

PEMELIHARAAN JALAN RAYA

PERKERASAN – DRAINASE - LONGSORAN

Edisi ke-2

Hary Christady Hardiyatmo



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| PENGANTAR | v |
| PERSEMBAHAN | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| BAB I STRUKTUR PERKERASAN JALAN | 1 |
| 1.1 Pendahuluan | 1 |
| 1.1.1 Jalan Pada Tanah Asli | 2 |
| 1.1.2 Jalan Pada Timbunan | 2 |
| 1.1.3 Jalan Pada Galian | 4 |
| 1.2 Perkerasan Lentur dan Kaku | 5 |
| 1.2.1 Perkerasan Lentur | 6 |
| 1.2.1.1 Lapis Permukaan | 8 |
| 1.2.1.2 Lapis Pondasi | 11 |
| 1.2.1.3 Lapis Pondasi Bawah | 13 |
| 1.2.2 Perkerasan Kaku | 16 |
| 1.3 Tanah-Dasar | 20 |
| 1.3.1 Pengaruh Beban Kendaraan | 24 |
| 1.3.2 Pengaruh Perubahan Musim | 25 |
| 1.3.3 Kapasitas Dukung Tanah-Dasar | 28 |
| 1.4 Bahu Jalan | 30 |
| 1.5 Pengaruh Lingkungan Terhadap Perkerasan | 32 |
| 1.5.1 Pengaruh Kadar Air | 32 |
| 1.5.2 Pengaruh Temperatur dan Cuaca | 33 |
| 1.5.2.1 Temperatur | 33 |
| 1.5.2.2 Cuaca | 34 |
| 1.6 Pengaruh Kerusakan Perkerasan | 35 |

| | |
|---|----|
| BAB II- SURVEI DAN PENILAIAN KONDISI PERKERASAN | 36 |
| 2.1 Pendahuluan | 36 |
| 2.2 Survei Kerusakan Perkerasan | 37 |
| 2.2.1 Survei Kondisi dan Survei Evaluasi | 39 |
| 2.2.2 Langkah-langkah Survei | 41 |
| 2.3 Sistem Penilaian Kondisi Perkerasan | 43 |
| 2.3.1 Sistem Penilaian Menurut Bina Marga..... | 44 |
| 2.3.1.1 Survei Penjajagan Kondisi Jalan | 46 |
| 2.3.1.2 Formulir S1 | 46 |
| 2.3.1.3 Pemilihan Usulan Pekerjaan Pemeliharaan | 50 |
| 2.3.2 Sistem Penilaian Menurut Asphalt Institute .. | 50 |
| 2.3.3 Metoda PCI | 56 |
| 2.3.3.1 Indeks Kondisi Perkerasan atau <i>PCI</i> (<i>Pavement Condition Index</i>) | 57 |
| 2.3.3.2 Istilah-istilah Dalam Hitungan PCI .. | 57 |
| 2.3.3.3 Unit Sampel | 60 |
| 2.3.3.4 Pemeriksaan Tingkat-Proyek | 63 |
| 2.3.3.5 Pemeriksaan Tingkat-Jaringan | 66 |
| 2.3.3.6 Pertimbangan Khusus | 68 |
| 2.3.3.7 Cara Melakukan Survei Kondisi | 69 |
| 2.3.3.8 Hitungan <i>PCI</i> | 74 |
| 2.3.3.9 Hitungan <i>PCI</i> Untuk Satu Bagian | 85 |
| 2.3.3.10 Penentuan Banyaknya Untuk Bagian Perkerasan | 88 |
| 2.3.4 Penentuan <i>PCI</i> Menurut FAA (1982)..... | 89 |
| BAB III - ASPAL UNTUK PEMELIHARAAN | 94 |
| 3.1 Pendahuluan | 94 |
| 3.1.1 Semen Aspal (<i>Asphalt Cement</i>) | 97 |
| 3.1.2 <i>Cutback Asphalt</i> | 98 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.3 Emulsi Aspal (<i>Asphalt Emulsion</i>) | 100 |
| 3.1.3.1 Emulsi | 100 |
| 3.1.3.2 Komposisi Emulsi Aspal | 101 |
| 3.1.3.3 Klasifikasi Emulsi Aspal | 101 |
| 3.1.3.4 Istilah-istilah dalam Emulsi Aspal | 105 |
| 3.2 Bahan Susun Campuran Beraspal | 106 |
| 3.3 Campuran Aspal Panas | 112 |
| 3.4 Perancangan Campuran Aspal | 116 |
| 3.4.1 Prosedur Perancangan Campuran | 118 |
| 3.4.2 Hubungan Volume dalam Campuran | 119 |
| 3.5 Aspal Untuk Pemeliharaan | 127 |
| 3.5.1 Pelapis Dasar (<i>Prime Coat</i>) | 127 |
| 3.5.2 <i>Tack Coat</i> | 130 |
| 3.5.3 Penutup Retakan (<i>Crack Sealant</i>) | 131 |
| 3.5.3.1 Perbedaan Menutup dan Mengisi Retakan | 132 |
| 3.5.3.2 Bahan Penutup dan Pengisi Retak | 134 |
| 3.5.3.3 Konfigurasi Penutup Retak..... | 137 |
| 3.5.4 Perawatan Permukaan (<i>Surface Treatment</i>) | 144 |
| 3.5.4.1 Penutup Perkerasan | 145 |
| 3.5.4.2 <i>Chip Seal</i> | 150 |
| 3.5.4.3 <i>Slurry Seal</i> | 153 |
| 3.5.4.4 <i>Microsurfacing</i> | 156 |
| 3.5.5 Campuran Tambalan | 156 |
| 3.6 Pemeliharaan Perkerasan Lentur | 157 |
| 3.6.1 Penutupan Retak | 157 |
| 3.6.2 Perawatan Permukaan (<i>Surface Treatment</i>) .. | 160 |
| 3.6.3 Penambalan (<i>Patching</i>) | 160 |
| 3.6.3.1 Penambalan Permukaan | 163 |
| 3.6.3.2 Penambalan di Seluruh Kedalaman .. | 164 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.7 | Pemeliharaan Perkerasan Beton Semen Portland .. | 166 |
| 3.7.1 | Penutupan Sambungan | 167 |
| 3.7.1.1 | Prosedur Penutupan Sambungan | 168 |
| 3.7.1.2 | Prosedur Penutupan Retakan | 170 |
| 3.7.2 | Tambalan..... | 171 |
| 3.7.2.1 | Penambalan di Kedalaman Parsial ... | 171 |
| 3.7.2.2 | Penambalan di Seluruh Kedalaman .. | 172 |
| 3.7.2.3 | Pengisian Rongga di Bawah Pelat Beton (<i>Undersealing</i>) | 173 |
| 3.7.2.4 | Perbaikan Tambalan | 177 |
| 3.7.3 | Pelapisan Ulang Tipis (<i>Surfacing</i>) | 178 |
| 3.7.4 | Pengasahan (<i>Grinding</i>) | 179 |
| 3.8 | Pekerjaan lapis tambahan (<i>overlay</i>) Pada Perkerasan Lentur | 179 |
| 3.8.1 | Permeabilitas dan Butiran Lepas (<i>Raveling</i>) .. | 181 |
| 3.8.2 | Retak Reflektif | 181 |
| 3.8.3 | Deformasi Permanen | 182 |
| 3.8.4 | Kekasaran | 183 |
| 3.8.5 | Tahanan Gelincir | 183 |
| 3.8.6 | Pekerjaan Persiapan untuk Lapis Tambahan.. | 184 |
| 3.8.6.1 | Perbaikan Lokal | 184 |
| 3.8.6.2 | Penutupan Retakan | 185 |
| 3.8.6.3 | Perataan (<i>Levelling</i>) | 185 |
| 3.8.6.4 | Heater Scarifying | 186 |
| 3.8.6.5 | Pelapisan Tack Coat | 187 |
| 3.8.6.6 | Pelebaran Jalan | 187 |
| 3.8.6.7 | Lapisan Pembebas-Retakan | 188 |
| 3.8.7 | Pelaksanaan Pekerjaan Lapis Tambahan | 188 |
| 3.9 | Pekerjaan Lapis Tambahan (<i>overlay</i>) Pada Perkerasan Beton Semen Portland | 189 |
| 3.9.1 | Pekerjaan Persiapan | 190 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| 3.9.1.1 | Persiapan Sambungan | 190 |
| 3.9.1.2 | Alur | 191 |
| 3.9.1.3 | Permukaan Licin | 191 |
| 3.9.1.4 | Pelat Tidak Stabil | 192 |
| 3.9.2 | Galian-gergaji (<i>Saw-cut</i>) dan Penutup (<i>Seal</i>). | 193 |
| 3.9.3 | Pertimbangan Dalam Perancangan | 195 |
| BAB – IV | PEMELIHARAAN PERKERASAN | 197 |
| 4.1 | Pendahuluan | 197 |
| 4.2 | Kerusakan Perkerasan di Pantura | 198 |
| 4.3 | Mengapa Perkerasan Jalan Rusak Dini? | 199 |
| 4.4 | Kesalahan yang Sering Terjadi | 202 |
| 4.5 | Klasifikasi Jalan | 208 |
| 4.6 | Pemeliharaan dan Rehabilitasi | 208 |
| 4.6.1 | Pemeliharaan Rutin dan Berkala | 209 |
| 4.6.2 | Pemilihan Cara dan Waktu Perbaikan..... | 211 |
| 4.7 | Kegagalan Perkerasan | 214 |
| 4.7.1 | Kegagalan Struktural dan Fungsional | 214 |
| 4.7.2 | Kriteria Kegagalan Perkerasan Lentur | 215 |
| 4.7.3 | Kriteria Kegagalan Perkerasan Kaku | 216 |
| 4.7.3.1 | Perkerasan Beton Bertulang | 216 |
| 4.7.3.2 | Perkerasan Beton Bertulang Kon- tinu | 217 |
| 4.7.3.3 | Perkerasan Beton Tanpa Tulangan ... | 217 |
| 4.8 | Metoda Deskripsi Kerusakan | 218 |
| 4.8.1 | Pengamatan Kerusakan | 218 |
| 4.8.2 | Identifikasi Tipe Kerusakan | 218 |
| 4.8.3 | Penyebab Kerusakan | 219 |
| 4.8.4 | Data Diperlukan Untuk Perbaikan | 220 |
| 4.9 | Tipe-tipe Kerusakan Perkerasan Lentur | 221 |
| 4.9.1 | Deformasi..... | 221 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.9.1.1 | Bergelombang (<i>Corrugation</i>) | 222 |
| 4.9.1.2 | Alur (<i>Rutting</i>) | 224 |
| 4.9.1.3 | Ambles (<i>Depression</i>) | 227 |
| 4.9.1.4 | Sungkur (<i>Shoving</i>) | 228 |
| 4.9.1.5 | Mengembang (<i>Swell</i>) | 230 |
| 4.9.1.6 | Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>) .. | 232 |
| 4.9.2 | Retak (<i>Crack</i>) | 234 |
| 4.9.2.1 | Retak Memanjang (<i>Longitudinal Cracks</i>) | 236 |
| 4.9.2.2 | Retak Melintang (<i>Transverse Cracks</i>) | 239 |
| 4.9.2.3 | Retak Diagonal (<i>Diagonal Cracks</i>) .. | 240 |
| 4.9.2.4 | Retak Berkelok-kelok (<i>Meandering Cracks</i>) | 242 |
| 4.9.2.5 | Retak Reflektif Sambungan (<i>Joint reflection Cracking</i>) (berasal dari Pelat Beton Semen Portland, PCC, Memanjang dan Melintang) | 243 |
| 4.9.2.6 | Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracks</i>) | 245 |
| 4.9.2.7 | Retak Blok (<i>Block Cracks</i>) | 249 |
| 4.9.2.8 | Retak Slip (<i>Slippage cracking</i>)/ Retak Bentuk Bulan Sabit (<i>Crescent Shape Cracks</i>) | 251 |
| 4.9.3 | Kerusakan di Pinggir Perkerasan | 253 |
| 4.9.3.1 | Retak Pinggir (<i>Edge Cracking</i>) | 254 |
| 4.9.3.2 | Jalur/Bahu turun (<i>Lane/Shoulder Drop-Off</i>) | 256 |
| 4.9.4 | Kerusakan Tekstur Permukaan | 258 |
| 4.9.4.1 | Pelapukan dan Butiran Lepas (<i>Weathering and Raveling</i>) | 258 |
| 4.9.4.2 | Kegemukan (<i>Bleeding/ Flushing</i>) | 260 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 4.9.4.3 | Agregate Licin (<i>Polished Aggregate</i>) | 262 |
| 4.9.4.4 | Pengelupasan (<i>Delamination</i>) | 264 |
| 4.9.4.5 | <i>Stripping</i> | 265 |
| 4.9.5 | Lubang (<i>Potholes</i>) | 266 |
| 4.9.6 | Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (<i>Patching and Utility Cut Patching</i>) | 268 |
| 4.9.7 | Persilangan Jalan Rel (<i>Railroad Crossing</i>) ... | 270 |
| 4.9.8 | Erosi Jet Blast (Jet Blast Erosion) | 272 |
| 4.9.9 | Tumpahan Minyak (Oil Spillage) | 272 |
| 4.9.10 | Konsolidasi atau Gerakan Tanah Fondasi ... | 272 |
| 4.10 | Tipe-tipe Kerusakan Perkerasan Kaku | 273 |
| 4.10.1 | Deformasi | 275 |
| 4.10.1.1 | Pemompaan (<i>Pumping</i>)..... | 275 |
| 4.10.1.2 | <i>Blow-up/Buckling</i> | 277 |
| 4.10.1.3 | Penurunan atau Patahan (<i>Settlement or Faulting</i>) | 280 |
| 4.10.1.4 | <i>Punch-out</i> | 281 |
| 4.10.1.5 | <i>Rocking</i> | 283 |
| 4.10.2 | Retak (<i>Cracks</i>) | 284 |
| 4.10.2.1 | Retak Memanjang (<i>longitudinal cracks</i>) | 287 |
| 4.10.2.2 | Retak Melintang (<i>Transversal Cracks</i>) | 288 |
| 4.10.2.3 | Retak Diagonal (<i>Diagonal Cracks</i>).. | 291 |
| 4.10.2.4 | Retak Berkelok-kelok (<i>Meandering Cracks</i>) | 292 |
| 4.10.2.5 | Pecah sudut/Retak Sudut (<i>Corner Breaks/Corner Cracks</i>) | 294 |
| 4.10.2.6 | Retak Tekuk (<i>Warping Cracks</i>) | 296 |
| 4.10.2.7 | Retak Susut (<i>Shrinkage Cracks</i>) | 297 |

| | |
|---|-----|
| 4.10.2.8 Retak Bersilangan Pelat Pecah (<i>Shattered Slab Intersecting Cracks</i>) | 299 |
| 4.10.2.9 Pelat Terbagi (<i>Divided Slab</i>) | 300 |
| 4.10.2.10 Retak Daya Tahan (<i>Durability "D" Cracking</i>) | 301 |
| 4.10.3 Pinggir Turun (<i>Lane/Shoulder Drop-Off</i>) | 303 |
| 4.10.4 Disintegrasi | 304 |
| 4.10.4.1 <i>Scaling/Map Cracking/Crazing</i> | 305 |
| 4.10.4.2 Gompal (<i>Spalling</i>) | 307 |
| 4.10.4.3 Agregat Licin (<i>Polished Aggregate</i>) | 310 |
| 4.10.4.4 <i>Popouts</i> | 311 |
| 4.10.5 Tambalan dan Galian Utilitas (<i>Patching and Utility Cuts</i>) | 313 |
| 4.10.6 Lubang (<i>Pothole</i>) | 315 |
| 4.10.7 Kerusakan Penutup sambungan (<i>Joint Seal Damage</i>) | 316 |
| 4.10.8 Batang <i>Dowel Macet (Frozen Dowel Bars)</i> | 318 |
| 4.10.9 Persilangan Jalan Rel (<i>Railroad Crossing</i>) | 319 |
| 4.10.10 Retak pada Perkerasan Beton Bertulang Tanpa Sambungan | 320 |
| 4.10.11 Konsolidasi atau Gerakan Tanah Pondasi | 321 |
| 4.11 Hal-hal penting dalam pemeliharaan | 322 |
| 4.11.1 Observasi Lapangan | 322 |
| 4.11.2 Personil Pelaksana | 323 |
| 4.11.3 Alat | 323 |
| 4.11.4 Air di Dalam Perkerasan | 324 |
| 4.11.5 Drainase | 324 |
| 4.11.6 Waktu Perbaikan | 325 |
| 4.11.7 Keamanan | 326 |

| | |
|---|------------|
| BAB V- PEMELIHARAAN DRAINASE | 327 |
| 5.1 Pendahuluan | 327 |
| 5.1.1 Pengaruh Air Terhadap Struktur Perkerasan.. | 328 |
| 5.1.2 Air Hujan..... | 329 |
| 5.1.3 Sumber Masuknya Air ke dalam Perkerasan | 329 |
| 5.2 Fungsi Drainase pada Perkerasan | 331 |
| 5.2.1 Membuang Air di Permukaan Struktur Perkerasan | 331 |
| 5.2.2 Menurunkan Muka Air Tanah | 333 |
| 5.2.3 Mereduksi Tekanan Hidrostatik | 334 |
| 5.2.4 Mencegah Erosi | 334 |
| 5.3 Tipe-tipe Drainase Jalan | 335 |
| 5.3.1 Drainase Permukaan | 335 |
| 5.3.2 Drainase Bawah Permukaan (<i>Subdrain</i>) | 336 |
| 5.4 Masalah Umum dalam Drainase Jalan | 339 |
| 5.4.1 Pendangkalan Parit Samping Jalan | 339 |
| 5.4.2 Pipa-pipa Pecah dan Aliran Air Tersumbat | 340 |
| 5.4.3 Bahu Jalan dan Median Mudah Meloloskan Air | 342 |
| 5.4.4 Lapis Agregat Pondasi | 343 |
| 5.5 Masalah Tanah-dasar (<i>Subgrade</i>) yang Terkait dengan Drainase | 343 |
| 5.6 Hal-Hal Yang Perlu diperhatikan | 345 |
| 5.6.1 Inspeksi Periodik Saluran Drainase Permukaan | 346 |
| 5.6.2 Membersihkan Parit Samping | 347 |
| 5.6.3 Menutup area Genangan | 349 |
| 5.6.4 Memelihara Aliran Air Lewat Gorong- gorong | 349 |
| 5.7 Sistem Drainase Untuk Pelebaran Jalan | 349 |

| | |
|---|------------|
| BAB VI - PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN STABILITAS LERENG | 353 |
| 6.1 Pendahuluan | 353 |
| 6.2 Bentuk-bentuk Tindakan Pemeliharaan | 354 |
| 6.2.1 Pemeliharaan Rutin | 354 |
| 6.2.2 Pemeliharaan Luar Biasa | 354 |
| 6.2.3 Tindakan Untuk Pengamanan | 355 |
| 6.3 Gerakan Massa Tanah dan Batuan | 356 |
| 6.3.1 Proses Gerakan Lereng..... | 356 |
| 6.3.2 Sebab-sebab Gerakan Lereng | 357 |
| 6.3.3 Macam-macam Gerakan Lereng Jalan | 358 |
| 6.3.3.1 Longsoran | 358 |
| 6.3.3.2 Aliran | 360 |
| 6.3.3.3 Longsoran Blok | 360 |
| 6.3.3.4 Runtuhan Batuan | 360 |
| 6.3.3.5 Rayapan (<i>Creep</i>) | 361 |
| 6.4 Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Longsoran pada Lereng Jalan | 363 |
| 6.4.1 Timbunan di Sisi Lereng | 363 |
| 6.4.2 Drainase Buruk..... | 364 |
| 6.4.3 Muka Air Tanah Memotong Lereng | 364 |
| 6.4.4 Timbunan Sangat Tinggi..... | 364 |
| 6.4.5 Lereng Batuan Terjal | 365 |
| 6.5 Tanda-tanda Gerakan Lereng | 366 |
| 6.5.1 Tanah Retak-retak | 366 |
| 6.5.2 Rel Pengaman Bergeser atau Melengkung | 366 |
| 6.5.3 Lengkungan pada Permukaan Jalan..... | 367 |
| 6.5.4 Rontokan Tanah dan Batuan di Atas Permukaan Jalan | 367 |
| 6.5.5 Cembungan di Permukaan atau di Bawah Jalan | 367 |
| 6.5.6 Pohon dan Tiang Listrik Miring | 368 |
| 6.5.7 Perubahan Letak Bangunan..... | 368 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.6 | Sumber-sumber Air Penyebab Gerakan Lereng | 369 |
| 6.6.1 | Genangan Air Akibat Drainase Permukaan Buruk | 369 |
| 6.6.2 | Genangan Air di Sekitar Jalan..... | 370 |
| 6.6.3 | Buangan Air Drainase ke Bagian Permukaan Lereng | 370 |
| 6.6.4 | Air Tanah | 371 |
| 6.7 | Pemeliharaan Lereng Jalan | 371 |
| 6.7.1 | Pengendalian Erosi Permukaan..... | 372 |
| 6.7.2 | Vegetasi..... | 373 |
| 6.7.3 | Pengendalian Rontokan tanah dan Batuan | 374 |
| 6.7.4 | Pemberian Air untuk Tumbuh-tumbuhan..... | 375 |
| 6.7.5 | Pengalihan Aliran | 375 |
| 6.8 | Hal-hal Penting dalam Pemeliharaan Lereng | 376 |
| 6.9 | Metoda Perbaikan Stabilitas Lereng | 377 |
| 6.9.1 | Merubah Geometri Lereng..... | 378 |
| 6.9.1.1 | Melandaikan Kemiringan Lereng | 378 |
| 6.9.1.2 | Trap/Bangku (<i>Benching</i>) | 384 |
| 6.9.1.3 | Pertimbangan Umum dalam Meru- bah Geometri Lereng | 384 |
| 6.9.2 | Mengontrol Drainase dan Rembesan | 386 |
| 6.9.2.1 | Drainase Air Permukaan | 386 |
| 6.9.2.2 | Drainase Bawah Permukaan | 391 |
| 6.9.3 | Pembuatan Bangunan untuk Stabilisasi | 401 |
| 6.9.3.1 | Struktur <i>Berm</i> | 401 |
| 6.9.3.2 | Parit Geser | 404 |
| 6.9.3.3 | Dinding Penahan | 407 |
| 6.9.4 | Tipe-tipe Struktur Dinding Penahan | 411 |
| 6.9.4.1 | Penyangga dari Tanah dan Batuan ... | 411 |
| 6.9.4.2 | Dinding Bronjong | 413 |
| 6.9.4.3 | Dinding Krib | 418 |
| 6.9.4.4 | Dinding Tanah Bertulang | 419 |
| 6.9.4.5 | Dinding Gravitasi..... | 424 |

| | |
|--|-----|
| 6.9.4.6 Dinding Kantilever | 426 |
| 6.9.4.7 Dinding <i>Counterfort</i> | 426 |
| 6.9.4.8 Dinding Diangker (<i>Tie-back</i>) | 426 |
| 6.9.4.9 Dinding Tiang-tiang | 428 |
| 6.9.5 Pembongkaran dan Pemindahan | 434 |
| 6.9.6 Perlindungan Permukaan Lereng | 436 |
| 6.9.6.1 <i>Shotcrete</i> | 437 |
| 6.9.6.2 Plester <i>Chunam</i> | 437 |
| 6.9.6.3 Pasangan Batu | 438 |
| 6.9.6.4 Gebalan Rumput | 439 |
| DAFTAR ISTILAH | 441 |
| DAFTAR PUSTAKA | 451 |
| LAMPIRAN – LAMPIRAN | 459 |