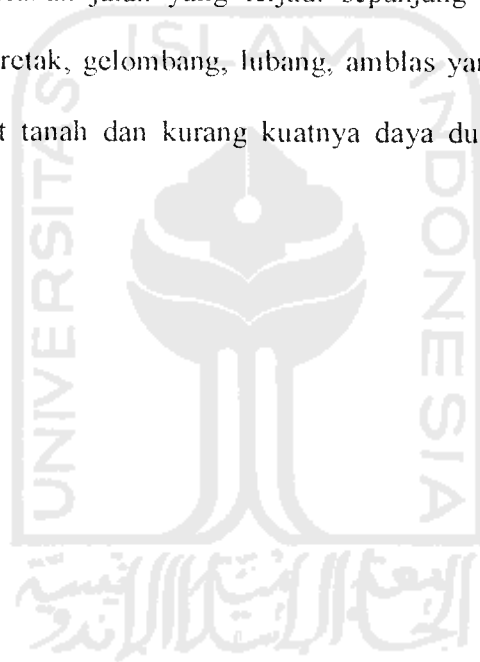


## BAB V

### HIPOTESIS

Persentase terbesar kerusakan jalan yang terjadi sepanjang ruas Jalan Godong – Purwodadi berupa retak-retak, gelombang, lubang, amblas yang disebabkan adanya pengaruh kembang susut tanah dan kurang kuatnya daya dukung tanah pada ruas jalan tersebut.



## HASIL PENF

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta adalah : ekstraksi aspal, analisis saringan, pengujian kepadatan tanah (*standar proktor*), *sand cone* lapis pondasi bawah, CBR lapangan dengan DCP, analisis *hidrometer*, pemeriksaan batas cair tanah, pemeriksaan batas plastis tanah, pemeriksaan batas susut tanah, pemeriksaan berat jenis tanah, klasifikasi tanah dasar, *swelling*, dan perencanaan perkuatan jalan lama (pelapisan tambahan) dengan metode analisis komponen 1987.

### 6.1. Ekstraksi Aspal

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1-9) diperoleh data kadar aspal material perkerasan yang dapat dilihat pada tabel 6.1

### 6.3. Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah

Dari pengujian sifat-sifat fisik tanah baik dilapangan maupun di laboratorium didapatkan sifat-sifat tanah seperti tertulis dalam tabel-tabel dan gambar di bawah ini:

#### 6.3.1. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Batas cair (LL), yaitu kadar air pada peralihan antara keadaan cair ke keadaan plastis (lampiran.10-13). Hasil pemeriksaan batas cair tanah ini dapat dilihat pada tabel 6.4.dan gambar 6.2 .

**Tabel 6.4.** Hasil penelitian batas cair tanah.

No	Titikstasiun	Kadar Air(%)
1	TS1	61.63
2	TS2	70.42
3	TS3	72.01
4	TS4	80.20
Kadar Air Rata-rata adalah 71.065%		

Berdasarkan pengujian tanah maka nilai batas cair rata-rata (LL) adalah 71.065%, maka klasifikasi tanah termasuk *clay (atterburg cassagrande)*

#### 6.3.2. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar

Batas Plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3.2mm mulai retak-retak ketika digulung (lampiran10-13). Besarnya nilai batas plastis dapat dilihat pada tabel 6.5 dan gambar 6.2

**Tabel 6.5** Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar.

Sampel	Batas Plastis (%)
1	31.02
2	26.80
3	35.21
4	26.49
Kadar Air Rata-rata sebagai Batas Plastis adalah 29.88 %	

### 6.3.3. Indeks Plastis

Indeks plastis adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastis merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis.

Batas plastis tanah didapat sebesar 29.88 %, sehingga indeks plastisnya dapat dilihat pada tabel 6.6 dan gambar 6.2 berikut ini:

**Tabel 6.6** Nilai Indeks Plastisitas.

Sampel	Indeks Plastisitas (PI) %
1	30.61
2	43.62
3	36.80
4	53.71

Kadar air rata-rata untuk PI adalah: 41.185%

$$\begin{aligned} IP &= LL - PL \\ &= 61.63 - 31.02 \\ &= 30.61 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian tanah maka diperoleh nilai Indeks plastis rata-rata adalah 41.185% maka tanah ini termasuk plastisitas tinggi dan bersifat kohesif.

Semakin tinggi IP suatu tanah (maksimal 10) maka tanah tersebut semakin jelek untuk bahan tanah dasar, karena jumlah mineral lempung yang dikandungnya semakin besar, sehingga sifat kembang susutnya akan semakin besar pula (Braja, M. Das, 1988)

### 6.3.4. Pemeriksaan Batas Susut Tanah Dasar

Batas susut (*shrinkage limit*) dari suatu tanah adalah kadar air maksimal pada saat perubahan sifat tanah dari semi padat ke padat, yaitu persentase kadar air dengan

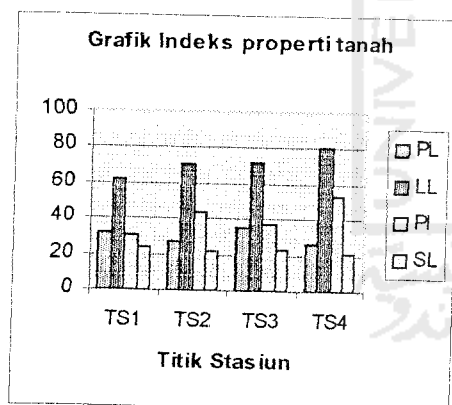
pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya (lampiran 14). Nilai batas susut dapat dilihat pada tabel 6.7 dan gambar 6.2

**Tabel 6.7** Pemeriksaan batas susut tanah fasar.

Sampel	Batas Susut (SL) %
1	23.62
2	21.74
3	20.25
4	22.88

Kadar air rata-rata untuk SL adalah 22.1225

Berdasarkan hasil pengujian, tanah yang diuji mempunyai batas susut tanah (SL) sebesar 22.1225%, semakin besar nilai batas susut, maka semakin besar kembang susutnya. Tanah yang mempunyai kembang susut yang besar, tanah tersebut tidak baik jika digunakan untuk konstruksi jalan raya.



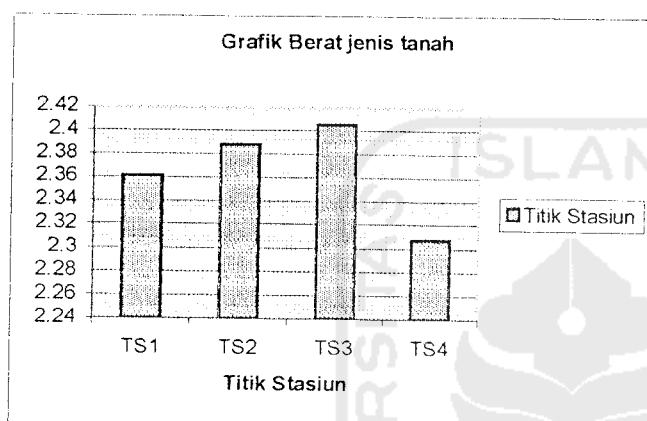
**Gambar 6.2** Grafik indeks properti tanah.

### 6.3.5. Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan perbandingan butir-butir tanah dengan berat air distilasi di udara pada volume yang sama dan temperatur standar ( $27.5^{\circ}\text{C}$ ) (lampiran 15-18). Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada tabel 6.8 dan gambar 6.3

**Tabel 6.8.** Pengujian berat jenis tanah.

Sampel	Berat Jenis (GS)
1	2.361
2	2.388
3	2.405
4	2.307

**Gambar. 6.3** Grafik berat jenis tanah.

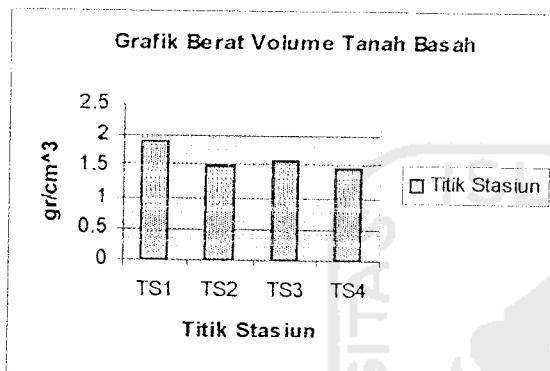
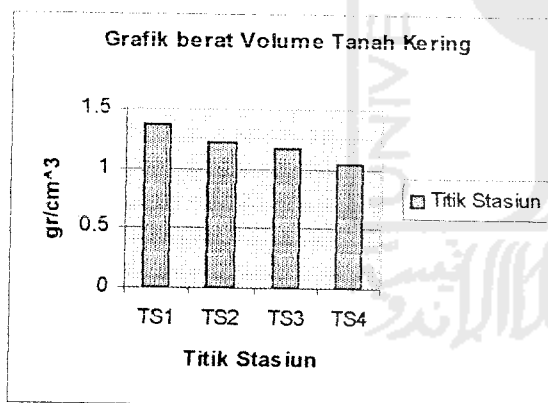
Nilai berat jenis yang diperoleh dari pengujian belum memenuhi GS standar yang ditetapkan yaitu 2.68-2.75 (Hary Cristady 1992) dan GS rata-ratanya yaitu 2.365, belum memenuhi standar yang ditetapkan untuk berat jenis tanah.

### 6.3.6. Pengujian Berat Volume Tanah

Berat Volume tanah adalah perbandingan berat tanah (termasuk kadar air yang dikandungnya) dengan volume tanah seluruhnya. Pengujian tanah untuk memperoleh berat volume tanah kering ( $\gamma_k$ ) dan berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) (lampiran 36-39). Nilai berat volume tanah basah dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.4, sedangkan untuk berat volume tanah kering dapat dilihat pada tabel 6.9 dan gambar 6.5

**Tabel 6.9** Berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) dan berat volume tanah kering ( $\gamma_k$ ).

No	Titik Stasiun	Beraat vol tanah basah( $\gamma_b$ )	Berat vol tanah kering( $\gamma_k$ )
1	TS1	1.926	1.375
2	TS2	1.516	1.224
3	TS3	1.595	1.172
4	TS4	1.473	1.04

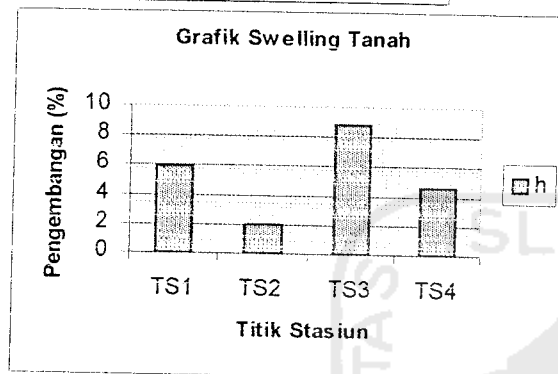
**Gambar.6.4.** Grafik berat volume tanah basah.**Gambar 6.5** Grafik volume tanah kering.

### 6.3.7. Pemeriksaan *Swelling* Tanah

Pemeriksaan *swelling* tanah bertujuan untuk mengetahui besarnya pengembangan tanah (lampiran 36-39). Hasil pemeriksian dapat dilihat pada tabel 6.10 dan gambar 6.6

**Tabel 6.10** Pemeriksaan *swelling* tanah.

Sampel	Pengembangan Tanah(h)
1	5.914
2	2.017
3	8.758
4	4.63

**Gambar 6.6** Grafik pemeriksaan *swelling* tanah.

Nilai *swelling* yang diperoleh melebihi 4%, (kecuali pada TS2 = 2.017%) dan nilai PI tanah yang diteliti adalah 43.321%. Berdasarkan Tabel 3.1 tentang tingkat ekspansifitas tanah, maka tanah yang diteliti termasuk tanah dengan jenis *high ekspansif*.

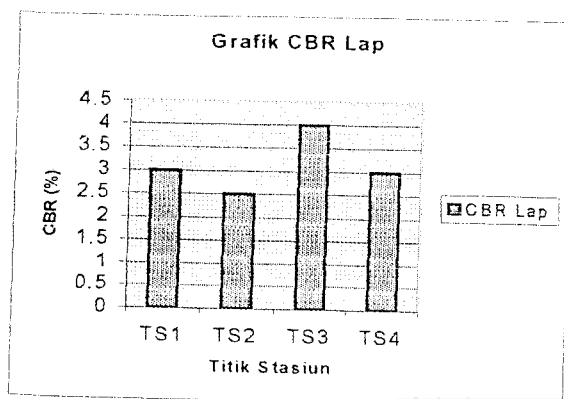
#### 6.4. CBR lapangan dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Berguna untuk memeriksa harga CBR secara langsung di lapangan (lampiran 19). Hasil pemeriksaan CBR (%) dapat dilihat pada tabel.6.11 dan gambar 6.7 sebagai berikut:

**Tabel 6.11** Hasil uji CBR lapangan.

Titik stasiun	TS1						TS2						TS3						TS4						
Jumlah pukulan	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	35	40	5	10	15	20	25
Penetrasi (cm)	85	82	78	74	65	29	85	83	77	74	66	28	87	85	83	81	79	75	66	3	85	82	81	76	50
AH (cm)	1	4	8	12	21	56	1	3	9	12	20	58	1	4	6	8	10	14	23	59	1	4	5	10	36
CBR	3.00%						2.50%						4%						3%						





**Gambar 6.7.** Grafik CBR lapangan.

Hitungan TS1 diambil garis dengan kemiringan paling tinggi, kemudian dengan bantuan dua penggaris siku, garis tersebut diplotkan pada garis CBR referensi, kemudian dibaca hasilnya, yaitu 3%. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada lampiran hal 19. Dari hasil penelitian didapatkan nilai CBR lapangan untuk TS1, TS2, TS3, dan TS4 berada di bawah 5%, berarti di bawah standar yang ditetapkan Bina Marga.

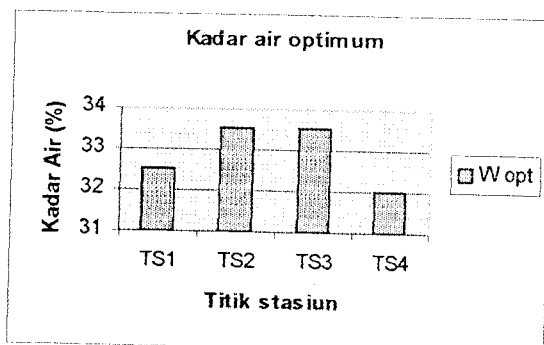
### 6.5. Pengujian Kepadatan Tanah (*Standar Proktor*)

Pengujian kepadatan tanah dengan uji proctor dimaksudkan untuk mencari kadar air optimum. Yaitu kadar air tanah yang menghasilkan kepadatan optimal (lampiran 20-23).

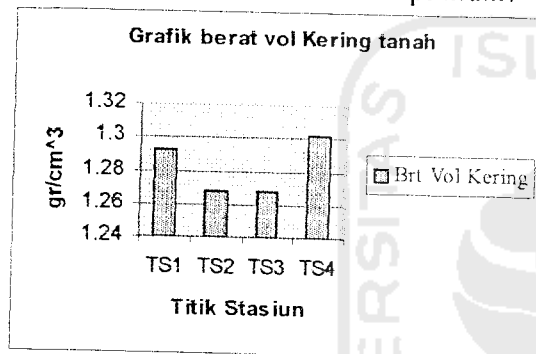
Hasil uji proctor ini dapat dilihat pada tabel 6.12 dan gambar 6.8;6.9 berikut.

**Tabel 6.12.** Hasil penelitian *proctor standard test* untuk tanah dasar.

No Sampel	Hasil Penelitian	
	$\gamma_d(\text{gr/cm}^3)$	w (%)
TS1	1.2917	32.593
TS2	1.268	33.547
TS3	1.268	33.547
Ts4	1.3017	32.013



Gambar 6.8 Grafik kadar air optimum.



Gambar 6.9 Grafik berat volume tanah kering.

Dari tabel di atas diketahui bahwa kadar air optimum pada TS2 dan TS3 sama, sedangkan pada TS1 dan TS4 berbeda, hal ini mungkin disebabkan oleh komposisi tanah yang berbeda pada TS1 dan TS4, sedangkan komposisi tanah pada TS2 dan TS3 sama.

## 6.6 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR maksimal yang bisa dicapai oleh tanah tanpa bahan *additif* (lampiran 24-39). Hasil pengujian CBR laboratorium dapat dilihat pada tabel 6.13 berikut ini:

**Tabel 6.13** Perhitungan harga CBR laboratorium

CBR Tanpa Redaman				CBR Rendaman	
Titik Sta	CBR (%)	Titik Sta	CBR (%)	Titik Sta	CBR (%)
1	4.11	3	1.6	1	1.22
	4.34		2.51	2	1.22
	6.62		4.45	3	1.19
	2.0901		4.2456	4	1.42
2	1.14	4	4.34		
	2.97		5.02		
	4.11		6.39		
	3.6745		2.8408		

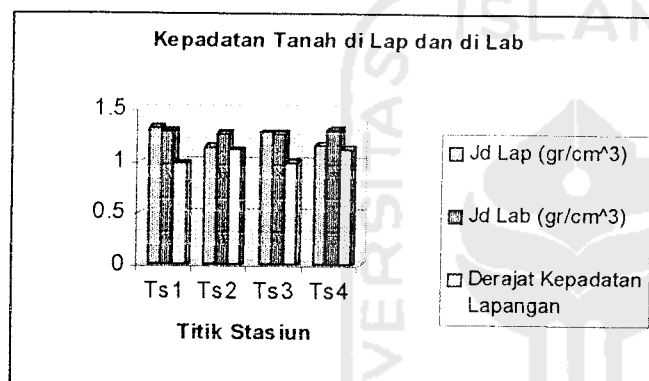
Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai CBR tanpa redaman yang terbesar adalah 6.62% dan nilai CBR terkecil 1.14%. Nilai CBR redaman terbesar adalah 1.42% dan nilai CBR yang terkecil adalah 1.19%, maka CBR laboratorium yang dipakai adalah 1.19% sehingga tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Bina Marga tentang perencanaan jalan baru nilai CBR tanah dasar yang umum digunakan minimal sebesar 5 % dan diperoleh daya dukung tanah sebesar  $4.75\text{kg/cm}^2$ . Hal ini diambil berdasarkan kondisi terburuk pada saat jenuh air, Dari grafik korelasi daya dukung tanah dengan nilai CBR 1.19% diperoleh nilai DDT sebesar  $1.9\text{ kg/cm}^2$ .

### 6.7. Pengujian Kepadatan Tanah di Lapangan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan lapis tanah dengan cara pengukuran lubang secara langsung dengan menggunakan *sand cone* (lihat lampiran 45-48). Hasil pengujian kepadatan di lapangan dapat dilihat pada tabel 6.14 dan gambar 6.10 berikut ini

**Tabel 6.14** Hasil pengujian kepadatan tanah lap dan kepadatan tanah lab.

Titik Stasiun	yd Lap (gr/cm <sup>3</sup> )	yd Lab (gr/cm <sup>3</sup> )	Derajat Kepadatan Lapangan (%)
Ts1	1.32	1.2917	0.978
Ts2	1.14	1.268	1.112
Ts3	1.28	1.268	0.99
Ts4	1.16	1.3017	1.122
Derajat kepadatan lap rata-rata			1.0505%



**Gambar 6.10** Grafik kepadatan tanah di lap dan di lab.

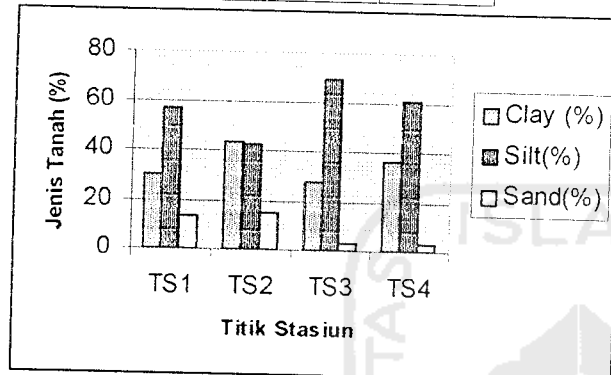
Berdasarkan hasil penelitian kepadatan tanah di lapangan dan dibandingkan dengan kepadatan tanah di laboratorium, maka nilai derajat kepadatan tanah lapangan rata-rata adalah 1.0505 % .

### 6.8. Pengujian Analisis *Hidrometer* dan Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui distribusi pembagian butir tanah (lampiran 40-43). Distribusi jenis tanah untuk tiap-tiap titik dapat dilihat pada tabel 6.15 dan gambar 6.11

**Tabel 6.15** Persentase jenis tanah.

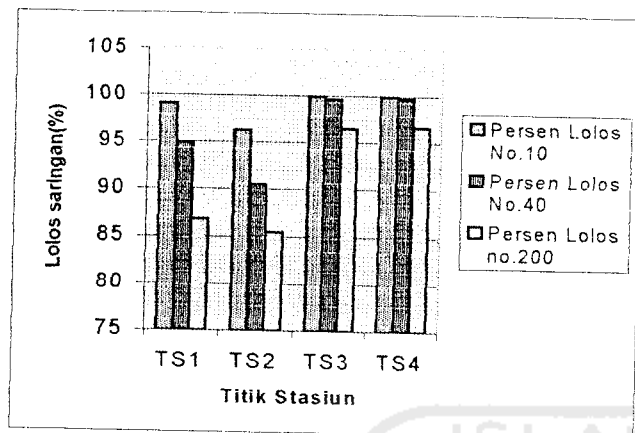
No	Stasiun	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
1	TS1	30.18	56.66	13.7
2	TS2	43.34	42.11	14.55
3	TS3	27.34	69.16	3.5
4	TS4	36.16	60.56	3.32

**Gambar 6.11.** Grafik persentase jenis tanah.

Untuk klasifikasi tanah menurut ASHTO, digunakan distribusi butir tanah yang lolos saringan no 10, 20, 40, 60, 140, dan 200. Adapun hasilnya bisa dilihat pada tabel 6.16 serta gambar 6.12 berikut ini:

**Tabel 6.16** Distribusi pembagian butir tanah.

Stasiun	Persen Lolos		
	No.10	No.40	No.200
TS1	99.12	94.9	86.83
TS2	96.23	90.5	85.45
TS3	99.92	99.67	96.5
TS4	99.95	99.73	96.68



**Gambar 6.12** Grafik distribusi butir tanah.

Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO, tanah pada masing-masing titik stasiun termasuk dalam kelompok :

1. TS1 termasuk kelompok A-7-5(20)
2. TS2 termasuk kelompok A-7-6(20)
3. TS3 termasuk kelompok A-7-5(20)
4. TS4 termasuk kelompok A-7-6(20)

Hitungan:

$$GI = (F-35)(0.2+0.005(LL-40))+0.01(F-15)(PI-10)$$

$$GI_{ts1} = 86.83 - 35 + 0.005(61.63 - 40) + 0.01(86.83 - 15)(30.61 - 10) = 30.775$$

$$GI_{ts1} = (86.83-35)(0.2+0.005(61.63-40))+0.01(86.83-15)(30.61-10)=30.775$$

Nilai  $GI > 20$ , maka nilai  $GI=20$

Hasil yang diperoleh dari uji *hidrometer* menunjukkan bahwa persentase jenis tanah *silt* dan *clay* yang lolos saringan #200, lebih besar jumlah persentase *silt* dibandingkan *clay*, kecuali pada titik stasiun 2 (lampiran.39-42), hal ini menunjukkan

bahwa tanah tersebut berjenis lempung ekspansif yang mengandung jumlah persentase lumpur yang besar. Hasil yang diperoleh di laboratorium menunjukkan nilai LL rata-rata =71.065%,  $\gamma_d$  rata-rata =1.282, IP rata-rata = 41.185%, %lolos#200 rata-rata =91.365%, CBR rata-rata =1.22 % dan GI rata-rata = 20, sehingga lumpur tersebut termasuk jenis *High Moam* (MH), tetapi nilai CBR dan GI-nya tidak masuk spesifikasi jenis ini, karena GI-nya lebih besar dari spesifikasi dan nilai CBR-nya lebih kecil dari spesifikasi (lampiran 44).

#### 6.9 Inventarisasi Kerusakan Jalan pada Titik Stasiun yang Ditinjau.

Kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Godong-Purwodadi sangat bervariasi, tetapi kerusakan yang paling dominan yaitu gelombang, amblas dan retak pinggir yang menyebabkan badan jalan patah dan turun (lihat tabel 1.3 Luas kerusakan dalam (m) dan dalam (%) kerusakan). Sampel penelitian diambil pada badan jalan yang mengalami kerusakan retak pinggir, gelombang, amblas dan dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Kondisi kerusakan pada titik yang ditinjau adalah sebagai berikut:

##### 1. Sampel 1 (sta 51+900)

Kerusakan yang terjadi pada titik ini yaitu:

- a. retak pinggir, yang menyebabkan badan jalan terpotong dan amblas.

hasil surface yang dicore drill, terbelah menjadi dua, hal ini menunjukkan bahwa retak yang terjadi sampai *base course*, sehingga air dapat memasuki lapisan di bawah *surface*.

- b. retak halus.

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

2. Sampel 2 (sta 49+300)

a. Retak halus

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

b. Retak pinggir

Hasil *surface* yang di *core drill* terbelah menjadi dua, sehingga kerusakan yang terjadi mencapai lapisan bawah, sehingga air dapat memasuki lapisan di bawah *surface*.

3. Sampel 3 (sta 46+100)

a. Gelombang dan retak

Hasil *surface* yang di *core drill* tetap utuh, sehingga kerusakan yang terjadi hanya pada permukaannya saja.

b. Kondisi standart (jalan tidak rusak)

4. Sampel 4 (sta 47+400)

Retak pinggir

Hasil dari struktur yang di *core drill* terlihat tetap utuh, sehingga kerusakan hanya terjadi pada permukaan strukturnya saja.

**6.10. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (Pelapisan Tambahan/*Overlay*) dengan Metode Analisis Komponen 1987**

Metode analisa komponen merupakan metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan untuk jalan raya yang disyaratkan oleh Bina Marga.