

Perkerasan Jalan Sejarah, Jenis, Kriteria

Definisi

Perkerasan Jalan → **Campuran** antara **agregat** (batuan dengan gradasi tertentu) dan **bahan pengikat**, yang dihamparkan dan **dipadatkan** di atas tanah dasar untuk melayani **beban lalu-lintas**.

Agregat?

Bahan Pengikat?

Sejarah Perkerasan Jalan

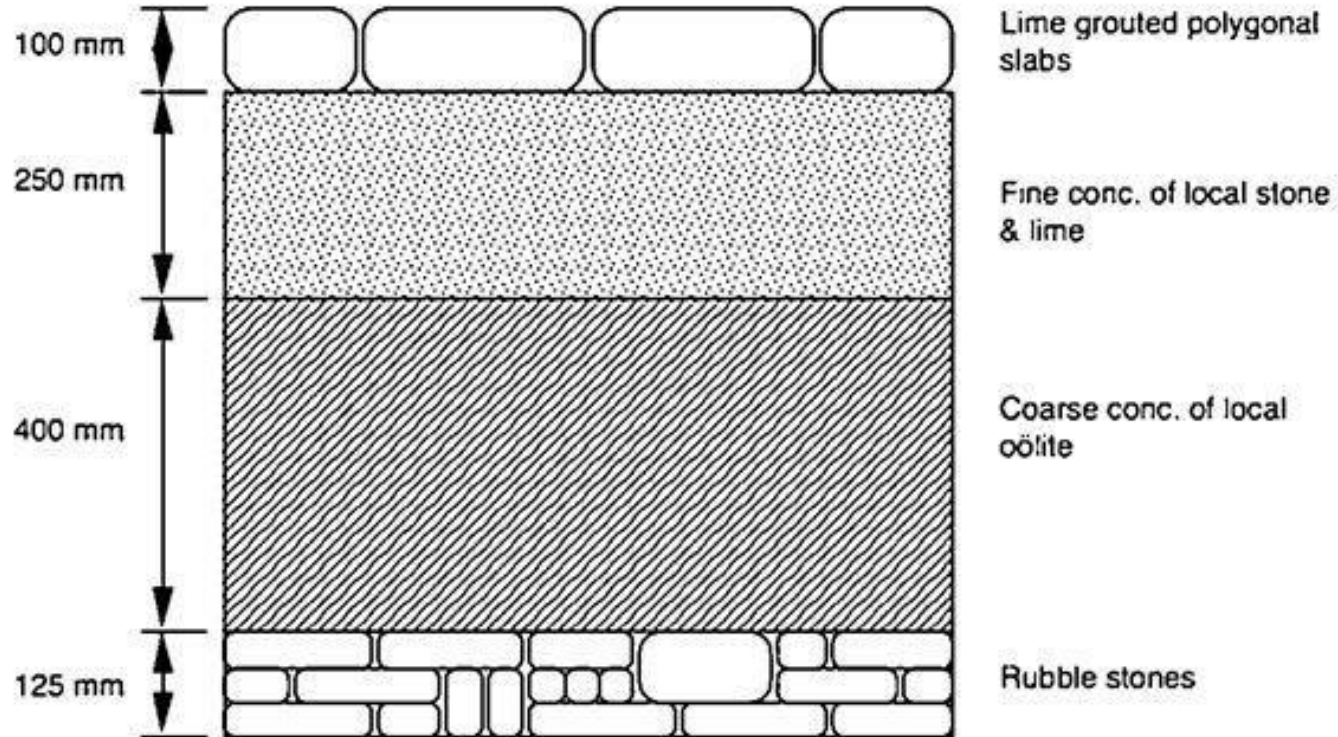
- **Romawi → Telford & Macadam → 150 tahun pertama pemakaian perkerasan.**
- **Sebelum Romawi (Tillson, 1900)?**
 - Bangsa **Punisia** (Tunisia) lebih dahulu membuat dan merawat jalan (600 SM), seperti tampak di kota **Kartago** (Carthage).
 - Dianggap sebagai ancaman, Romawi menghancurkan Kartago (146 SM), mengadopsi sistem perkerasannya.

...Sejarah Perkerasan Jalan



“Carthage - Ancient Roman paved” by Gian Marco Valente (www.dreamstime.com)

...Sejarah Perkerasan Jalan



<http://www.pavementinteractive.org/article/pavement-history/>

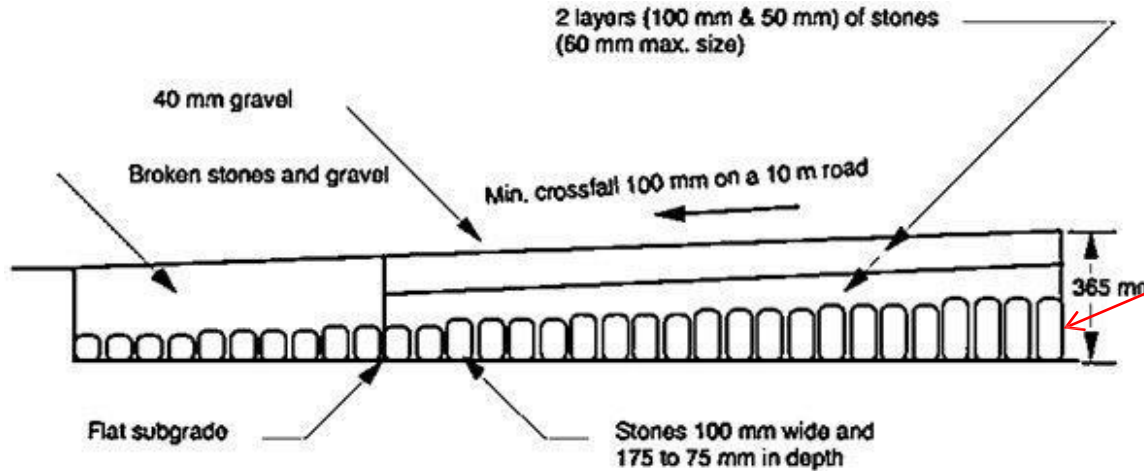
“All roads lead to Rome”

Romawi membangun jalan \pm 87.000 km

(sekitar 2 kali panjang jalan nasional Indonesia sekarang)

...Sejarah Perkerasan Jalan

- Thomas **Telford** (1757 – 1834)



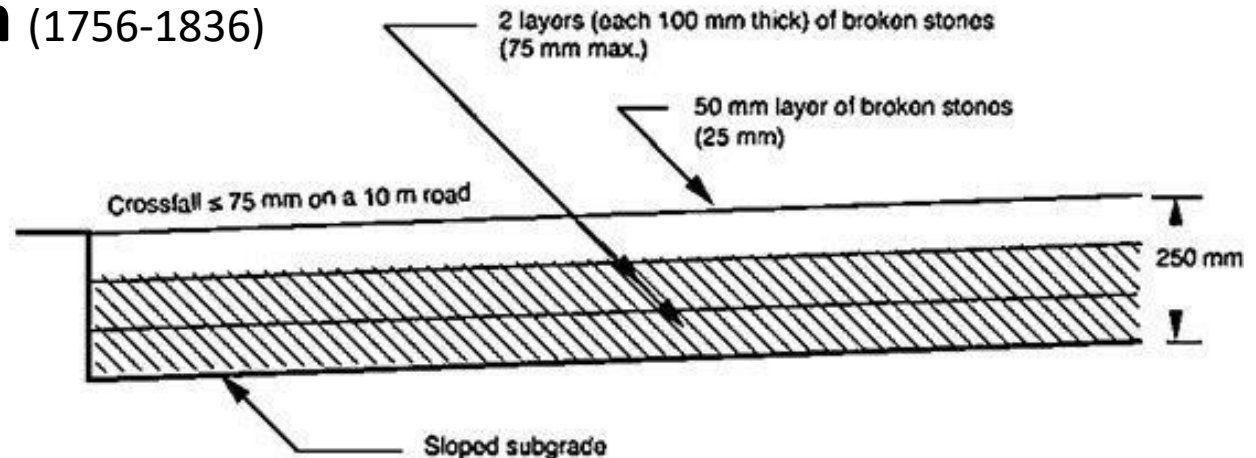
Batu disusun vertikal di atas tanah dasar → menaikkan kekuatan

Fondasi Telford

Kurang praktis dalam pelaksanaan

- John **McAdam** (1756-1836)

Hamparan batu pecah, tidak perlu disusun → kunci agregat menaikkan kekuatan



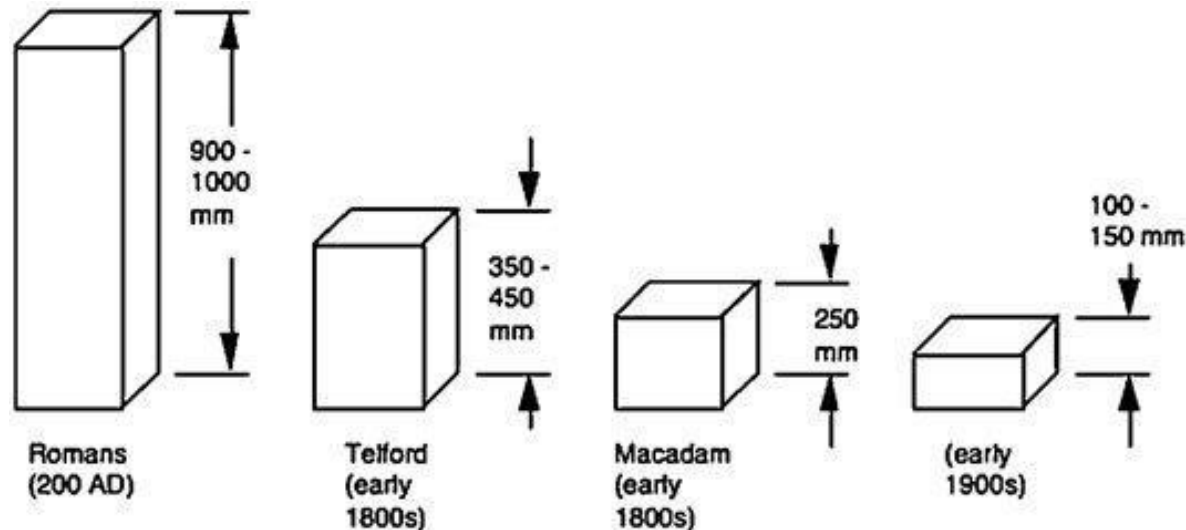
...Sejarah Perkerasan Jalan



<http://www.vaasphalt.org/wp-content/uploads/2013/05/early-road-building.jpg>

...Sejarah Perkerasan Jalan

Tren Ketebalan Perkerasan



<http://www.pavementinteractive.org/article/pavement-history/>

Sampai awal tahun 1900-an, desain perkerasan terus di-**standard**-kan dengan beberapa modifikasi sesuai keadaan tanah setempat.

Desain jalan macadam tergantung pada seberapa tahan material permukaan jalan agar tidak mudah tergerus (berdebu). Semakin cepat laju kendaraan, permukaan jalan semakin mudah rusak (Judson, 1908).

...Sejarah Perkerasan Jalan

- Indonesia? “De Grote Postweg (1808-1811)”



“De Grote Postweg” <http://media-kitlv.nl>



Tropenmuseum of the Royal Tropical Institute (KIT), <http://http://tropenmuseum.nl/>

...Sejarah Perkerasan Jalan

Awal Pemakaian Aspal

- Pemakaian aspal sebagai material konstruksi sebenarnya sudah dimulai sejak milenium ke 3 SM.
- Di Mahenjo Daro, Pakistan, ditemukan penampung air berbahan batu bata bertambalkan aspal.
- Masyarakat Lembah Sungai Indus, sudah membangun jalan dari bata yang direkatkan dengan bituna (aspal) agar tetap kering.
- Di akhir abad ke 19, seiring dengan maraknya penggunaan sepeda, pada 1824 dibangun jalan aspal namun dengan cara menaruh blok-blok aspal. Jalan bersejarah itu dapat disaksikan di Champ-Elysees, Paris, Perancis.

...Sejarah Perkerasan Jalan

...Awal Pemakaian Aspal



Champ-Elysess, Paris

Credit to Dan in Mars (<https://www.flickr.com/photos/daninmarseille/14170100056>)

Tar Macadam (**Tarmac**)

- Perkerasan macadam yang dilapisi **coal tar** (limbah sulingan batu bara) pertama dibuat di **Nottingham** (London Road) tahun 1848.



- *Tar* kemudian dipakai di Paris & Knoxville (AS).
- Awalnya *tar* dipakai secara **berlebihan** sehingga jalan tidak berumur panjang. Tapi di beberapa tempat, seperti Washington, *tar* dalam jumlah kecil (6%) ternyata mampu menghasilkan jalan yang bertahan lama.

Lapis Aspal (Sheet Asphalt)

- Lapis aspal yang diletakkan di atas fondasi jalan mulai populer di era pertengahan 1800-an, seperti yang dibuat di Paris 1858.
- Di AS, dibuat di Newark, New Jersey, tahun 1870, berupa lapisan permukaan setebal 40-50 mm (campuran aspal dan pasir), lapis pengikat (binder course) setebal 40mm (batu aspal dan batu pecah), dan lapis fondasi (base course) berupa beton semen atau blok bata/granit.
- Tebal lapis perkerasan sekitar 100-150mm tergantung beban lalu-lintas, kekuatan beton dan tanah dasar.

Perkerasan Bitumen (**Bitulithic Pavement**)

- Aspal campuran panas (**Hot Mix Asphalt - HMA**) diperkenalkan tahun 1901 dan 1903 oleh Frederick J. Warren, pemegang beberapa paten.
- Tipikal bitumen sekitar 6% dengan kandungan campuran yang rendah rongga udara (low air void). Rentang ukuran partikel agregat mulai dari halus (debu) sampai maksimum 75mm.



Pemakaian Awal Beton Semen

- Semen terbuat dari campuran mineral dan komposisi tertentu dari beberapa sumber batuan → Portland Cement Concrete (PCC). Diberi nama demikian setelah Portland Bill menemukan batuan kapur cocok dijadikan bahan pengikat.
- Semen Portland pertama diproduksi di Inggris tahun 1824.
- PCC pertama kali (1910) tidak digunakan sebagai sekaligus lapis permukaan, melainkan sebagai lapis pendukung untuk blok kayu, bata, batu susun (lapis permukaan). Hal ini disebabkan masih belum konsistennya spesifikasi dan cara pembuatan yang ada, sampai akhirnya kemudian dibuat proporsi volumetrik yang standard.
- Di tahun 1930, beberapa desain perkerasan PCC mulai diperkenalkan dan terus berkembang sampai sekarang.

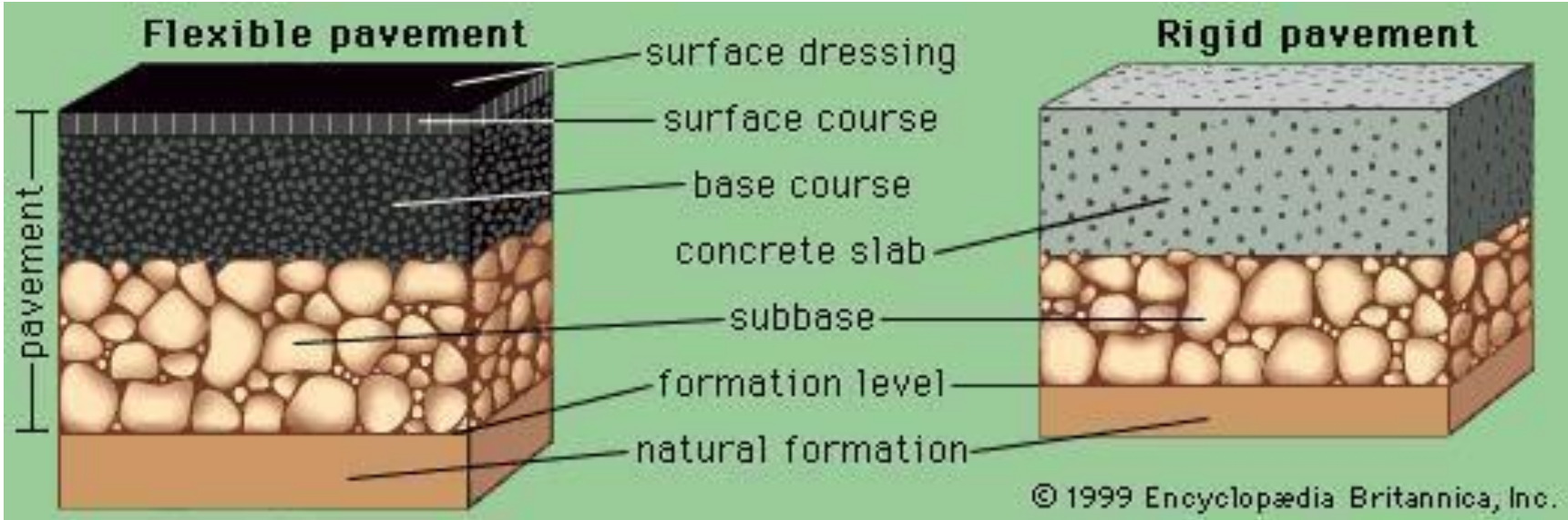
Jenis Lapisan Perkerasan

Perkerasan **Lentur** (**Flexible** Pavement)

Perkerasan **Kaku** (**Rigid** Pavement)

Perkerasan **Komposit** (Composite Pavement)

Bangunan Perkerasan Jalan



Perkerasan Lentur

Kriteria persyaratan

- Persyaratan Struktural
- Persyaratan Fungsional

Persyaratan **Struktural**

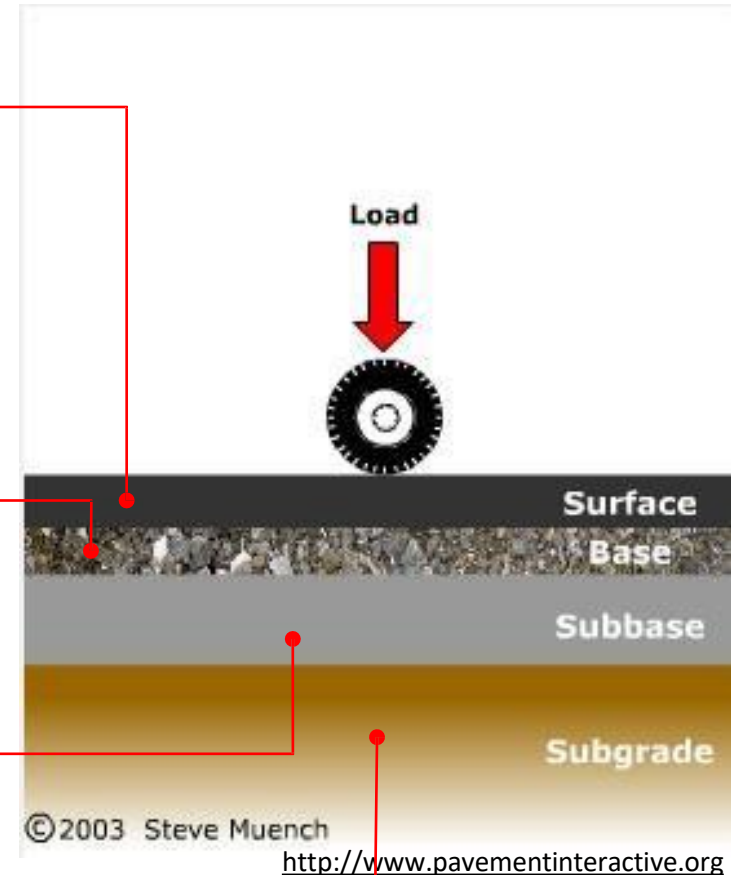
- **Ketebalan** yang **cukup** sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas ke tanah dasar
- **Kedap** terhadap **air**, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- **Permukaan** mudah **mengalirkan air**, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat dengan cepat dialirkan.
- **Konstruksi** harus cukup **kuat**, mampu memikul beban lalu lintas sehingga tidak mudah hancur.

Persyaratan **Fungsional**

- **Permukaan** yang **rata** , tidak bergelombang, dan tidak melendut.
- Permukaan tidak mengkilap, **tidak silau** jika kena sinar matahari atau lampu
- Permukaan **cukup kesat**, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan, sehingga tidak mudah tergelincir.

Tipikal Lapisan Perkerasan Lentur

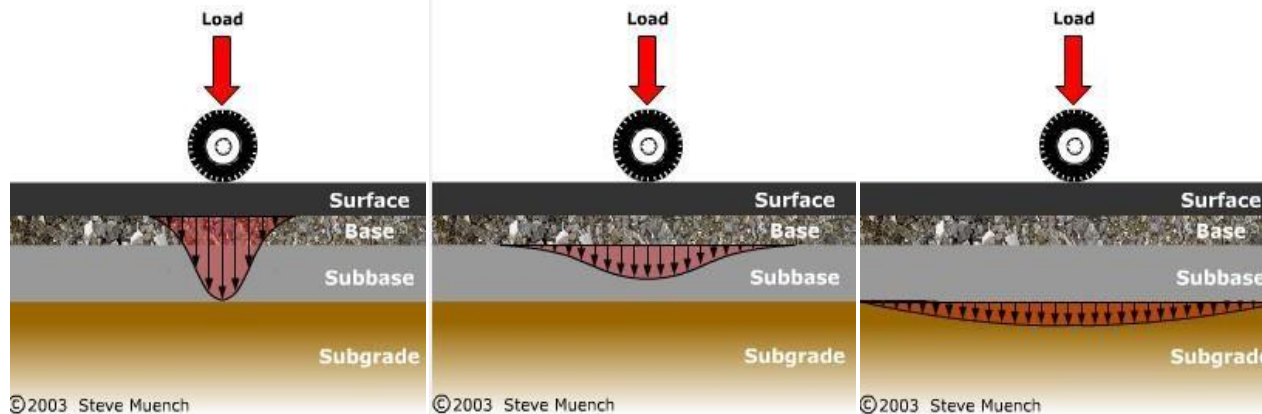
- Lapisan **permukaan** (surface course). Paling atas dan kontak langsung dengan beban lalu-lintas. Dapat terdiri dari beberapa sub-lapisan permukaan.
- Lapisan **fondasi atas** (base course). Umumnya berupa material agregat (distabilisasi ataupun tidak) atau dapat juga berupa material beton aspal.
- Lapisan **fondasi bawah** (subbase course). Tidak selalu dibutuhkan.
- Lapisan **tanah dasar** (subgrade).



Semakin ke bawah, lapisan perkerasan memiliki daya dukung dan harga material yang semakin rendah.

Karakteristik Perkerasan Lentur

- Struktur perkerasan secara **keseluruhan menanggung beban** dan dapat **melendut** (modulus elastisitas rendah).



- Setiap lapisan **menerima beban** dari lapis di atasnya, kemudian **menyebarkannya** ke lapisan di bawahnya.
- Pada umumnya menggunakan bahan **pengikat aspal** (bitumen).
- Tipikal **usia** rencana sampai dengan **20 tahun**. Dapat lebih untuk **perpetual** (*long-life*) *pavement*.

Lapisan **Permukaan** (surface course)

- Terletak paling atas, langsung **terkena beban roda**. Terbuat dari **material berkualitas terbaik** dibanding lapisan di bawahnya.
- Sebagai lapisan pemberi **friksi, kenyamanan berkendara**, dan **pengatur** tingkat **kebisingan**
- Memiliki fungsi **drainase**. Dapat **kedap** atau **menyerap air**, tergantung fungsi dan gradasi campuran. Material kedap air → mencegah masuknya air secara berlebihan ke lapisan di bawahnya (merusak). Material berongga tinggi → mengurangi genangan dan cipratan air.
- Terdiri dari lapisan **aus (wearing course)** dan lapisan **antara/pengikat (intermediate/binder course)**.

Jenis Lapisan Permukaan di Indonesia

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) / *Hot Roll Sheet* (HRS)

Lapis penutup/aus dari agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

Lapis Aspal Beton (Laston)

Terdiri dari aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

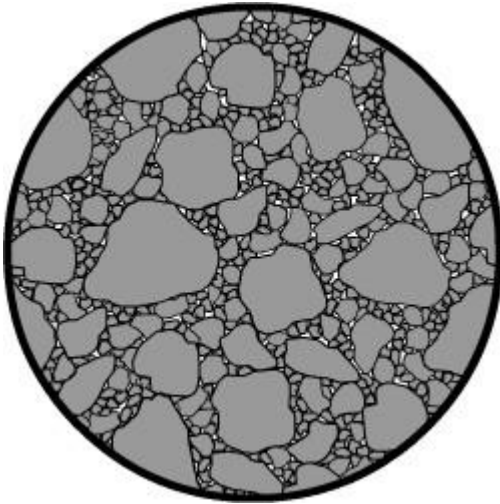
Asphalt Treated Base (ATB)

Formulasi untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan. Material lapisan ini hampir sama dengan campuran dari Laston.

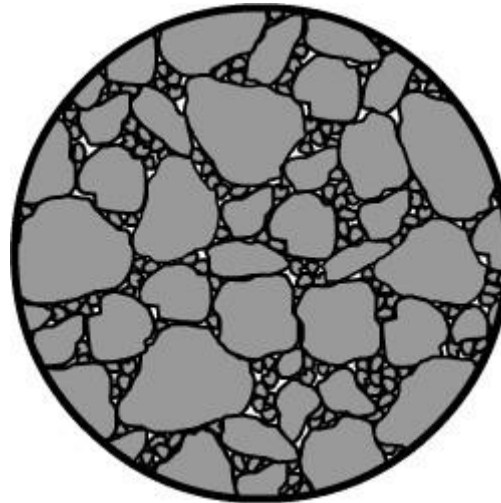
Lapis Penetrasi Macadam (Lapen)

Terdiri dari agregat pengunci bergradasi terbuka (*open graded*) dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atas dan dipadatkan lapis demi lapis.

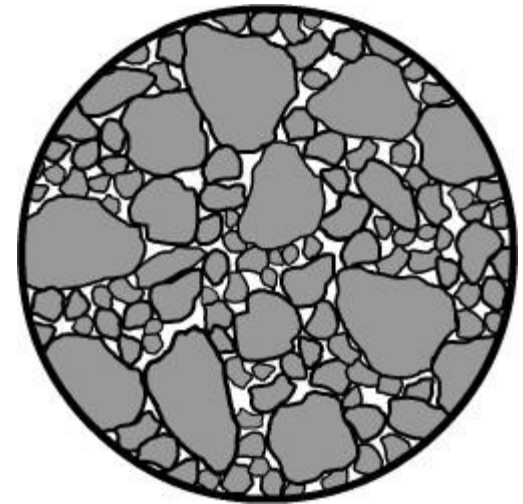
Beberapa Tipe Gradasi Butiran Lapisan Permukaan



gradasi **rapat**
dense graded



gradasi **timpang**
gap graded



gradasi **terbuka**
open graded

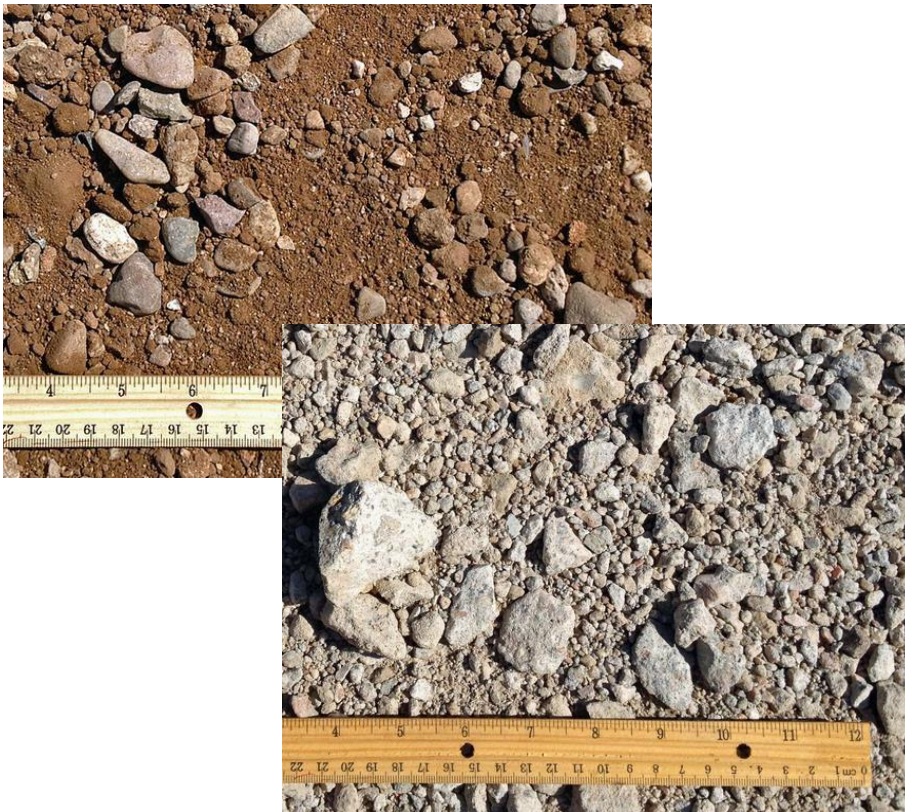
Lapisan **Fondasi Atas** (Base Course)

- Lapisan antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
- Bagian perkerasan yang **menahan gaya lintang** dari beban roda dalam **menyebarkan beban** ke lapisan bawahnya.
- Lapisan **peresapan** untuk lapisan pondasi bawah.

Material Fondasi Atas

- Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus kuat dan awet, mempunyai nilai **CBR minimum 50%** dan **indeks Plastisitas (PI) $\leq 4\%$** .

<https://leosentosa0.wordpress.com/>



<https://magnesiumkarbonat.wordpress.com/>

Syarat Lapisan Fondasi Atas

- **Mutu** bahan harus **sebaik mungkin** dimana tidak mengandung kotoran lumpur, bersisi tajam (angular) dan kaku.
- **Susunan gradasi** harus merupakan susunan yang **rapat**, artinya butiran batuan harus mempunyai susunan gradasi yang saling mengisi antara butiran agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus sehingga rongga semakin kecil.

Jenis Lapisan Fondasi Atas di Indonesia

- Batu pecah kelas A, B atau kelas C
- Tanah (pasir kelempungan)
- Lapis aspal beton (AC/ATB).
- Stabilitas agregat dengan semen/kapur/aspal
- Penetrasi Macadam (Lapen).

Lapisan **Fondasi Bawah** (Sub Base Course)

- Lapisan antara lapisan fondasi atas dan tanah dasar, **menyebarkan beban** roda ke **tanah dasar**. Tidak selalu harus ada.
- **Effisiensi** penggunaan material. Material fondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan di atasnya.
- **Mengurangi tebal** lapisan di atasnya yang lebih mahal.
- Lapis **peresapan**, agar air tanah tidak berkumpul di fondasi.
- **Lantai kerja** pekerjaan lapisan perkerasan di atasnya.

Persyaratan Material Pondasi Bawah

- Material yang digunakan untuk lapisan pondasi bawah umumnya harus nilai **CBR** minimum **20%** dan indeks Plastisitas (**PI**) \leq **10%**.

Jenis lapisan Fondasi Bawah di Indonesia

- **Pasir dan batu (Sirtu) kelas A, B atau kelas C.**
- **Tanah (pasir kelempungan).**
- **Lapis aspal beton (Laston).**
- **Agregat terstabilisasi semen/kapur.**
- **Tanah terstabilisasi semen/kapur.**

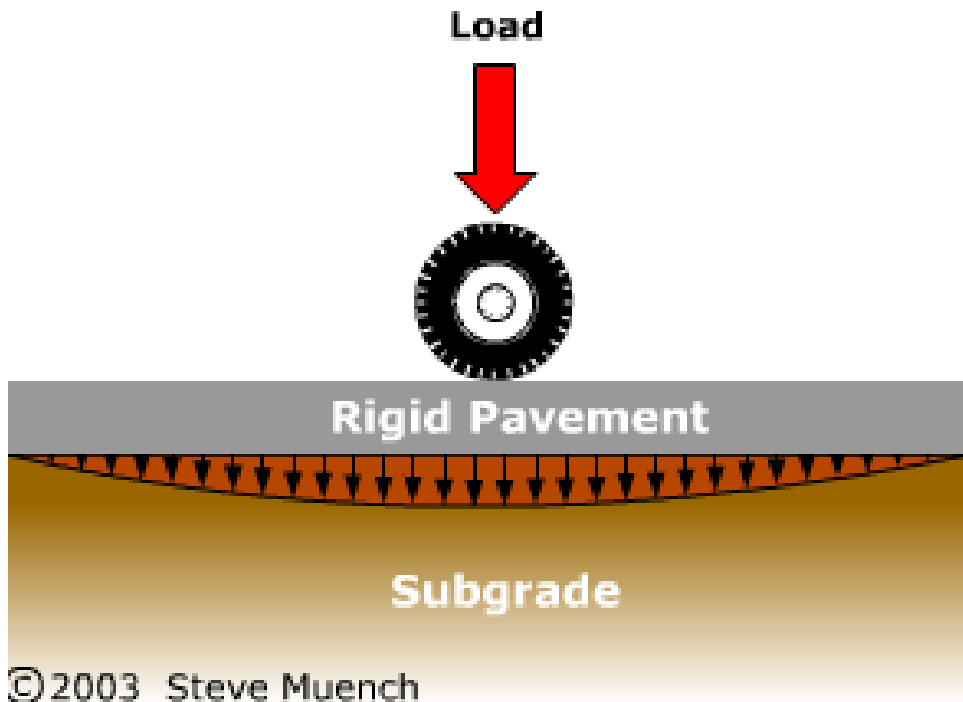
Tanah Dasar (sub-grade)

- **Permukaan tanah asli, galian atau timbunan** yang dipadatkan.
- dan merupakan bagian lapisan **paling bawah** dari lapisan perkerasan.
- Rata-rata persyaratan **CBR** yang di kehendaki dalam perencanaan perkerasan **>3%**.
- **Bagian dari konstruksi perkerasan yang menerima seluruh pembebanan yang terjadi di atasnya.**
- **Merupakan permukaan dasar untuk perletakan elemen-elemen perkerasan.**
- **Merupakan bentuk dasar dari lapisan perkerasan.**

Masalah Umum Tanah Dasar

- **Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.**
- **Sifat pengembangan dan penyusutan dari tanah tertentu (ekspansif) akibat perubahan kadar air.**
- **Daya dukung tanah yang tidak merata.**
- **Lendutan selama dan sesudah pembebanan lalu lintas terjadi.**

Perkerasan Kaku



Lapisan Perkerasan Beton Semen

Lapisan Fondasi(base)

Lapisan Tanah Dasar

Karakteristik Perkerasan Kaku

- Bersifat kaku karena yang digunakan sebagai perkerasan dari beton.
- Digunakan pada jalan yang mempunyai lalu lintas dan beban muatan tinggi.
- Kekuatan beton sebagai dasar perhitungan tebal perkerasan.
- Usia rencana bisa lebih 20 tahun.

Pekerjaan Perkerasan Jalan

- Lokasi pekerjaan tersebar sepanjang jalan
- Pekerjaan utama :
 - Pekerjaan tanah
 - Pekerjaan struktur perkerasan jalan
 - Perkerasan lentur
 - Perkerasan kaku
 - Pekerjaan bangunan pelengkap jalan

Usaha Untuk Menciptakan Konstruksi jalan Yang memenuhi Syarat

1. Perencanaan tebal masing-masing lapisan perkerasan

- Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang dipikul, keadaan lingkungan, jenis lapisan yang dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan cara-cara perhitungan yang ada.

2. Analisa campuran bahan

- Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.

3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan

- Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat belumlah dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang diinginkan.