. Pertimbangan utama dalam perencanaan perkerasan kaku adalah kekuatan struktur betonnya.



Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Kaku
(Sumber: Yoder dan Witczak, 1975)

E. Kerusakan Perkerasan Kaku

Kerusakan perkerasan kaku/beton sering terjadi akibat turunnya kualitas bahan. Kerusakan ini, adalah akibat dari hancurnya beton, karena menggunakan campuran dari material yang daya tahan terhadap iklim kurang

baik. Perkembangan retak sering terjadi berangsur-angsur, yang pada akhirnya merusakkan seluruh area perkerasan.

Retak akibat kurangnya daya tahan beton berbeda dengan rusak akibat pecahnya struktur. Rusak akibat pecahnya struktur, ditandai dengan retak rambut setengah lingkaran pada jarak dekat, yang umumnya merambat dari sambungan dan pinggir perkerasan. Perbaikan dilakukan dengan penambalan di seluruh kedalaman. Tetapi, jika kerusakan meluas, pembangunan kembali perkerasan dengan melakukan lapis tambahan (*overlay*) aspal lebih tepat. Perbaikan pelat beton dilakukan berdasarkan kondisi keseluruhan perkerasan pada seluruh bagian yang akan diperbaiki, termasuk kebutuhan pembongkaran dan penggantian lapis pondasi yang telah ada. Penggantian pelat mungkin berupa perbaikan pelat dan lapis pondasi, atau penggantian pelatnya saja. Penggantian pelat ini diharapkan dapat memperbaiki tingkat kenyamanan kendaraan, dan sekaligus memulihkan integritas struktur, sehingga memperpanjang umur layanannya.

Kerusakan perkerasan kaku dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Deformasi (*Deformation*)
2. Retak (*Crack*)
3. Disintegrasi (*Disintegration*)

F. Penanganan Kerusakan Perkerasan Beton

Aspal mempunyai peranan penting dalam penanganan perkerasan beton. Aspal dapat dipakai untuk menutup sambungan dan retakan, mengisi rongga dan meninggikan pelat yang terbenam. Kecuali itu, aspal juga memperbaiki perkerasan yang mengalami disintegrasi dan menutup permukaan yang tidak beraturan akibat rusak. Khususnya aspal berguna dalam pemeliharaan perkerasan beton, dalam masalah-masalah sebagai berikut :

1. Memperbaiki area beton yang pecah.
2. Memperbaiki dan menghambat gompal (*spalling*) dan *scaling*.
3. Mengembalikan posisi permukaan rancangan dan kehalusannya.
4. Memperbaiki tahanan kekesatan.
5. Menghentikan rocking.
6. Mencegah kerusakan akibat aksi pembekuan.
7. Mencegah pemompaan dan membuat stabil tanah dasar.

a. Penutupan Sambungan

Penutupan sambungan adalah proses pembersihan dan pengisian atau pengisian ulang dari perkerasan beton.

Tujuan penutupan sambungan (*joint sealing*) :

- 1) Untuk mencegah infiltrasi air ke dalam pondasi perkerasan. Air melunakkan dukungan material di bawah pelat beton yang dapat berakibat pemompaan, pecah sudut, dan pelat pecah.

- 2) Untuk menahan berkumpulnya material keras dalam sambungan. Akumulasi material keras di sambungan mengakibatkan gompal (*spalling*) pada beton.
- 3) Untuk melindungi pengisi sambungan (*joint filler*) dan lain lain.

Sambungan bisa berupa sambungan pada seluruh kedalaman, atau hanya digergaji atau dikeruk pada kedalaman sepertiga sampai seperempat tebal pelat. Sambungan pada seluruh kedalaman terletak di pertemuan pelat-pelat dan harus memberikan ekspansi, atau yang lain untuk memenuhi persyaratan pelaksanaan. Sambungan yang hanya berupa lekukan berguna untuk memotong gaya-gaya yang meratakan di sepanjang bidang lemah. Bergantung pada fungsinya, sambungan terdiri dari sambungan ekspansi, sambungan kontraksi, atau sambungan pelaksanaan. Sambungan ini umumnya diletakkan dalam arah melintang atau memanjang.

Tipe sambungan yang lain adalah sambungan antara bahu jalan dan pelat beton. Ini merupakan sambungan pelaksanaan memanjang yang disebut sambungan bahu. Cara untuk menutup sambungan atau retakan pada umumnya sama. Keduanya terdiri dari pemersihan pada permukaan sambungan atau retakan, dan mengisinya dengan bahan pengisi. Bahan-bahan yang mengganggu ikatan disingkirkan untuk mencegah gompal (*spalling*). Gompal ini bisa terjadi karena pada sambungan dan retakan yang sudah ditutup terdapat pasir, kerikil, yang menghambat pemuatan beton saat cuaca panas, sehingga timbul tegangan yang berlebihan pada sambungan atau retakan tersebut. Bahan

penutup yang sudah lama hingga menjadi keras dan getas juga harus disingkirkan.

a. Prosedur Penutupan Sambungan

Bahan pengisi celah sambungan dapat dipilih aspal campuran panas atau dingin. Bahan yang digunakan untuk mengisi sambungan harus sesuai yang di syaratkan. Proses perbaikan penutup celah sambungan adalah sebagai berikut (U.S Army and Air Force, 1988) :

- 1) Bersihkan bahan pengisi lama dan sambungan dengan gergaji sambungan (*joint saw*) atau pemotong retakan (*crack cutter*)
- 2) Potong dan bersihkan dinding pelat dengan gergaji beton agar mendapatkan bidang yang rata.
- 3) Semua kotoran harus dibersihkan dengan sapu kawat dan debu dibersihkan dengan kompresor
- 4) Sebelum penutupan dilakukan, bersihkan pula seluruh permukaan di sekeliling sambungan dan keringkan.
- 5) Masukkan bahan pengisi baru ke sambungan pelat secara merata.
- 6) Bersihkan sisa campuran bahan pengisi pada lapisan permukaan beton.
- 7) Bila perlu gunakan material penyangga atau pengisi lain dengan temperatur lebih tinggi dari temperatur ikatan bahan penutup. Pengisi ini dimasukkan ke dalam celah.

b. Prosedur Penutupan Retak

Prosedur penutupan retakan didasarkan pada lebar retak dan banyaknya gompal, yaitu :

- a) **Retak kecil**, lebar retak kurang dari 3 mm. Jika tidak terjadi gompal, maka retak tidak perlu dilebarkan. Jika terjadi gompal kecil, maka bersihkan dan tutup.
- b) **Retak sedang**, lebar retak antara 3-12 mm. Jika tidak terjadi gompal dan pinggirannya kasar, maka bersihkan sebelum ditutup. Jika terjadi gompal kecil, maka langsung ditutup.
- c) **Retak besar**, yaitu lebar retak lebih dari 12 mm. Jika tidak terjadi gompal, maka ditutup dengan menggunakan material penyangga untuk menjaga penutup. Jika tidak terjadi gompal yang besar, perbaiki retakan sama seperti sambungan atau tambal dengan campuran aspal. Secara umum prosedur penutupan retakan adalah sebagai berikut :

- 1) Dibuat alur dengan melebarkan celah retakan dengan pemotong retakan (*crack cutter*) atau gergaji sambungan (*joint saw*) hingga lebar kurang lebih 13 mm dan kedalaman 18 mm.
- 2) Bersihkan celah dengan sapu atau sikat kawat dan selanjutnya dibersihkan dengan kompresor untuk membersihkan debu.
- 3) Pada celah yang telah diperlebar tersebut, diberi lapisan perekat (*tack coat*).
- 4) Masukkan bahan pengisi (*rubber asphalt*).

b. Tambalan

Tambalan dengan menggunakan aspal sangat efektif dilakukan untuk perbaikan kerusakan pada perkerasan beton. Penambalan umumnya dibagi menjadi dua yaitu : penambalan diseluruh kedalaman dan penambalan di kedalaman parsial. Cara penggunaan aspalnya bermacam-macam yang bergantung pada kedalaman kerusakan. Tambalan permukaan dapat pula dilakukan dengan efektif sebagai perbaikan sementara.

a. Penambalan di Kedalaman Parsial

Pekerjaan penambalan di kedalaman parsial dilakukan untuk kerusakan berupa :

1. Scalling
2. Gompal (Spalling)

Kerusakan ini bukan kerusakan struktural dan biasanya tidak berkembang ke seluruh ke dalaman perkerasan. Karena itu, hanya bagian atas pelat beton saja yang diperbaiki. Jika kerusakan melebar hingga separo tebal perkerasannya, maka lebih baik perbaikan dengan penambalan dilakukan untuk seluruh kedalaman pelat.

Prosedur perbaikan dengan penambalan secara parsial adalah sebagai berikut :

- 1) Beri tanda lokasi yang akan diperbaiki, yaitu kira-kira 10 cm di luar lokasi kerusakan.

- 2) Lokasi yang sudah diberi tanda, dipotong dengan gergaji beton dengan bagian sisi vertikalnya. Gali lokasi yang sudah dipotong hingga mencapai lapisan yang paling utuh, dan dasar galian diratakan.
- 3) Bersihkan semua kotoran dari dasar galian menggunakan kompresor.
- 4) Semprotkan bahan lapis perekat (*tack coat*) ke bagian samping dan ke dasar area perbaikan.
- 5) Hamparkan bahan penambal campuran aspal panas dan padatkan dengan mesin pemadat ringan. Permukaan perkerasan final harus disesuaikan dengan permukaan disekitarnya.

b. Penambalan di Seluruh Kedalaman

Penambalan diseluruh kedalaman dilakukakn untuk kerusakan-kerusakan sebagai berikut :

- 1) Pelat pecah
- 2) Pecah sudut
- 3) Retak
- 4) *Punch-out*
- 5) Penurunan
- 6) *Blow up*
- 7) Tambalan.

Prosedur untuk penambalan di seluruh kedalaman dilakukan sebagai berikut :

- 1) Tentukan dan tandai area yang akan diperbaiki.

- 2) Potong dan gergaji beton sampai seluruh kedalaman dan bersihkan area yang akan diperbaiki. Area tambalan sebaiknya berbentuk empat persegi panjang yang sisi-sisinya vertikal, maksudnya untuk menyediakan penempatan dan pemadatan tanah urug yang baik. Pembongkaran dapat dilakukan dengan *jack hammer*.
- 3) Sesudah pembongkaran perkerasan yang rusak, material dasar pelat yang tidak stabil dibongkar dan dibuang. Gantikan material dasar tersebut dengan material granuler (pasir, keerkil). Setelah itu padatkan material tersebut pada kadar air optimumnya. Tebal lapisan saat pemadatan bergantung pada tipe alat pematat yang tersedia.
- 4) Setelah pemadatan, hamparkan *tack coat* pada area permukaan tampang beton yang ditambal, dan *prime coat* pada dasarnya.
- 5) Letakkan dan padatkan aspal panas bergradasi rapat dalam lapisan-lapisan, bila perlu. Tebal per lapis material yang dipadatkan ditentukan oleh tipe alat pematat.
- 6) Penambalan dan pemadatan harus sedemikian hingga permukaan final sama dengan permukaan perkerasan disekitarnya.

c. Pengisian Rongga di Bawah Pelat Beton (*Undersealing*)

Rongga-rongga dapat terjadi dibawah pelat perkerasan beton sebagai akibat pemompaan atau penurunan tanah dasar (*subgrade*). Pelat beton membutuhkan dukungan yang seragam dari material yang berada dibawahnya untuk mencegah miring atau retaknya pelat akibat beban

lalu lintas. Beban berat yang lewat diatas pelat menyebabkan lendutan , baik pada pelatnya maupun sambungannya, lendutan yang timbul akibat beban lalu lintas menyebabkan pemompaan (*pumping*), maka injeksi (*grouting*) semen atau aspal yang bertekanan merupakan penyelesaian yang tepat. Injeksi ini bertujuan agar rongga terisi kembali, sehingga dukungan lapisan dibawah perkerasan beton menjadi pulih kembali.

Dengan injeksi bertekanan ini pelat yang tenggelam dapat terangkat dan larutan injeksi dapat membentuk lapisan kedap air yang mencegah butiran halus dari pengaruh pemompaan selanjutnya.

1) Penyuntikan dengan Semen

Penyuntikan rongga dibawah pelat beton dengan semen dilakukan sebagai berikut (Wignall et., 1999) :

- a) Buatlah lubang-lubang pada pelat beton di lokasi rongga yang akan disuntik dengan mesin bor beton. Diameter lubang bor antara 50-60 mm.
- b) Bersihkan lubang tersebut dengan semprotan udara.
- c) Siapkan mesin pengisi semen (semen ditambah air dengan faktor air semen maksimum 0,45).
- d) Pemompaan semen ke dalam lubang-lubang yang telah dibuat dengan tekanan 3-5 kg/cm².

Perbandingan campuran injeksi, umumnya 4 pasir : 1 semen, atau 5 pasir : 1 semen. Alternatif yang lain, batu kapur halus atau kapur terhidrasi dapat pula digunakan sebagai pengganti pasir.

2) Penyuntikan dengan Aspal

Penyuntikan rongga dengan aspal dilakukan sebagai berikut :

- a) Buatlah lubang-lubang pada pelat beton di lokasi rongga yang akan disuntik dengan mesin bor beton. Diameter lubang bor antara 50 – 60 mm.
- b) Bersihkan lubang tersebut dengan kompresor.
- c) Siapkan mesin pengisi aspal, dan aspal dipanaskan sampai 210° C.
- d) Pompakan aspal pengisi ke dalam lubang-lubang yang telah dibuat dengan tekanan 2 – 4 kg/cm².

d. Perbaikan Tambalan

Untuk semua kerusakan perkerasan beton, aspal paling efektif dan ekonomis digunakan untuk perbaikan. Ketidakberaturan permukaan atau patahnya perkerasan beton dapat diratakan dengan lapisan tambahan aspal. Disintegrasi dapat diperbaiki/ diperkuat dan perkerasan yang licin dapat dikesadkan dengan lapis tambahan aspal.

Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) dengan bahan campuran aspal panas untuk perbaikan tambalan dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Beri tanda pada lokasi yang akan diperbaiki, yaitu kira-kira 10 cm diluar lokasi kerusakan.
- 2) Lokasi yang sudah diberi tanda, dipotong dengan gergaji beton dengan bagian sisinya dibuat vertikal. Galilah lokasi yang sudah

dipotong hingga mencapai lapisan yang masih utuh, dan galian dasar diratakan.

- 3) Bersihkan semua kotoran dari dasar galian dengan menggunakan semprotan udara atau kompresor.
- 4) Semprotkan bahan lapis perekat (*tace coat*).
- 5) Hamparkan bahan penambal campuran aspal panas dan padatkan dengan mesin pemadat ringan.

3. Pelapisan Ulang Tipis (*Surfacing*)

Pelapisan ulang tipis dilakukan untuk memperbaiki kekesatan permukaan, oleh akibat *scaling* dan pelicinan permukaan. Bahan yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah campuran aspal yang terdiri dari aspal, agregat dan serat selulosa, atau campuran beton yang terdiri 1 semen : 3 pasir (untuk tebal tambalan maksimum 20 mm), dan 1 semen : 2 pasir : 2,5 agregat pecah diameter 9 mm (untuk tebal tambalan > 20 mm).

Prosedur pelapisan ulang dengan menggunakan campuran aspal adalah sebagai berikut :

- 1) Bagian yang akan dilapisi ulang dibersihkan dan dikeringkan.
- 2) Lapis perekat disemprotkan dengan tekanan 0,3 – 0,5 kg/m².
- 3) Campuran aspal dihamparkan pada are yang akan diperbaiki.
- 4) Untuk pemadatan awal, padatkan dengan alat pemadat roda karet.
- 5) Untuk perataan final, padatkan dengan pemadat roda baja.

Prosedur pelapisan ulang dengan menggunakan campuran beton semen adalah sebagai berikut :

- 1) Area yang akan diperbaiki diberi tanda 10 cm diluar area yang rusak.
- 2) Area yang telah diberi tanda dipotong dengan gergaji beton dengan bagian tepinya dibuat vertikal.
- 3) Di dalam area terpotong tersebut digali sampai mencapai lapisan yang padat dan dasar galian diratakan. Lalu bersihkan dengan kompresor.
- 4) Lapis perekat yang dibuat dari semen dan air disemprotkan ke area yang diperbaiki.
- 5) Hamparkan bahan tambalan dan padatkan dengan vibrator.
- 6) Setelah selesai pemadatan, permukaan tambalan harus dirawat supaya tidak terjadi retak susut berlebihan.

4. Pengasahan (*Grinding*)

Pengasahan adalah proses pembongkaran lapisan tipis permukaan beton lama dengan cara mengasahnya dengan mesin pengasah. Metode ini digunakan untuk membentuk kembali (meratakan) perkerasan beton yang sambungan tidak rata sehingga menimbulkan gangguan karena adanya patahan atau tekukan. Pekerjaan pengasahan harus dilakukan sebelum patahan yang terjadi terlalu berlebihan.

G. Metode Bina Marga

Pada metode Bina Marga ini jenis kerusakan yang perlu diperhatikan saat melakukan survei visual adalah kekasaran permukaan, lubang, patahan, retak, aus, dan amblas. Penentuan nilai dan kondisi jalan dilakukan dengan menjumlahkan setiap angka dan nilai untuk masing-masing keadaan kerusakan.

Perhitungan urutan prioritas (UP) kondisi jalan merupakan fungsi dari kelas LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata) dan nilai kondisi jalannya, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$UP = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$$

- 1) Urutan Prioritas 0 – 3, menandakan bahwa jalan harus dimasukkan dalam program peningkatan.
- 2) Urutan prioritas 4 – 6 , menandakan bahwa jalan tersebut cukup dimasukkan dalam program pemeliharaan berkala.
- 3) Urutan prioritas >7, menandakan bahwa jalan tersebut cukup dimasukkan ke dalam pemeliharaan rutin.

1. Penilaian Kondisi Perkerasan

- a. Tetapkan jenis jalan dan kelas jalan
- b. Hitung LHR untuk jalan yang di survei dan terapkan nilai kelas jalan dengan menggunakan Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel LHR dan Nilai Kelas Jalan

LHR (smp/ hari)	Nilai Kelas Jalan
< 20	0
20 – 50	1
50 – 200	2
200 – 500	3
500 – 2000	4
5000 – 20000	6
20000 – 50000	7
>50000	8

- c. Mentabelkan hasil survei dan mengelompokan data sesuai dengan jenis kerusakan
- d. Menghitung parameter untuk setiap jenis kerusakan dan melakukan penilaian terhadap setiap jenis kerusakan berdasarkan Tabel 2.3

Tabel 2.2 Penentuan Angka Kondisi Berdasarkan Jenis Kerusakan

Retak – retak (<i>cracking</i>)	
Tipe	Angka
Buaya	5
Acak	4
Melintang	3
Memanjang	1
Tidak Ada	1
Lebar	Angka
> 2 mm	3
1 – 2 mm	2
< 1 mm	1
Tidak Ada	0
Luas Kerusakan	Angka
>30%	3
10% - 30%	2
<10%	1
Tidak ada	0
Alur	
Kedalaman	Angka
>20 mm	7
11 – 20 mm	5
6 – 10 mm	3
0 – 5 mm	1
Tidak Ada	0
Tambalan dan Lubang	
Luas	Angka
> 30%	3

20 – 30%	2
10 – 20%	1
< 10%	0

Kekasaran Permukaan

Jenis	Angka
Disintegrasi	4
Pelepasan Butir	3
Rough	2
Fatty	1
Close Texture	0

Amblas

Kedalaman	Angka
> 5/100 m	4
2 – 5 / 100 m	2
0 – 2/ 100 m	1
Tidak Ada	0

e. setiap angka untuk semua jenis kerusakan dan menetapkan nilai kondisi jalan berdasarkan Tabel 2.2.

f. Penetapan nilai kondisi jalan berdasarkan total angka kerusakan dengan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penetapan Nilai Kondisi Jalan Berdasarkan Total Angka Kerusakan

Total Angka Kerusakan	Nilai Kondisi Jalan
26 – 29	9
22 – 25	8
19 – 21	7
16 – 18	6
13 – 15	5
10 – 12	4
7 – 9	3
4 – 6	2
0 – 3	1

g. Menghitung nilai prioritas kondisi jalan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Nilai Prioritas} = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$$

- 1) Urutan Prioritas 0 – 3, menandakan bahwa jalan harus dimasukkan dalam program peningkatan.
- 2) Urutan prioritas 4 – 6 , menandakan bahwa jalan tersebut cukup dimasukkan dalam program pemeliharaan berkala.
- 3) Urutan prioritas >7, menandakan bahwa jalan tersebut cukup dimasukkan ke dalam pemeliharaan rutin.

h. Jenis Pemeliharaan

Menurut tata cara penyusunan program pemeliharaan jalan kota No. 018/T/BNKT/1990 jenis pemeliharaan jalan antara lain:

1. Pemeliharaan rutin, merupakan penanganan yang diberikan hanya terhadap lapis permukaan yang sifatnya untuk meningkatkan kualitas berkendara, tanpa meningkatkan kekuatan structural, dan dilakukan sepanjang tahun.
2. Pemeliharaan berkala, merupakan pemeliharaan yang dilakukan terhadap jalan pada waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun) dan sifatnya meningkatkan kemampuan structural.
3. Peningkatan merupakan penanganan jalan guna memperbaiki struktural atau geometriknya agar mencapai tingkat pelayanan yang direncanakan.

H. Analisis Biaya

Dalam analisis Bina Marga atau analisis upah dan bahan tercantum koefisien – koefisien yang menunjukkan berapa banyak bahan dan jumlah tenaga

kerja yang dipakai untuk dapat menyelesaikan suatu pekerjaan persatuan volume. Komponen anggaran biaya pada proyek pemeliharaan meliputi peralatan, tenaga kerja, bahan dan biaya lainnya secara tidak langsung harus meliputi biaya administrasi perkantoran beserta stafnya yang berfungsi mengendalikan pelaksanaan proyek serta pajak yang harus dibayar sehubungan dengan adanya pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan pekerjaan yang efektif dan efisien, maka komponen alat, tenaga kerja, dan bahan perlu di analisis penggunaannya.

1. Analisis Peralatan

Biaya untuk peralatan terdiri dari dua komponen utama yaitu pemilikan dan biaya pengoprasian. Setelah masing – masing peralatan diketahui biaya pemilikan dan pengoprasian, maka selanjutnya adalah melakukan analisis jumlah peralatan yang akan digunakan. Dalam perhitungan selanjutnya , karena peralatan yang digunakan mungkin cukup banyak, maka dalam perhitungan biaya alat , alat diperhitungkan dalam satu tim peralatan dengan produksi pekerjaan merupakan produksi terkecil dari alat yang digunakan. Alat – alat lain yang produksinya lebih besar akan mengalami pengurangan efisiensi karena alat harus menunggu alat lain yang produksinya lebih kecil.

$$\text{Harga satuan alat (Rp/Sat. Pek)} = \frac{\text{Jumlah Biaya Alat}}{\text{Produksi Pekerjaan}}$$

2. Analisis Tenaga Kerja

Analisis kerja pada pekerjaan jalan pada umumnya hanyalah sebagai pembantu pekerjaan alat yang merupakan fungsi utama dalam penyelesaian pekerjaan, sehingga tidak perlu dilakukan analisis mendalam.

$$\text{Harga satuan tenaga (Rp/Sat.Pek)} = \frac{\text{Jumlah upah tenaga}}{\text{Produksi Pekerjaan}}$$

3. Analisis Bahan

Analisis kebutuhan bahan sangat diperlukan, karena keterlambatan pekerjaan biasanya disebabkan keterlambatan dalam penyediaan bahan yang digunakan. Analisis juga diperlukan, karena pada perhitungan volume pekerjaan kondisinya adalah padat, sedangkan bahan dipasaran ditawarkan dalam kondisi tidak padat. Dalam perhitungan jumlah bahan tiap satuan pekerjaan juga diperhitungkan formula rancangan campuran, karena bahan konstruksi jalan umumnya tersusundari beberapa macam bahan seperti : agregat kasar, agregat halus, aspal, besi dan aspal.

$$\text{Harga satuan tenaga (Rp/Sat.Pek)} =$$

$$\text{Jumlah harga satuan bahan penyusun} \times \text{Kuantitas}$$

4. Biaya – Biaya Lain

Biaya – biaya lain yang harus diperhitungkan adalah biaya – biaya tidak langsung, misalnya administrasi kantor, alat – alat komunikasi, kendaraan kantor, pajak, asuransi, serta biaya – biaya lain yang harus dikeluarkan, walaupun biaya tersebut tidak secara langsung terlibat dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Biaya – biaya ini sering disebut dengan *overhead* dan biasanya dinyatakan dengan persen terhadap biaya langsung yang besarnya tidak lebih dari 10% tidak termasuk PPN 10%. Demikian juga keuntungan perusahaan sering dinyatakan dengan persen terhadap biaya langsung yang besarnya juga tidak lebih dari 10%.

5. Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah biaya – biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Harga satuan pekerjaan = Biaya (alat+tenaga kerja+bahan) + Biaya lain

I. Rencana Alokasi Waktu (*Time Schedule*)

Time schedule adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing – masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan adalah rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek.

Time schedule pada proyek konstruksi dapat dibuat dalam bentuk :

- 1) Kurva S
- 2) *Bar chart*
- 3) *Network planning*
- 4) Schedule harian, schedule mingguan, bulanan, tahunan atau waktu tertentu.
- 5) Pembuatan *time schedule* dengan bantuan *software* seperti ms. Project.

Tujuan atau manfaat pembuatan *time schedule* pada sebuah proyek konstruksi adalah :

- 1) Pedoman waktu untuk pengadaan sumber daya.
- 2) Pedoman waktu untuk kedatangan material yang sesuai dengan item pekerjaan yang akan dilaksanakan.
- 3) Pedoman waktu untuk kedatangan alat – alat kerja.
- 4) *Time schedule* juga berfungsi sebagai alat untuk mengendalikan waktu pelaksanaan proyek.

- 5) Sebagai tolak ukur pencapaian target waktu pelaksanaan pekerjaan.
- 6) *Time schedule* sebagai acuan untuk memulai dan mengakhiri sebuah kontrak kerja proyek konstruksi.
- 7) Sebagai pedoman pencapaian progress pekerjaan setiap waktu tertentu.
- 8) Sebagai pedoman untuk penentuan batas waktu denda atas keterlambatan proyek atau bonus atas percepatan proyek.
- 9) Sebagai pedoman untuk mengukur nilai investasi.

Untuk dapat menyusun *time schedule* atau jadwal pelaksanaan proyek yang baik dibutuhkan :

- 1) Gambar kerja proyek.
- 2) Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek.
- 3) Daftar volume pekerjaan.
- 4) Data lokasi proyek berada.
- 5) Data sumber daya meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia disekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung.
- 6) Data sumber daya material, peralatan, sub kontraktor, yang harus didatangkan ke lokasi proyek.
- 7) Data kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
- 8) Data cuaca atau musim di lokasi pekerjaan proyek.
- 9) Metode kerja yang digunakan untuk melaksanakan masing – masing item pekerjaan.

- 10) Data kapasitas produksi meliputi peralatan, tenaga kerja, sub kontraktor, material.
- 11) Data keuangan proyek meliputi arus kas, cara pembayaran pekerjaan, tenggang waktu pembayaran progress dan lain -lain.

