

LAPORAN HASIL PENGUJIAN LAPANGAN

JALAN NASIONAL PIYUNGAN – GADING
JALAN PROPINSI PRAMBANAN – PAKEM



PENGUKURAN NILAI *STIFFNESS* BAHAN DAN
TEBAL LAPISAN PROFIL PERKERASAN JALAN
MENGUNAKAN METODE SASW
(*Spectral Analysis of Surface Waves*)

Sri Atmaja P. Rosyidi, ST., M.Sc.(C.Eng), PE.
Sentot Hardwiyono, BE., Ir., M.T.

Pakar Bidang Teknik SASW dan NDT Evaluasi Perkerasan

YOGYAKARTA
JULI, 2004

LAPORAN HASIL PENGUJIAN LAPANGAN

PENGUKURAN NILAI *STIFFNESS* BAHAN DAN
TEBAL LAPISAN PROFIL PERKERASAN JALAN
MENGUNAKAN METODE SASW
(*Spectral Analysis of Surface Waves*)

Penguji/Peng analisis,

Sri Atmaja P. Rosyidi, ST., M.Sc.CE., PE.

Sentot Hardwiyono, Ir., MT.

| | |
|--------|---|
| | Sri Atmaja P. Rosyidi Sentot Hardwiyono |
| Alamat | Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Jl.HOS Cokroaminoto No.17, 55235 Yogyakarta |
| | Mobile Phone : +62-(0) 8157 909 887 Fax: +62-274-618166 |
| Email | atmaja_sri@hotmail.com |

ABSTRAK

Laporan ini menyajikan penerapan metode *spectral-analysis-of-surface-waves* (SASW) sebagai metode pengukuran lapangan tanpa merusak (*in situ non-destructive testing*) untuk mengukur nilai *stiffness*/kekakuan bahan lapisan perkerasan dalam unit modulus elastisitas pada setiap kedalaman profilnya. Metode SASW merupakan metode baru yang menggunakan prinsip penyebaran gelombang permukaan sehingga data yang diukur di lapangan merupakan data perambatan gelombang di permukaan perkerasan jalan. Analisis SASW yang dilakukan menggunakan metode perbedaan fase untuk membuat kurva penyebaran kecepatan gelombang Rayleigh dan metode inversi sederhana untuk menentukan profil perkerasan jalan. Pengukuran dilakukan pada ruas Jalan Prambanan-Pakem dan Jalan Piyungan-Gading yang diambil masing-masing secara spot sebanyak 10 titik. Hasil pengukuran menunjukkan terdapat berbagai variasi modulus elastik pada lapisan permukaan aspal, fondasi atas, fondasi bawah dan tanah dasar. Beberapa persamaan korelasi empirik modulus elastisitas juga digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dalam nilai CBR dan DCP pada lapisan fondasi dan tanah dasar.

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL | 1 |
| ABSTRAK | 3 |
| DAFTAR ISI | 4 |
| BAB I DESKRIPSI METODE SASW | 5 |
| BAB II HASIL PENGUJIAN | 10 |
| 1. PRAMBANAN – PAKEM | 12 |
| 2. PIYUNGAN – GADING | 27 |

BAB I

DESKRIPSI METODE SASW

1. PENDAHULUAN

Keunggulan dari metode SASW ini adalah sifat pengujiannya yang tidak memberikan sebarang kerusakan pada struktur, metode ini murah dalam pelaksanaannya dan cepat untuk proses analisis hasilnya. Perkembangan metode SASW meliputi sejumlah pengujian dan riset yang telah dijalankan untuk berbagai jenis infrastruktur dan penggunaan teknik analisis yang diotomasi sepenuhnya. Aplikasinya yang pertama telah dilakukan oleh Nazarian (1984) dan Nazarian & Stokoe (1984) yang menjelaskan penggunaan SASW kepada analisis kekakuan tanah dan struktur timbunan jalan. Dalam studinya, hasil pengukuran SASW telah dibandingkan dengan pengujian lubang silang (*cross hole*) dan mendapati hasil pengujian SASW memiliki ketepatan yang tinggi. Pengujian yang sama juga telah dilakukan oleh Hiltunen & Woods (1988) yang menghasilkan korelasi yang memuaskan dari kedua metode pengujian. Penggunaan teknik SASW telah didapati berhasil untuk beberapa pengujian lapangan diantaranya studi karakteristik fondasi bangunan (Madshus & Westerdhal 1990; Stokoe et al. 1994), pengukuran lapangan nilai kekakuan tanah (Matthews et al. 1996), penilaian struktur beton (Rix et al. 1990; Cho 2002), pendeteksian lapisan pada struktur motar semen (Cho et al. 2001), penilaian kepadatan suatu struktur tanah timbunan (Kim et al. 2001) dan struktur fondasi (*ballast*) jalan kereta api (Zagyapan et al. 2002). Haupt (1977), Dravinsky (1983), Curro (1983) dan Gucunski et al. (1996, 2000) telah menunjukkan bahwa gelombang permukaan sangat sensitif kepada anomali (contohnya pengaruh keretakan dan lubang dalam struktur yang tidak homogen) yang terletak di permukaan suatu media. Hasil kajian tersebut menunjukkan potensi penggunaan SASW yang cukup luas untuk penilaian pemeliharaan suatu struktur.

1.2 PROSES ANALISIS DALAM METODE SASW

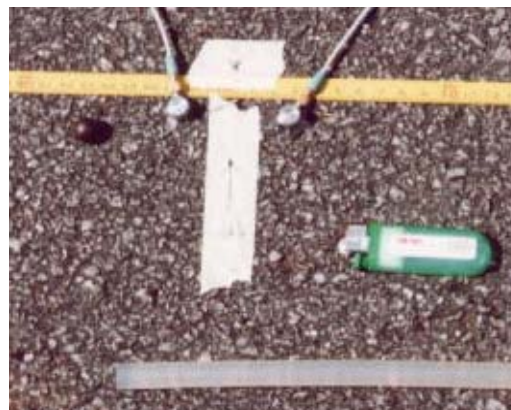
Tahapan analisis data gelombang permukaan dalam metode SASW terbagi dalam 3 proses utama (Nazarian & Stokoe 1984), yaitu :

- a. Proses pengambilan data di lapangan, menggunakan penganalisis spektrum (*spectrum analyzer*), sumber gelombang dan sensor (*accelerometers*), sebagaimana terlihat dalam Gambar 1.1 dan 1.2. Penganalisis spektrum menggunakan unit akuisisi 01dB buatan Perancis dan sensor DJB berkapasitas 20 KHz.
- b. Pembuatan kurva penyebaran kecepatan gelombang Rayleigh melawan frekuensi atau panjang gelombang,

- c. Proses inversi untuk mendapatkan profil akhir menggunakan metode inversi sederhana (*simple inversion method*).



Gambar 1.1 Spectrum Analyzer

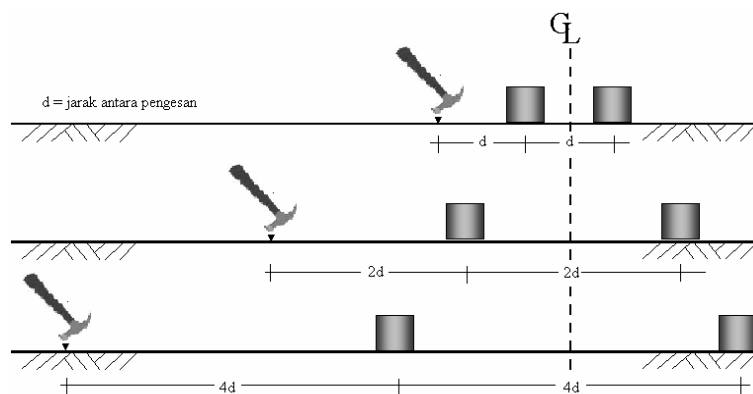


Gambar 1.2 Sensor Gelombang

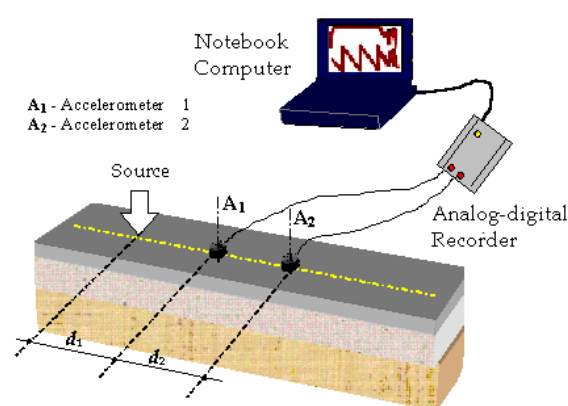
1.3 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA DI LAPANGAN

Prosedur yang digunakan untuk melakukan pengukuran analisis spektrum gelombang permukaan di lapangan adalah mengikut urutan sebagai berikut:

1. Menentukan satu set jarak sensor (d) yang terdiri dari beberapa ukuran jarak diantara sensor yang berbeda dan pengukuran jarak dari letak sumber gelombang dengan sensor terdekat. Nilai jarak ini kemudiannya dilebarkan secara berganda, biasanya dimulai dengan jarak yang terpendek (Gambar 1.3).
2. Memilih sebuah sumber gelombang dan sepasang sensor yang tepat untuk setiap wilayah frekuensi yang telah ditentukan. Oleh yang demikian, untuk menghasilkan pergerakan gelombang dalam wilayah frekuensi yang diperlukan dalam sesuatu pengukuran, beberapa set berat dan bentuk sumber gelombang perlu digunakan bagi memperolehi isyarat yang baik.
3. Mengukur dan menentukan garis tengah imajiner dalam susunan sensor. Seterusnya dua sensor dengan spesifikasi yang sama, diletakkan dalam satu garis lurus di atas permukaan lapisan yang telah diukur mengikut konfigurasi titik tengah sensor (Gambar 1.4). Sensor juga harus terlekat secara baik agar dapat mendeteksi pergerakan gelombang dengan jelas dan tidak terdapat gangguan pada perpindahan fase akibat reaksi yang berbeda dari sensor. Seterusnya penganalisis spektrum diatur untuk menunjukkan operasi spektrum tenaga, fungsi perpindahan atau spektrum tenaga silang dan fungsi koheren.



Gambar 1.3 Penentuan letak sensor dan sumber gelombang dalam pengukuran

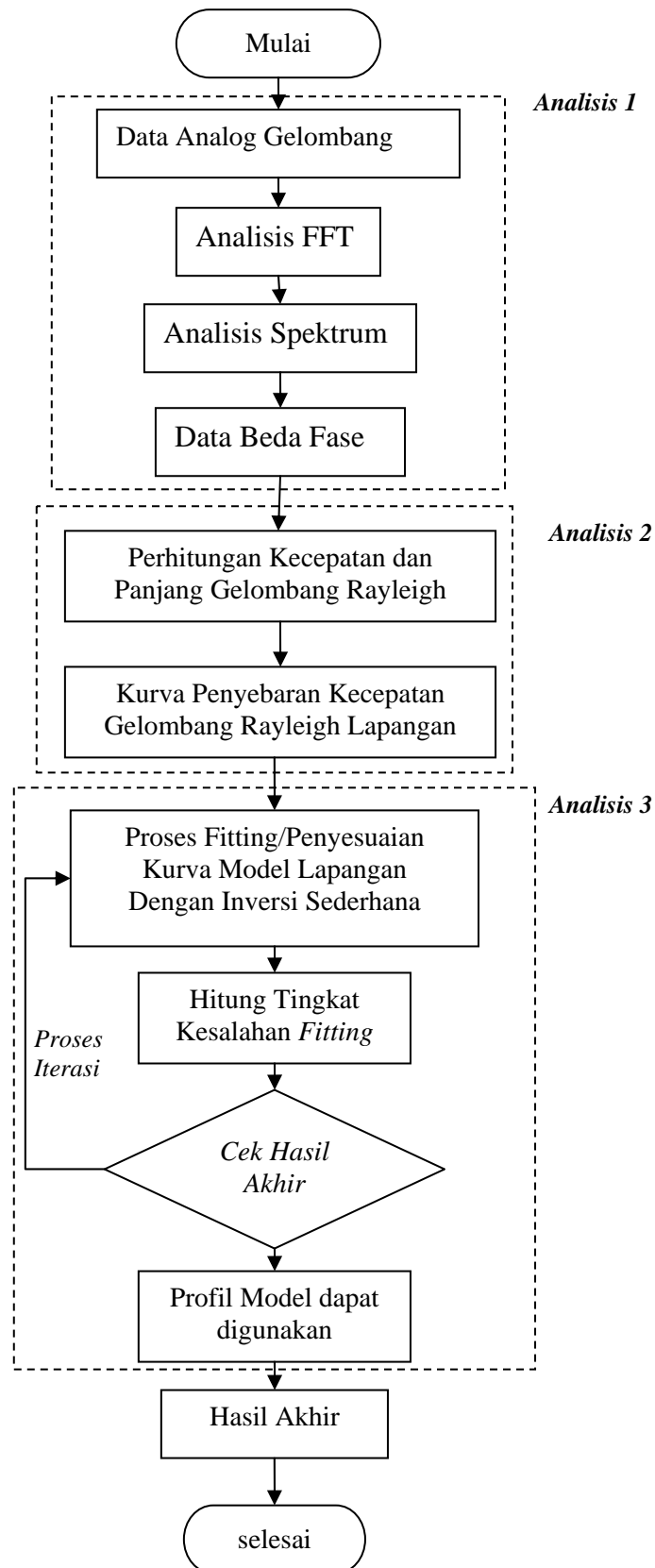


Gambar 1.4 Konfigurasi Titik Tengah Sensor dalam pengukuran

4. Menghasilkan gelombang dari sumber gelombang pada permukaan media yang memberikan reaksi menegak pada kedua sensor. Penghasilan dan perekaman gelombang dilakukan secara berulang kali untuk memperoleh sinyal rata-rata dalam domain frekuensi.
5. Mengubah kedudukan sensor yang disesuaikan dengan jarak pengesan dan sensor yang telah ditetapkan pada tahap pertama. Kemudian tahap dua hingga enam di atas diulangi sehingga pengujian dilakukan bagi semua jarak pengesan. Dalam kajian SASW ke atas profil turapan, penggunaan konfigurasi pengukuran profil depan (*forward profile measurement*) saja dapat dijalankan bagi keseluruhan jarak sensor. Ini kerana profil perkerasan memiliki tebal lapisan yang teratur dan seragam secara horisontal serta tidak memiliki lapisan miring (*dip slope*). Oleh itu pengukuran profil kebalikan (*reverse profile measurement*) dapat diabaikan.

1.4 CARA ANALISIS DAN PENAFSIRAN DATA

Tahapan cara analisis dan penafsiran data dijelaskan dalam diagram di bawah ini :



Gambar 1.5 Bagan alir analisis SASW

Analisis 1

Dalam tahapan ini data digital gelombang ditransformasikan kepada domain frekuensi menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*). Untuk memperlancar kegiatan transformasi ini software *Mathlab* atau *dBFA 32* akan digunakan sebagai perangkat lunak pengotomatisasi analisis data. Setelah dianalisis dalam domain frekuensi, data gelombang ditampilkan dalam fungsi spektrum tenaga auto (*auto power*), fungsi perpindahan (*transfer function*) dan fungsi koheren (*coherence function*). Dari spektrum koheren akan diperoleh wilayah frekuensi yang menunjukkan sinyal yang baik, sehingga proses penyaringan (*filtering*) dan penentuan rentang frekuensi reaksi gelombang dilaksanakan dalam tahap ini.

Apabila rentang frekuensi dapat ditentukan, melalui spektrum fungsi pindahan, data beda fase bisa diturunkan dalam bentuk spektrum terbuka. Data ini akan digunakan untuk analisis 2.

Analisis 2

Dalam tahapan ini, kecepatan gelombang Rayleigh dapat dihitung dengan algoritma yang mudah menggunakan metode beda fase (*phase different method*). Kecepatan gelombang dapat ditentukan berdasarkan nilai waktu pergerakan gelombang (t) dan jarak (d) diantara sensor. Panjang gelombang juga dapat ditentukan berdasarkan nilai jarak diantara sensor dan nilai beda fasenya. Selanjutnya data kecepatan dan panjang/frekuensi gelombang Rayleigh dipetakan dalam kurva yang disebut sebagai kurva penyebaran lapangan (*experimental dispersion curve*). Kurva ini seterusnya akan dijadikan panduan iterasi dalam proses inversi di tahap analisis ke-3.

Analisis 3

Proses inversi dilakukan dengan metode sederhana (*simple inversion method*) yang direkomendasikan oleh Richart et al. (1972). Proses ini menghitung modulus elastisitas dari data kecepatan gelombang Rayleigh dengan mengasumsikan kepadatan bahan (*mass density*) dan angka Poisson untuk setiap bahan perkerasan jalan. Profil perkerasan jalan dapat dihasilkan dengan parameter modulus elastisitas dan kedalaman.

BAB II

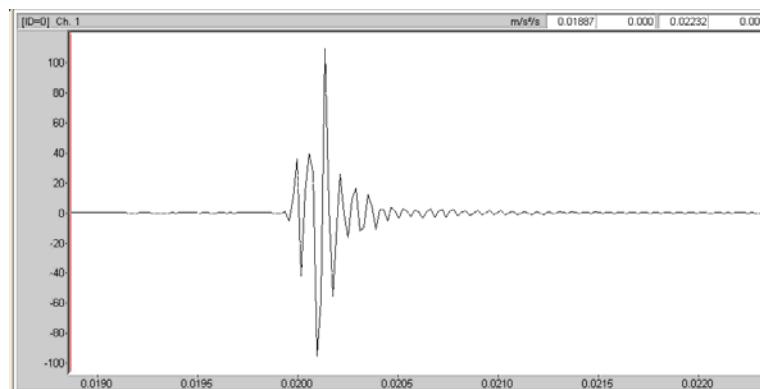
HASIL PENGUJIAN

2.1 PENDAHULUAN

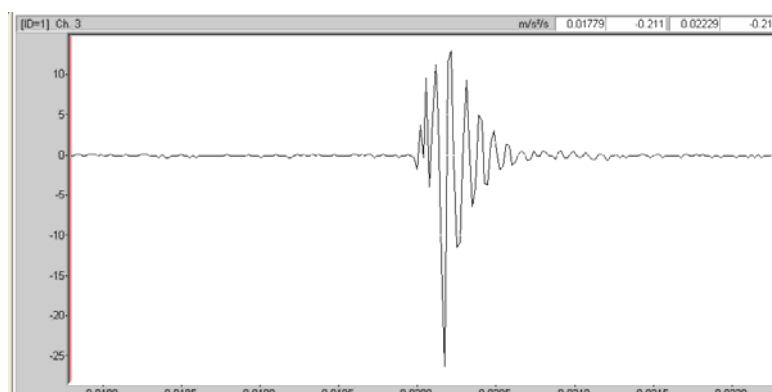
Pengujian dilakukan pada ruas Jalan Prambanan-Pakem dari KM 17+500 hingga KM 37+000 dan Jalan Piyungan-Gading (Jalan Wonosari-Yogyakarta) dari KM 13+930 hingga KM 31+700, yang masing-masing ruas diambil secara spot sebanyak 10 titik. Data yang diperoleh adalah data perambatan gelombang pada permukaan perkerasan jalan. Seterusnya data ini dianalisis untuk menghasilkan kurva perambatan gelombang dan diinversi untuk mendapatkan profil perkerasan jalan.

2.2 DATA DAN HASIL PENGUKURAN

- a. Data perambatan gelombang yang diterima oleh sensor gelombang 1 dan 2

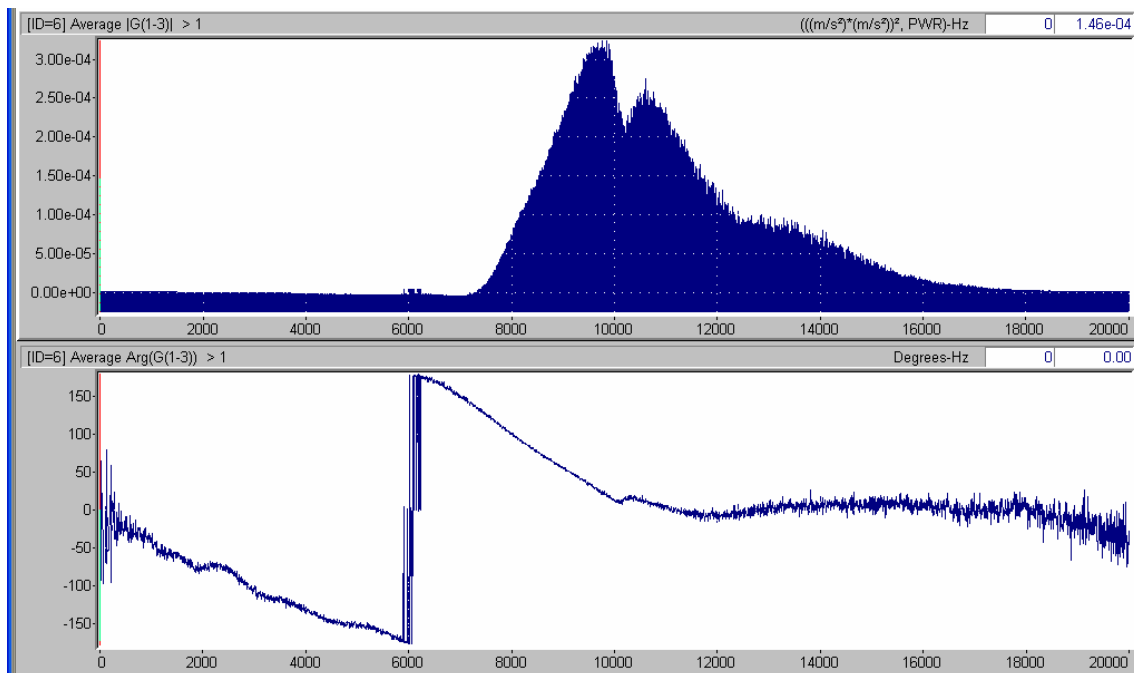


Sensor Gelombang 1 (Channel 1)

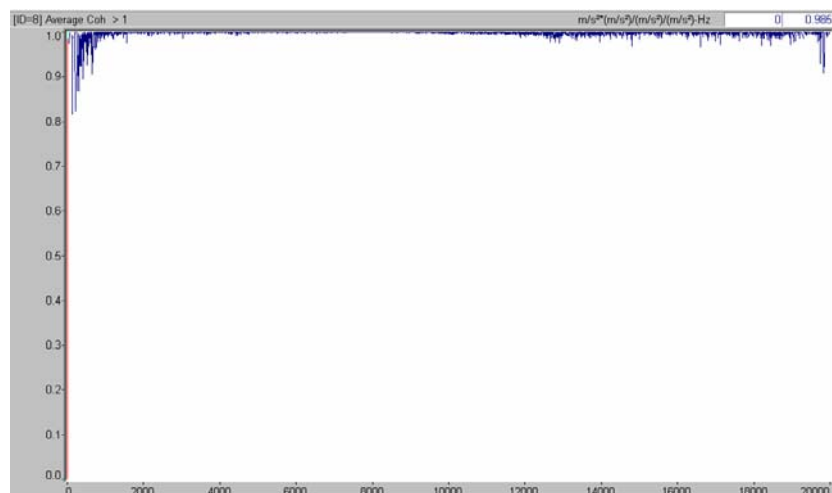


Sensor Gelombang 2 (Channel 2)

- b. Hasil analisis data gelombang dalam spektrum *transfer function* (beda fase dan frekuensi).

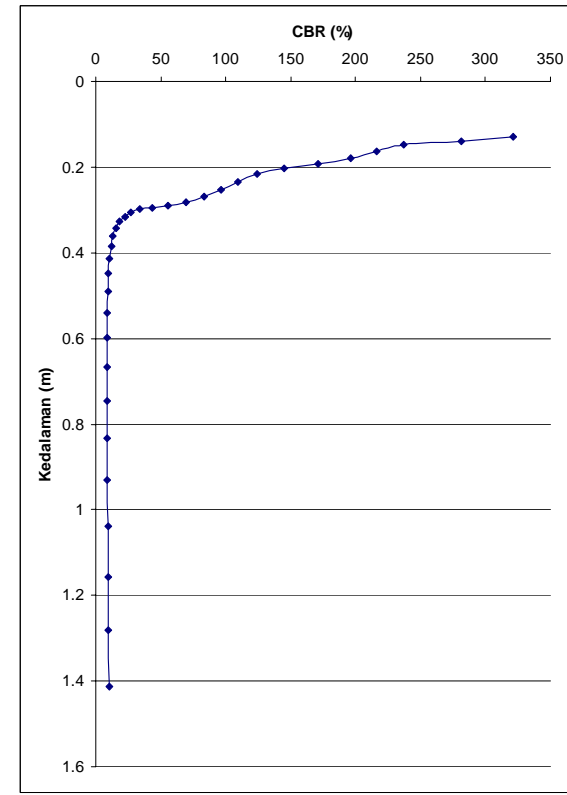
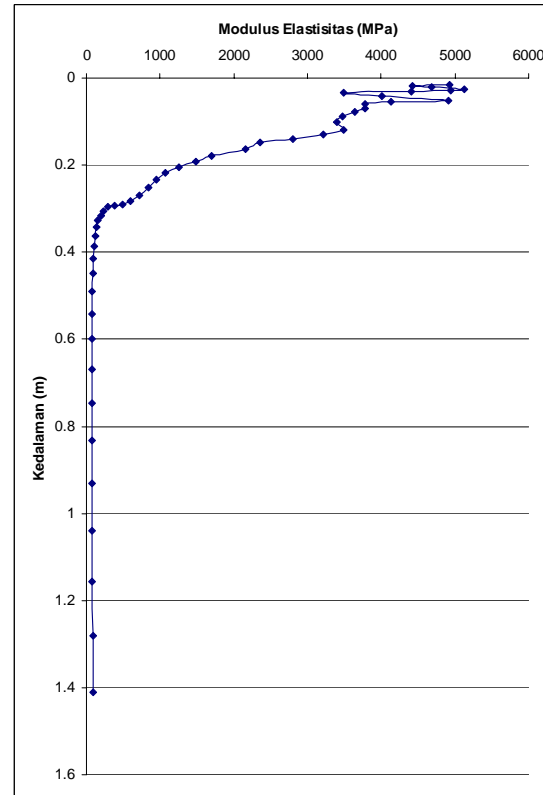
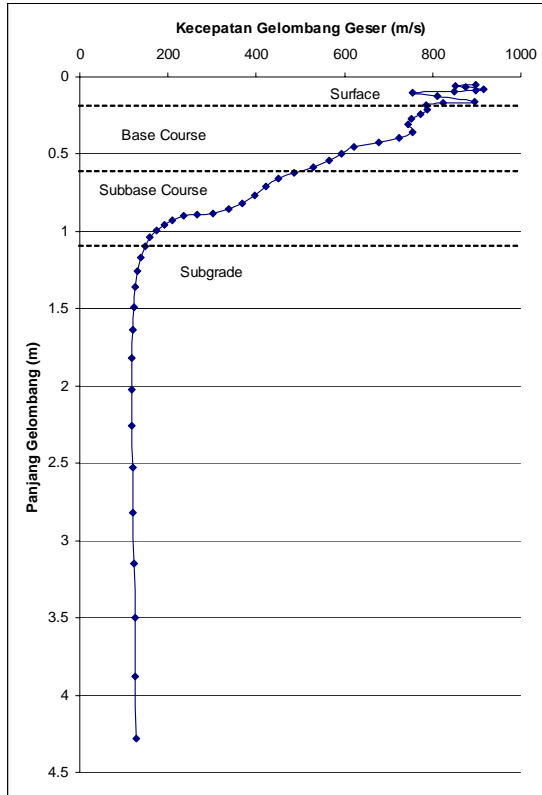


- c. Hasil analisis data gelombang dalam spektrum *coherence function* (magnitudo dan frekuensi).

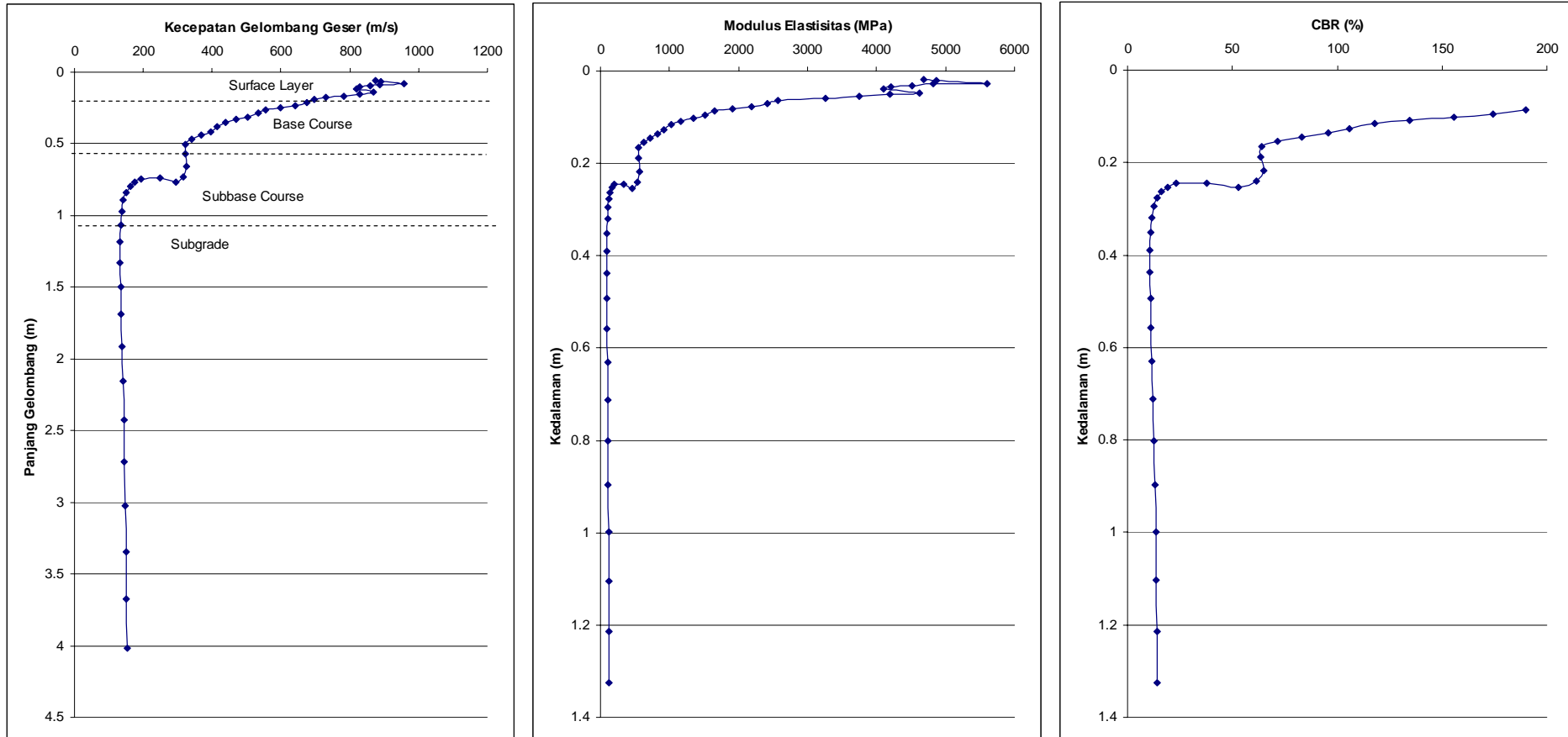


2.3 HASIL PENGUKURAN DI JALAN PRAMBANAN – PAKEM

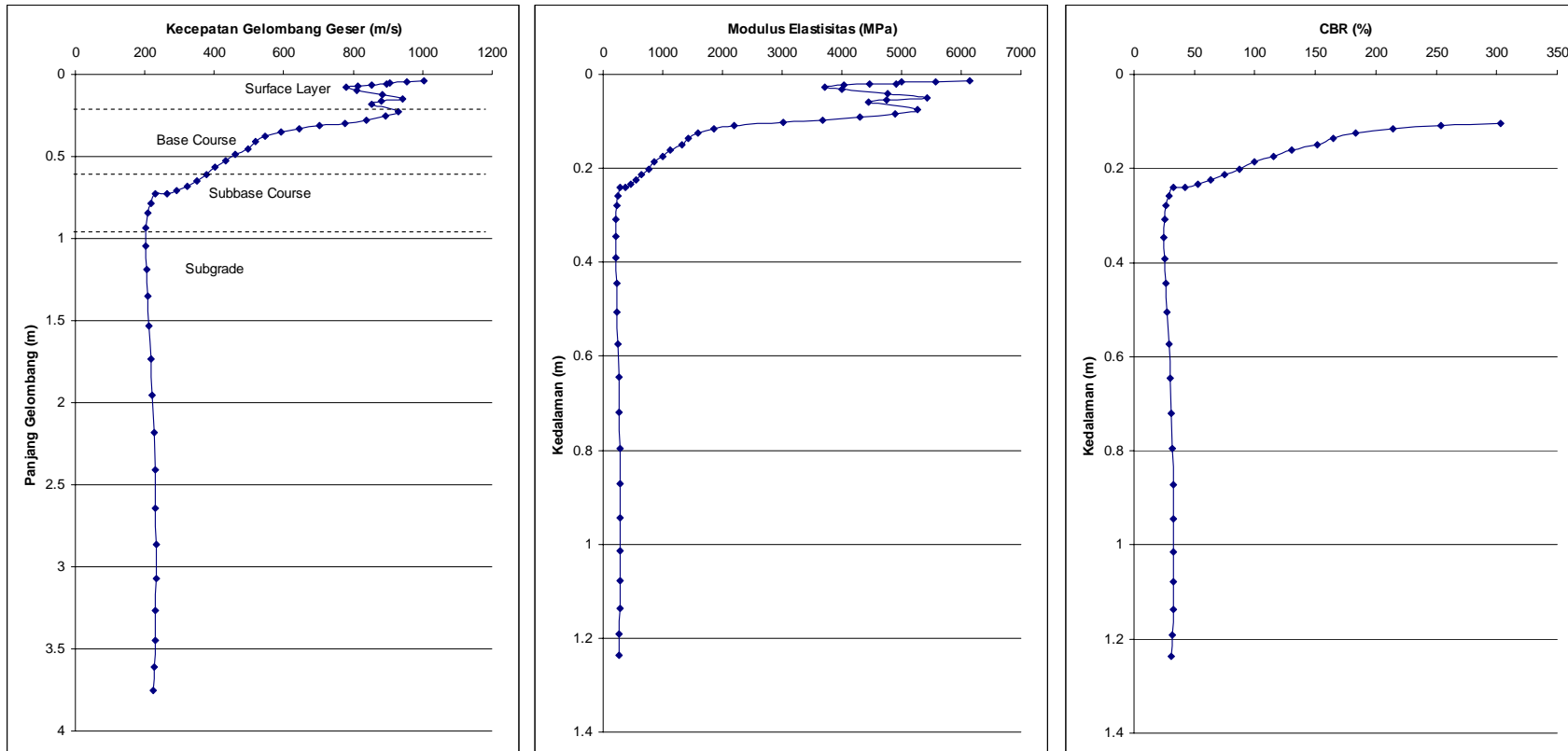
1. KM 17 + 000



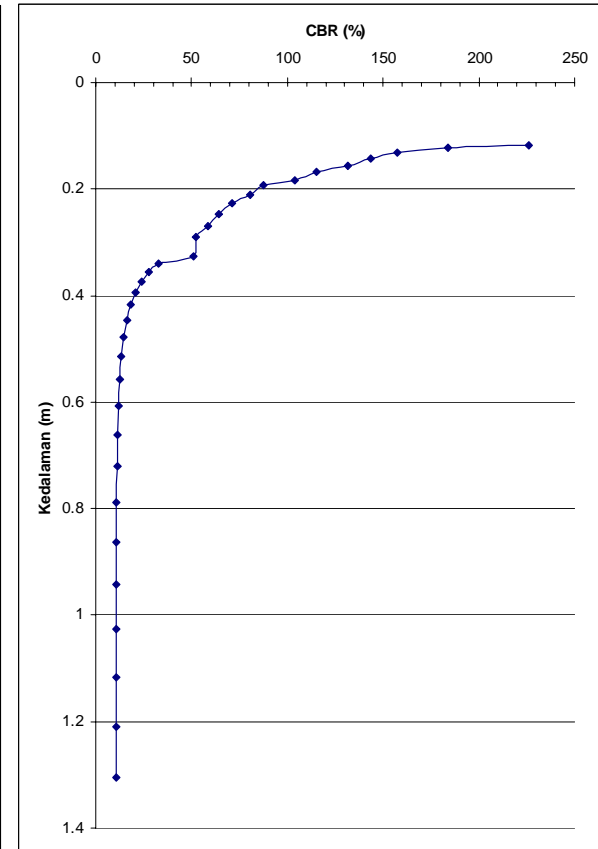
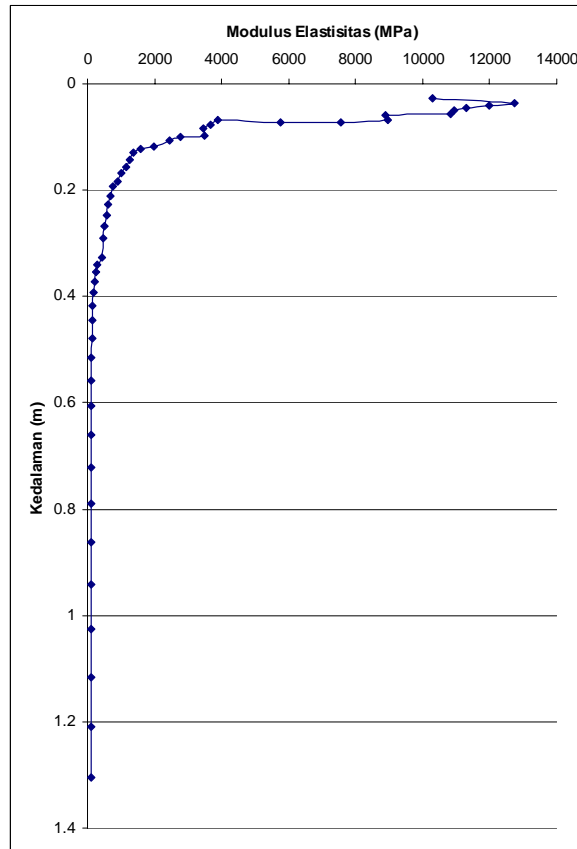
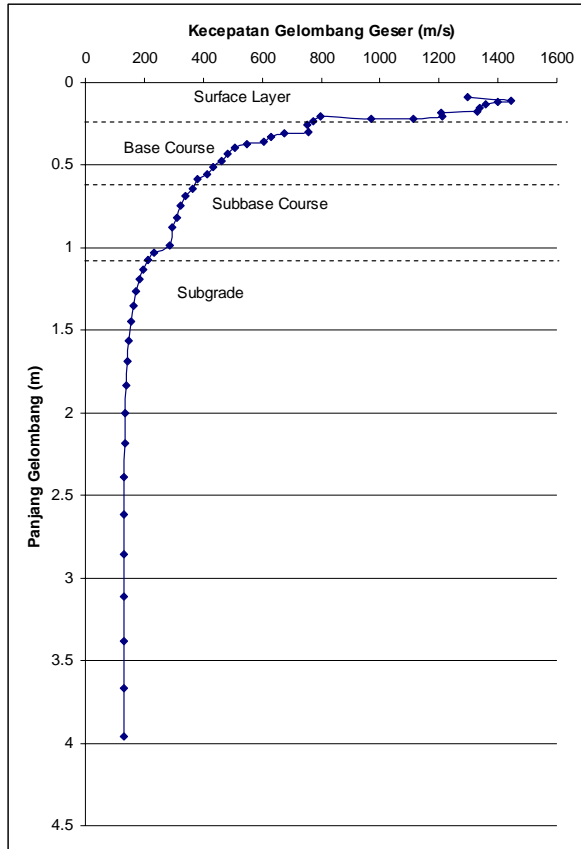
2. KM 19 + 000



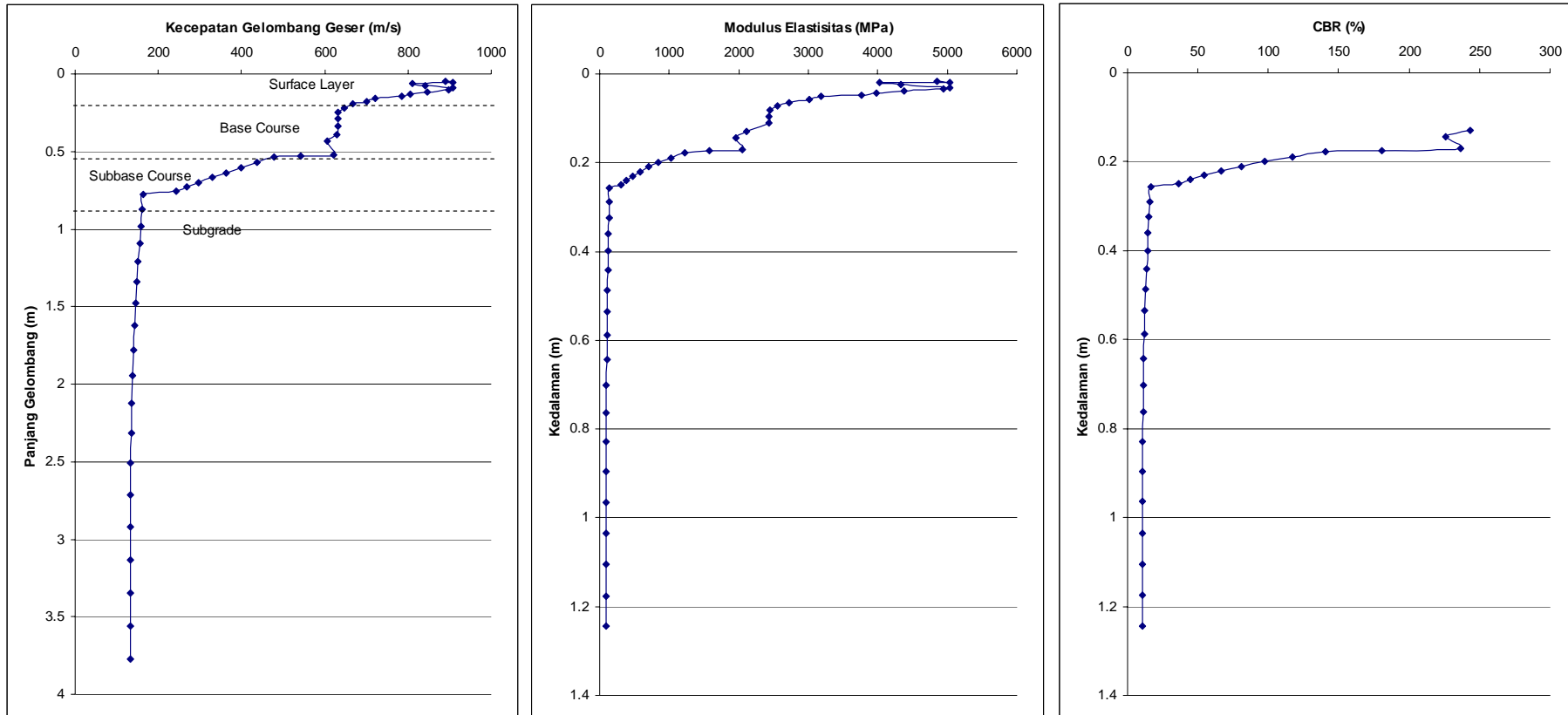
3. KM 20 + 500



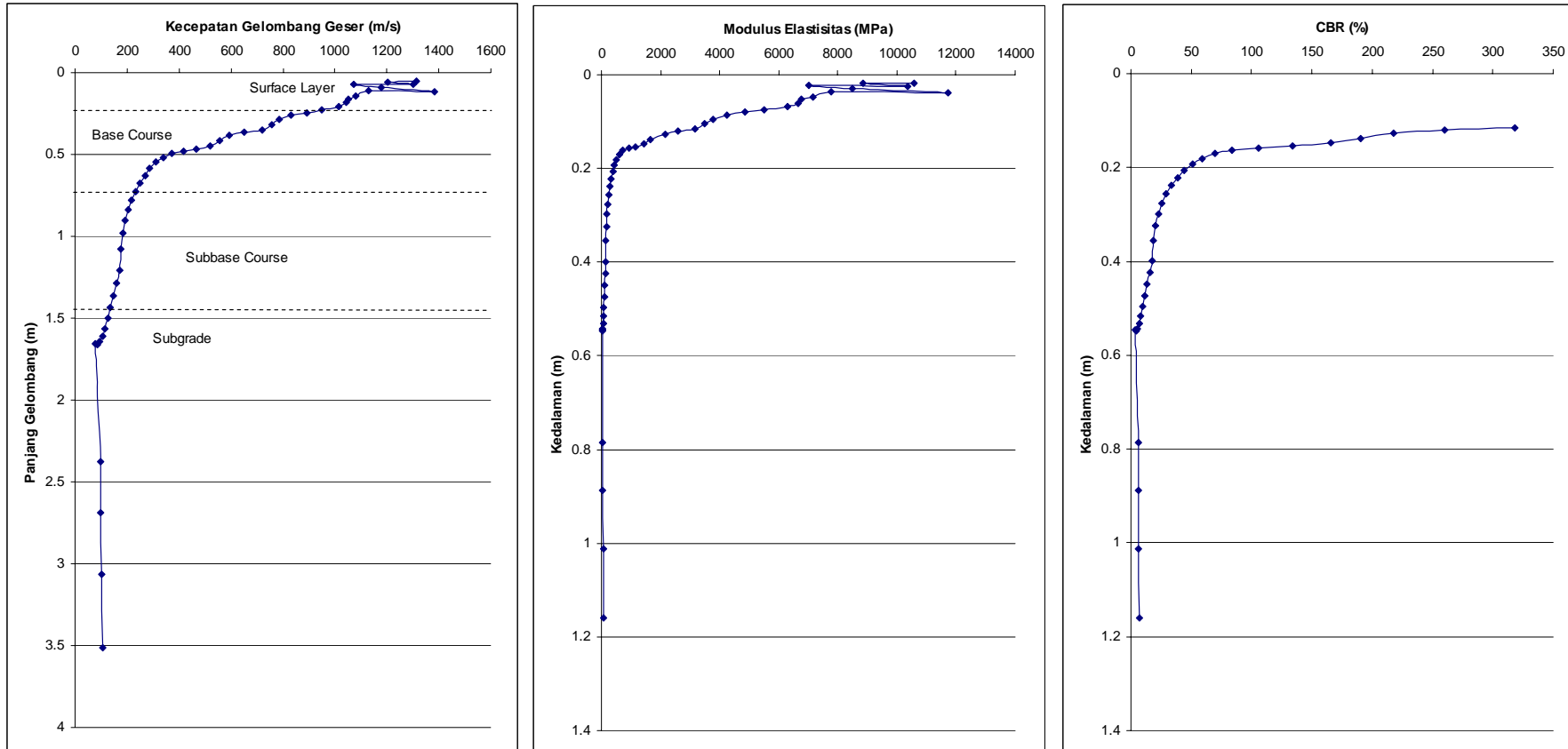
4. KM 22 + 000



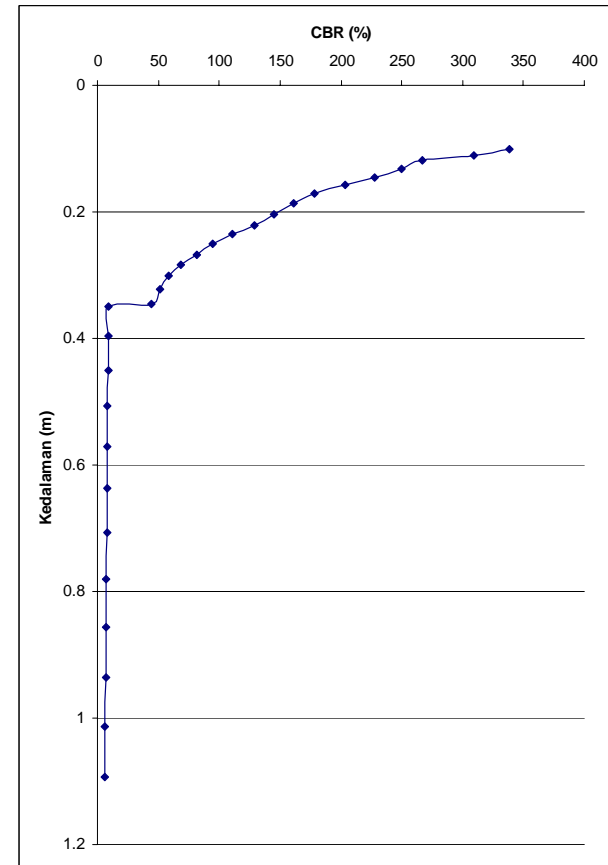
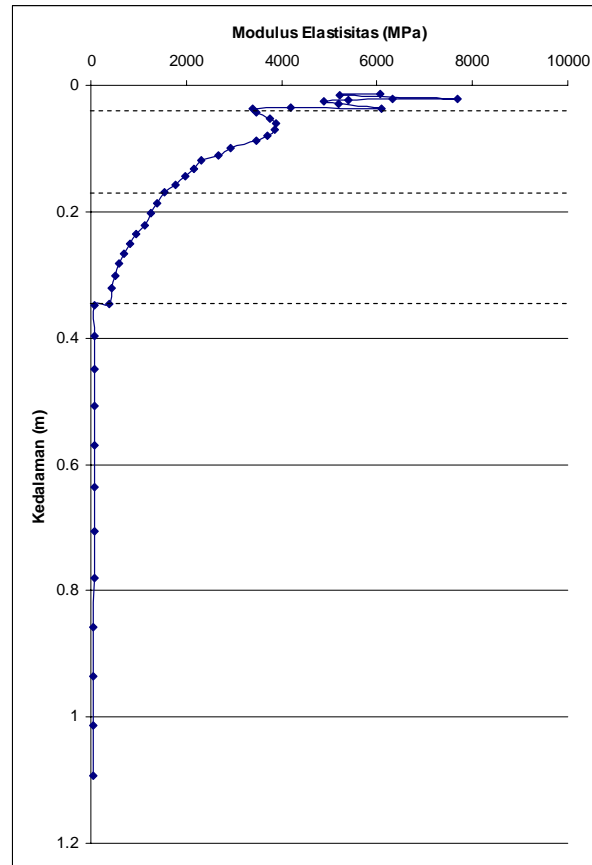
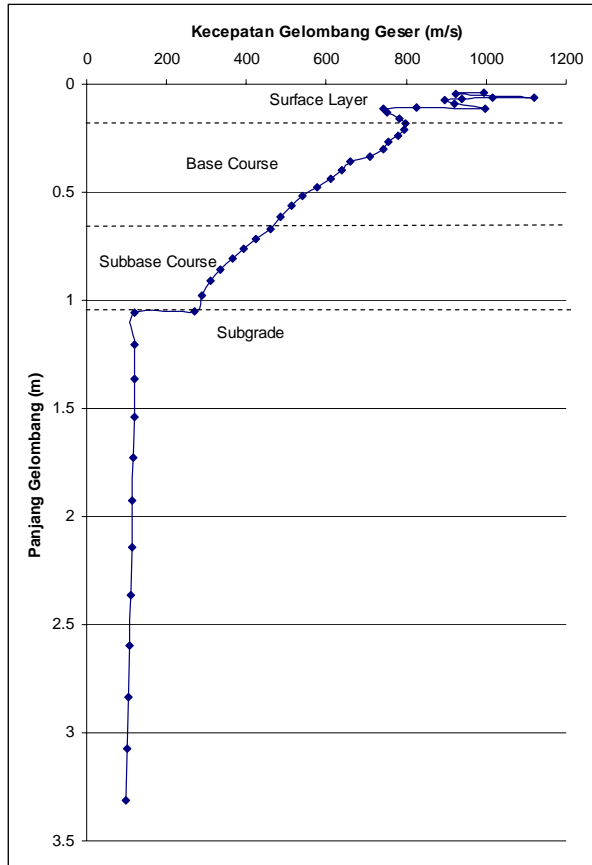
5. KM 23+500



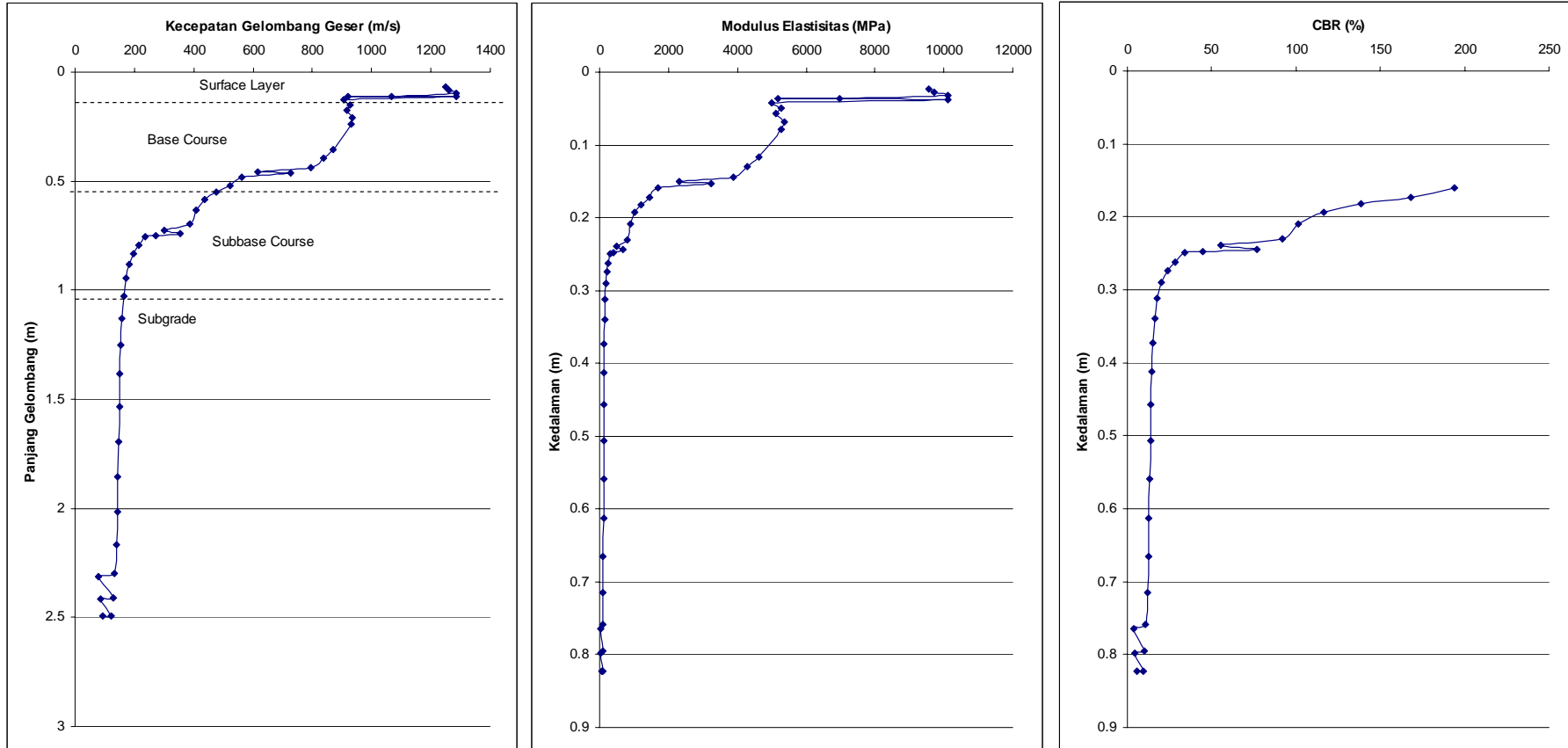
6. KM 25+000



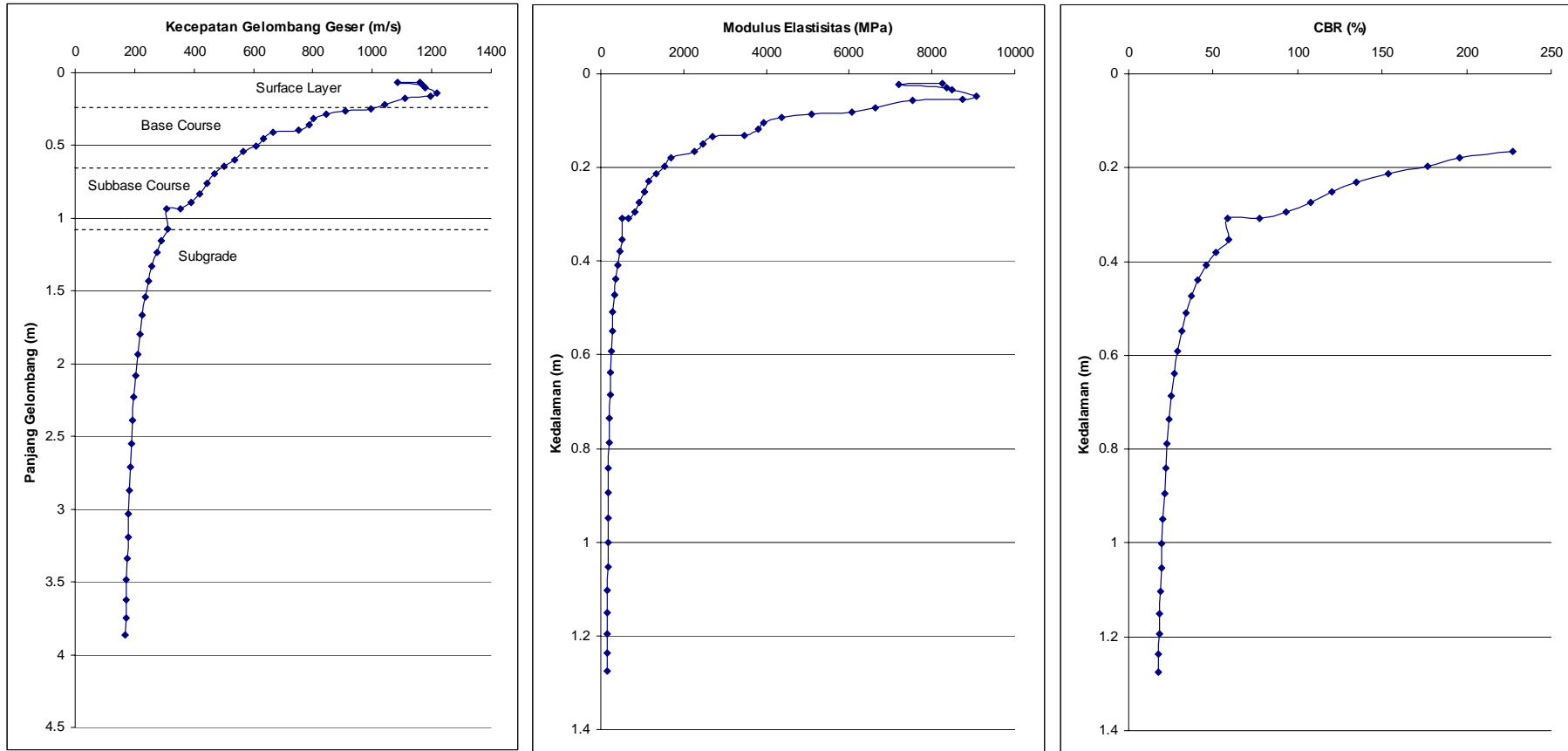
7. KM 28+000



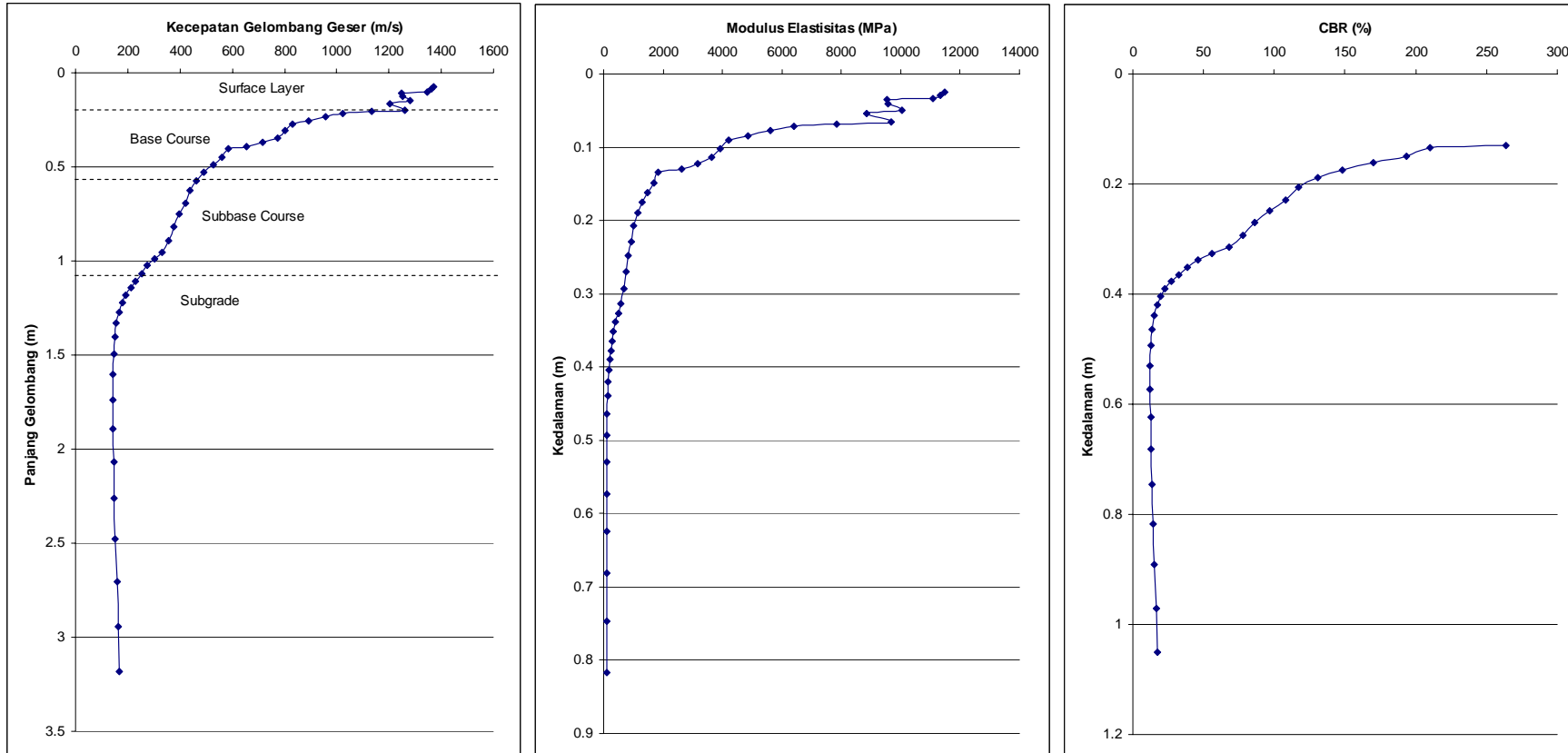
8. KM 31+000



9. KM 34+000



10. KM 37+000



KESIMPULAN PENGUJIAN SASW PADA JALAN PRAMBANAN-PAKEM

Pada umumnya hasil pengukuran pada Jalan Prambanan-Pakem yang menggunakan metode SASW menghasilkan nilai CBR/DCP yang cukup tinggi dengan nilai CBR di atas 6 % atau nilai DCP 25 mm/blow untuk DCP 60°. Ada beberapa titik pengamatan yang menghasilkan nilai CBR di bawah 6 % atau nilai DCP di bawah 25 mm/blow untuk DCP dengan sudut kerucut penetrasi 60°. Dengan nilai CBR terendah 3.53 % pada KM 25+000 di kedalaman (H) 0.545 m, lihat tabel kesimpulan (yang diwarnai).

Nilai lapisan permukaan (*surface course*) diukur dalam modulus elastisitas dalam rentang 3.400 – 12.749 MPa atau 800 - 1580 m/s, sedangkan untuk lapisan fondasi atas 400 – 1900 MPa atau 275 – 650 m/s dan lapisan fondasi bawah 200 – 600 MPa atau 180 – 300 m/s. Untuk lapisan subgrade dalam nilai modulus elastisitas 40 – 160 MPa atau 80 – 150 m/s.

**TABEL KESIMPULAN PENGUJIAN
JALAN PROPINSI PRAMBANAN - PAKEM**

| PROFILE | KM 17+000 | | | KM 19+000 | | | KM 20+500 | | |
|----------------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.017 | 4929.095 | | 0.018 | 4685.872 | | 0.014 | 6144.611 | |
| | 0.018 | 4430.164 | | 0.021 | 4861.056 | | 0.015 | 5577.993 | |
| | 0.022 | 4683.595 | | 0.026 | 5608.129 | | 0.017 | 5006.224 | |
| | 0.026 | 5129.906 | | 0.028 | 4816.396 | | 0.019 | 4912.762 | |
| | 0.029 | 4937.752 | | 0.031 | 4511.507 | | 0.021 | 4466.892 | |
| | 0.032 | 4407.462 | | 0.034 | 4216.292 | | 0.024 | 4033.717 | |
| | 0.033 | 3484.373 | | 0.038 | 4101.975 | | 0.032 | 4006.522 | |
| | 0.041 | 4013.398 | | 0.047 | 4620.195 | | 0.040 | 4772.818 | |
| | 0.052 | 4913.116 | | 0.051 | 4190.348 | | 0.054 | 4752.226 | |
| | 0.055 | 4137.666 | | 0.055 | 3754.040 | | 0.085 | 4886.179 | |
| | 0.079 | 3645.259 | | | | | 0.092 | 4305.847 | |
| | 0.089 | 3466.962 | | | | | | | |
| BASE COURSE | 0.164 | 2161.361 | 216.663 | 0.103 | 1352.667 | 155.882 | 0.124 | 1587.644 | |
| | 0.179 | 1699.176 | 195.861 | 0.109 | 1165.618 | 134.306 | 0.136 | 1431.922 | |
| | 0.193 | 1487.425 | 171.429 | 0.116 | 1021.565 | 117.691 | 0.150 | 1316.769 | |
| | 0.204 | 1258.498 | 145.019 | 0.126 | 919.727 | 105.947 | 0.161 | 1128.978 | |
| | 0.217 | 1075.900 | 123.958 | | | | 0.174 | 1002.497 | |
| | | | | | | | 0.186 | 864.102 | |
| | | | | | | | 0.201 | 759.959 | |
| | | | | | | | | | 182.992 |
| | | | | | | | | | 165.026 |
| | | | | | | | | | 151.741 |
| SUBBASE COURSE | 0.283 | 603.175 | 69.451 | 0.154 | 622.215 | 71.646 | 0.213 | 650.104 | 99.533 |
| | 0.291 | 484.228 | 55.743 | 0.166 | 557.249 | 64.158 | 0.224 | 548.057 | 87.525 |
| | 0.294 | 377.845 | 43.485 | 0.189 | 552.727 | 63.637 | 0.234 | 456.385 | 74.861 |
| | 0.297 | 293.225 | 33.737 | 0.217 | 564.983 | 65.049 | 0.240 | 367.909 | 63.099 |
| | 0.305 | 236.836 | 27.243 | 0.240 | 532.651 | 61.323 | 0.239 | 281.422 | 52.534 |
| SUBGRADE | 0.315 | 193.520 | 22.256 | 0.254 | 461.368 | 53.108 | 0.259 | 255.051 | 42.340 |
| | 0.328 | 160.427 | 18.446 | 0.244 | 329.679 | 37.936 | 0.280 | 231.109 | 32.378 |
| | 0.343 | 135.300 | 15.554 | 0.246 | 200.754 | 23.089 | 0.308 | 220.049 | 29.341 |
| | 0.362 | 116.370 | 13.376 | 0.253 | 165.503 | 19.031 | 0.346 | 217.918 | 26.584 |
| | 0.385 | 102.264 | 11.753 | 0.263 | 139.290 | 16.014 | 0.391 | 221.902 | 25.310 |
| | 0.414 | 91.924 | 10.563 | 0.276 | 120.657 | 13.869 | 0.445 | 229.852 | 25.065 |
| | 0.449 | 84.535 | 9.714 | 0.295 | 107.926 | 12.404 | 0.506 | 240.030 | 25.524 |
| | 0.491 | 79.476 | 9.132 | 0.320 | 99.755 | 11.464 | 0.573 | 250.991 | 26.439 |
| | 0.541 | 76.269 | 8.763 | 0.351 | 95.103 | 10.929 | 0.645 | 261.557 | 27.611 |
| | 0.600 | 74.544 | 8.564 | 0.390 | 93.155 | 10.705 | 0.720 | 270.816 | 28.873 |
| | 0.668 | 74.008 | 8.503 | 0.438 | 93.271 | 10.718 | 0.796 | 278.131 | 30.090 |
| | 0.746 | 74.427 | 8.551 | 0.493 | 94.927 | 10.909 | 0.871 | 283.138 | 31.156 |
| | 0.834 | 75.605 | 8.686 | 0.558 | 97.685 | 11.226 | 0.944 | 285.717 | 31.999 |
| | 0.932 | 77.378 | 8.890 | 0.631 | 101.166 | 11.627 | 1.014 | 285.952 | 32.576 |
| | 1.039 | 79.604 | 9.146 | 0.712 | 105.045 | 12.073 | 1.079 | 284.084 | 32.873 |
| | 1.156 | 82.158 | 9.440 | 0.801 | 109.044 | 12.533 | 1.138 | 280.446 | 32.900 |
| | 1.280 | 84.932 | 9.759 | 0.897 | 112.936 | 12.981 | 1.191 | 275.422 | 32.684 |
| | 1.412 | 87.831 | 10.093 | 0.998 | 116.545 | 13.396 | 1.238 | 269.399 | 32.265 |
| | | | | 1.104 | 119.742 | 13.764 | 1.278 | 262.737 | 31.687 |
| | | | | 1.214 | 122.449 | 14.076 | | | 30.993 |
| | | | 1.325 | 124.629 | 14.326 | | | 30.226 | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

- H = Kedalaman dalam meter
- E = Modulus Elastisitas dalam MPa
- Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

| PROFILE | KM 22+000 | | | KM 23+500 | | | KM 25+000 | | |
|----------------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.036 | 12749.012 | CBR: | 0.019 | 5032.485 | | 0.018 | 10581.181 | |
| | 0.040 | 11972.620 | | 0.030 | 5037.094 | | 0.024 | 10375.719 | |
| | 0.044 | 11284.294 | | 0.035 | 4940.015 | | 0.039 | 11715.072 | |
| | 0.050 | 10943.554 | | 0.051 | 3185.573 | | 0.053 | 6750.625 | |
| | 0.057 | 10825.809 | | 0.058 | 3015.043 | | 0.061 | 6643.741 | |
| | 0.060 | 8890.307 | | 0.064 | 2729.009 | | 0.069 | 6298.633 | |
| | 0.069 | 8976.017 | | 0.072 | 2557.692 | | 0.074 | 5511.206 | |
| | 0.068 | 3899.108 | | | | | 0.081 | 4870.238 | |
| | 0.076 | 3659.739 | | | | | 0.087 | 4231.051 | |
| | 0.085 | 3469.254 | | | | | 0.094 | 3769.864 | |
| 0.098 | 3490.680 | | | | | 0.105 | 3492.796 | | |
| BASE COURSE | 0.100 | 2781.414 | | 0.082 | 2451.076 | | 0.127 | 2168.244 | 217.354 |
| | 0.108 | 2439.489 | | 0.095 | 2434.361 | | 0.138 | 1651.504 | 190.360 |
| | 0.119 | 1961.851 | 226.174 | 0.111 | 2439.050 | | 0.148 | 1434.607 | 165.335 |
| | 0.123 | 1593.921 | 183.716 | 0.129 | 2108.764 | 243.129 | 0.154 | 1164.727 | 134.203 |
| | 0.130 | 1364.348 | 157.230 | 0.144 | 1956.805 | 225.591 | 0.158 | 919.055 | 105.870 |
| | 0.143 | 1247.468 | 143.747 | 0.171 | 2052.040 | 236.582 | 0.162 | 730.948 | 84.181 |
| | 0.157 | 1144.764 | 131.900 | 0.174 | 1569.600 | 180.910 | | | |
| | 0.168 | 1001.380 | 115.363 | 0.178 | 1217.608 | 140.303 | | | |
| | 0.183 | 901.883 | 103.890 | 0.189 | 1019.793 | 117.487 | | | |
| | 0.192 | 762.277 | 87.793 | 0.199 | 847.700 | 97.642 | | | |
| 0.211 | 701.298 | 80.762 | 0.210 | 700.103 | 80.625 | | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.227 | 619.790 | 71.367 | 0.220 | 575.557 | 66.268 | 0.171 | 607.902 | 69.996 |
| | 0.247 | 559.863 | 64.459 | 0.230 | 471.108 | 54.231 | 0.181 | 515.557 | 59.353 |
| | 0.269 | 510.254 | 58.742 | 0.240 | 384.252 | 44.223 | 0.193 | 441.279 | 50.794 |
| | 0.290 | 456.422 | 52.538 | 0.250 | 312.602 | 35.969 | 0.207 | 383.694 | 44.159 |
| | 0.326 | 442.368 | 50.919 | 0.200 | 151.773 | 17.450 | 0.223 | 334.148 | 38.451 |
| SUBGRADE | 0.339 | 285.771 | 32.879 | 0.228 | 148.647 | 17.090 | 0.239 | 290.798 | 33.458 |
| | 0.355 | 241.905 | 27.827 | 0.257 | 144.309 | 16.591 | 0.256 | 253.190 | 29.126 |
| | 0.373 | 207.175 | 23.828 | 0.289 | 139.180 | 16.001 | 0.276 | 222.034 | 25.539 |
| | 0.394 | 179.749 | 20.671 | 0.323 | 133.624 | 15.362 | 0.298 | 196.754 | 22.628 |
| | 0.418 | 158.157 | 18.185 | 0.360 | 127.947 | 14.708 | 0.324 | 176.783 | 20.329 |
| | 0.446 | 141.222 | 16.236 | 0.399 | 122.391 | 14.069 | 0.355 | 161.598 | 18.581 |
| | 0.478 | 128.005 | 14.715 | 0.442 | 117.145 | 13.465 | 0.399 | 155.696 | 17.902 |
| | 0.515 | 117.761 | 13.536 | 0.487 | 112.341 | 12.913 | 0.424 | 134.975 | 15.517 |
| | 0.558 | 109.895 | 12.631 | 0.536 | 108.067 | 12.421 | 0.449 | 116.375 | 13.377 |
| | 0.606 | 103.933 | 11.945 | 0.587 | 104.369 | 11.995 | 0.474 | 99.660 | 11.454 |
| | 0.661 | 99.496 | 11.435 | 0.643 | 101.264 | 11.638 | 0.496 | 84.643 | 9.726 |
| | 0.721 | 96.276 | 11.064 | 0.702 | 98.741 | 11.348 | 0.516 | 71.175 | 8.177 |
| | 0.789 | 94.025 | 10.805 | 0.763 | 96.772 | 11.121 | 0.532 | 59.139 | 6.793 |
| | 0.862 | 92.539 | 10.634 | 0.828 | 95.313 | 10.953 | 0.543 | 48.440 | 5.563 |
| | 0.942 | 91.650 | 10.532 | 0.896 | 94.311 | 10.838 | 0.548 | 39.004 | 4.478 |
| | 1.026 | 91.222 | 10.483 | 0.965 | 93.708 | 10.769 | 0.545 | 30.764 | 3.531 |
| | 1.116 | 91.139 | 10.473 | 1.035 | 93.443 | 10.738 | 0.785 | 51.134 | 5.872 |
| | 1.209 | 91.309 | 10.493 | 1.106 | 93.457 | 10.740 | 0.888 | 52.799 | 6.064 |
| 1.306 | 91.656 | 10.533 | 1.176 | 93.693 | 10.767 | 1.012 | 55.872 | 6.417 | |
| | | | 1.245 | 94.096 | 10.813 | 1.159 | 60.281 | 6.924 | |
| | | | 1.312 | 94.620 | 10.874 | | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

H = Kedalaman dalam meter

E = Modulus Elastisitas dalam MPa

Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

| PROFILE | KM 28+000 | | | KM 31+000 | | |
|----------------|-----------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.014 | 6064.458 | | 0.023 | 9570.760 | CBR: |
| | 0.022 | 6325.994 | | 0.027 | 9727.910 | |
| | 0.023 | 5406.152 | | 0.032 | 10131.780 | |
| | 0.037 | 6084.676 | | 0.038 | 10112.920 | |
| | 0.052 | 3755.933 | | 0.042 | 5001.326 | |
| | 0.061 | 3894.092 | | 0.050 | 5273.415 | |
| | 0.070 | 3861.867 | | 0.057 | 5122.889 | |
| | 0.079 | 3708.043 | | 0.068 | 5353.830 | |
| | | | | 0.079 | 5290.055 | |
| BASE COURSE | | | | 0.117 | 4638.706 | |
| | 0.118 | 2315.303 | 266.968 | 0.160 | 1683.015 | 193.997 |
| | 0.132 | 2170.348 | 250.237 | 0.173 | 1460.785 | 168.356 |
| | 0.145 | 1976.034 | 227.810 | 0.182 | 1202.022 | 138.505 |
| | 0.158 | 1769.571 | 203.984 | 0.193 | 1010.400 | 116.404 |
| | 0.170 | 1547.005 | 178.303 | | | |
| | 0.186 | 1397.801 | 161.089 | | | |
| | 0.203 | 1255.843 | 144.713 | | | |
| | 0.221 | 1122.814 | 129.369 | | | |
| 0.235 | 959.352 | 110.517 | | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.251 | 825.013 | 95.026 | 0.239 | 482.188 | 55.508 |
| | 0.267 | 704.450 | 81.126 | 0.244 | 669.552 | 77.103 |
| | 0.283 | 597.696 | 68.820 | 0.248 | 389.633 | 44.843 |
| | 0.301 | 510.050 | 58.718 | 0.249 | 296.708 | 34.138 |
| | 0.322 | 442.835 | 50.973 | 0.263 | 248.438 | 28.579 |
| SUBGRADE | 0.346 | 388.735 | 44.739 | 0.274 | 205.464 | 23.631 |
| | 0.349 | 76.982 | 8.845 | 0.290 | 175.695 | 20.204 |
| | 0.397 | 76.583 | 8.799 | 0.312 | 155.315 | 17.858 |
| | 0.450 | 75.708 | 8.698 | 0.339 | 141.552 | 16.274 |
| | 0.508 | 74.367 | 8.544 | 0.373 | 132.367 | 15.217 |
| | 0.570 | 72.580 | 8.339 | 0.412 | 126.218 | 14.509 |
| | 0.636 | 70.381 | 8.086 | 0.457 | 121.915 | 14.014 |
| | 0.707 | 67.809 | 7.790 | 0.506 | 118.516 | 13.623 |
| | 0.780 | 64.915 | 7.457 | 0.559 | 115.287 | 13.251 |
| | 0.857 | 61.755 | 7.094 | 0.613 | 111.676 | 12.836 |
| | 0.935 | 58.389 | 6.707 | 0.665 | 107.311 | 12.334 |
| | 1.014 | 54.881 | 6.303 | 0.715 | 101.989 | 11.721 |
| | 1.093 | 51.293 | 5.891 | 0.759 | 95.672 | 10.995 |
| | | | | 0.764 | 33.564 | 3.853 |
| | | | | 0.796 | 88.459 | 10.165 |
| | | | | 0.798 | 40.191 | 4.615 |
| | | | | 0.823 | 80.552 | 9.255 |
| | | | 0.823 | 47.526 | 5.458 | |
| | | | 0.839 | 55.444 | 6.368 | |
| | | | 0.840 | 72.220 | 8.297 | |
| | | | 0.845 | 63.756 | 7.324 | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

- H = Kedalaman dalam meter
- E = Modulus Elastisitas dalam MPa
- Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

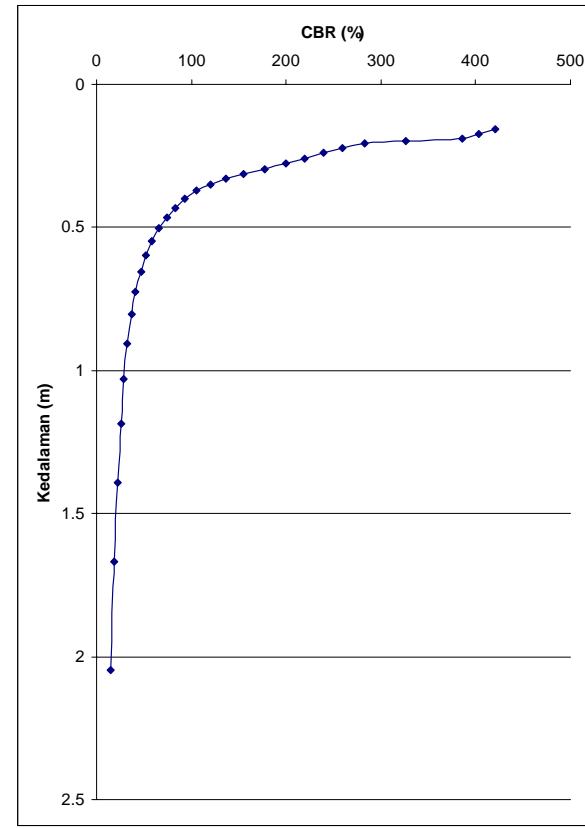
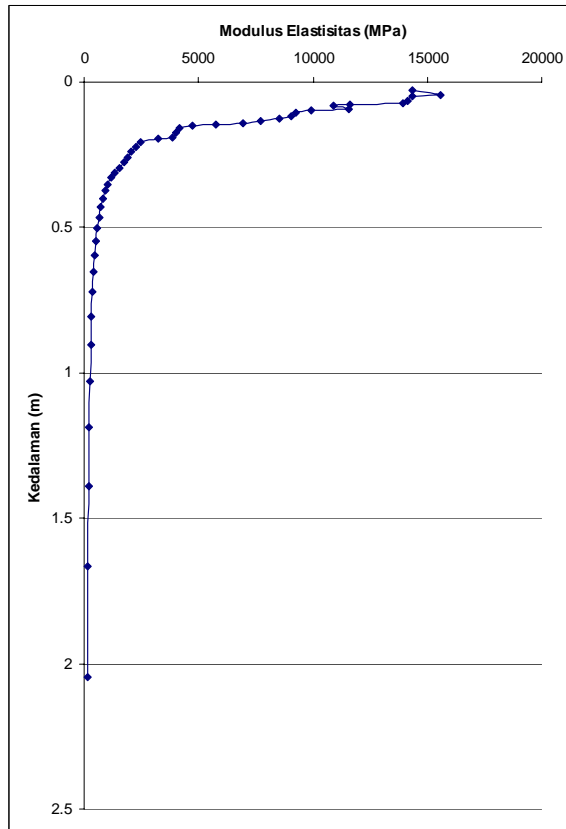
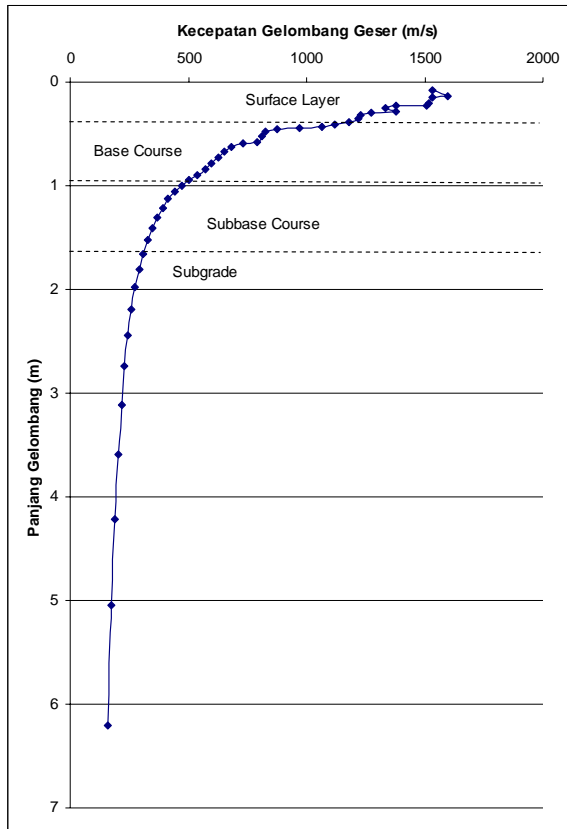
| PROFILE | KM 34+000 | | | KM 37+000 | | |
|----------------|-----------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.021 | 8257.715 | | 0.025 | 11482.267 | |
| | 0.028 | 8364.709 | | 0.029 | 11328.459 | |
| | 0.033 | 8476.791 | | 0.033 | 11091.028 | |
| | 0.082 | 6054.155 | | 0.036 | 9540.454 | |
| | 0.103 | 3923.911 | | 0.041 | 9563.101 | |
| | 0.118 | 3794.862 | | 0.091 | 4202.818 | |
| | 0.131 | 3464.708 | | 0.102 | 3927.744 | |
| BASE COURSE | 0.135 | 2703.914 | | 0.130 | 2631.335 | 263.830 |
| | 0.149 | 2461.421 | | 0.134 | 1822.857 | 210.133 |
| | 0.166 | 2270.285 | 227.594 | 0.149 | 1680.280 | 193.681 |
| | 0.212 | 1330.965 | 153.379 | 0.174 | 1287.406 | 148.354 |
| | 0.230 | 1169.489 | 134.752 | 0.189 | 1136.753 | 130.976 |
| | 0.251 | 1044.767 | 120.367 | 0.207 | 1019.372 | 117.438 |
| | 0.294 | 811.645 | 77.643 | 0.229 | 938.842 | 108.151 |
| SUBBASE COURSE | 0.309 | 674.237 | 58.447 | 0.294 | 673.792 | 77.592 |
| | 0.308 | 507.695 | 59.017 | 0.314 | 588.241 | 67.730 |
| | 0.354 | 512.644 | 51.882 | 0.326 | 486.348 | 55.987 |
| | 0.380 | 450.727 | 46.032 | 0.338 | 402.474 | 46.322 |
| | 0.408 | 399.957 | 41.223 | 0.352 | 337.164 | 38.798 |
| SUBGRADE | 0.439 | 358.210 | 37.256 | 0.365 | 282.060 | 32.451 |
| | 0.473 | 323.771 | 33.972 | 0.377 | 236.535 | 27.209 |
| | 0.509 | 295.260 | 31.243 | 0.390 | 199.730 | 22.971 |
| | 0.549 | 271.567 | 28.966 | 0.404 | 170.666 | 19.625 |
| | 0.592 | 251.797 | 27.058 | 0.420 | 148.330 | 17.054 |
| | 0.638 | 235.228 | 25.452 | 0.439 | 131.755 | 15.146 |
| | 0.686 | 221.281 | 24.094 | 0.464 | 120.065 | 13.801 |
| | 0.736 | 209.489 | 22.941 | 0.493 | 112.507 | 12.932 |
| | 0.788 | 199.474 | 21.958 | 0.529 | 108.450 | 12.465 |
| | 0.841 | 190.933 | 21.116 | 0.573 | 107.375 | 12.341 |
| | 0.895 | 183.620 | 20.393 | 0.624 | 108.853 | 12.511 |
| | 0.948 | 177.337 | 19.770 | 0.682 | 112.518 | 12.933 |
| | 1.001 | 171.923 | 19.231 | 0.746 | 118.038 | 13.568 |
| | 1.053 | 167.245 | 18.765 | 0.817 | 125.103 | 14.381 |
| | 1.102 | 163.196 | 18.361 | 0.892 | 133.409 | 15.337 |
| 1.150 | 159.687 | 18.011 | 0.970 | 142.657 | 16.401 | |
| 1.195 | 156.642 | 17.707 | 1.050 | 152.559 | 17.541 | |
| 1.237 | 153.999 | 17.442 | | | | |
| 1.275 | 151.705 | | | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

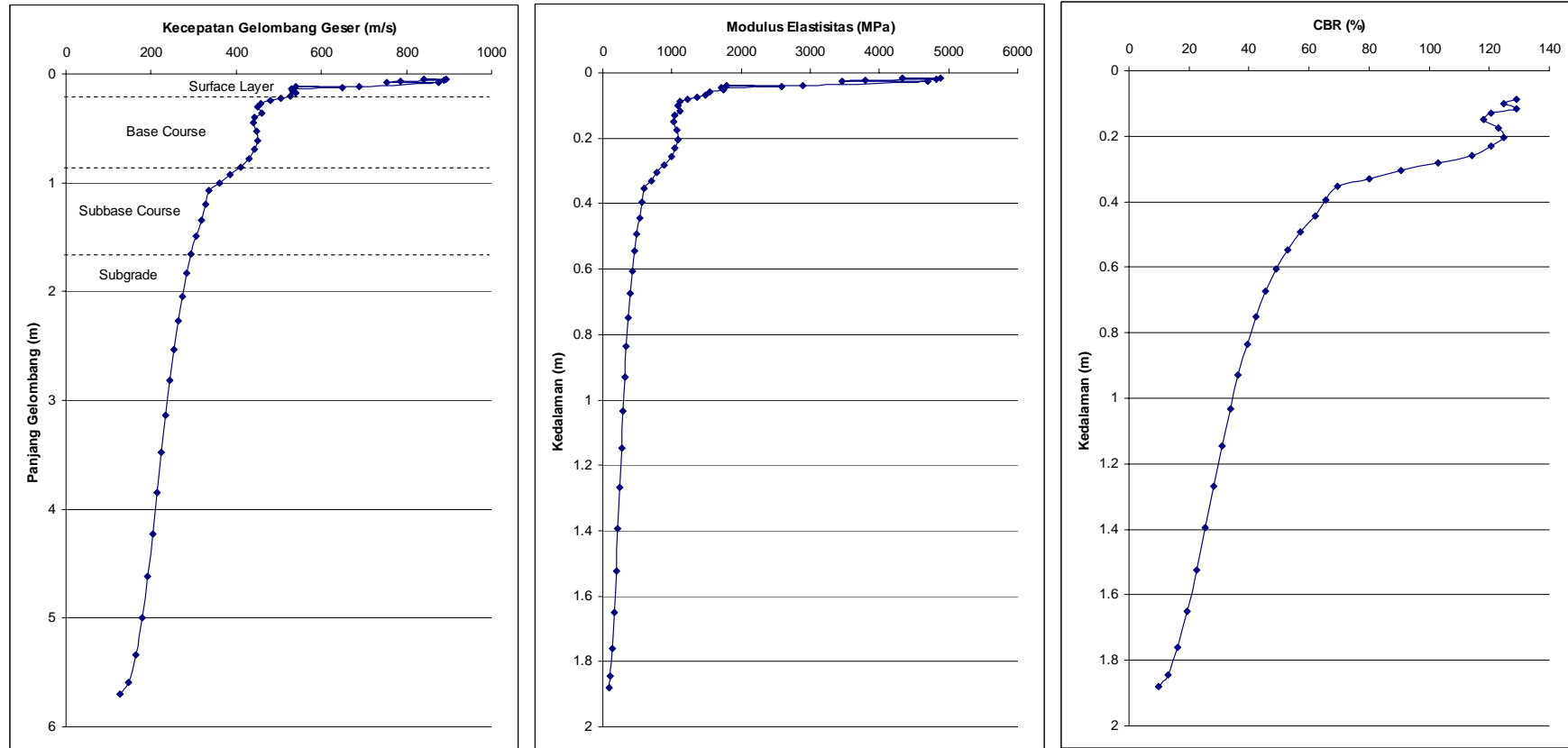
- H = Kedalaman dalam meter
- E = Modulus Elastisitas dalam MPa
- Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

2.4 HASIL PENGUKURAN DI JALAN PIYUNGAN - GADING

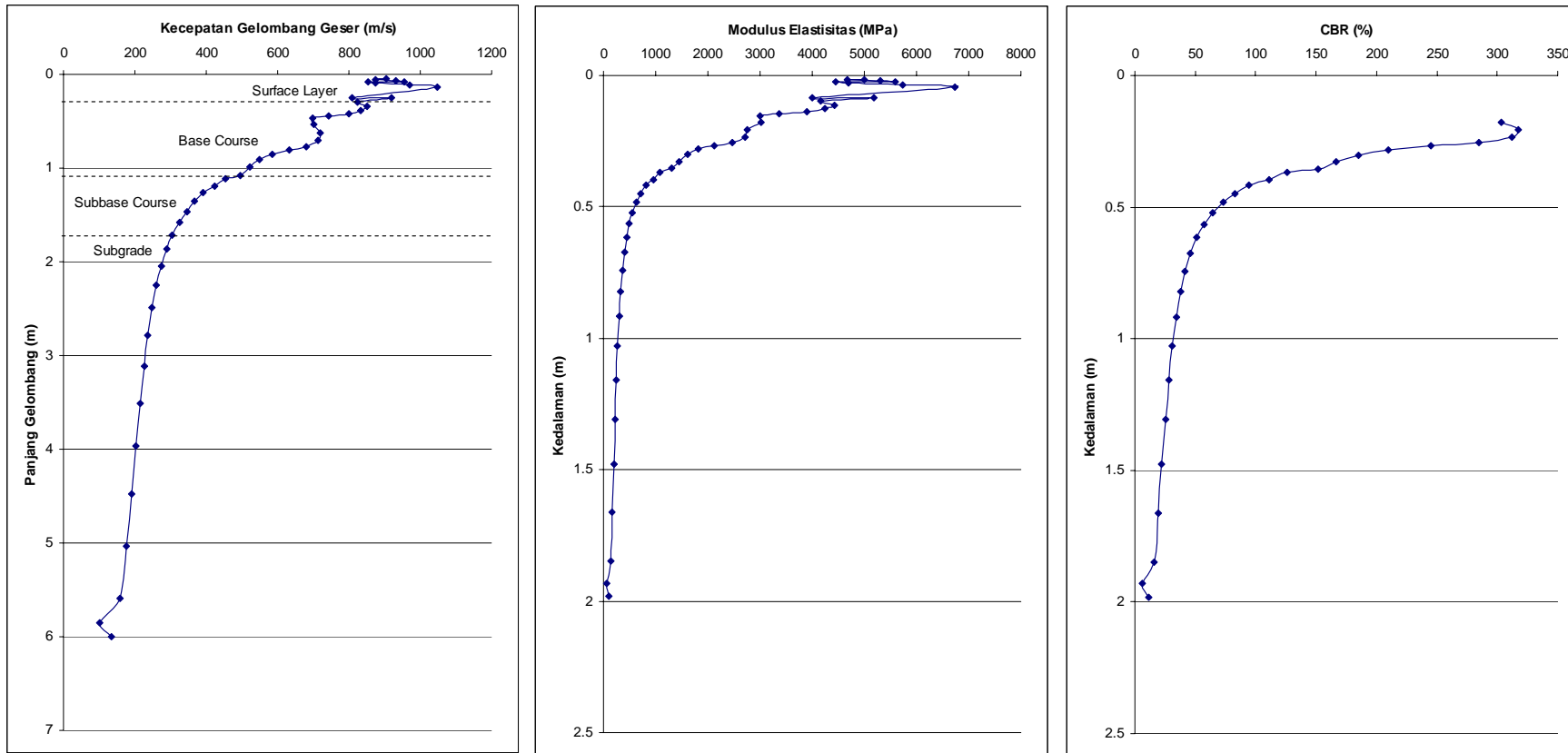
1. Sta. 0 + 000 (KM 13+930)



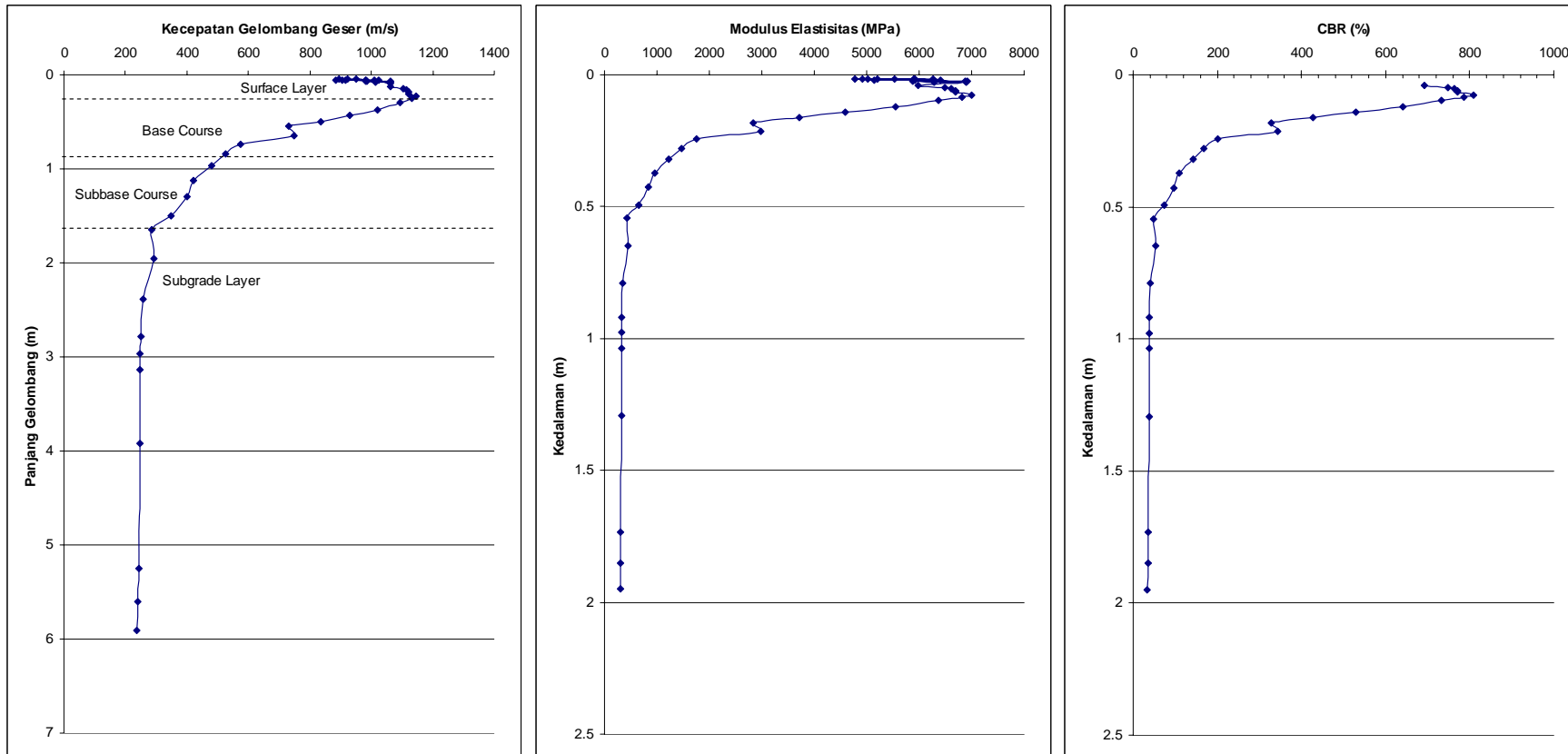
2. Sta. 2 + 000 (KM 15+930)



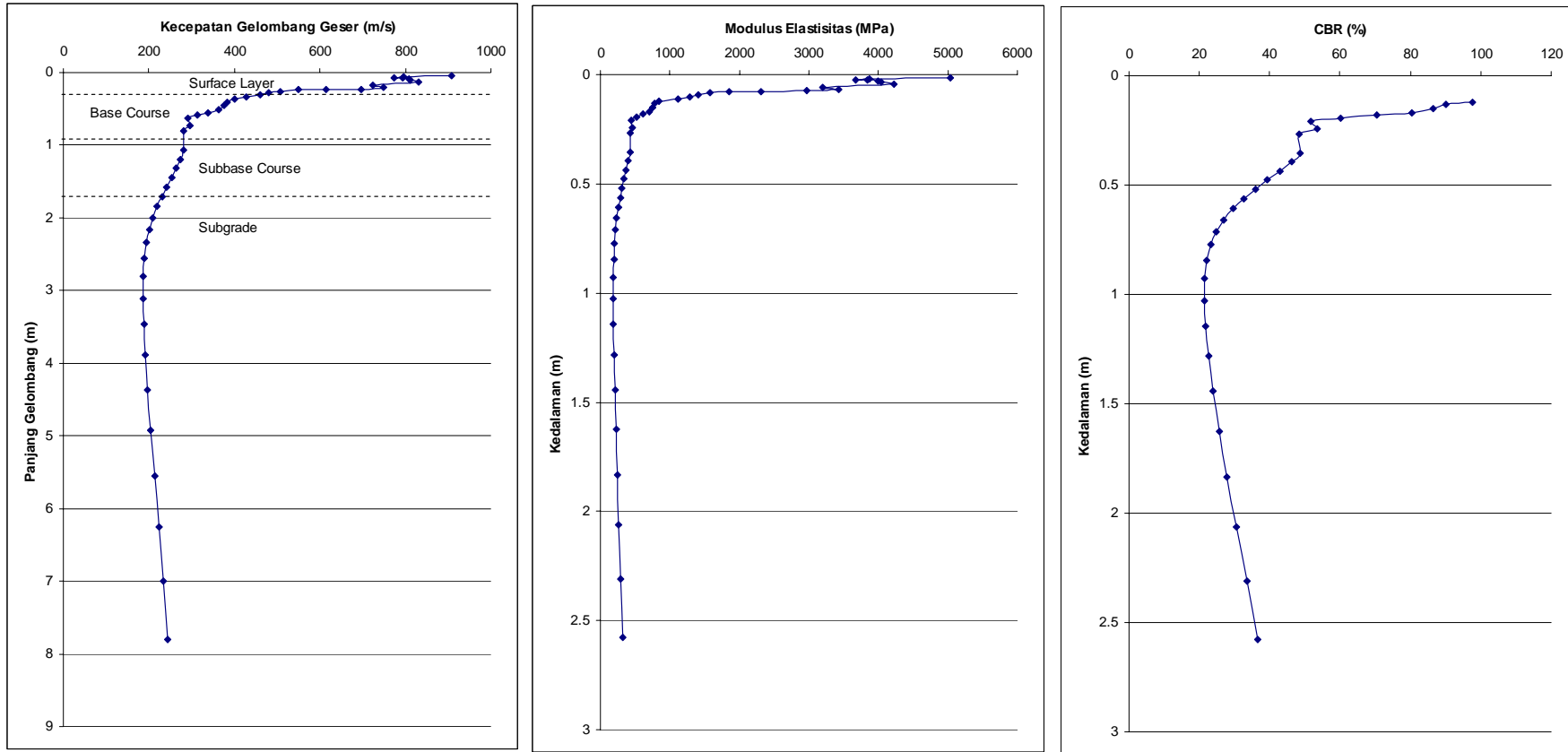
3. Sta. 4 + 000 (KM 17 + 930)



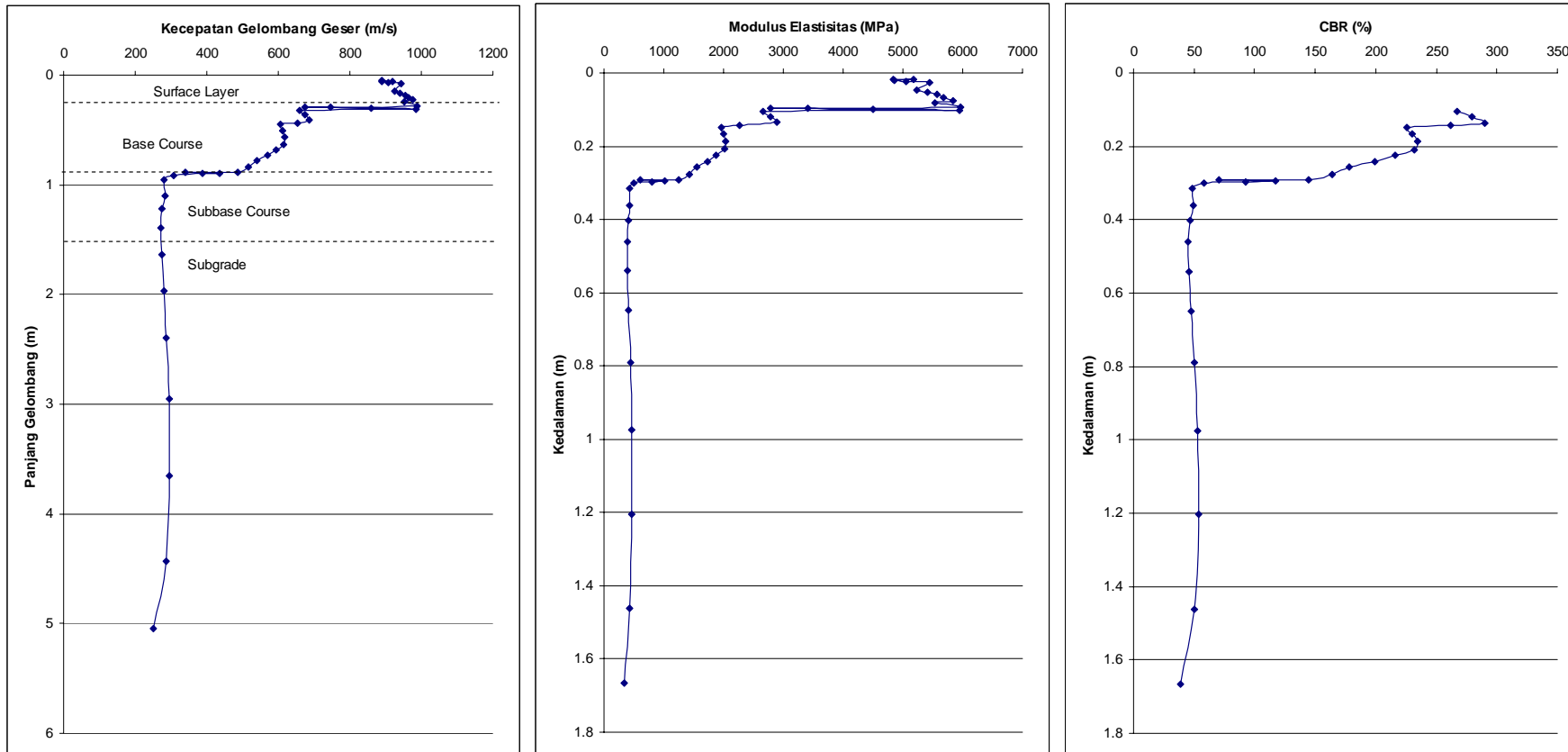
4. Sta. 6 + 000 (KM 19+930)



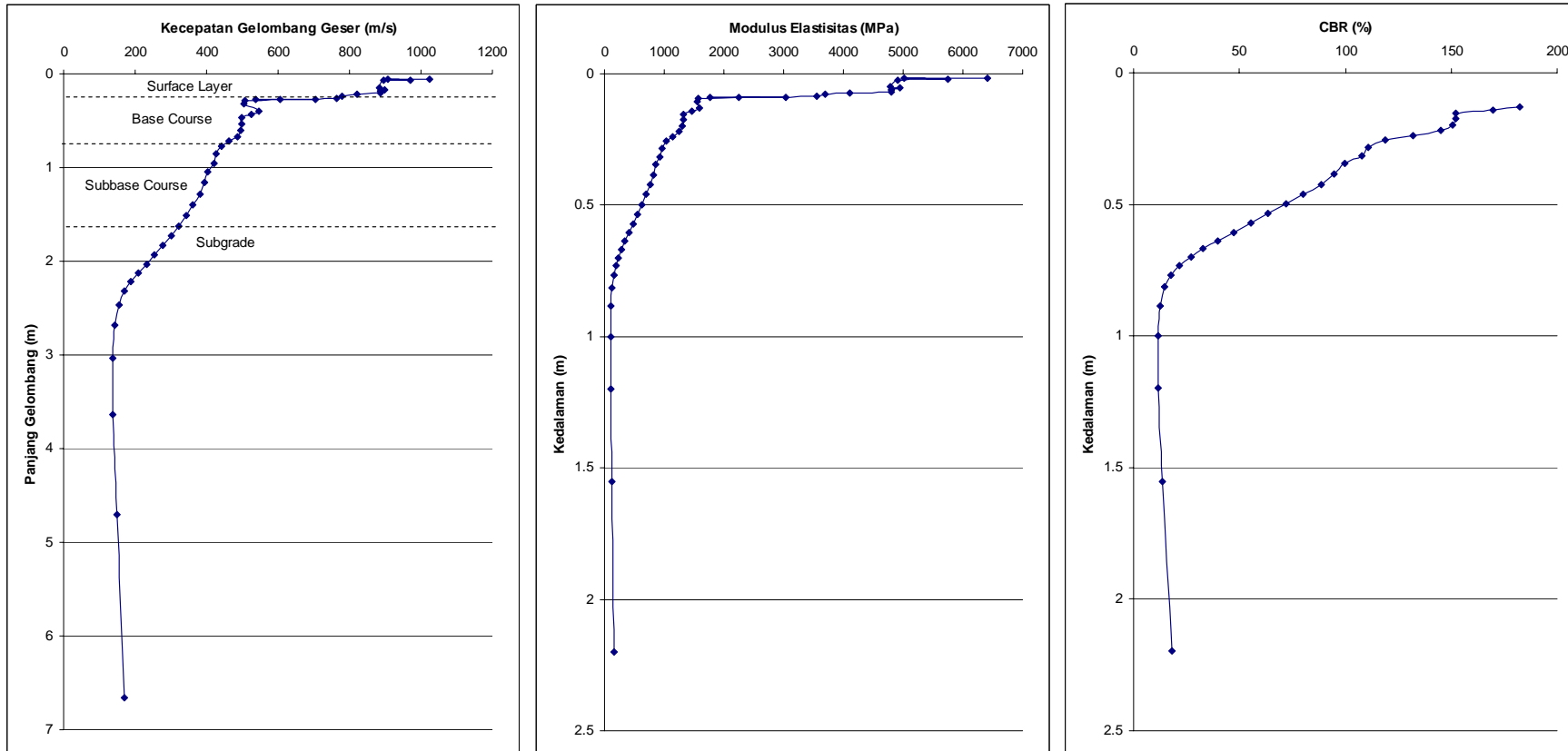
5. Sta. 8 + 000 (KM 21 + 930)



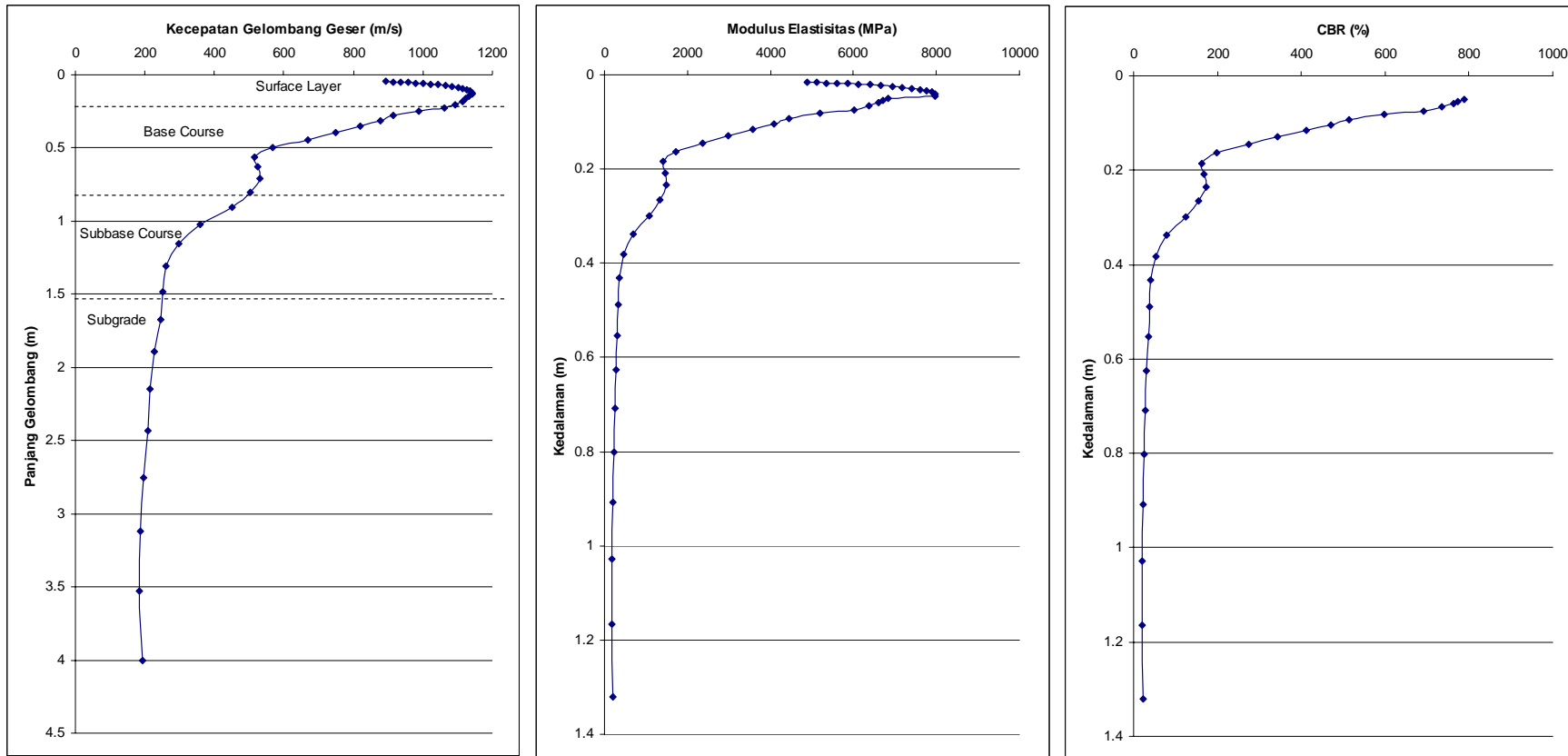
6. Sta. 10 + 000 (KM 23 + 930)



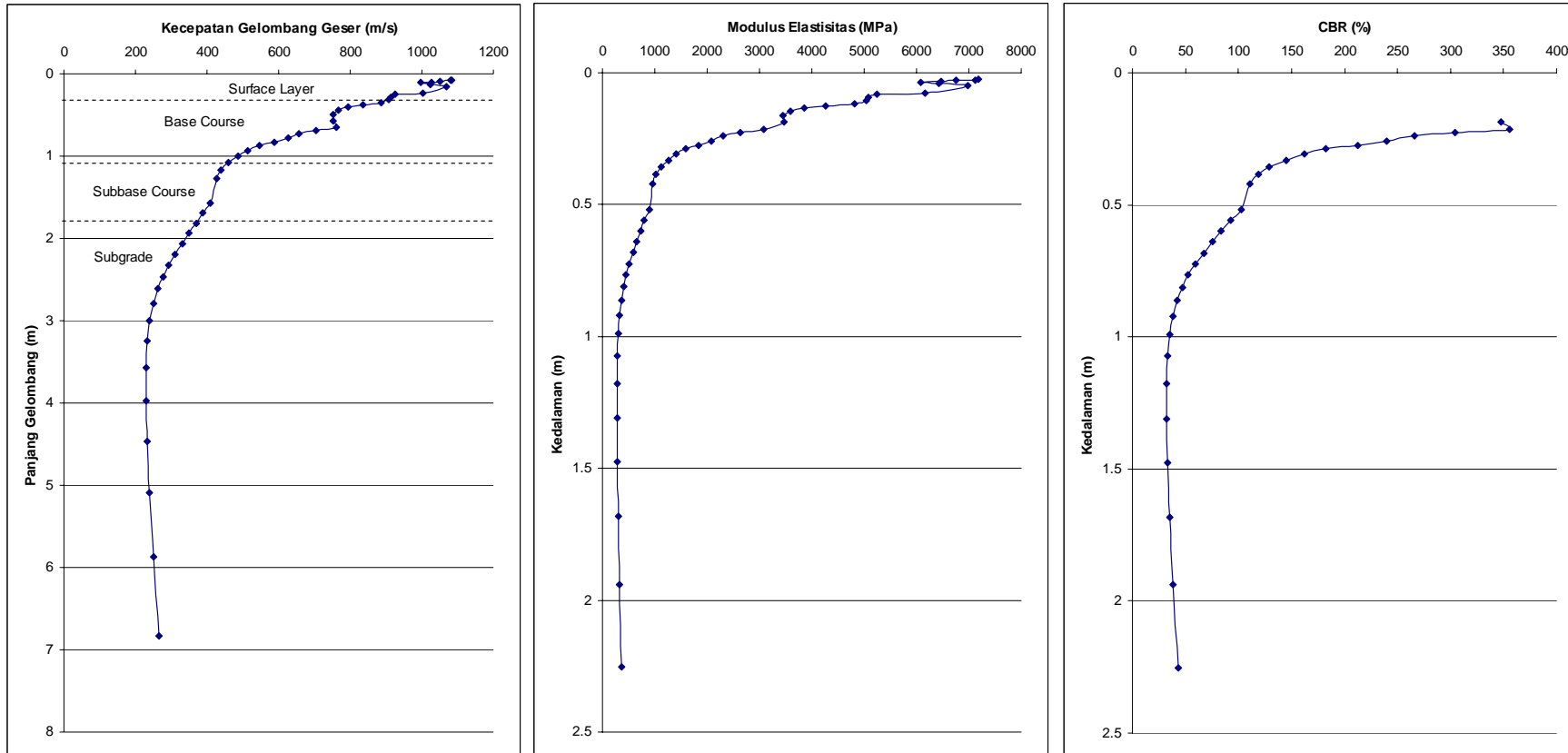
7. Sta. 12 + 000 (KM 25 + 930)



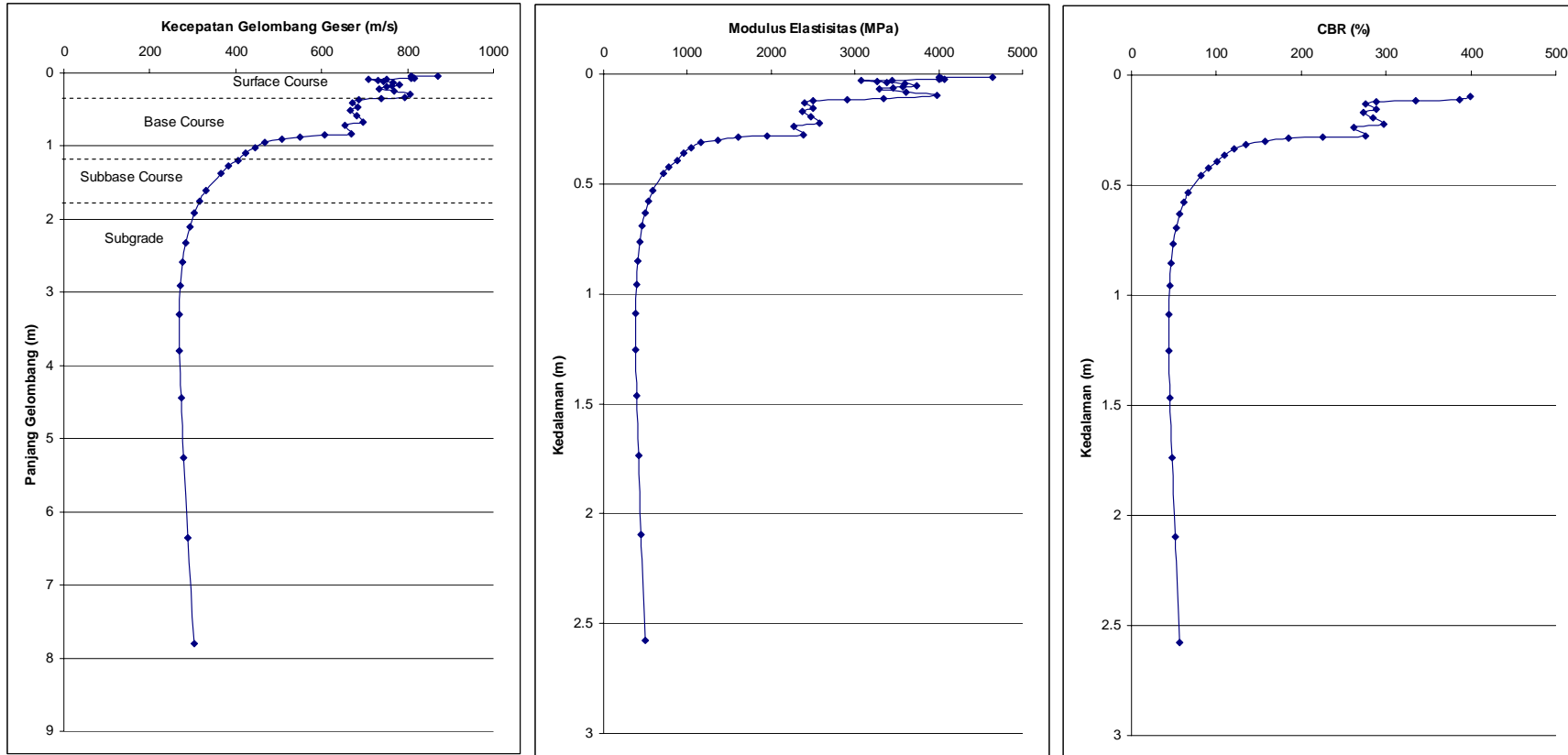
8. Sta. 14 + 000 (KM 27 + 930)



9. Sta. 16 + 000 (KM 29 + 930)



10. Sta. 18 + 000 (KM 31 + 930)



KESIMPULAN PENGUJIAN SASW PADA JALAN PIYUNGAN-GADING

Pada umumnya hasil pengukuran pada Jalan Piyungan - Gading yang menggunakan metode SASW menghasilkan nilai CBR/DCP yang cukup tinggi dengan nilai CBR di atas 6 % atau nilai DCP 25 mm/blow untuk DCP 60°. Daya dukung tanah (nilai CBR) pada semua lokasi pengujian menunjukkan nilai yang tinggi sehingga tidak dideteksi adanya kondisi tanah lunak pada lokasi pengujian di Jalan Piyungan Gading.

Nilai lapisan permukaan (*surface course*) diukur dalam modulus elastisitas dalam rentang 3.000 – 7200 MPa atau 800 - 1084 m/s, sedangkan untuk lapisan fondasi atas 1000 – 2400 MPa atau 500 – 700 m/s dan lapisan fondasi bawah 480 – 600 MPa atau 260 – 300 m/s. Untuk lapisan subgrade dalam nilai modulus elastisitas 86 – 400 MPa atau 120 – 250 m/s.

**TABEL KESIMPULAN PENGUJIAN
JALAN NASIONAL PIYUNGAN - GADING**

| PROFILE | Sta 0+000 | | | Sta 2+000 | | | Sta 4+000 | | |
|----------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.027219 | 14342.1 | | 0.015825 | 4877.651 | | 0.015924 | 4995.501 | |
| | 0.047655 | 14352.51 | | 0.017164 | 4332.354 | | 0.021143 | 5315.041 | |
| | 0.066203 | 14130.24 | | 0.020841 | 4823.131 | | 0.024599 | 5588.578 | |
| | 0.073514 | 13917.48 | | 0.027246 | 4699.837 | | 0.036429 | 5743.104 | |
| | 0.075155 | 11616.21 | | 0.03754 | 2899.585 | | 0.083786 | 4006.454 | |
| | 0.094009 | 11583.86 | | 0.040806 | 2586.71 | | 0.096896 | 4156.39 | |
| | 0.157192 | 4186.837 | | | | | 0.11363 | 4432.807 | |
| | 0.172775 | 4017.638 | | | | | 0.12641 | 4253.235 | |
| | | | | | | | 0.155456 | 2991.306 | |
| | | | | | | | 0.177618 | 3022.743 | |
| BASE COURSE | 0.205326 | 2458.282 | 283.4721 | 0.044074 | 1720.011 | | 0.267191 | 2122.441 | 244.7075 |
| | 0.220861 | 2249.56 | 259.3796 | 0.080625 | 1226.932 | | 0.281521 | 1817.442 | 209.5084 |
| | 0.311149 | 1346.202 | 155.1366 | 0.088648 | 1119.539 | 128.9909 | 0.368762 | 1090.705 | 125.6653 |
| | 0.330093 | 1183.775 | 136.4 | 0.100331 | 1082.316 | 124.6978 | 0.395414 | 960.6258 | 110.6635 |
| | 0.350565 | 1039.904 | 119.8062 | 0.117542 | 1121.049 | 129.165 | 0.417468 | 818.5348 | 94.27886 |
| | | | | 0.130714 | 1046.161 | 120.5279 | | | |
| | | | | 0.149044 | 1026.249 | 118.2315 | | | |
| | | | | 0.174946 | 1066.71 | 122.8979 | | | |
| | | | | 0.202908 | 1082.415 | 124.7092 | | | |
| | | | | 0.229746 | 1046.592 | 120.5776 | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.465107 | 645.7942 | 74.36408 | 0.396198 | 569.9637 | 65.62349 | 0.520962 | 560.478 | 64.5302 |
| | 0.503106 | 574.1498 | 66.10597 | 0.444508 | 539.9778 | 62.16749 | 0.56449 | 497.031 | 57.21807 |
| | 0.546417 | 510.6467 | 58.78716 | 0.491877 | 497.4015 | 57.26075 | 0.614959 | 443.6179 | 51.06307 |
| | 0.596284 | 454.3284 | 52.29722 | 0.545422 | 459.8159 | 52.92954 | | | |
| | | | | | | | | | |
| SUBGRADE | 0.654358 | 404.3174 | 46.53481 | 0.605856 | 426.2789 | 49.06518 | 0.673751 | 398.4379 | 45.8574 |
| | 0.722862 | 359.8004 | 41.40607 | 0.6739 | 395.9547 | 45.57131 | 0.742493 | 359.9116 | 41.41887 |
| | 0.804853 | 320.0107 | 36.82251 | 0.750237 | 368.0986 | 42.36204 | 0.823067 | 326.6306 | 37.58505 |
| | 0.904644 | 284.204 | 32.69829 | 0.835462 | 342.0446 | 39.36062 | 0.91761 | 297.307 | 34.20743 |
| | 1.02848 | 251.6225 | 28.94601 | 0.929992 | 317.1971 | 36.49842 | 1.028436 | 270.7221 | 31.14557 |
| | 1.185682 | 221.4348 | 25.46987 | 1.033951 | 293.0259 | 33.71434 | 1.157832 | 245.674 | 28.261 |
| | 1.390619 | 192.6266 | 22.15306 | 1.146992 | 269.0656 | 30.9548 | 1.307532 | 220.9236 | 25.41101 |
| | 1.66599 | 163.7813 | 18.83249 | 1.268052 | 244.9193 | 28.17409 | 1.477479 | 195.1429 | 22.44275 |
| | 2.046881 | 132.5936 | 15.24298 | 1.394998 | 220.2673 | 25.33545 | 1.662868 | 166.8829 | 19.18951 |
| | | | | 1.524114 | 194.8827 | 22.4128 | 1.846852 | 134.6163 | 15.47574 |
| | | | | 1.649372 | 168.6548 | 19.39347 | 1.930995 | 54.32002 | 6.238786 |
| | | | | 1.761352 | 141.6231 | 16.28213 | 1.981326 | 97.04219 | 11.15232 |
| | | | | 1.84566 | 114.0259 | 13.10635 | | | |
| | | | | 1.880549 | 86.37116 | 9.924769 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

H = Kedalaman dalam meter

E = Modulus Elastisitas dalam MPa

Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

| PROFILE | Sta 6+000 | | | Sta 8+000 | | | Sta 10+000 | | |
|----------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.018527 | 6408.855 | | 0.019408 | 3872.849 | | 0.022706772 | 5048.137 | |
| | 0.018211 | 5913.07 | | 0.021908 | 3667.876 | | 0.026131908 | 5455.24 | |
| | 0.023417 | 6886.599 | | 0.026003 | 3841.123 | | 0.047225145 | 5236.013 | |
| | 0.024724 | 6919.481 | | 0.030729 | 3987.867 | | 0.053149668 | 5403.05 | |
| | 0.030057 | 6890.438 | | 0.035843 | 4033.724 | | 0.059795736 | 5569.557 | |
| | 0.053026 | 6602.609 | | 0.042517 | 4220.384 | | 0.066896742 | 5675.123 | |
| | 0.058821 | 6686.255 | | 0.057748 | 3203.465 | | 0.075205944 | 5836.878 | |
| | 0.065693 | 6686.303 | | 0.069215 | 3424.073 | | 0.081231447 | 5539.136 | |
| | 0.075173 | 6999.456 | | | | | 0.093470058 | 5962.672 | |
| | 0.084318 | 6821.391 | | | | | | | |
| BASE COURSE | 0.181657 | 2837.768 | 327.2811 | 0.092828 | 1410.506 | | 0.096882654 | 2781.748 | |
| | 0.214361 | 2975.853 | 343.2237 | 0.102797 | 1289.642 | | 0.105289437 | 2661.936 | 266.9015 |
| | 0.278266 | 1466.19 | 168.9792 | 0.110685 | 1115.398 | | 0.119671101 | 2783.545 | 279.1078 |
| | 0.320617 | 1234.216 | 142.2183 | 0.181743 | 611.4074 | 70.40035 | 0.135644718 | 2891.736 | 289.9677 |
| | | | | 0.193976 | 522.5369 | 60.15745 | 0.148311834 | 1958.277 | 225.7611 |
| | | | | 0.207651 | 449.9334 | 51.79079 | 0.166985742 | 1999.334 | 230.4993 |
| | | | | 0.243061 | 464.0037 | 53.41211 | 0.187668591 | 2030.447 | 234.0902 |
| | | | | 0.266661 | 421.191 | 48.47895 | 0.208400478 | 2009.448 | 231.6666 |
| | | | | 0.353485 | 423.953 | 48.79719 | | | |
| | | | | 0.394153 | 400.6304 | 46.11001 | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.493432 | 651.5173 | 75.02379 | 0.43537 | 372.7442 | 42.89724 | 0.300613335 | 502.8145 | 57.88456 |
| | 0.544239 | 429.2426 | 49.40667 | 0.477118 | 342.6548 | 39.43092 | 0.313887552 | 422.4706 | 48.62639 |
| | | | | 0.519599 | 312.3829 | 35.94389 | 0.361625352 | 428.5726 | 49.32948 |
| | | | | 0.563301 | 283.5533 | 32.62334 | 0.40286367 | 402.5534 | 46.33157 |
| SUBGRADE | 0.6463 | 457.0634 | 52.61237 | 0.609069 | 257.387 | 29.60985 | 0.540687477 | 400.0117 | 46.03873 |
| | 0.788849 | 350.8984 | 40.38056 | 0.658162 | 234.7292 | 27.00068 | 0.648283878 | 416.7962 | 47.97259 |
| | 0.919304 | 331.7076 | 38.16987 | 0.712282 | 216.1059 | 24.8563 | 0.790758111 | 439.816 | 50.62499 |
| | 0.977644 | 328.3393 | 37.78187 | 0.773573 | 201.7946 | 23.20856 | 0.97508367 | 461.3495 | 53.10627 |
| | 1.035966 | 326.3913 | 37.55748 | 0.844566 | 191.9001 | 22.06942 | 1.204066314 | 467.9669 | 53.86881 |
| | 1.294143 | 323.5757 | 37.23315 | 0.92807 | 186.4216 | 21.43871 | 1.462277091 | 436.9263 | 50.29201 |
| | 1.733316 | 311.7855 | 35.87509 | 1.027003 | 185.3058 | 21.31027 | 1.66535259 | 334.1036 | 38.44586 |
| | 1.850291 | 304.3833 | 35.02248 | 1.144171 | 188.4792 | 21.67559 | | | |
| | 1.948406 | 296.2179 | 34.08199 | 1.282016 | 195.8579 | 22.52507 | | | |
| | | | | 1.442349 | 207.3404 | 23.84706 | | | |
| | | | | 1.626117 | 222.7868 | 25.62555 | | | |
| | | | | 1.833223 | 241.9944 | 27.83728 | | | |
| | | | | 2.062448 | 264.6762 | 30.4493 | | | |
| | | | | 2.311464 | 290.45 | 33.41767 | | | |
| | | | | 2.576968 | 318.8402 | 36.68768 | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

- H = Kedalaman dalam meter
- E = Modulus Elastisitas dalam MPa
- Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

| PROFILE | Sta 12+000 | | | Sta 14+000 | | |
|----------------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.017978 | 6415.871 | | 0.015624 | 4891.042 | |
| | 0.018011 | 5023.687 | | 0.016311 | 5113.313 | |
| | 0.021814 | 5748.706 | | 0.017089 | 5349.698 | |
| | 0.022841 | 4916.682 | | 0.026399 | 7177.874 | |
| | 0.047509 | 4788.607 | | 0.028533 | 7407.301 | |
| | 0.054673 | 4944.957 | | 0.030953 | 7608.502 | |
| | 0.06097 | 4794.754 | | 0.033699 | 7773.146 | |
| | 0.069074 | 4797.54 | | 0.036814 | 7892.685 | |
| | 0.072408 | 4109.42 | | 0.040347 | 7958.636 | |
| | | | | 0.044355 | 7962.895 | |
| | | | | 0.048902 | 6833.354 | |
| | | | | 0.05406 | 6698.186 | |
| | | | 0.103296 | 4090.331 | | |
| BASE COURSE | 0.106653 | 1550.55 | | 0.184789 | 1419.987 | 163.6488 |
| | 0.130944 | 1581.267 | 182.2563 | 0.208206 | 1456.776 | 167.8931 |
| | 0.143315 | 1473.115 | 169.7782 | 0.234771 | 1499.803 | 172.8572 |
| | 0.153995 | 1322.182 | 152.3657 | 0.264904 | 1344.913 | 154.9879 |
| | 0.174556 | 1319.92 | 152.1047 | | | |
| | 0.197249 | 1308.742 | 150.8152 | | | |
| | 0.237784 | 1144.416 | 131.8602 | | | |
| | 0.256762 | 1033.799 | 119.1022 | | | |
| | 0.383492 | 821.4961 | 94.62029 | | | |
| | 0.423393 | 770.7371 | 88.7679 | | | |
| 0.459462 | 697.2759 | 80.29874 | | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.497249 | 626.006 | 72.08309 | 0.381851 | 467.5532 | 53.82113 |
| | 0.534443 | 552.9056 | 63.65745 | 0.431748 | 358.0487 | 41.20426 |
| | 0.57057 | 480.399 | 55.30141 | 0.488351 | 340.1653 | 39.14414 |
| | 0.60522 | 410.6419 | 47.26349 | | | |
| SUBGRADE | 0.638153 | 345.4708 | 39.7553 | 0.55256 | 320.1451 | 36.83799 |
| | 0.669463 | 286.3669 | 32.94739 | 0.625397 | 274.0381 | 31.52746 |
| | 0.699853 | 234.4383 | 26.96718 | 0.708021 | 245.2886 | 28.21662 |
| | 0.731099 | 190.4242 | 21.8995 | 0.801748 | 229.9012 | 26.44474 |
| | 0.766808 | 154.7342 | 17.79115 | 0.908069 | 203.1869 | 23.36886 |
| | 0.813727 | 127.542 | 14.66164 | 1.028677 | 184.1305 | 21.17496 |
| | 0.884026 | 108.9746 | 12.52515 | 1.165492 | 183.2734 | 21.07629 |
| | 0.999409 | 99.48113 | 11.43291 | 1.320692 | 201.9762 | 23.22947 |
| | 1.198812 | 100.551 | 11.556 | 1.496746 | 224.8432 | 25.86233 |
| | 1.553506 | 116.1557 | 13.35142 | 1.696458 | 192.7741 | 22.17004 |
| | 2.198519 | 155.7769 | 17.91116 | 1.923006 | 140.7896 | 16.1862 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

H = Kedalaman dalam meter

E = Modulus Elastisitas dalam MPa

Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).

| PROFILE | Sta 16 +000 | | | Sta 18+000 | | |
|----------------|-------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | H | E | CBR | H | E | CBR |
| SURFACE LAYER | 0.023703306 | 7188.754 | | 0.016322 | 4000.927 | |
| | 0.026833917 | 7131.493 | | 0.01843 | 4012.606 | |
| | 0.029688978 | 6757.587 | | 0.020822 | 4029.304 | |
| | 0.033017424 | 6469.766 | | 0.023582 | 4065.474 | |
| | 0.050372058 | 6986.872 | | 0.027595 | 3444.558 | |
| | 0.078956889 | 6170.753 | | 0.029417 | 3078.882 | |
| | 0.08271912 | 5245.214 | | 0.034168 | 3267.029 | |
| | 0.092607042 | 5091.825 | | 0.039184 | 3379.213 | |
| | 0.104731737 | 5044.551 | | 0.045593 | 3597.959 | |
| | 0.147103473 | 3587.865 | | 0.05238 | 3734.268 | |
| | 0.163970037 | 3455.768 | | 0.057806 | 3576.247 | |
| 0.186506166 | 3466.781 | | 0.064142 | 3462.001 | | |
| | | | 0.098619 | 3975.243 | | |
| BASE COURSE | 0.257349312 | 2081.004 | 239.925 | 0.120519 | 2504.478 | 288.8047 |
| | 0.27487119 | 1843.932 | 212.5653 | 0.133016 | 2396.311 | 276.3186 |
| | 0.354586023 | 1122.976 | 129.3873 | 0.153274 | 2498.622 | 288.1288 |
| | | | | 0.168502 | 2370.794 | 273.3731 |
| | | | | 0.194143 | 2470.141 | 284.841 |
| | | | | 0.223738 | 2574.009 | 296.8313 |
| | | | | 0.237167 | 2268.464 | 261.5615 |
| | | | | | | |
| SUBBASE COURSE | 0.384272724 | 1027.624 | 118.3901 | 0.29988 | 1365.975 | 157.4176 |
| | 0.421754685 | 965.367 | 111.2103 | 0.313181 | 1165.359 | 134.2758 |
| | | | | 0.336124 | 1049.192 | 120.8774 |
| | | | | 0.421253 | 782.3524 | 90.10709 |
| | | | 0.454322 | 708.2123 | 81.55951 | |
| SUBGRADE | 0.640378035 | 653.6282 | 75.26713 | 0.531729 | 584.8607 | 67.3405 |
| | 0.681728124 | 582.511 | 67.06967 | 0.577929 | 534.9828 | 61.59182 |
| | 0.723483948 | 516.9449 | 59.513 | 0.630877 | 492.545 | 56.70109 |
| | 0.76654446 | 458.2994 | 52.7548 | 0.692439 | 457.2855 | 52.63796 |
| | 0.812302524 | 407.4682 | 46.89783 | 0.765106 | 429.0159 | 49.38056 |
| | 0.862751802 | 364.9474 | 41.99902 | 0.852227 | 407.6522 | 46.91903 |
| | 0.920593179 | 330.9352 | 38.0809 | 0.958331 | 393.2527 | 45.26 |
| | 0.989332212 | 305.4428 | 35.14452 | 1.089592 | 386.0702 | 44.4325 |
| | 1.073356515 | 288.4105 | 33.18276 | 1.2545 | 386.6212 | 44.49598 |
| | 1.177979649 | 279.8167 | 32.19299 | 1.464874 | 395.7828 | 45.5515 |
| | 1.309437657 | 279.7728 | 32.18794 | 1.737381 | 414.9313 | 47.75772 |
| | 1.474821876 | 288.5936 | 33.20386 | 2.095925 | 446.1466 | 51.35444 |
| | 1.681935684 | 306.8361 | 35.305 | 2.575465 | 492.5221 | 56.69846 |
| | 1.939064556 | 335.3021 | 38.58393 | | | |
| 2.254656822 | 375.0024 | 43.1574 | | | | |

Keterangan Tabel Kesimpulan :

H = Kedalaman dalam meter

E = Modulus Elastisitas dalam MPa

Bearing Capacity dalam nilai CBR (%).