



Penetration (ASTM D 5)

Penetration mengukur rintangan bitumen apabila ditusuk oleh jarum 100 g selama 5 saat pada suhu 25 °C. Jika bitumen lebih lembut, penetration akan lebih tinggi dan sebaliknya.

1.0 Objektif

Untuk menentukan nilai penetration bitumen supaya bitumen dapat dikelaskan mengikut gred piawai penetration.

2.0 Ujian

2.1 Peralatan

- a. Penetrometer.
- b. Jarum penetration.
- c. Penetration cup.

Bagi penetration < 200, guna cup kecil garispusat 55 mm, kedalaman 35 mm. Bagi penetration 200 – 350, guna cup besar garispusat 70 mm, kedalaman 45 mm.

- d. Water bath.
- e. Transfer dish.

2.2 Penyediaan sampel

- a. Panaskan sampel pada suhu tidak melebihi 90 °C dari jangkaan suhu softening point, (contoh; jangkaan suhu softening point 50 °C. Oleh itu, suhu pemanasan tidak boleh melebihi 50 °C + 90 °C i.e. 140 °C) dan tidak lebih dari 30 minit.
- b. Tuang sampel ke dalam cup. Kedalaman sampel di dalam cup hendaklah tidak kurang dari 10 mm melebihi kedalaman jarum dijangka menusuk sampel. Elak sampel dari terdedah kepada habuk; cara paling senang ialah tutup dengan beaker atau simpan sampel di dalam dessicator.
- c. Biarkan sampel sejuk selama 1 – 1 ½ jam untuk cup kecil, 1 ½ – 2 jam untuk cup besar.
- d. Masukkan sampel bersama transfer dish (jika digunakan*) ke dalam water bath pada suhu 25 °C.
- e. Biarkan selama 1 – 1 ½ jam untuk cup kecil, 1 ½ – 2 jam untuk cup besar.



2.3 Prosedur

- Periksa dan pastikan jarum berada dalam keadaan bersih.
- Pasang jarum pada penetrometer (jumlah berat bersama shaft 100 ± 0.1 g).
- Keluarkan sampel dari water bath, dan letak di atas platform penetrometer (jika transfer dish tidak digunakan).
- Pindah sampel bersama transfer dish (jika digunakan*) ke atas platform penetrometer.
- Set kedudukan jarum sehingga hujungnya mencecah permukaan sampel.
- Set dial penetrometer pada bacaan 0.
- Mulakan ujian (tekan butang). Ketika itu, jarum dilepaskan dan jatuh ke bawah oleh daya tarikan graviti dan dibiarkan menusuk ke dalam bitumen selama 5 saat (jarum akan berhenti bergerak secara automatik selepas 5 saat). Buat sekurang-kurangnya 3 tusukan.
- Ubah kedudukan jarum sehingga tidak kurang dari 10 mm dari kedudukan sebelumnya setiap kali ujian diulang. Kedudukan jarum juga hendaklah lebih dari 10 mm dari tepi cup (tidak boleh terlalu hampir dengan tepi cup).
- Tukar air di dalam transfer dish atau masukkan kembali sampel ke dalam water bath sebelum setiap kali ujian diulang.
- Lap jarum dengan kain atau kapas yang dibasahi sedikit dengan methylene chloride sebelum ulang ujian. Elak guna petrol, diesel atau minyak pelincir.

***Nota:** Terdapat dua (2) cara seperti diterangkan dalam ASTM D 5;

- Penetrometer dan sampel diletakkan di dalam water bath,
 - Penetrometer di luar water bath, sampel diletakkan di dalam transfer dish.
- Pengarang berpendapat boleh abaikan transfer dish jika makmal dipasang pendingin hawa dengan suhu ditetapkan pada 25°C dan tusukan dibuat seberapa segera.

3.0 Keputusan Ujian

- Sekurang-kurangnya 3 nilai penetration dilaporkan.
- Perbezaan nilai penetration tertinggi dan terendah yang dibenarkan adalah seperti Jadual 1.

Penetration	0 - 49	50 - 149	150 - 249	≥ 250
Perbezaan maksimum	2	4	6	8

Jadual 1: Perbezaan maksimum nilai penetration.



4.0 Punca Kesilapan

Antara punca kesilapan semasa melaksanakan ujian ini yang boleh menjejaskan keputusan ujian ialah:

- a. Sampel
 - Cara sediakan sampel (suhu dan tempoh pemanasan, tempoh di dalam water bath, dan sebagainya) tidak betul.
- b. Jarum
 - Tidak bersih.
 - Bengkok.
 - Tumpul.
 - Berat (bersama shaft) tidak tepat (100 ± 0.1 g).
- c. Suhu air tidak tepat ($25 \pm 0.1^\circ\text{C}$).
- d. Masa tusukan tidak tepat (5 ± 0.1 saat).
- e. Jarum dicuci dengan petrol, diesel, minyak pelincir atau bahan seumpamanya yang lebih lambat kering berbanding methylene chloride.

5.0 Kelebihan dan Kekurangan Ujian

Kelebihan ujian penetration ialah:

- a. Ujian dibuat pada suhu 25°C , hampir dengan suhu purata turapan jalan bagi sesetengah negara.
- b. Boleh digunakan untuk menilai temperature susceptibility (kecenderungan bitumen untuk menjadi lebih lembut atau keras apabila suhu dinaikkan atau diturunkan) dari dua nilai penetration pada suhu berbeza.
- c. Ujian tidak mengambil masa yang lama, dan kos peralatan ujian adalah murah. Boleh dilaksanakan di tapak.
- d. Boleh digunakan untuk mengesan pencemaran bitumen [jika sengaja dicampurkan dengan bahan yang boleh melembut (seperti minyak hitam terpakai) atau mengeraskan (seperti serbuk halus) bitumen].
- e. Had perbezaan keputusan ujian (repeatability dan reproducibility) telah sedia ditetapkan.

Kekurangan ujian penetration ialah:

- a. Ujian adalah empirical, tidak menilai kelikatan bitumen dalam unit asas sepertimana ujian viscosity.
- b. Kadar ricih (shear rate) yang dikenakan semasa ujian berbeza-beza (bergantung pada kelikatan bitumen) dan lebih tinggi dari keadaan sebenar di tapak.
- c. Tidak boleh memberi indikasi suhu pembancuhan dan pemadatan asphalt.
- d. Tidak memberi nilai viscosity yang boleh digunakan bagi menentukan suhu pembancuhan dan pemadatan asphalt.



6.0 Repeatability dan Reproducibility

a. Repeatability (single-operator precision)

Had perbezaan keputusan ujian oleh pelaksana ujian yang sama apabila ujian diulang (keseluruhan proses penyediaan sampel (2.2) dan prosedur ujian (2.3) diulang) ke atas sampel yang sama ialah 3% (bagi bitumen penetration grade 50 ke atas seperti penetration grade 60 – 70 yang dipakai di Malaysia).

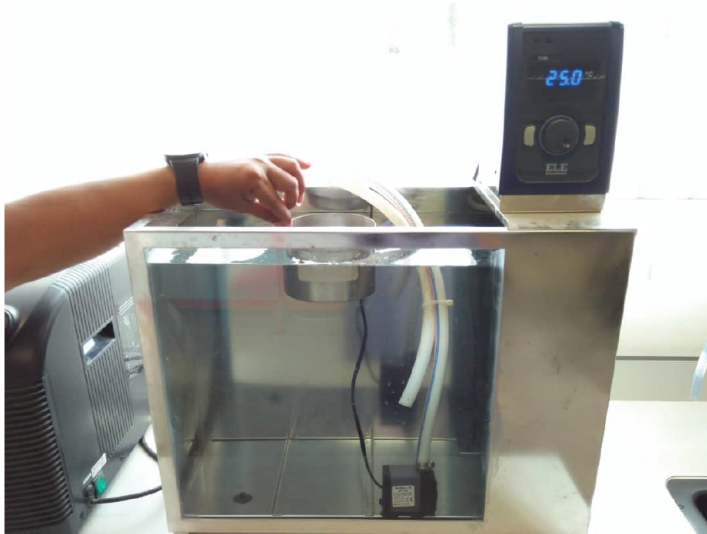
b. Reproducibility (multi-laboratory precision)

Had perbezaan keputusan ujian oleh pelaksana ujian yang berbeza dari makmal yang berbeza ialah 8% (bagi bitumen penetration grade 50 ke atas seperti penetration grade 60 – 70 yang dipakai di Malaysia).

7.0 Ketetapan SPJ dan MS 124

Penetration 60 – 70 x 0.1 mm bagi bitumen penetration gred 60 – 70.

8.0 Gambar Prosedur Ujian



Masukkan sampel bersama transfer dish (jika digunakan) ke dalam water bath pada suhu 25 °C.



Pasang jarum pada shaft.



Set kedudukan jarum tidak kurang 10 mm dari tepi cup dan di antara setiap titik tusukan.



Set kedudukan hujung jarum sehingga menyentuh permukaan bitumen.