

PETUNJUK TEKNIS

Tata cara Pelaksanaan beton padat giling (BPG)



DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
PRAKATA	ii
PENDAHULUAN	iii
1. Ruang Lingkup	1
2. Acuan	1
3. Istilah dan Definisi	1
4. Persyaratan Bahan	2
4.1 Agregat Kasar	2
4.2 Agregat Halus	2
4.3. Gradasi Agregat Gabungan	3
4.4 Air	3
4.5 Bahan Pengikat (Cementious Material)	4
4.6 Campuran	4
5. Persyaratan Peralatan	4
5.1 Alat Pencampur	4
5.2 Alat Pengangkut	5
5.3 Alat Penghampar	6
5.4 Alat Pemasat	6
5.5 Truck Tangki Air	6
5.6 Alat Bantu	6
5.7 Alat Pengukur Kerataan Permukaan	6
6 Pelaksanaan	7
6.1 Persiapan Penghamparan	7
6.2 Pencampuran	7
6.3 Pengangkutan	7
6.4 Penghamparan	7
6.5 Pemasatan	8
6.6 Sambungan	9
6.7 Pemeriksaan Kerataan dan Ketebalan	10
6.8 Perawatan	10
7 Pengendalian Kualitas Lapangan	11
7.1 Pengujian Kekuatan	11
8 Pembukaan untuk Lalu-Lintas	12
9 Pengukur, dan Pembayaran	12
9.1 Pengukuran	12
9.2 Pembayaran	13
10 Bibliografi	13
Lampiran : Gambar Alat Uji Hammer	14

PRAKATA

Pedoman dipersiapkan oleh sub panitia teknis Pusat Litbang Teknologi Prasarana Transportasi dengan konseptor Ir. Kurniadji, MT dan Ir. Eddie Djunaedi.

Beton padat giling (BPG) merupakan terjemahan dari Roller Compacted Concrete (RCC).

Penyusunan pedoman pelaksanaan Beton Padat Giling didasarkan atas beberapa literatur dan penelitian yang berhubungan dengan judul tersebut.

PENDAHULUAN

Beton Padat Giling (Roller Compacted Concrete, BPG), merupakan salah satu campuran beton yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat agregat dalam campuran dengan kadar semen relatif rendah. Komposisi masing-masing bahan dalam campuran BPG diperoleh seperti pada campuran untuk perkerasan kaku. Oleh karena itu di atas lapisan BPG tidak perlu ditutup dengan lapis pondasi bersemen (cement treated base, CTB).

Proses pemadatan BPG berbeda dengan proses pemadatan pada perkerasan kaku dimana untuk BPG pemadatan dilakukan secara eksternal (ekstra padat dengan alat khusus) karena campurannya relatif kering dengan kadar air yang rendah sedangkan untuk campuran beton pada perkerasan kaku yang merupakan beton plastis pemadatannya dilakukan secara internal. Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan BPG relatif sama dengan peralatan yang digunakan dalam pekerjaan campuran beton aspal.

Yang akan dibahas dalam uraian ini adalah persyaratan dan cara pelaksanaan pencampuran, penghamparan, pemadatan, serta pengendalian mutu, pengukuran serta pembayaran dari pekerjaan BPG.

TATA CARA PELAKSANAAN BETON PADAT GILING (BPG).

1. Ruang Lingkup

Tata cara ini sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan BPG yang meliputi persyaratan dan ketentuan peralatan serta bahan, persiapan penghamparan, pencampuran, penghamparan, pemadatan, pengujian serta pengendalian mutu, sehingga diperoleh lapisan BPG sesuai yang direncanakan.

2. Acuan

- SNI 06-2502-1991 Metode Pengujian Kadar Minyak dan Lemak dalam air secara Gravimetri
- SNI 06-2526-1991 Metode Pengujian Chlor dalam air
- SNI 06-2431-1991 Metode Pengujian Klorida dalam air dengan Argentometrik Mohr
- SII 0013-1981 Mutu dan Cara uji Semen Portland
- ASTM C 33 - 82 Concrete aggregate
- ASTM C 40 - 79 Organic impurities in Fine Aggregate for concrete
- ASTM C 88 - 83 Soundness of Aggregate by use MgSO₄
- ASTM C 123 - 83 Lightweight Pieces in Aggregate
- ASTM C 142 - 78 Clay Lumps and Friable Particles in Aggregate
- ASTM C 851 - 76 Scratch Hardness of Coarse Aggregate Particles
- ASTM C 78 - 75 Flexural Strength of Concrete AASHTO T 26 – 79
- ASTM C 131- 81 Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

3. Istilah dan Definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam pedoman ini sebagai berikut :

3.1 Beton Padat Giling (BPG)

Campuran beton dengan slump nol yang terdiri atas semen portland, agregat kasar, agregat halus dengan atau tanpa bahan pozolan serta air dalam jumlah yang cukup untuk pemadatan dengan roller pada kadar air optimum sehingga mempunyai karakter yang memenuhi persyaratan sebagai struktur perkerasan.

3.2 Bahan Pengikat (Cementious Material)

Bahan yang digunakan dalam campuran BPG terdiri atas semen portland saja atau semen portland ditambah dengan bahan pozzolan.

3.3 Cemented Treated Base (CTB)

Lapis pondasi struktur perkerasan jalan yang dibuat dari campuran yang terdiri dari agregat dengan gradasi tertentu, portland cement dengan atau tanpa pozolan dan air dalam takaran tertentu sedemikian rupa sehingga dapat dipadatkan secara efisien dengan mesin gilas. Dalam keadaan keras mempunyai karakteristik memenuhi persyaratan tertentu.

3.4 Cold Joint

Sambungan yang dilakukan pada Beton Padat Giling dengan kondisi sudah mengeras (lebih dari 60 menit). Untuk pelaksanaan cold joint diperlukan persiapan khusus (pemotongan vertikal dan pelaburan dengan pasta semen).

3.5 Lean Concrete

Lapisan yang berfungsi sebagai lantai kerja bagi penempatan lapisan pondasi pada struktur perkerasan. Lean concrete dibuat dari campuran yang terdiri dari agregat dengan gradasi tertentu, portland cement dengan atau tanpa pozolan dan air dalam takaran tertentu. Dalam keadaan keras mempunyai karakteristik yang memenuhi persyaratan tertentu.

3.6 Pozolan

Bahan yang mempunyai susunan kimia identik dengan portland cement dengan kadar CaO yang rendah sehingga tidak mempunyai daya lekat seperti semen dan bersifat pozzolanic jika bercampur dengan portland cement dan ditambahkan air ke dalamnya. Bahan ini bisa mensubstitusi sebagian dari portland cement dalam campuran.

3.7 Volume absolut

Volume dari suatu bahan dengan rongga udara sama dengan nol.

4. Persyaratan Bahan

4.1 Agregat Kasar

- (1) Agregat kasar yang digunakan dapat berupa kerikil pecah, batu pecah atau kombinasi dari keduanya.
- (2) Agregat harus bersih, keras, dan memenuhi persyaratan pada ASTM C 33.
- (3) Partikel agregat kasar harus bersudut atau kubikal, paling sedikit 75% partikel agregat kasar dari tiap fraksi harus mempunyai 2 bidang pecah.
- (4) Persyaratan mutu agregat kasar adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Mutu Agregat Kasar.

Jenis Pengujian	Persyaratan	Metode Pengujian
Gumpalan Lempung	Maksimum 2 %	ASTM C 142
Partikel ringan	Maksimum 1 %	ASTM C 123
Partikel lunak	Maksimum 2 %	ASTM C 851
Pelapukan (MgSO ₄)	Maksimum 18 %	ASTM C 88
Keausan dengan Los Angeles	Maksimum 40 %	ASTM C 131

4.2 Agregat Halus

- (1) Agregat halus yang digunakan dapat berupa abu batu, pasir alam atau kombinasi dari keduanya.
- (2) Agregat halus harus bersih, keras dan awet
- (3) Paling sedikit bahan yang tertahan saringan no. 10 harus mempunyai dua bidang pecah paling sedikit 75%.
- (4) Persyaratan mutu agregat halus adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan Mutu Agregat Halus.

Jenis pengujian	Persyaratan	Metode Pengujian
Gumpalan Lempung	Maksimum 1 %	ASTM C 142
Partikel ringan	Maksimum 0,5 %	ASTM C 123
Bahan Organik (ASTM C 33)	0 %	ASTM C 40 & C 87
Pelapukan (MgSO ₄)	Maksimum 18 %	ASTM C 88

4.3 Gradasi Agregat Gabungan

Persyaratan gradasi gabungan agregat kasar, halus serta bahan pengikat diperlihatkan pada Tabel 3

Tabel 3. Persyaratan Gradasi Gabungan

Ukuran Saringan	Spesifikasi 1 (ukuran maks 16 mm)	Spesifikasi 2 (ukuran maks 20 mm)
25 mm	100	100
20 mm	100	85 - 100
16 mm	88 - 100	75 - 100
10 mm	70 - 87	60 - 83
5 mm	50 - 70	42 - 63
2 mm	35 - 50	30 - 47
40 μ m	18 - 30	16 - 27
80 μ m	10 - 20	9 - 19

4.4 Air

Air yang digunakan untuk BPG harus bersih dan memenuhi persyaratan, sesuai Tabel 4.

Tabel 4. Persyaratan Mutu Air

Jenis Pengujian	Nilai yang diijinkan	Metode Pengujian
pH	4,5 - 8,5	AASHTO T26 - 79
Bahan Organik	Maks. 2000 ppm	AASHTO T26 - 79
Minyak mineral	< 2% berat bahan pengikat	SNI 06-2502-1991
Ion Sulfat (Na ₂ SO ₄)	< 10.000 ppm	SNI 06-2526-1991
Ion Chlor (NaCL)	< 20.000 ppm	SNI 06-2431-1991

4.5 Bahan Pengikat (Cementious Material)

Bahan pengikat (cementious material) bisa berupa semen portland, bisa berupa gabungan dari semen portland dan pozzolan, ketentuan yang harus dipenuhi :

- 1) Semen
Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I atau II, sesuai dengan SII-0013-1981, sebelum digunakan perlu dilakukan pengujian waktu ikat awal dari semen, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- 2) Pozzolan
Pozzolan adalah bahan pengikat selain semen yang mengandung bahan silika atau yang mengandung bahan yang bereaksi dengan CaOH, sebelum digunakan perlu dilakukan pengujian dan harus memenuhi persyaratan ASTM C 618. Penggunaan pozzolan adalah maksimum 25% dari volume absolut bahan pengikat.

4.6 Campuran

Komposisi masing-masing bahan dalam campuran BPG dilakukan di laboratorium dengan percobaan pemadatan modified (SNI-1743-1989-F) dan unconfined compressive strength (SNI 03-3638-1994) serta pengujian flexural strength (ASTM C 78-75) .

Jumlah bahan pengikat dalam BPG kurang lebih antara 300 - 390 kg per meter kubik yang termasuk pozzolan.

Memperhatikan kekuatan mekanik, disamping compressive juga pengujian flexural, disyaratkan hasil pengujian flexural strength adalah 3,3 MPa, namun untuk lalu-lintas dengan volume rendah dan untuk BPG pondasi adalah minimum 2,7 MPa. Pengujian flexural strength dilakukan setelah BPG berumur 28 hari.

5. Persyaratan Peralatan

Peralatan terdiri atas alat pencampur, pengangkut, penghampar dan pemadat serta peralatan laboratorium untuk pengendalian mutu dan perencanaan campuran. Peralatan harus laik pakai dan memenuhi persyaratan.

5.1 Alat pencampur

Untuk mencampur BPG dapat digunakan unit pencampur beton (Concrete Mixing Plant) atau alat pencampur aspal (Asphalt Mixing Plant, AMP) yang menggunakan pugmill jenis batch atau jenis continuous. Kapasitas alat pencampur harus serasi dengan kapasitas peralatan lainnya seperti alat pengangkut, alat penghampar dan alat pemadat.

Apabila pencampuran dilakukan dengan menggunakan AMP yang telah dimodifikasi, dikonversikan dan dikalibrasi sesuai karakteristik rencana campuran BPG yang akan dikerjakan harus diperhatikan hal-hal berikut :

- 1) Bin dingin penyimpan agregat
Apabila digunakan beberapa fraksi agregat, penyimpanan agregat harus dijamin disimpan pada bin dingin terpisah, penghantaran agregat ke AMP dilakukan melalui ban berjalan (belt conveyer) dari tiap bin dingin.
- 2) Unit penghantar (feeder) bahan pengikat
Unit penghantar harus menjamin bahan pengikat dapat mengalir bebas setiap saat dengan satuan berat atau dalam satuan volume.

- 3) **Alat Penimbang Berat**
Alat untuk menimbang bahan (hopper) harus dari salah satu dari jenis beam atau jenis springless dial dengan kemampuan 0,5 % dari beban maksimum.
Ketelitian pengujian berat standar pada skala timbangan adalah $\pm 0,1\%$ dari berat yang ditimbang. Pelaksana harus melakukan pemeriksaan skala timbangan sebelum memulai pekerjaan sesuai petunjuk pengawas.
- 4) **Tempat pencampur (pugmill)**
Dinding tempat pencampuran dan bilah pisau pencampur harus bebas dari campuran beton yang telah mengeras dan kotoran lainnya.
Untuk memperoleh campuran yang baik bilah pisau pencampur ditempatkan dalam posisi vertikal.
- 5) **Unit pengatur air**
Unit pengatur air harus menjamin air dapat mengalir bebas setiap saat dengan satuan berat atau dalam satuan volume sesuai yang diperlukan dengan toleransi yang disyaratkan.
- 6) **Pengontrol lamanya waktu pencampuran**
Unit pencampur harus dilengkapi dengan pengatur lamanya waktu pencampuran, penentuan lamanya waktu pencampuran dapat digunakan persamaan:

$$\text{Waktu pencampuran} = \frac{\text{Kapasitas maksimum dari pugmill (kg)}}{\text{Keluaran produksi pugmill (kg/detik)}}$$

- 7) **Toleransi proporsi**
Toleransi proporsi bahan BPG untuk campuran, untuk unit pencampur jenis batch dan jenis continuous adalah seperti pada Tabel 5

Tabel 5. Toleransi Tiap Bahan dalam BPG

Bahan	Unit Pencampur Jenis Batch*)	Unit Pencampur Jenis Continuous**)
Setiap jenis Bahan pengikat	1	2
Air	2	3
Setiap jenis Bahan Agregat	3	4

Catatan : *) Variasi persen (berat) dari berat bahan didasarkan rencana campuran
 **) Variasi persen (berat) dari rencana campuran tiap bahan yang direncanakan dalam waktu total contoh yang diperoleh

5.2 Alat Pengangkut

Alat yang digunakan untuk pengangkut BPG ke lokasi penghamparan digunakan truk jungkit yang biasa digunakan untuk pengangkutan campuran beraspal. Tidak diperlukan alat angkut khusus seperti untuk campuran beton pada pekerjaan perkerasan kaku (rigid pavement).

5.3 Alat Penghampar

Alat yang digunakan untuk menghampar BPG digunakan alat finisher yang sama dengan alat finisher yang biasa digunakan untuk menghampar campuran beraspal yang mempunyai kemampuan menghamparkan tebal campuran sekitar 30 cm, namun untuk kebutuhan kerataan yang lebih baik, dianjurkan menggunakan asphalt finisher yang dilengkapi dengan double tamping bar.

Alat penghampar harus mampu menghasilkan permukaan hamparan BPG yang rata sesuai spesifikasi yang disyaratkan

Campuran BPG harus dihampar menggunakan alat penghampar mesin yang memenuhi persyaratan. Mesin penghampar harus diatur kecepatannya sehingga tidak terjadi pemisahan butir pada campuran BPG dan untuk memperoleh permukaan BPG yang rata.

5.4 Alat Pematat

Alat pematat yang digunakan untuk pemadatan BPG adalah alat pematat roda baja bergetar 10 - 12 ton dan alat pematat roda ban 10 - 12 ton dengan tekanan angin 50 - 90 psi, namun bila tersedia dapat menggunakan alat pematat kombinasi (roda depan roda baja dan roda belakang roda ban).

Disamping itu diperlukan pula alat pematat tandem dengan berat 5 - 10 ton untuk keperluan pemadatan akhir. Untuk pemadatan pada daerah dimana mesin pematat tersebut di atas tidak dapat memadatkan campuran, perlu disediakan pula alat pematat kecil (vibratory baby roller) atau hand tamper.

5.5 Truk Tangki Air

Truck tangki air dibutuhkan untuk pemberian air pada saat persiapan penghamparan sebelum campuran BPG dihampar dan pada saat perawatan lapisan.

5.6 Alat Bantu

- (1) Penggaruk
- (2) Sekop
- (3) Roda dorong
- (4) Karung goni
- (4) Alat penyemprot kabut air saat perawatan (hand sprayer).

5.7 Alat Pengukur Kerataan Permukaan

Untuk mengetahui kerataan permukaan BPG setelah pemadatan akhir digunakan pengukur kerataan, mistar perata dengan panjang 3 meter yang dibuat dari aluminium.

6. Pelaksanaan

6.1 Persiapan Penghamparan

Sebelum penghamparan BPG dilakukan, permukaan jalan yang akan dilapis terlebih dahulu dibersihkan, diratakan dan disiram dengan air dengan tujuan untuk mengurangi penyerapan air dari campuran BPG, kondisi ini agar dipertahankan maksimum suhu tertinggi 38°C.

6.2 Pencampuran

6.2.1 Menggunakan Alat Pencampur AMP

Agregat, bahan pengikat, dan air dicampur dalam pencampur sesuai dengan rencana campuran. Agregat dan bahan pengikat dicampur dalam batch pencampur sekurang-kurangnya 15 detik (pencampuran kering). Kemudian air ditambahkan dan dilakukan pencampuran basah sehingga diperoleh campuran yang homogen. Lamanya pencampuran tidak lebih dari 35 detik. Apabila campuran terlihat belum homogen, lama waktu pencampuran dapat ditambah sesuai dengan petunjuk pengawas.

6.2.2 Menggunakan Alat Pencampur Beton

Pencampuran beton harus dilakukan terus menerus selama masa pencampuran, yaitu sejak seluruh bahan, termasuk air dan bahan tambah bila bahan tambah tersebut ditambahkan bersama air berada dalam ruang pencampuran sampai saat campuran dituangkan.

6.3 Pengangkutan

- 1) Campuran BPG harus diangkut dari tempat pencampuran ke lokasi penghamparan menggunakan truk jungkit yang dilengkapi dengan penutup.
- 2) Selama pengangkutan harus terlindungi dari pengaruh cuaca (panas/hujan) dengan ditutup terpal.
- 3) Pengiriman campuran BPG ke lokasi penghamparan harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat dihampar dan dipadatkan dalam batas waktu yang ditentukan.
- 4) Waktu pengangkutan tidak boleh lebih lama dari waktu yang sudah ditentukan.

6.4 Penghamparan

Apabila diperlukan dua lapisan, minimum diperlukan dua mesin penghampar, setiap lapis penghamparan harus telah mengalami konsolidasi dan penghamparan kedua dilakukan tidak lebih dari 60 menit setelah penghamparan pertama.

Untuk menghindari sambungan dingin pada dua lajur yang bersebelahan memanjang, selisih waktu penghamparan antara kedua lajur tersebut tidak boleh melebihi 60 menit.

Setiap lajur penghamparan dilakukan sepanjang mungkin untuk menghindari sambungan dingin pada arah melintang, apabila diperlukan sambungan pelaksanaan, sambungan harus dilakukan dalam keadaan campuran dalam kondisi basah, disamping itu harus dipertimbangkan panjang penghamparan, kondisi angin, temperatur udara pada saat penghamparan.

Untuk memenuhi persyaratan di atas, dapat digunakan mesin penghampar dalam jumlah yang cukup dan dioperasikan dalam formasi bertahap (stager).

Sambungan memanjang dan tepi-tepi harus dibuat sesuai dengan garis-garis tepi. Garis-garis tersebut harus dibuat sejajar dengan garis tengah sehingga penghamparan akan mengikuti garis-garis tersebut. Penghamparan campuran harus dilakukan secara terus menerus apabila memungkinkan.

Panjang penghamparan harus diatur sesuai dengan kemampuan mesin pemadat. Campuran BPG dalam hopper penghampar tidak boleh kosong. Lamanya waktu penghamparan dan pemadatan harus dikontrol dan masih masuk dalam batas waktu yang disyaratkan dan selama penghamparan campuran BPG harus dijaga agar senantiasa berada di atas permukaan auger.

Penghamparan harus dihentikan selama hujan kecuali hujan gerimis yang tidak menyebabkan permukaan BPG menjadi bubur (slurry).

Apabila selama penghamparan timbul pemisahan butir (segregasi) atau kekurangan tebal dari lapisan BPG, perbaikannya dapat dilakukan dengan cara manual.

Pada bagian-bagian yang tidak memungkinkan penghamparan dengan mesin penghampar, penghamparan campuran BPG dapat dilakukan dengan cara manual.

BPG harus dihampar dengan temperatur sedingin mungkin, temperatur BPG saat penghamparan tidak boleh lebih dari 90° F (36° C), bila perlu, agregat dan air saat pencampuran harus didinginkan terlebih dahulu.

Penghamparan saat udara panas, apabila temperatur udara di atas 85° F (30° C): Permukaan yang akan dilapis BPG harus dibasahi dengan air sebelum BPG dihampar. Campuran BPG harus dihampar secepat mungkin dengan kecepatan tidak kurang dari 30 meter per jam. Permukaan yang telah selesai harus senantiasa dalam keadaan lembab untuk mencegah terjadinya retak, untuk hal tersebut dapat disemprotkan kabut air sampai tindakan perawatan.

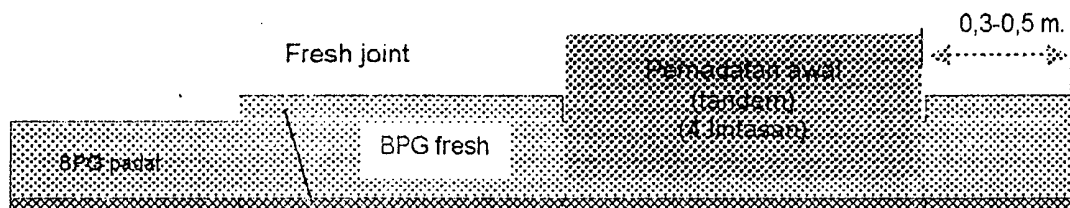
Campuran BPG tidak boleh dihampar saat hujan. Pelaksana harus melindungi BPG dari hujan selama 12 jam pertama.

Bila udara terlalu panas, harus dilakukan tindakan-tindakan pencegahan terjadinya retak plastis dari permukaan BPG. Untuk hal tersebut pelaksana harus melakukan langkah-langkah seperti menutup permukaan dan memberikan kabut air serta lainnya. Apabila langkah-langkah tersebut tidak efektif, penghamparan harus dihentikan sampai dengan kondisi memungkinkan.

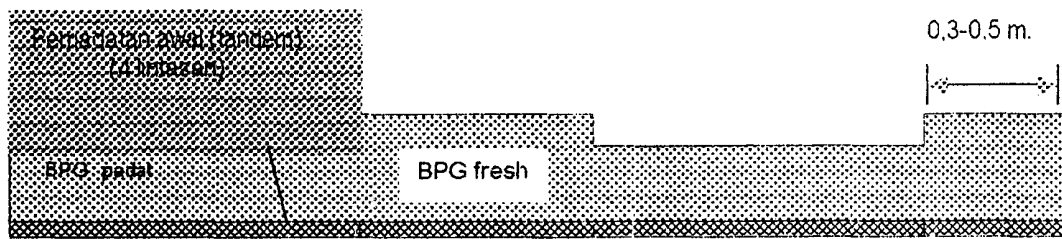
6.5 Pemadatan

Pemadatan BPG harus dimulai dalam waktu 10 menit setelah penghamparan dan harus diselesaikan dalam waktu 45 menit sejak dimulainya pencampuran. Keterlambatan pemadatan tidak diperbolehkan.

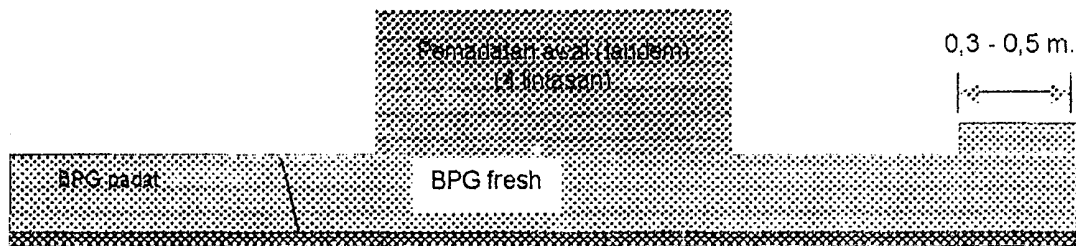
Pada awal lintasan, mesin pemadat tidak diperbolehkan untuk memadatkan 30 - 50 cm dari tepi dengan BPG yang telah dihampar dalam 30 menit. Gambar 1 memperlihatkan pelaksanaan mulainya pemadatan serta pacu fresh joint di antara lajur pelapisan.



Gambar 1a. Langkah pemadatan pertama



Gambar 1b. Pemadatan awal kedua



Gambar 1c Pemadatan awal ketiga
Gambar 1 Langkah langkah pemadatan awal BPG

Pemadatan awal dilakukan 4 lintasan dengan mesin gilas roda baja dengan penggetar dioperasikan. Setelah pemadatan awal, harus dilakukan pemeriksaan kemiringan dan kerataan dari permukaan. Roda mesin pemadat selama dioperasikan harus dalam keadaan bersih.

Segera setelah pemadatan awal, dilakukan pemadatan kedua dengan menggunakan penggilas roda ban yang kemudian diikuti dengan pemadatan akhir menggunakan penggilas roda besi tanpa penggetar dengan 2 lintasan.

Pengujian kepadatan menggunakan alat uji kepadatan pada setiap lintasan dari mesin pemadat untuk menentukan jumlah lintasan mesin gilas roda ban. Derajat kepadatan yang harus dicapai BPG adalah 98% dari Kepadatan laboratorium

Tidak dibenarkan menghentikan pemadat di atas BPG yang belum padat

Pemadatan dimulai dari tepi masing-masing lajur dan dilanjutkan dengan lajur tengah. Overlap dari pemadatan pada setiap lajur kurang lebih 45 cm.

6.6 Sambungan

Ada dua jenis sambungan :

- 1) Fresh (hot) joint.
 Sambungan yang dilaksanakan/diselesaikan pada keadaan BPG masih belum mengeras (kurang dari 60 menit). dilakukan tanpa persiapan khusus. Sambungan fresh joint biasanya dilakukan pada sambungan memanjang, sedangkan untuk sambungan melintang jarang dilakukan

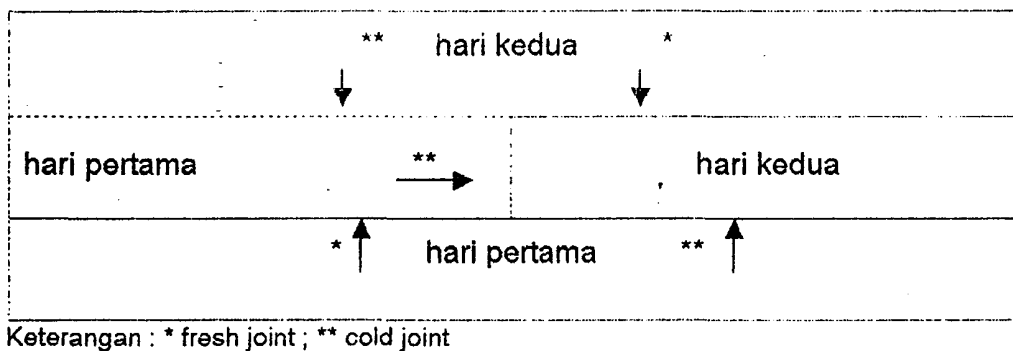
2) Cold Joint.

Sambungan yang dilakukan/diselesaikan pada keadaan BPG sudah mengeras (lebih dari 60 menit) atau BPG lama dengan BPG yang masih baru, untuk menjamin terjadinya ikatan antara BRG lama dan baru, lakukan pemotongan setengah tebal BPG lama dengan gergaji dan bersihkan bahan yang tidak berguna, selanjutnya langsung ditutup dengan BRG segar dan permukaannya ditutup dengan pasta semen.

Sambungan cold joint bisa berupa sambungan melintang maupun memanjang. Pada perencanaan normal (bukan overlay, bukan komposit), tidak diperkenankan adanya cold horizontal joint.

Semua jenis sambungan tidak memerlukan tulangan (dowel atau tie bar)

Pemadatan pada sambungan dilakukan secara khusus / tertentu sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2 Pelaksanaan sambungan fresh joint dan cold joint

6.7 Pemeriksaan Kerataan dan Ketebalan

Sesegera mungkin setelah pemadatan, sebelum 24 jam, dilakukan pemeriksaan kerataan permukaan ke arah melintang dengan menggunakan mistar ukuran 3 meter. Tonjolan-tonjolan yang terjadi diberi tanda dan diratakan dengan gurinda dan air, penggurindaan dihentikan apabila terjadi lubang-lubang kasar. Apabila upaya tersebut tidak berhasil, perbaikannya dilakukan dengan menggunakan mesin gurinda setelah permukaan BPG berumur 14 hari. Perataan jangan sampai mengurangi tebal yang disyaratkan.

6.8 Perawatan

Perawatan harus dilakukan selama 7 hari penuh dan perhatian khusus harus diberikan pada masa 6 sampai 10 jam pertama setelah pemadatan, karena kadar air BPG yang rendah, maka perawatan pada 24 jam pertama sangat penting dan harus dijaga agar kondisi permukaan BPG tetap basah dengan cara menyiram air dan menutupnya dengan karung goni yang selalu dalam keadaan basah, perawatan 24 jam pertama yang sangat menentukan ini disebut initial moist curing. Perawatan akhir sampai umur 7 hari dapat dilakukan dengan salah satu cara berikut :

- (i) Penyemprotan/penyiraman dengan air.
- (ii) Penutupan dari karung goni yang basah.
- (iii) Penggunaan plastik membrane.
- (iv) White-pigmented membrane curing compound.
- (v) Pelaburan bagian atas dengan Aspal emulsi.

7. Pengendalian Kualitas lapangan

Pelaksana harus bertanggung jawab penuh untuk menjamin bahwa kualitas BPG sesuai dengan spesifikasi dan pengujian yang dilaksanakan disetujui oleh pengawas.

Satu pengujian atau lebih dari penurunan/slump test sebagaimana diperintahkan oleh pengawas, harus dilaksanakan atas setiap takaran BPG yang dihasilkan, dan pengujian tersebut tidak akan dianggap telah dilaksanakan kecuali disaksikan oleh pengawas atau wakilnya.

7.1 Pengujian Kekuatan

Pelaksana harus melaksanakan tidak kurang dari satu pengujian kekuatan untuk setiap 20 meter kubik, dari BPG yang ditempatkan. Setiap pengujian harus termasuk pembuatan tiga contoh-contoh yang identik / serupa untuk diuji pada umur 3, 7 dan 28 hari. Tetapi bila jumlah dari BPG yang ditempatkan dalam suatu hari menyediakan kurang dari 5 contoh pengujian, maka contoh-contoh pengujian akan diambil dari 5 takaran yang dipilih secara sembarangan. Yang pertama dari contoh-contoh ini harus diuji pada umur 3 hari disusul oleh pengujian-pengujian selanjutnya pada umur 7 dan 28 hari.

7.1.1 Benda Uji dan cara Pengujian

Cara pemadatan yang dilakukan di laboratorium (dalam rangka pengujian) harus diusahakan mendekati cara yang dilakukan di lapangan. Karena itu cara pemadatan untuk pengujian contoh uji BPG dilakukan secara khusus tidak seperti pada pemadatan contoh uji beton semen konvensional.

Alat pemadatan contoh uji BPG adalah electric vibrating hammer seberat 7 kilogram, mempunyai ukuran tamping rammer $14,8 \times 14,8 \text{ cm}^2$. Ukuran tamping rammer yang lain adalah $10 \times 10 \text{ cm}^2$ atau $10 \times 15 \text{ cm}^2$ sering pula digunakan, misalnya pada C & CA (England).

Cara penyiapan contoh uji ini dilakukan baik untuk pengujian kuat tekan kubus/ compressive strength (K) maupun flexural strength (Fx). Untuk contoh uji flexural strength (Fx) menurut C & CA (England) maupun USA standar, contoh uji disiapkan sekaligus dalam satu lapis, sedangkan untuk contoh uji kuat tekan kubus (K) menurut C & CA standar, contoh uji disiapkan dalam tiga lapis yang tiap lapis dipadatkan sekitar 40 detik dan menurut USA contoh uji cukup disiapkan dalam 2 lapis saja.

Cara penyiapan contoh uji untuk pengujian yang lain dilakukan di Texas (USA) sebagai berikut :

- 1) Bentuk contoh uji (compressive strength) = silinder
- 2) Berat hammer = 4,5 kilogram
- 3) Tinggi jatuh = 1,5 feet (45 Cm)
- 4) Jumlah lapis = 6 lapis
- 5) Tebal per lapis = 50 mm

7.1.2 Pengujian Tambahan

Pelaksana harus melaksanakan suatu pengujian tambahan yang dapat dilakukan untuk menetapkan kualitas dari bahan-bahan, campuran atau pekerjaan BPG yang telah selesai, sebagaimana diarahkan oleh pengawas. Pengujian tambahan tersebut meliputi :

- 1) Pengujian yang tidak merusak dengan menggunakan hammer test atau alat pengujian lainnya.
- 2) Pengujian beban dari struktur atau unsur struktural yang bersangkutan.
- 3) Pengambilan dan pengujian contoh inti BPG.
- 4) Pengujian lain yang ditetapkan oleh pengawas.

8. Pembukaan untuk Lalu-Lintas

Pekerjaan BPG baru tidak akan dibuka untuk lalu-lintas sebelum diijinkan oleh pengawas, lapisan BPG baru dapat dilalui lalu-lintas setelah dilakukan pengujian kekuatan BPG memenuhi persyaratan kekuatan 28 hari.

9. Pengukuran dan Pembayaran

9.1 Pengukuran

BPG untuk perkerasan jalan akan diukur dalam jumlah meter persegi yang ditempatkan dan diterima dari pekerjaan sesuai dengan ukuran-ukuran sebagaimana terlihat pada gambar atau sebagaimana diperintahkan oleh pengawas. Luas yang diukur harus merupakan hasil lebar jalur jalan kendaraan yang diukur pada sudut tegak lurus terhadap garis sumbu jalan, dikalikan dengan panjang jalur jalan kendaraan yang diukur sepanjang garis sumbunya.

Jumlah yang akan diukur tidak akan termasuk daerah dimana perkerasan jalan BPG lebih tipis dari ketebalan yang ditetapkan, daerah pelat yang diberi lapis dasar/spalled atau retak, yang tidak dapat diterima oleh pengawas atau daerah-daerah dimana BPG tidak mencapai kekuatan karakteristik.

Ketebalan perkerasan jalan BPG yang diukur untuk pembayaran harus dalam semua hal merupakan ketebalan nominal rencana seperti terlihat pada Gambar. Dalam hal bahwa pengawas telah menyetujui atau menerima suatu lapisan yang lebih tipis sesuai dengan alasan-alasan teknis, maka pembayaran untuk perkerasan jalan BPG akan dibuat dengan menggunakan suatu harga satuan yang diubah sama dengan :

$$\text{Harga satuan pembayaran} \times \frac{\text{ketebalan nominal yang diterima}}{\text{ketebalan nominal rencana}}$$

Tidak ada penyesuaian semacam itu dari harga satuan akan diterapkan untuk ketebalan-ketebalan yang diterima atas kelebihan ketebalan nominal rencana yang diperlihatkan pada Gambar, kecuali bertambahnya ketebalan adalah diperintahkan secara khusus atau disetujui oleh pengawas secara tertulis sebelum perkerasan jalan BPG dihamparkan.

Dimana pembetulan dari pekerjaan jalan BPG yang kurang memuaskan telah diperintahkan oleh pengawas sesuai dengan persyaratan maka jumlah-jumlah yang akan diukur untuk pembayaran harus sesuai dengan apa yang akan dibayar jika pekerjaan yang asli telah dapat diterima. Tidak ada pembayaran tambahan akan dibuat untuk pekerjaan ekstra atau jumlah-jumlah yang diharuskan karena pembetulan.

9.2 Pembayaran

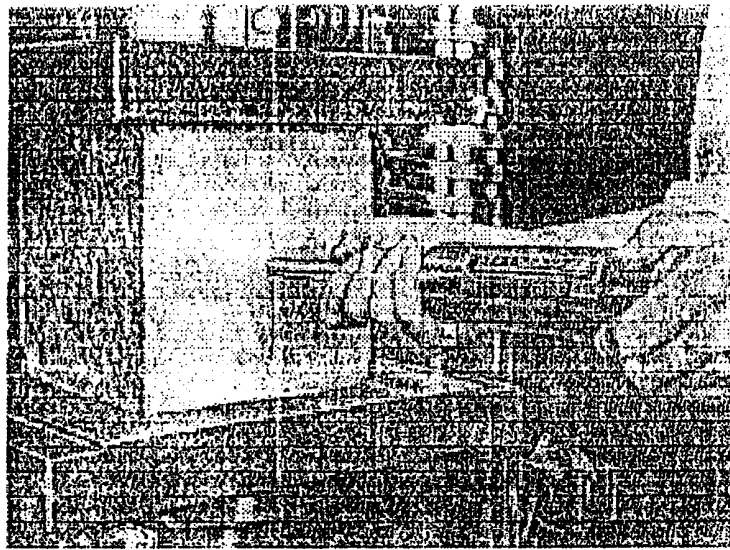
Jumlah BPG yang ditentukan sebagaimana diberikan diatas, akan dibayar pada harga penawaran per satuan pengukuran untuk jenis pembayaran yang terdaftar dibawah dan terlihat dalam jadual penawaran. Harga-harga dan penawaran semacam itu harus dianggap merupakan kompersasi penuh untuk penyediaan semua agregat dan semen, untuk pencampuran, penghamparan, perataan, pemadatan, perawatan, pengendalian mutu dan perlindungan BPG.

10. Bibliografi

US Army Corps. Of Engineer, *Guide Specification Roller Compacted Concrete Pavement for Roads, streets and parking lots*, Section 02520, 1984

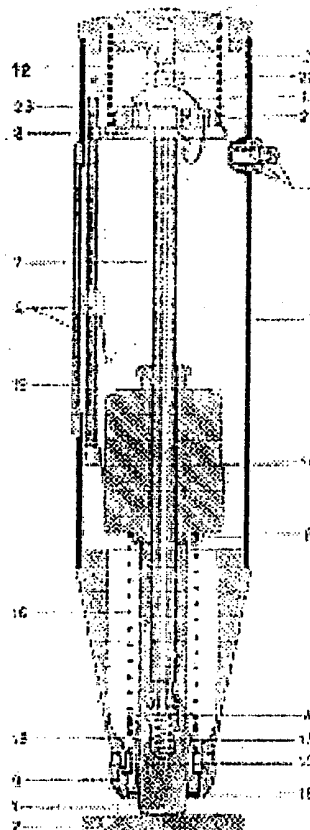
US Army Corps of Engineere, *Report of Roller Compacted Concrete Pevement Demonstration*, Fort Leewis, Washington, Aug 1985
ACI Committee 207, *Roller Compacted Concrete*, 1984

LAMPIRAN
Gambar Alat Uji Kekuatan BPG



Gambar 3 Alat Hammer untuk menguji mutu beton

1. Bagian alat tumbuk yang menempel ke contoh uji
2. Contoh uji
3. Tabung penutup hammer
4. Rider dengan batang pengarah
5. Kertas pencatat
6. Tombol penekan
7. Batang pengarah hammer
8. Dudukan alat
9. Penutup/pelindung ring
10. Dua buah ring
11. Penutup atas dari alat hammer
12. Per penahan gerakan tekan
13. Pawl
14. Beban Hammer
15. Per penahan
16. Per penumbuk
17. Pengarah penumbuk
18. Pembersih alat tumbuk
19. Lubang dengan penutup kaca berskala
20. Skrup pengencang alat
21. Bout pengunci
22. Pasak
23. Per pawl



Gambar 4 Detail Alat Hammer Jenis N