

Pemantauan Penanganan Longsoran Badan Jalan dengan Drainase Horisontal

Oleh :
Haliena Armela*

RINGKASAN

Salah satu teknologi alternatif penanganan longsoran adalah drainase horisontal. Pengembangan teknologi penanganan longsoran badan jalan dengan drainase horisontal telah dimulai sejak tahun 1997 dengan uji coba model skala penuh drainase horisontal tipe perforasi alur/garis dan tipe perforasi lobang untuk beberapa variasi kedalaman pada ruas jalan Cikalong-Cariu Km 4+725 (Cariu) yang merupakan jalur alternatif antara Jakarta – Bandung. Tujuan dari penanganan ini adalah untuk menurunkan permukaan air tanah dari tebing/lereng jalan dan mengetahui efektifitas dari penanganan longsoran tersebut. Adapun permasalahan longsoran yang terjadi adalah amblesan badan jalan sepanjang 35 m. Dari analisis data hasil pemantauan di lapangan diketahui antara lain: muka air tanah mengalami penurunan sebesar 0,005 m (pada daerah luar bidang longsor) dan 0,105 m (pada daerah di dalam bidang longsor), tekanan air pori mengalami penurunan 0,2 mH₂O pada line 1 dan 0,71 mH₂O (pada daerah di dalam bidang longsor), debit air yang dikeluarkan pada outlet drainase horisontal tipe pipa perforasi lubang 0,011 sampai dengan 2,42 L/hari lebih besar dibanding dengan tipe pipa perforasi alur/garis, gerakan tanah permukaan terjadi pada badan dan kaki longsor sebesar 0,1 sampai dengan 1,1 cm. Dari hasil pemantauan penanganan longsoran dengan konstruksi ini cukup efektif diterapkan pada permasalahan longsoran lereng/tebing maupun badan jalan dengan faktor penyebab akibat air tanah (water tabel) yang tidak terkendali pada tanah permeabel (lolos air). Tipe pipa perforasi yang lebih efektif digunakan adalah tipe lubang.

SUMMARY

One of the alternative technologies for landslide handling is a horizontal drainage. Development of this technology has been started since 1997 with full scale trial model of line perforation type and hole perforation type for several depth variations at the road Cikalong – Cariu Km 4+725 (Cariu) which constitute as an alternative track between Jakarta – Bandung. The objective of this handling was to reduce the water level of the land from slope of road and to identify the effectivity of the landslide handling. The problem of landslide was the road depression of 35 m. Analysis of the monitoring data showed that ground water surface has degraded for 0.005 m (at external field of slide area) and 0.105 m (at the slide area), pore water pressure has degraded for 0.2 mH₂O on line 1 and 0.71 mH₂O (at the slide area), water flowrate released on horizontal drainage outlet of hole perforation type was 0.011 to 2.42 L/day, highest than the line perforation type, land surface movement happened on the main and base slide was 0.1 to 1.1 cm. Monitoring result of landslide handling with this construction was quite effective to be applied to landslide problem on slope slide and road segment with ground water (water table) factor which uncontrolled on permeable soil. The type of perforation pipe which is more effective to be used is a hole type

I. PENDAHULUAN

Faktor penyebab utama longsor jalan adalah tidak terkendalinya air tanah, dalam hal ini teknologi drainase horisontal (DH) merupakan salah satu alternatif teknologi yang tepat dalam mengatasi permasalahan longsor. Keuntungan teknologi DH dengan teknologi lainnya dalam menanggulangi permasalahan longsor badan jalan adalah : konstruksi ini tidak merusak perkerasan/aspal badan jalan, pekerjaan konstruksi tidak mengganggu stabilitas badan jalan mengingat tidak dilakukan penggalian seperti untuk konstruksi dinding penahan tanah atau tidak menimbulkan getaran seperti untuk konstruksi tiang pancang, tidak memerlukan alat berat, tidak melakukan pembuangan material galian, dan air yang keluar dari DH dapat dimanfaatkan sebagai air minum/air bersih bagi masyarakat setempat.

Menurut Eickel (1958), identifikasi permasalahan yang perlu dilakukan adalah mengetahui nilai kelulusan tanah dan zona fluktuasi air tanah (*phreatic zone*), dimana muka air tanah terendah dengan nilai kelulusan tanah besar merupakan dasar penempatan konstruksi DH yang diletakkan di bawah muka air tanah.

Menurut Abramson (1984), jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC berlubang yang diselubungi bahan penyaring (*filter*) geotekstil *non woven* dengan kemiringan pipa PVC kearah dalam antara 5° sampai 10°. Pada ujung terdalam (*inlet*) pipa ditutup (*end cap*).

Dengan karakteristik pipa DH yang mengadopsi teknologi produk fabrikasi buatan Inggris dengan pola perforasi alur/garis dan teknologi JICA dengan pola perforasi lubang pada pipa, maka dapat diketahui efektifitas teknologi murah dengan bahan substitusi yang menggunakan bahan lokal.

Aspek-aspek yang dikaji adalah identifikasi kondisi topografi dan geologi teknik sekitar daerah longsor, kedalaman dan pola aliran tanah, parameter sifat fisik dan teknik tanah, faktor penyebab dan mekanisme longsor, karakteristik kekuatan tekan pipa PVC sebagai media pengaliran air tanah, pemantauan instrumen lapangan, efisiensi dan efektifitas dari DH.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas tipe pipa perforasi (tipe alur/garis dan tipe lubang) dalam penanganan longsor badan jalan dengan teknologi drainase horisontal.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan uji coba model skala penuh dengan faktor utama permasalahan longsor adalah longsor badan jalan sejauh 35 m yaitu pada ruas jalan Cikalong-Cariu km.4+725 (Cariu).

Pada tahun 1997/1998 (Pusat Litbang Jalan, Dep.Pu, 1998) telah dilakukan uji coba model skala penuh dengan tipe pipa perforasi alur/garis sebanyak 2 titik dan pada tahun 1999/2000 (Pusat Litbang Jalan, Dep.Pu, 2000) telah dilakukan uji coba model skala penuh dengan tipe pipa perforasi alur/garis sebanyak 2 titik dan tipe lubang sebanyak 3 titik. Untuk mengetahui efektifitas dari teknologi DH ini, maka pada tahun 1999 dan 2000 dilakukan penelitian untuk memantau instrumen-instrumen yang telah terpasang pada tahun sebelumnya. Penempatan titik penelitian dan pemantauan dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2. Metode

Metode yang digunakan untuk mengetahui efektifitas pipa perforasi alur/garis dan tipe lubang adalah metode empiris dengan mengevaluasi variabel-variabel yang dapat mengukur kinerja pada masing-masing tipe pipa perforasi.

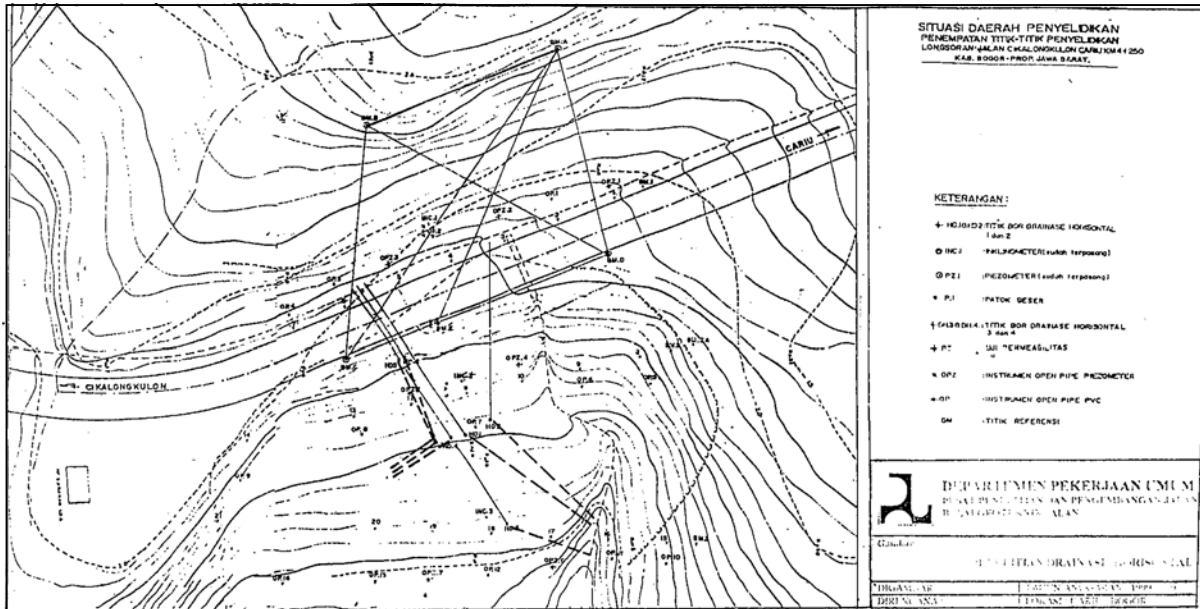
Adapun pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan secara bertahap, yaitu :

- Pengumpulan data sekunder mengenai kondisi topografi dan geologi lokasi uji coba model serta data lapangan lainnya.
- Tinjauan pendahuluan bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi instrumen lapangan yang telah dipasang sejak tahun 1997.
- Pemantauan lapangan dilakukan untuk mengetahui fluktuasi tegangan air pori tanah, fluktuasi muka air tanah, fluktuasi debit air dari outlet DH, fluktuasi curah hujan dan pergeseran permukaan tanah.

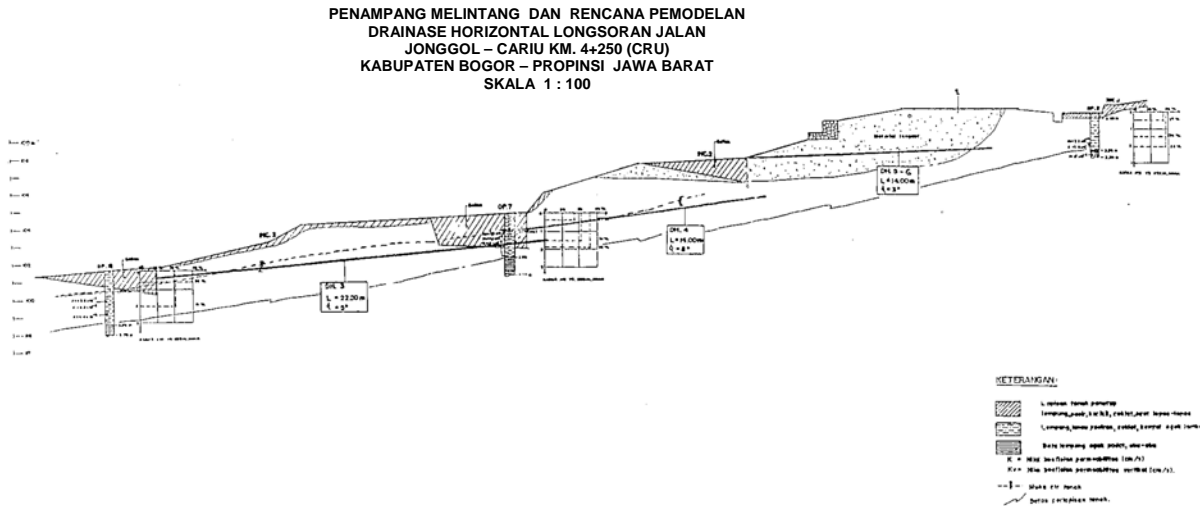
2.3. Pemantauan Instrumen Lapangan

Pemantauan instrumen lapangan yang telah dipasang sejak tahun 1997 telah dilaksanakan pada tahun 1999 dan 2000, dan instrumen yang masih dapat dipantau (Gambar 1 dan 2) adalah :

- *Open Pipe* PVC, instrumen ini dipasang sebanyak 14 titik, namun yang masih dapat dipantau sebanyak 13 titik (1 titik hilang akibat bangunan rumah).
- *Open Stand Pipe* Piezometer dan Piezometer Pneumatic, dipasang sebanyak 7 titik (*open pipe* piezometer) dan masih dapat dipantau, namun 3 titik piezometer pneumatic tidak dapat dipantau.
- Patok geser, dipasang 21 titik pada 3 line (1 line di luar daerah longsor) dan 2 line (didalam daerah longsor).
- *Outlet* DH, tipe pipa perforasi alur/garis : DH-1, DH-2 dan DH-6 sedangkan tipe lubang : DH-3, DH-4 dan DH-5.
- *Automatic Rain Gauge*, dipasang 1 titik didalam daerah *catchment area* dan masih dapat dipantau.



Gambar 1. Penempatan Titik Penelitian dan Pemantauan



Gambar 2. Penampang Melintang Model drainase Horizontal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemantauan Model Skala Penuh Drainase Horizontal

Hasil penelitian dan pemantauan model skala penuh DH pada lokasi ini yang telah dilaksanakan pada tahun 1999 dan 2000 adalah sebagai berikut :

Kondisi Morfologi dan Geologi

- Morfologi daerah studi berupa perbukitan bergelombang rendah dengan kemiringan lereng antara 5 sampai dengan 10 % dengan ketinggian topografi maksimum 125 m di atas

permukaan laut yang terbentuk dari susunan tanah pelapukan sisipan batupasir formasi Subang.

- Daerah resapan air dibatasi pegunungan bukit (bagian barat), lembah (bagian utara dan selatan), dan sungai Cibeet (bagian timur), dengan pola air tanah mengalir ke daerah longsor yang merupakan "water table" dengan zona air terletak pada batas antara tanah pelapukan batuserpih sisipan batupasir lapuk tinggi dengan tanah pelapukan batuserpih sisipan batupasir lapuk sedang yang juga merupakan bidang gelincir longsor.

- Lapisan tanah penutup berupa pasir lanau, sifat lepas-lepas dengan konsistensi lembek, tebal 0,00 sampai 0,70 m.
- Timbunan badan jalan berupa pasir lanau kerikil kerakal dan bongkah, tebal 0,00 sampai 4,00 m.
- Satuan batuserpih sisipan batupasir lapuk sempurna sampai lapuk tinggi berupa lanau lempungan, coklat kekuningan, lembek, tebal 0,0 sampai 3,0 m.
- Batuan batuserpih sisipan batulempung segar, abu-abu, padat.

Bidang gelincir longsor dari hasil pemantauan instrumen inclinometer terjadi pada kedalaman – 4.25 sampai –5,25m dari permukaan tanah setempat (daerah lembah di bawah badan jalan). Mekanisme gerakan tanah diawali dari daerah badan jalan yang bergerak ke arah lereng bawah badan jalan.

Kelulusan (Permeabilitas) Tanah

Berdasarkan pengujian kelulusan air di lapangan dengan metode pengujian pada SNI No.03-3968-1995, (Dep.Pu, 1987) diketahui beberapa hal :

- Satuan batuserpih sisipan batupasir lapuk sempurna sampai lapuk tinggi, nilai kelulusan antara $1,2 \times 10^{-5}$ cm/det, (OPZ 10 dan OPZ 12 di dalam daerah longsoran).
- Satuan batuserpih sisipan batupasir lapuk sedang, nilai kelulusan air antara $3,8 \times 10^{-5}$ cm/det sampai $4,4 \times 10^{-6}$ cm/det.
- Satuan batuserpih sisipan batupasir lapuk sempurna sampai lapuk tinggi, nilai kelulusan air antara $4,4 \times 10^{-6}$ cm/det sampai $7,9 \times 10^{-6}$ cm/det.

Data tersebut menunjukkan penjenjuran tanah di bawah badan jalan terjadi mulai dari permukaan tanah hingga tanah pelapukan batuserpih sisipan batupasir lapuk sedang atau pada kedalaman 0,00 sampai 4,30 m dari muka tanah setempat.

Kekuatan Pipa PVC

Berdasarkan pengujian kuat tekan pipa PVC jenis Wavin \varnothing 2" tebal 0,35 cm yang dibuat berlubang dengan jarak antar lubang 1cm dan lebar lubang 2 mm mempunyai kuat tekan rata-rata $13,23 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan yang tidak berlubang kuat tekan rata-rata $15,67 \text{ kg/cm}^2$. Pada gaya yang diberikan hingga 700 kg dengan kondisi lubang pipa PVC rapat lubangnya dan masih dalam kondisi elastis. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

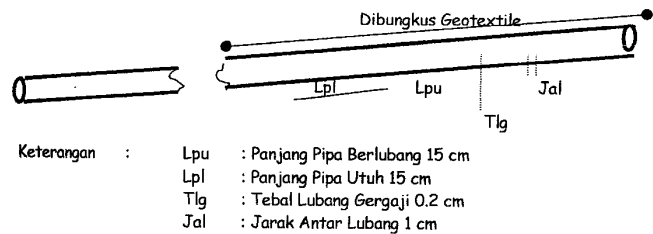
Model Drainase Horizontal (DH)

Penampang melintang dari model DH dapat dilihat pada Gambar 2.

Spesifikasi Lubang Pipa PVC

- Spesifikasi pipa DH produk GI (Inggris) tipe alur/garis : tebal lubang 0,5 mm, jarak antar lubang 10 mm, panjang segmen berlubang 150 mm.
- Spesifikasi pipa DH produk JICA tipe lubang : diameter lubang 100 mm, panjang segmen lubang 150 mm, permukaan pipa PVC yang dilubangi 2/3 keliling PVC

Mengingat mahalnya harga pipa produk fabrikasi, maka pada uji coba model dilakukan adopsi teknologi dengan menggunakan pipa PVC merk wavin. (Gambar 3)



Gambar 3. Pipa Perforasi PVC (Abramson, 1984)

Perhitungan Debit Air yang akan dikeluarkan pada Outlet

Kemiringan pipa PVC 14° dengan \varnothing 2", maka kecepatan aliran air didalam lubang PVC sebesar 1,0 m/det dan debit air yang dapat dikeluarkan sebesar 3 L/det.

Distribusi Tegangan Tanah pada Pipa PVC di bawah badan jalan

Pipa PVC dibawah badan jalan berada pada kedalaman –3,00 m dengan berat isi tanah $\gamma = 1,88 \text{ ton/m}^2$, maka tegangan yang akan terjadi adalah :

- akibat overburden : $\gamma h = 1,88 \times 3,00 = 5,64 \text{ ton/m}$
- akibat beban hidup (kendaraan) $\approx 0,6$ timbunan = $1,00 \text{ ton/m}^2$ merata, yaitu :
 $l \times q = 0,41 \times 1 = 0,41 \text{ ton/m}$.

Maka total tegangan yang akan diterima pipa PVC sebesar : $6,05 \text{ ton/m}^2 = 0,605 \text{ kg/cm}^2 \ll$ kuat tekan yang mampu diterima pipa PVC wavin berlubang sebesar $13,23 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 1.
Kuat Tekan Pipa PVC.

Jenis Pipa PVC	Spesifikasi benda uji PVC	Luas Penampang (A) (cm ²)	Gaya yang diberikan (F) (kg)	Kuat Tekan PVC (P) (kg/cm ²) P = F / A			
				Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Berlubang	1:3,3, p : 15,0 cm	49,5	570; 590; 560	11,51	14,47	13,71	13,23
Tidak berlubang	1:3,3, t : 15,0 cm	49,5	590; 630; 700	14,45	15,43	17,41	15,67

Peletakan pipa Drainase Horisontal (DH)

Pemasangan pipa perforasi DH sebanyak 6 buah (3 buah tipe alur/garis dan 3 buah tipe berlubang) dengan peletakan sebagai berikut :

1. Tipe Alur/Garis

- DH-1 diletakkan pada badan jalan sepanjang 16 m, dengan kemiringan pipa 12°.
- DH-2 diletakkan pada badan jalan sepanjang 26 m, dengan kemiringan pipa 12°.
- DH-6 diletakkan pada badan jalan sepanjang 15 m, dengan kemiringan pipa 12°.(Peletakan berdampingan dengan DH-5)

2. Tipe Lubang

- DH-3 diletakkan pada daerah longoran sepanjang 21 m, dengan kemiringan pipa 5°.
- DH-4 diletakkan pada daerah longoran sepanjang 16 m, dengan kemiringan pipa 5°.
- DH-5 diletakkan pada daerah longoran sepanjang 15 m, dengan kemiringan pipa 5°.

Besaran Debit Air pada outlet DH

Untuk pipa PVC Ø 2" dengan panjang tiap 1,0 m pipa tersedia luas penampang perforasi sebesar :

- Tipe alur dengan panjang alur 3 cm, lebar 1 mm dan jumlah alur 3 x 16 buah untuk tiap 15 cm, maka untuk panjang 1,0 m pipa diperoleh luas perforasi 94,48 cm².
- Tipe lobang dengan Ø 10 mm, jarak antar lubang tiap 15 cm dan jumlah lubang 27 buah, maka untuk panjang 1,00 m pipa diperoleh luas perforasi 21,214 cm².

Debit air yang keluar pada outlet drainase horisontal pada masing-masing tipe perforasi adalah sebagai berikut :

- Tipe alur/garis (DH-1, 2) antara 0,05 sampai 0,57 L/menit.
- Tipe lubang (DH-3, 4) antara 0,02 sampai 3,15 L/menit
- Tipe lubang (DH-3, 4) antara 0,09 sampai 1,33 L/menit dan tipe alur/garis (DH-6) Tipe lubang (DH-3, 4) antara 0,01 sampai 0,57 L/menit.

Dari desain pipa DH berupa alur/garis penempatan alur/garis terbagi atas 3 bagian mengelilingi pipa sehingga kemungkinan dapat terjadi pengaliran air keluar pipa melalui celah alur/garis yang terletak pada bagian alas pipa. Sedangkan untuk desain pipa DH tipe lobang hanya ditempatkan pada 2/3 bagian keliling pipa, sehingga tidak ada lobang yang terletak di bagian alas pipa.

3.2. Pemantauan Hasil Lapangan

1) Berdasarkan pemantauan instrumen di lapangan yang telah dilakukan pada tahun 1999 (Pusat Litbang Jalan Dep. PU, 2000) diketahui hal-hal sebagai berikut :

Kondisi Muka Air Tanah

Berdasarkan Pemantauan piezometer open pipe PVC, diketahui letak muka air tanah adalah sebagai berikut :

- Line 1 (sisi kiri jalan arah cariu/luar longoran) antara -2,65 sampai 0,00 m dari muka tanah setempat.
- Line 2 (badan jalan longoran) antara -3,96 sampai -0,55 m dari muka tanah setempat.
- Line 3 (kaki longoran) antara -2,72 sampai 0,00 m dari muka tanah setempat.

Tekanan Air Pori Tanah

Berdasarkan Pemantauan open pipe piezometer dan piezometer pneumatic, diketahui perubahan tekanan air pori tanah adalah sebagai berikut :

- Line 1 (sisi kiri jalan arah cariu/luar longoran) antara 0,3 sampai 1,5 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 1, 3 dan 5.
- Line 2 (badan jalan longoran) antara 1,18 sampai 1,22 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 10 dan 12.
- Line 3 (kaki longoran) antara 1,2 sampai 1,3 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 17 dan 19.

Debit Air pada outlet DH

Debit air yang keluar pada outlet DH pada masing-masing tipe perforasi adalah sebagai berikut :

- Tipe alur/garis (DH-1 dan DH-2) antara 0,05 sampai 0,57 L/menit.
- Tipe lubang (DH-3 dan DH-4) antara 0,02 sampai 3,15 L/menit.
- Tipe lubang (DH-5) antara 0,09 sampai 1,33 L/menit sedangkan DH-6 (tipe alur/garis) antara 0,01 sampai 0,57 L/menit.

Kondisi Pergerakan Tanah Permukaan

Pergeseran permukaan tanah terjadi pada line 2 dan 3 (badan dan kaki longoran) sebesar 0,1 sampai 1,1 cm, sedangkan pada line 1 (luar daerah longoran) tidak terjadi pergeseran.

2) Berdasarkan pemantauan instrumen di lapangan yang telah dilakukan pada tahun 2000 diketahui hal-hal sebagai berikut :

Kondisi Muka Air Tanah

Berdasarkan Pemantauan piezometer open pipe PVC, diketahui letak muka air tanah adalah sebagai berikut :

- Line 1 (sisi kiri jalan arah cariu/luar longoran) antara -2,515 sampai 0,017 m dari muka tanah setempat.
- Line 2 (badan jalan longoran) antara -3,503 sampai -0,0601 m dari muka tanah setempat.
- Line 3 (kaki longoran) antara -3,601 sampai -0,98 m dari muka tanah setempat.

Tekanan Air Pori Tanah

Berdasarkan Pemantauan open pipe piezometer dan piezometer pneumatic, diketahui perubahan tekanan air pori tanah adalah sebagai berikut :

- Line 1 (sisi kiri jalan arah cariu/luar longsor) antara 0,001 sampai 1,55 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 1, 3 dan 5.
- Line 2 (badan jalan longsor) antara 0,097 sampai 2,7 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 10 dan 12.
- Line 3 (kaki longsor) antara 0,247 sampai 1,048 mH₂O yang terjadi pada instrumen OPZ 17 dan 19.

Debit Air pada outlet DH

Debit air yang keluar pada outlet DH pada masing-masing tipe perforasi adalah sebagai berikut :

- Tipe alur/garis (DH-1 dan DH-2) antara 0,01 sampai 0,625 L/menit.
- Tipe lubang (DH-3 dan DH-4) antara 0,011 sampai 2,42 L/menit.
- Tipe lubang (DH-5) antara 0,033 sampai 0,29 L/menit sedangkan DH-6 (tipe alur/garis) kering.

Kondisi Pergerakan Tanah Permukaan

Berdasarkan hasil pemantauan instrumen patok geser, pergerakan tanah pada daerah badan dan kaki longsor dengan besaran pergerakan pada masing-masing line sebagai berikut :

- Line 1 (sisi kiri jalan arah cariu/luar longsor) tidak bergeser.
- Line 2 (badan jalan longsor) antara -0,001 sampai 0,002 m dari muka tanah setempat.
- Line 3 (kaki longsor) tidak bergeser.

Hasil pemantauan pada variabel yang dipantau, dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2
Nilai Hasil Pemantauan

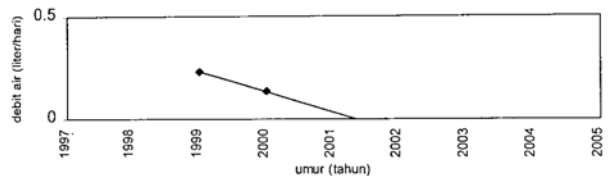
No	Variabel yang diukur	Hasil pemantauan tahun 1999	Hasil pemantauan tahun 2000
1	Fluktuasi Muka Air Tanah (m)		
	Line 1 (luar longsor)	-2,65 sampai 0,00	-2,515 sampai -0,017
	Line 2 (badan longsor)	-3,96 sampai -0,55	-3,503 sampai -6,01
	Line 3 (Kaki longsor)	-2,72 sampai 0,00	-3,602 sampai -0,98
2	Tekanan Air pori Tanah (mH ₂ O)		
	Line 1 (luar longsor)	0,3 sampai 1,5	0,01 sampai 1,55
	Line 2 (badan longsor)	1,18 sampai 1,22	0,097 sampai 2,7
	Line 3 (Kaki longsor)	1,2 sampai 1,3	0,27 sampai 1,048
3	Debit air (L/menit)		
	DH-1 dan DH-2	0,05 sampai 0,57	0,01 sampai 0,625
	DH-3 dan DH-4	0,01 sampai 3,15	0,011 sampai 2,42
	DH-5	0,09 sampai 1,33	0,033 sampai 0,29
	DH-6	0,01 sampai 0,57	kering
4	Patok Geser (cm)		
	Line 1 (luar longsor)	Tidak bergeser	Tidak bergeser
	Line 2 (badan longsor)	0,1 sampai 1,1	-0,001 sampai 0,002
	Line 3 (Kaki longsor)	0,1 sampai 1,1	Tidak bergeser

3.3. Pembahasan Hasil Pemantauan :

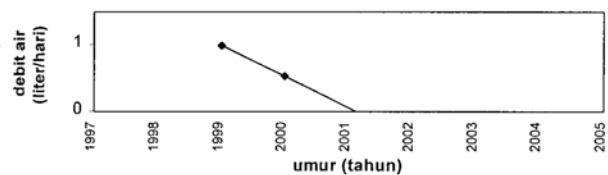
- Luas daerah tangkapan air yang mempengaruhi daerah longsor adalah 1,80 ha, sehingga dengan total intensitas curah hujan yang terjadi selama 3 bulan (Juli -

oktober) sebesar 289 mm, maka volume air hujan yang jatuh di daerah longsor adalah sebesar 726,851 cm³/det.

- Debit air yang dikeluarkan pada outlet DH tipe pipa perforasi lubang 0,011 sampai 2,42 liter/hari lebih besar dibandingkan dengan tipe perforasi alur/garis.
- Muka air tanah pada line 1 (di luar daerah longsor/sisi kiri jalan arah Cariu) menunjukkan adanya penurunan antara 0,085 m dari muka tanah setempat dan line 2 dan line 3 adanya penurunan 0,105 m dari muka tanah setempat.
- Tekanan air pori pada line 1 (luar daerah longsor/sisi kiri jalan arah Cariu) menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,2 mH₂O dan pada line 2 dan line 3 (di dalam longsor) sebesar 0,71 mH₂O.
- Pergeseran permukaan tanah pada line 1 (di luar daerah longsor/sisi kiri jalan arah Cariu) tidak terjadi pergeseran, pada line 2 (di dalam daerah longsor) terjadi penurunan antara -0,001 sampai 0,002 cm, sedangkan pada line 3 tidak terjadi pergeseran.
- Penurunan tanah pada line 1 (di luar daerah longsor/sisi kiri jalan arah Cariu) menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,085 m dibandingkan dengan sebelum dilakukannya uji coba sebesar 2,43 m. Penurunan air tanah pada line 2 dan 3 menunjukkan adanya penurunan sebesar 0,105 m dibandingkan dengan sebelum dilakukan uji coba sebesar 3,4 m.
- Analisa batas umur efektifitas DH yang dapat digunakan sampai terjadinya *klocking* (air tidak dapat dikeluarkan). Pada pipa perforasi tipe lubang dan tipe alur/garis batas umur efektifitasnya dapat dilihat pada grafik hubungan tahun dengan debit air (Gambar 4) pada pertengahan tahun 2001. Jadi umur DH yang terpasang sekitar 3 tahun.



◆ Umur Drainase Horizontal Tipe Alur/Garis



◆ Umur Drainase Horizontal Tipe Lubang

Gambar 4. Analisa Umur Efektifitas Drainase Horizontal

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemantauan instrumen ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Penanganan longsoran dengan konstruksi DH cukup efektif diterapkan pada permasalahan longsoran lereng/tebing maupun badan jalan dengan faktor penyebab air tanah yang bersifat *water table* pada tanah permeabel (lolos air)
- b. Tipe pipa perforasi yang lebih efektif untuk penanganan ini adalah tipe lubang.
- c. Dari hasil pemantauan debit air yang dikeluarkan dari pipa DH selain berasal dari air tanah juga pengaruh dari infiltrasi air hujan sangat dominan.
- d. Untuk pipa perforasi tipe lubang pada lapisan tanah yang permeabilitasnya besar dapat mengeluarkan air sebanyak 1,1 sampai 3,8 kali lebih banyak dibandingkan pipa perforasi tipe alur/garis pada lapisan tanah yang sama.
- e. Umur efektifitas DH dari pipa perforasi sampai pertengahan tahun 2001 adalah sekitar 3 tahun.

4.2. Saran

- a. Perlu dilakukan pemantauan lanjutan untuk dapat memperkirakan umur dari DH yang dapat dipergunakan sampai terjadinya *klocking* (air tidak dapat dikeluarkan) pada pipa DH baik yang tipe lubang maupun tipe alur/garis.
- b. Konstruksi dari DH ini perlu diuji coba pada penanganan-penanganan longsoran dengan jenis tanah yang berbeda.

Daftar Pustaka

1. Abramson.L.W, "Ground Control and Improvement", John Willey & Sons Inc, 1984, hal 524-527
2. Eickel.E.B, "Landslide and Engineering Practice" "Special report 29 Highway Research Board, 1958, hal 172-179.
3. Departemen Pekerjaan Umum, "Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsoran", SNI No. 03-3968-1995, 1987
4. Pusat Litbang Jalan Dep. PU, "Laporan Akhir Pengembangan Teknologi Pemantapan Lereng Jalan Dengan Konstruksi Drainase Horisontal", no.laporan 11.006.GT.1998, 1998.
5. Pusat Litbang Jalan Dep. PU, "Laporan Akhir Penerapan Penanggulangan Longsoran Jalan Dengan Dainase Horisontal", no. Laporan 11.003.GT.00, 2000.

Penulis :

Ir. Haliena Armela, Calon Peneliti, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.