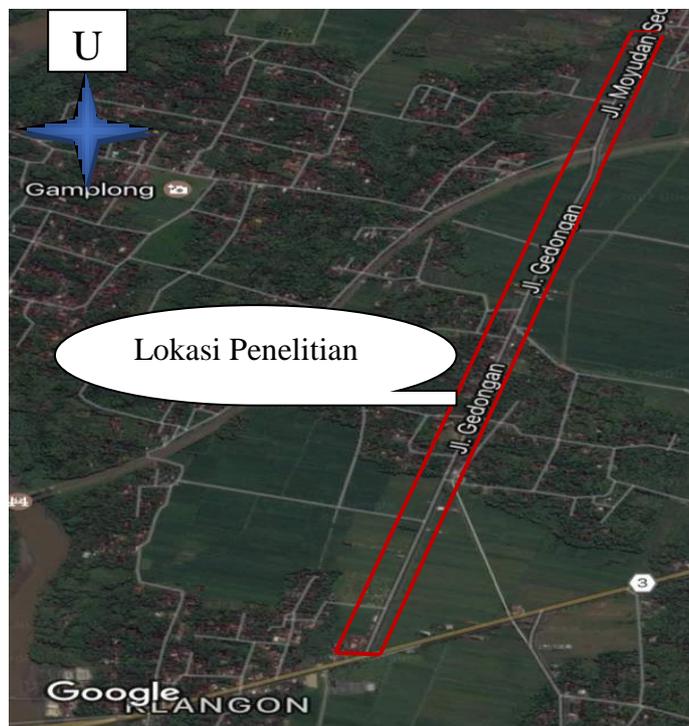


BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

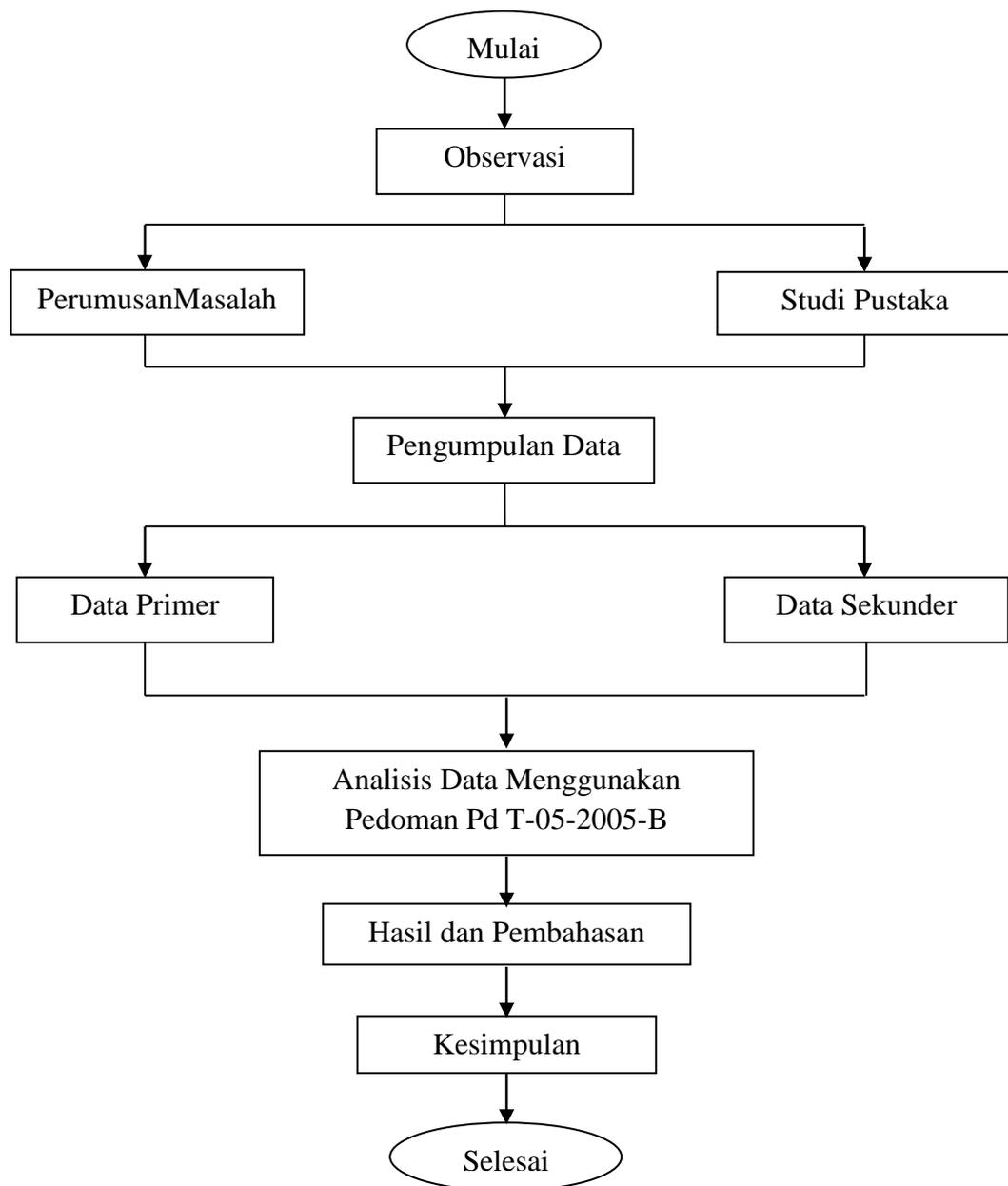
Lokasi penelitian ini pada ruas jalan Klangon-Tempel Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewah Yogyakarta yaitu sepanjang 2 km dimulai dari Km 16+200 Sampai Km 18+200. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 19-20 April, pertimbangan yang diambil berdasarkan kondisi di lapangan dan cuaca.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian lendutan pada perkerasan lentur menggunakan alat *Benkelman Beam* ini ada beberapa tahapan yang akan diuraikan melalui bagan alir pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan alir penelitian

1. Observasi atau Studi Lapangan

Observasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada di lokasi penelitian tepatnya ruas jalan klangon-tempel serta mencari informasi data-data apa saja yang akan dibutuhkan untuk memecahkan masalah

2. Perumusan Masalah

Langkah ini dilakukan dengan mencari masukan terhadap masalah yang akan diteliti setelah melakukan observasi. Dalam hal ini peneliti merumuskan

bahwa seberapa besar lendutan yang terjadi serta menganalisis tebal lapis tambah yang sesuai dengan ruas jalan klangon-tempel

3. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang relevan dengan topik supaya diperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Adapun teori-teori yang mendukung penelitian ini adalah tentang pengertian dan klasifikasi jalan, perkerasan jalan dan pedoman perencanaan tebal lapis tambah menggunakan alat *Benkelman Beam*

4. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dimaksudkan mengumpulkan data-data yang berkaitan dan dibutuhkan dalam perencanaan tebal lapis tambah sehingga dalam menganalisis data nantinya bisa berjalan lancar. Data-data yang dimaksud adalah data primer dan data sekunder tentang ruas jalan klangon-tempel

5. Tahap Analisis Data

Data-data yang sudah didapat baik itu data primer maupun data sekunder maka akan dilakukan proses analisis menggunakan Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Menggunakan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B

6. Hasil dan Pembahasan

Tahap ini adalah tahap dimana data-data yang dianalisis sudah mendapatkan hasil dan kemudian hasil tersebut akan didiskusikan sesuai pedoman Pd T-05-2005-B, apakah hasil tersebut layak untuk dijadikan acuan untuk melakukan perencanaan tebal lapis tambah. Jika sesuai maka seberapa tebal lapis tambah yang akan dibutuhkan untuk ruas klangon-tempel

C. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data-data yang didapat berdasarkan penelitian di lapangan saat pengujian seperti:

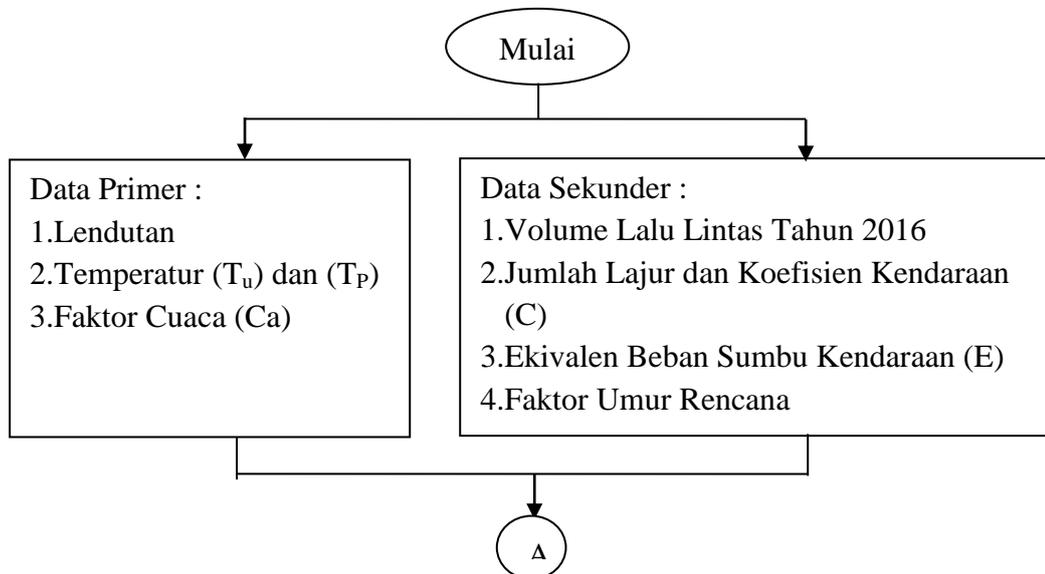
a. Data lendutan

- 1) d_1 = Lendutan saat pembacaan awal
- 2) d_2 = Lendutan saat beban berapa 40 cm dari titik awal

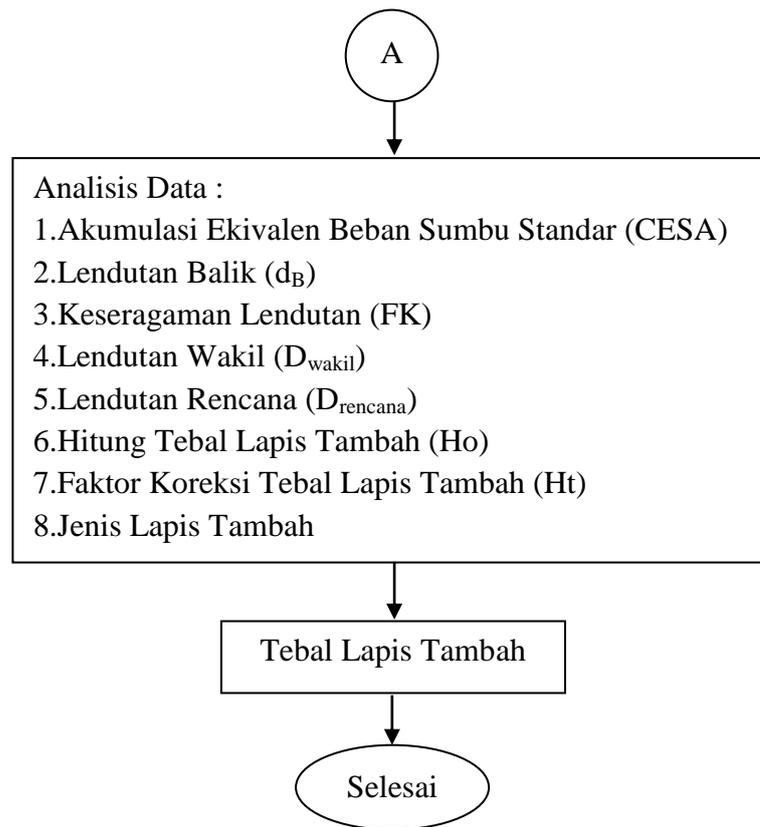
- 3) d_3 = Lendutan saat beban berada 6 m dari titik awal
- b. Data temperatur
- 1) T_p = Temperatur Permukaan ($^{\circ}\text{C}$)
 - 2) T_u = Temperatur Udara ($^{\circ}\text{C}$)
2. Data Sekunder
- Data sekunder didapat berdasarkan observasi ke dinas-dinas terkait yang berhubungan dengan data yang akan dibutuhkan yaitu dinas PUPESDM divisi Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan, Bina Marga, DIY. Adapun data yang didapat yaitu:
- a. Data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) tahun 2016
 - b. Data Kelas dan Fungsi Jalan
 - c. Data struktur perkerasan beraspal (*existing*)

D. Analisis Data

Tahap analisis ini menggunakan pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan Pd T-05-2005-B. beberapa tahapan akan diuraikan melalui bagan alir pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Bagan alir tahap penelitian



Gambar 4.3 Lanjutan bagan alir tahap analisis

1. Analisis Data

- a. Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan Standar (CESA) selama umur rencana, dapat dihitung menggunakan persamaan 3.1
- b. Lendutan Balik (d_B) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.8
- c. Keseragaman Lendutan (FK), perhitungan berdasarkan panjang seksi maka harus di pertimbangkan keseragaman lendutan. Dapat dihitung dengan persamaan 3.13
- d. Lendutan Wakil (D_{wakil}), yaitu lendutan yang mewakili setiap segmen jalan. Status jalan dalam penelitian ini adalah jalan kolektor maka di hitung dengan persamaan 3.17
- e. Lendutan Rencana (D_{rencana}), yaitu lendutan yang didesain untuk lendutan yang akan datang sesuai umur rencana. Digunakan persamaan 3.20
- f. Tebal Lapis Tambah (H_o) yang akan dibutuhkan dapat di hitung dengan persamaan 3.21

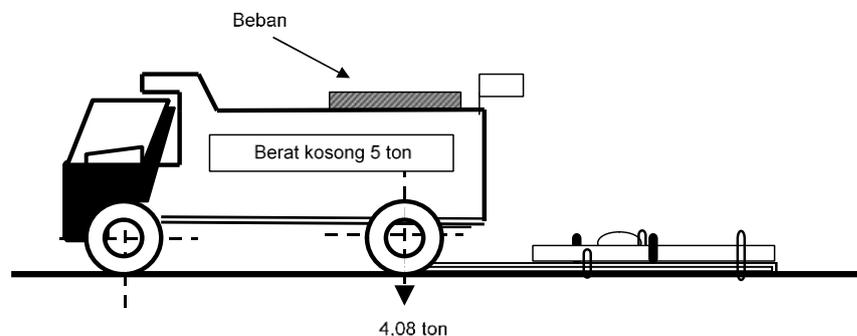
- g. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah (Ht) karena setiap wilayah mempunyai temperature tahunan rata-rata berbeda makanya perlu faktor koreksi dengan persamaan 3.23
- h. Jenis Lapis Tambah pada pedoman Pd T-05-2005-B merupakan jenis Laston makanya perlu dilakukan koreksi jika menggunakan jenis lapis tambah lainnya dengan persamaan 3.24

E. Prosedur Pengukuran

1. Peralatan Untuk Melakukan Pengujian

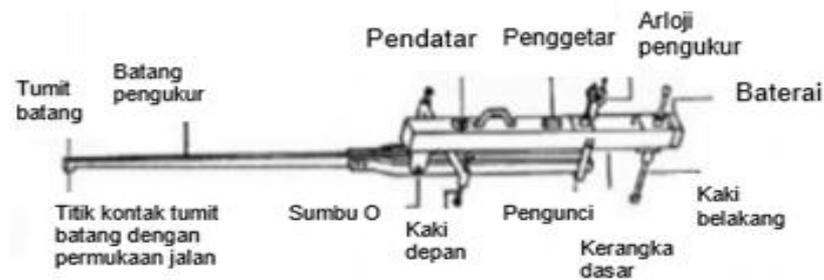
Alat-alat yang digunakan untuk pengujian di lapangan adalah:

a. Truk dengan spesifikasi standar



Gambar 4.4 Spesifikasi truk standar

- 1) Berat kosong truk ($5 \pm 0,1$) ton.
 - 2) Jumlah as 2 buah, dengan roda belakang ganda.
 - 3) Beban masing-masing roda belakang ganda ($4,08 \pm 0,045$) ton atau beban gandar 8,16 ton.
 - 4) Ban dalam kondisi baik dan dari jenis kembang halus (*zig-zag*) dengan ukuran: 25,4 cm \times 50,8 cm atau 10 inci \times 20 inci, 12 *ply*.
 - 5) Tekanan angin ban ($5,5 \pm 0,07$) kg/cm² atau (80 ± 1) psi.
 - 6) Jarak sisi antara kedua bidang kontak ban pada permukaan jalan antara 10 cm sampai dengan 15 cm.
- b. Alat Benkelman Beam terdiri dari dua batang dengan panjang total ($366 \pm 0,16$) cm, yang terbagi menjadi dua bagian dengan perbandingan 1:2 oleh sumbu O (lihat Gambar 3.2), dengan perlengkapan sebagai berikut:



Gambar 4.5 Bagian-bagian Alat *Benkelman Beam*

- 2) Arloji pengukur (*dial gauge*), berskala mm dengan ketelitian 0,025 mm atau dengan ketelitian yang lebih baik.
 - 3) Alat penggetar (*buzzer*).
 - 4) Alat pendatar (*waterpass*).
- c. Alat penyyetel *Benkelman Beam* yang terdiri dari:
- 1) Pelat landasan (L) untuk landasan pelat penysetel dan tiang arloji pengukur.
 - 2) Pelat penysetel (T) yang dapat turun naik pada salah satu sisi (S).
 - 3) engsel (E) untuk menghubungkan pelat landasan (L) dan pelat penysetel (T).
 - 4) Sekrup pengatur (SP1) untuk mengatur pelat landasan (L) dalam kedudukan yang stabil.
 - 5) Sekrup pengatur (SP2), untuk menggerakkan pelat penysetel (T) turun naik pada bagian sisi (S), yang dihubungkan oleh engsel (E).
 - 6) Tiang (TA), untuk kedudukan arloji pengukur alat penysetel.
 - 7) Arloji pengukur alat penysetel (AP1).
- a. Peralatan pengukur temperatur yang terdiri dari:
- 1) Termometer udara dan termometer permukaan: kapasitas 80°C, dengan ketelitian 1°C
 - 2) Alat-alat penggali sederhana, pahat dan palu.
 - 3) Payung atau alat pelindung lainnya terhadap sinar matahari.
- b. Formulir-formulir lapangan dan *handboard*.
- c. Minyak arloji pengukur dan alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur.
- d. Perlengkapan keamanan bagi petugas pengujian

e. Kamera untuk foto dokumentasi.

2. Personil

Adapun personil yang dibutuhkan pada saat pengujian di lapangan adalah:

- a. Dua orang petugas pengamanan lalu lintas dari sisi belakang dan depan truk
- b. Satu orang pengemudi truk.
- c. Dua orang operator alat *Benkelman Beam*.
- d. Satu orang pencatat hasil pembacaan dari alat *Benkelman Beam*
- e. Satu orang yang menguji temperatur dan mencatatnya

3. Pengukuran Lendutan

Ada tiga jenis pengukuran lendutan yang dilakukan yaitu pengukuran lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok dan cekung lendutan.

a. Pengukuran lendutan balik maksimum

- 1) Menentukan titik pengujian jalan tanpa median atau dengan median atau disesuaikan dengan kebutuhan.
- 2) Kemudian memberi tanda pada permukaan jalan yang akan diuji dengan tanda plus (+) dengan kapur tulis.
- 3) Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut, apabila yang diuji ada disebelah kiri sebuah jalur maka yang dipusatkan adalah ban ganda kiri, apabila yang akan diuji adalah kiri dan kanan pada suatu jalur maka yang dipusatkan pada titik-titik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan ban ganda kanan.
- 4) Tumit batang (*beam toe*) *Benkelman Beam* diselipkan di tengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang *Benkelman Beam* masih dalam keadaan terkunci.
- 5) Ketiga kaki *Benkelman Beam* diatur sampai keadaan datar (*waterpass*).
- 6) Kunci *Benkelman Beam* dilepaskan, sehingga batang *Benkelman Beam* dapat digerakkan turun naik.
- 7) Mengatur batang arloji pengukur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari batang belakang.
- 8) Nyalakan penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.

- 9) Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, kemudian mencatat hasil pembacaan ini sebagai pembacaan awal.
 - 10) Kemudian jalankan truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 m. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, mencatat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.
 - 11) Mencatat temperatur permukaan jalan (t_p) dan temperatur udara (t_u) pada tiap titik pengujian, temperatur tengah (t_t) dan temperatur bawah (t_b) bila perlu dicatat setiap dua jam.
 - 12) Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 (empat) jam dan dibuat selalu $(5,5 \pm 0,07) \text{ kg/cm}^2$ atau $(80 \pm 1) \text{ psi}$.
 - 13) Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
 - 14) Periksa dan catat tebal lapis permukaan, serta data lain yang diperlukan.
- b. Pengukuran lendutan balik titik belok
- 1) Menentukan titik pengujian jalan tanpa median atau dengan median, sama dengan cara mengukur lendutan balik maksimum atau disesuaikan dengan kebutuhan.
 - 2) Kemudian memberi tanda pada permukaan jalan yang akan diuji dengan tanda plus (+) dengan kapur tulis.
 - 3) Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan, apabila yang diuji sebelah kiri sebuah jalan maka yang dipusatkan ialah ban ganda kiri, apabila yang diuji adalah kiri dan kanan pada suatu jalur maka yang dipusatkan pada titik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan ban ganda kanan.
 - 4) Tumit batang (*beam toe*) *Benkelman Beam* diselipkan di tengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat dibawah pusat muatan sumbu ganda dan batang *Benkelman Beam* sejajar dengan arah truk, dengan *Benkelman Beam* masih dalam keadaan terkunci.

- 5) Ketiga kaki sehingga *Benkelman Beam* diatur dalam keadaan datar dengan *waterpass*.
- 6) Kunci *Benkelman Beam* dilepaskan, sehingga batang *Benkelman Beam* dapat digerakkan turun naik.
- 7) Mengatur batang arloji pengukur sehingga bersinggungan dengan bagian atas dari batang belakang.
- 8) Mengatur penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.
- 9) Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.
- 10) Truk perlahan-lahan dimajukan ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 0,30 m untuk penetrasi asbuton dan laburan, sejauh 0,40 m untuk beton aspal. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, kemudian mencatat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.
- 11) Truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 m dari titik awal pengujian. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit, mencatat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.
- 12) Mencatat temperatur permukaan jalan (t_p) dan temperatur udara (t_u) tiap titik pengujian, temperatur tengah (t_t) dan temperatur bawah (t_b) bila perlu dicatat setiap 2 (dua) jam.
- 13) Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 (empat) jam dan dibuat selalu $(5,5 \pm 0,07) \text{ kg/cm}^2$ atau $(80 \pm 1) \text{ psi}$.
- 14) Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
- 15) Periksa dan mencatat tebal lapis permukaan, serta data lain yang diperlukan.

c. Pengukuran cekung lendutan

- 1) Menentukan titik pengujian, pengujian pada umumnya dilakukan pada titik-titik lendutan balik yang memerlukan data tambahan, atau disesuaikan dengan kebutuhan.
- 2) Kemudian titik pengujian pada permukaan jalan diberi tanda (+) dengan kapur tulis.
- 3) Truk di tempatkan di depan titik pengujian sejauh 6 m dari titik pengujian
- 4) Kemudian meletakkan tumit batang (*beam toe*) *Benkelman Beam* pada titik yang akan diuji:
 - a) Memeriksa kedudukan batang sehingga as jalan dan kaki batang terletak pada landasan yang stabil/mantap.
 - b) Mengatur jarum arloji pengukur pada angka nol.
- 5) Pada permukaan jalan diberi tanda mulai dari titik kontak batang, dengan jarak 10 cm, 20cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 70 cm,100 cm, 150 cm, 200 cm, dan 600 cm arah ke muka.
- 6) Truk mulai dijalankan mundur perlahan-lahan sehingga tumit batang terselip di antara salah satu ban ganda belakang dan truk berhenti pada saat pusat muatan ban ganda belakang berada di atas titik kontak belakang.
- 7) Saat truk berjalan mundur maka dipastikan kontak batang masuk diantara ban ganda, jika tidak tepat maka truk dijalankan maju lagi untuk memperbaiki arah.
- 8) Pada kedudukan ban ganda belakang tersebut seperti langkah ke 6 maka mulai dilakukan pembacaan. Pembacaan arloji pengukur dilakukan setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 menit, mencatat pembacaan ini sebagai pembacaan lendutan maksimum.
- 9) Setelah pembacaan seperti langkah ke 8 kemudian truk dimajukan perlahan-lahan sejauh 10 cm dari titik kontak batang, pembacaan

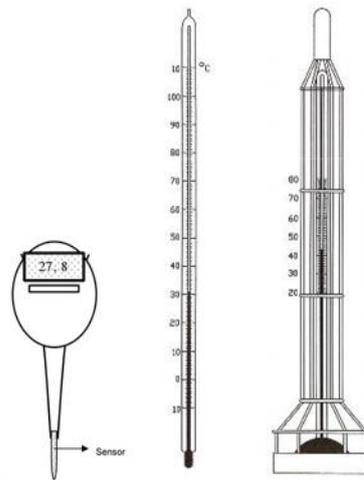
dilakukan lagi setiap menit sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 menit;

10) Kemudian truk dijalankan lagi maju perlahan-lahan pada jarak 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 70 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, dan 600 cm, dari titik kontak batang dan pembacaan dilakukan pada tiap-tiap jarak tersebut di atas sesuai langkah 8, mencatat pembacaan tersebut sebagai pembacaan cekung lendutan.

11) Periksa dan mencatat tebal lapis permukaan, serta data lain yang diperlukan.

4. Pengukuran Temperatur

Maksud pengukuran temperatur adalah untuk mencari faktor koreksi penyesuaian temperatur terhadap temperatur standar 35°C.



Gambar 4.6 Termometer Digital, Termometer Udara dan Termometer Permukaan

Pengukuran temperatur dapat dilakukan terhadap:

- a. Temperatur udara (t_u) dan temperatur permukaan (t_p), dengan menggunakan Tabel Temperatur Tengah (T_t) dan Bawah (T_b) Lapis Beraspal Berdasarkan Data Temperatur Udara (T_u) dan Temperatur Permukaan pada SNI 2416:2011 akan diperoleh temperatur tengah (t_t) dan temperatur bawah (t_b);
- b. Temperatur udara (t_u), temperatur permukaan (t_p), temperatur tengah (t_t) dan temperatur bawah (t_b).

Cara yang umum dipergunakan adalah cara pada poin a sedangkan cara pada poin b dapat digunakan untuk tujuan penelitian, dalam mencari faktor penyesuaian temperatur, diperlukan juga tebal dan jenis konstruksi lapis permukaan yang sekaligus dilakukan bersama-sama dengan pengukuran temperatur. Temperatur lapis permukaan (T_L) dihitung dengan persamaan:

$$T_L = 1/3 (t_p + t_t + t_b) \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan:

T_L = temperatur lapis permukaan ($^{\circ}\text{C}$)

t_p = temperatur permukaan ($^{\circ}\text{C}$)

t_t = temperatur tengah ($^{\circ}\text{C}$)

t_b = temperatur bawah ($^{\circ}\text{C}$)