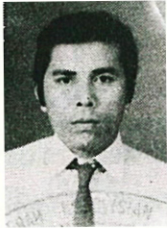


Studi Penggunaan Ijuk Dan Geotextile (Terram) Sebagai Bahan Drainase Bawah Tanah

Salem P. Sihombing



Tipe drainase bawah tanah (subsoil drainage) yang banyak dilakukan adalah dengan pipa berlubang terbungkus dengan filter material yang harus memenuhi persyaratan gradasi tertentu sedang penggunaan ijuk dan geotextile (terram) sebagai bahan pembungkus drainase belum banyak dipelajari di negara kita ini.

Untuk mempelajari pengaruh ijuk dan terram sebagai bahan pembungkus untuk drainase dilakukan studi model di laboratorium.

Tiga tipe model subsoil drainage dipilih yaitu penggunaan ijuk dan terram sebagai bahan pembungkus drainase dari batu pecah, serta tipe ketiga pipa berlobang diameter luar 21,50 cm terbungkus filter material dengan gradasi yang memenuhi syarat.

Hasil dari ketiga model tersebut dibandingkan satu sama lain dan tipe yang paling banyak mengeluarkan air (paling lambat tersumbat) dalam selang waktu yang sama adalah tipe yang lebih efisien.

PENDAHULUAN

Air adalah salah satu faktor pemicu sangat penting yang dapat mengganggu kestabilan badan jalan serta perkerasannya.

Selama musim hujan, permukaan air cukup tinggi yang dapat menimbulkan tegangan air pori cukup besar pada lapisan tanah yang mengakibatkan kekuatan tanah melawan geser berkurang sehingga potensi jalan untuk longsor/rusak menjadi semakin besar.

Banyak kasus kerusakan perkerasan serta longsor-an badan jalan terjadi karena saluran bawah tanah (subsoil drainage) tidak berfungsi sama sekali untuk mengalirkan air karena terjadinya penyumbatan lobang pengaliran dengan butiran-butiran halus. Pengaruh penyumbatan dapat dikurangi dengan memilih struktur bahan atau sistem subsoil yang cukup baik.

Salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kurang berfungsinya saluran bawah tanah adalah karena gradasi filter yang dipilih kurang memenuhi persyaratan seperti ditetapkan sehingga penyumbatan segera terjadi.

Studi ini dimaksudkan untuk mengamati kemampuan bahan ijuk dan terram untuk mengalirkan air bila digunakan sebagai bahan pembungkus saluran bawah tanah.

Pemilihan bahan ijuk untuk pekerjaan ini karena selain bahan ini mudah didapat di mana-mana serta cukup kuat juga pemasangannya relatif lebih mudah sedang penggunaan bahan terram dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh bahan ini dapat digunakan sebagai bahan pembungkus saluran bawah tanah.

Studi dilakukan di laboratorium dengan menggunakan model terdiri dari 3 buah bak yang saling berhubungan satu sama lain dan di dalam bak dibuat sistem saluran terdiri dari 3 jenis yaitu saluran dengan bahan ijuk serta terram sebagai bahan pembungkus saluran dari batu pecah dan tipe ketiga yaitu pipa berlobang dari paralon dengan diameter luar 21,5 cm. Ketiga jenis saluran dibungkus lagi dengan filter material dengan gradasi yang memenuhi syarat. Sumber air diberikan dari reservoir yang mengalirkan air terus menerus melalui suatu pipa ke dalam ketiga bak pengujian.

Kondisi tekanan air dalam ketiga bak ditetapkan dalam kondisi constant head (permukaan air sama tinggi).

Maksud dan Tujuan

1. Membandingkan kemampuan mengalirkan air dari ketiga jenis subsoil drainage satu sama lain yaitu subsoil drainage dengan ijuk dan

terram sebagai bahan pembungkus serta pipa berlobang dengan filter yang mempunyai gradasi yang memenuhi syarat.

2. Dengan diketahuinya kemampuan pengaliran air dari ketiga jenis saluran tersebut di atas diharapkan dapat membantu serta menggambarkan penggunaan bahan di lapangan.

Hipotesa

1. Kemampuan mengalirkan air dari suatu drainase bawah tanah tergantung jenis bahan pembungkus salurannya.
2. Kurva hubungan antara % debit dan waktu dalam skala semi logaritmik akan cenderung turun terus menerus.

Metoda penelitian

Metoda penelitian dilakukan dengan pembuatan model di laboratorium dengan tekanan air dalam ketiga bak ditetapkan dalam kondisi constant head yang sama selama masa percobaan.

Pada prinsipnya model merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari bak reservoir (2 buah), drum pengatur (2 buah), saluran pembagi, bak pengujian, bak pembuangan (2 buah) dan pompa air listrik (lihat gambar 1).

Bak pengujian sebanyak 3 buah dengan ukuran sama yang dihubungkan satu sama lain dengan pipa paralon diameter 1" dimaksudkan untuk menjaga agar tinggi permukaan air pada ketiga bak tetap sama (constant head). Di dasar masing-masing bak pengujian dibuat pipa paralon diameter 1 inci sebagai saluran pengeluaran air dari bak.

Pada selang waktu tertentu air dari saluran ini ditampung dengan gelas pengukur untuk penentuan debit.

Di dalam bak ditempatkan saluran pengalir air (SPA) dengan pipa berlobang terbuat dari paralon diameter luar 21,5 cm (SPA paralon ϕ 21,5) dan saluran pengalir air terbuat dari batu pecah seragam (SPA batuan 7/7) dibungkus ijuk dan terram. Masing-masing saluran pengalir air dibungkus lagi dengan material filter dengan gradasi yang memenuhi persyaratan drainase (lihat gambar 2).

Ke dalam masing-masing bak kemudian diisi material isian subsoil drainage (TSSD) dengan kandungan lempung (clay content) seperti direncanakan (lihat grafik 1).

Sistem pengalir air dimulai dari reservoir air (A) yang ditempatkan di atas menara setinggi 3,50 meter, berturut-turut mengalirkan air menuju ke drum pengatur (C) yang berfungsi mengatur besar kecilnya aliran air, masuk ke bak pengujian (E) melalui saluran pembagi (D).

Air ke luar dari bak pengujian melalui pipa paralon diameter 1 inci yang ada di bagian bawah bak, langsung mengalir menuju bak pembuangan (G) melalui saluran pembuangan (F). Dengan bantuan pompa air listrik (B), air yang ada di bak pembuangan dinaikkan lagi ke reservoir (A), terus mengalir lagi ke drum pengatur (C), demikian seterusnya. Dengan cara ini air dimanfaatkan kontinu dengan cara sirkulasi (gambar 1).

Pemilihan material tanah isian subsoil drainage (TSSD)

Tanah isian subsoil drainage (TSSD) untuk bak pengujian ditetapkan dengan kriteria yang sudah direncanakan yaitu kurang lebih mengandung 50 – 60% kandungan lempung, 20 – 30% kandungan silt dan 10 – 20% kandungan pasir. Kriteria ditetapkan dengan harapan penyumbatan berlangsung tidak terlalu lama. Berdasarkan kriteria tersebut tanah yang sesuai adalah tanah yang diambil dari sekitar Km. 25,900 antara Bandung – Sumedang di Jabar. Grafik pembagian butir dapat dilihat pada grafik 1 dengan kandungan lempung ($< 0,002$ mm) sebesar 58%.

Penentuan bahan filter

Pemilihan material filter untuk subsoil drainage ditentukan dengan syarat harus dapat mengalirkan air dengan cepat (pervious). Bahan harus mempunyai kemantapan butir yang tinggi dan bersih dari pelapukan dan pelarutan.

Agar subsoil drainage berfungsi baik harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Syarat agar bahan filter tidak tersumbat oleh bahan halus yang berasal dari tanah isian.

$$\frac{D_{15}(\text{filter})}{D_{85}(\text{tanah isian TSSD})} < 5$$

2. Syarat agar bahan filter cepat mengalirkan air (pervious).

$$\frac{D_{15}(\text{filter})}{D_{15}(\text{tanah isian TSSD})} > 5$$

3. Syarat agar pipa berlobang tidak tersumbat material (clogging).

$$\frac{D_{85}(\text{filter})}{\text{Diameter lobang}} > 2$$

- D 15 = diameter butir bahan (filter, tanah isian) yang sesuai dengan 15% bahan yang lolos saringan berdasarkan grafik pembagian butir.
- D 85 = diameter butir bahan yang sesuai dengan 85% bahan yang lolos saringan berdasarkan grafik pembagian butir.

Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut di atas serta syarat bahwa tanah isian terdiri dari tanah berbutir halus, untuk pekerjaan ini dipilih bahan pasir bersih dan baik yang biasa digunakan untuk pekerjaan beton.

Saluran pengalir air (SPA)

Terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. SPA dari paralon dengan ϕ dalam = 20,30 cm serta ϕ luar 21,50 cm. Panjang pipa (L = 106 cm) disesuaikan dengan lebar bak pengujian. Pada bagian bawah pipa ditempatkan lapis kerikil setebal 10 cm sebagai lapis pondasi (bedding material), lihat gambar 2.

Pada bagian bawah pipa dibuat lobang pengaliran dengan ketentuan:

- (i) Jumlah lobang > 50 buah/m².
- (ii) Luas lobang keseluruhan 150 – 200 cm²/m².

Berdasarkan ukuran pipa tersebut di atas maka isi kosong pipa sebesar $\frac{1}{4} \times \pi \times (20,30)^2 \times 106 \text{ cm}^3 = 34307,40 \text{ cm}^3$.

Isi kosong pipa paralon ini harus sama dengan volume ruang antara batu pecah (voids).

2. Saluran pengalir air dari batu pecah (SPA batuan 7/7).
Saluran pengalir ini ada 2 tipe yaitu SPA dari batu pecah yang seragam ukuran 7/7 dibungkus bahan ijuk dengan ketebalan 1 cm dan tipe SPA dari batu pecah yang seragam ukuran 7/7 dibungkus bahan terram (lihat gambar 2).

Agar kedua tipe saluran ini dapat dibandingkan dengan tipe saluran dengan pipa berlobang,

selain jenis tanah isian, tekanan air, jenis filter, ukuran bak harus sama, juga volume ruang kosong di antara batu pecah (voids) harus sama pula dengan isi kosong pipa berlobang yaitu sebesar 34307,40 cm³.

Menentukan volume voids di antara batu pecah dilakukan dengan cara menimbang batu pecah yang dimasukkan ke dalam mold ukuran tinggi 18 cm dan diameter 15,10 cm serta diisi penuh dengan air. Air akan mengisi penuh ruang di antara batu pecah berarti volume air adalah merupakan volume voids di antara batu pecah. Dengan berat (mold + batu pecah + air)

	= 10.810 kg
berat mold + batu pecah	= 9,240 kg
Berat air saja	= 1,610 kg

Jadi volume voids di antara batu pecah = 1610 cm³.

Untuk mendapatkan volume voids sebesar 34307,40 cm³ diperlukan saluran pengalir dari batu pecah dengan ukuran panjang 106 cm, lebar 20 cm dan tinggi 32,07 cm.

OBSERVASI DAN ANALISA

Pengamatan debit air yang ke luar dari masing-masing bak dilakukan setiap hari. Air yang ke luar ditampung dalam suatu gelas ukur dan kemudian dihitung besarnya debit air (lihat Tabel terlampir).

Tekanan air tetap dipertahankan sama pada setiap bak (constant head).

Selama jangka waktu dari hari ke 0 sampai hari ke 26, kondisi aliran tidak teratur yaitu debit air mula-mula agak besar, kemudian kecil dan kembali menjadi besar. Keadaan digambarkan dalam Grafik 2.

Mulai dari hari ke 26 sampai hari ke 480, kondisi aliran sudah teratur yaitu debit air yang ke luar semula besar dan lama kelamaan semakin berkurang sesuai dengan hipotesa yang berarti proses penyumbatan lobang-lobang aliran oleh butiran-butiran halus sudah terjadi.

Debit hari ke 26 yaitu debit yang merupakan awal dari kondisi aliran teratur dianggap sebagai debit awal dalam penelitian ini.

Berdasarkan debit awal ini dihitung % debit awal yang artinya % debit yang ke luar pada suatu hari tertentu dibandingkan dengan debit awal (debit hari ke 26), lihat Tabel terlampir.

Dari Grafik 2 dapat dilihat bahwa sampai hari ke 480, keadaan adalah sebagai berikut:

- % debit awal saluran bawah tanah dengan menggunakan pipa berlobang paralon ϕ 1 inci adalah sebesar 34%.
- % debit awal saluran bawah tanah dari batu pecah terbungkus bahan terram adalah sebesar 38%.
- % debit awal saluran bawah tanah dari batu pecah terbungkus bahan ijuk dengan ketebalan 1 cm adalah sebesar 25%.

Dengan memperhatikan data tersebut di atas berarti % debit awal dari bahan ijuk adalah yang paling kecil yaitu sebesar 25% yang artinya dalam jangka waktu 480 hari, debit air yang keluar adalah $\frac{1}{4}$ dari debit awal atau dengan perkataan lain proses penyumbatan oleh butiran-butiran halus pada saluran bawah tanah dengan ijuk sebagai bahan pembungkus lebih cepat berlangsung dibandingkan dengan saluran bawah tanah dari batu pecah dengan terram sebagai bahan pembungkus dan saluran pipa berlobang paralon ϕ 21,50 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan pengamatan dari percobaan di laboratorium dengan model memperlihatkan bahwa proses penyumbatan oleh butiran-butiran halus pada saluran bawah tanah dari batu pecah yang menggunakan bahan ijuk sebagai bahan pembungkus lebih cepat ber-

langsung dibandingkan dengan saluran bawah tanah dari batu pecah dengan terram sebagai bahan pembungkus dan saluran dengan pipa berlobang ϕ 21,50 cm atau dengan perkataan lain kemampuan pengaliran air saluran bawah tanah dari batu pecah yang menggunakan bahan ijuk tebal 1 cm sebagai bahan pembungkus lebih kecil jika dibandingkan dengan tipe lain saluran seperti tersebut di atas.

2. Disarankan untuk mengadakan uji coba di lapangan untuk mendapatkan data yang sesuai dengan pekerjaan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

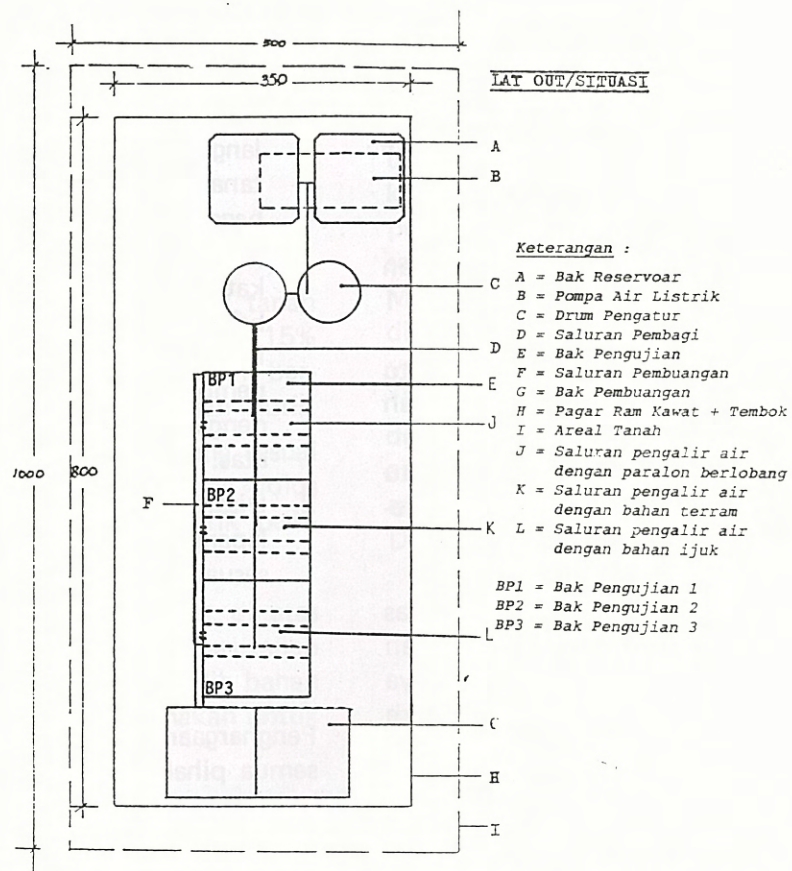
Penghargaan dan terima kasih diberikan kepada semua pihak yang telah memberikan saran-saran berguna serta bantuan-bantuannya hingga terlaksananya studi ini sampai kepada dimuat laporannya pada majalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

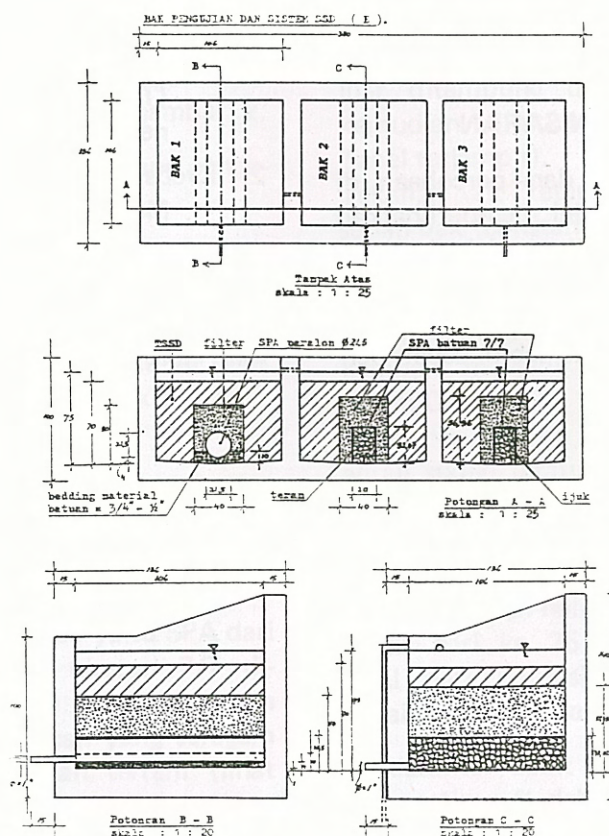
1. J.I.C.A., "Drainage and Subsoil Drainage" (The Post Graduate on Highway Engineering, ITB and DPU), 1978.
2. Krebs, R.D. and R.D. Walker, "Highway Materials", Mc. Grow Hill, 1971.

Penulis:

Ir. Salem P. Sihombing M.Sc., adalah Staf Bidang Teknik Jalan Pusat Litbang Jalan.



Gambar 1 — Situasi Model dari Suatu Sistem Pengaliran Air untuk Saluran Bawah Tanah di Laboratorium.

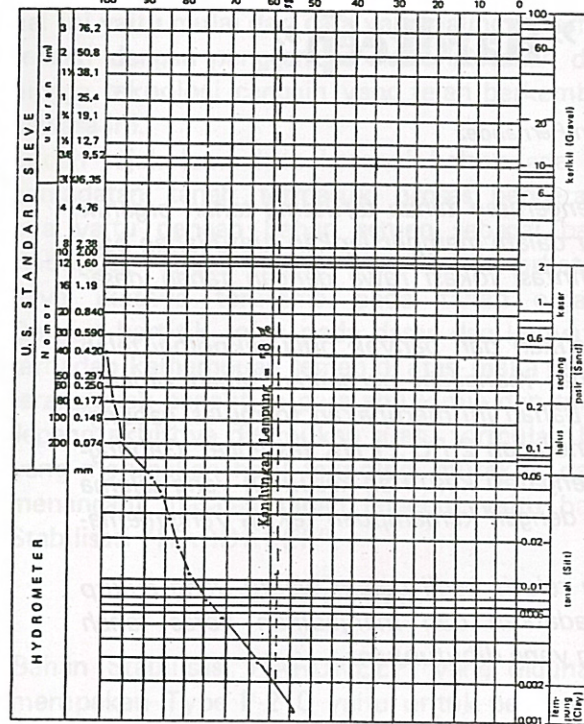


Gambar 2 — Gambar dari Bak Pengujian dan Tipe-tipe Saluran Bawah Tanah.

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR

(PB - 0107 - 76)

Jumlah lempung saringan (%)



KETERANGAN:

Batas silt = 90 %
 Lempung = 58 %
 Kandungan silt = 52 %

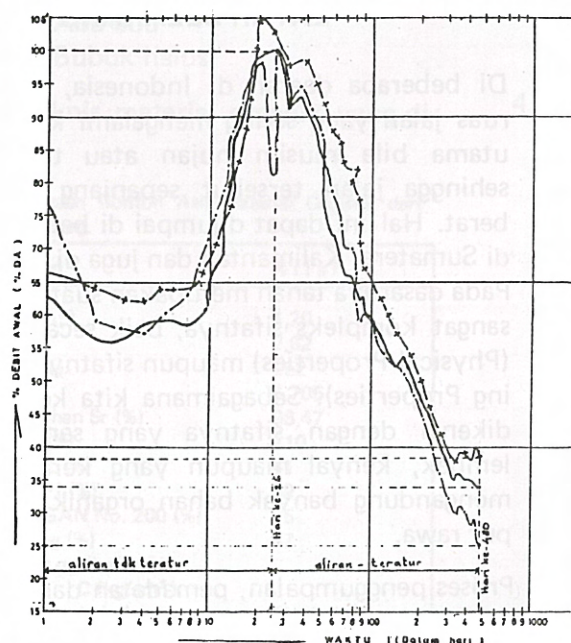
Pasir halus = 98,94 % - 90,00 % = 8,94 %
 Pasir sedang = 99,78 % - 98,94 % = 0,84 %
 Kandungan pasir = 9,78 %

Tabel Hubungan antara Debit Ke Luar (DK) dengan % Debit Awal (% DA)

Hari Ke	BAK 1		BAK 2		BAK 3		KETERANGAN
	DK	% DA	DK	% DA	DK	% DA	
1	7,3	63	5,0	66	9,7	77	DK = Debit Ke luar dalam cm ³ /det
2	6,5	56	4,9	64	7,3	59	% DA = $\frac{DK}{\text{Debit Awal}} \times 100\%$
3	6,5	56	4,7	62	7,0	57	* = Debit Awal (Debit Hari ke-26)
4	6,7	58	4,7	62	7,0	57	BAK 1 = Bak yang di dalamnya terdapat Saluran dengan Pipa Berlobang Paralon.
5	6,9	59	4,9	64	7,3	59	BAK 2 = Bak yang di dalamnya terdapat Saluran dari Batu Pecah terbungkus bahan terram.
7	6,7	58	4,9	64	7,8	63	BAK 3 = Bak yang di dalamnya terdapat Saluran dari Batu Pecah terbungkus Bahan Ijuk.
9	7,0	60	5,0	66	8,5	69	
10	7,2	62	5,2	68	8,8	72	
13	9,0	78	5,8	76	9,8	80	
15	10,3	89	6,3	83	11,0	89	
20	11,5	99	8,0	105	12,0	98	
23	11,5	99	8,0	105	10,4	85	
26	11,6*	100	7,6*	100	12,3*	100	
30	10,6	91	7,4	97	11,3	92	
36	10,8	93	7,5	98	11,6	94	
40	10,6	91	7,5	98	11,2	96	
46	10,1	87	7,2	95	10,9	89	
50	9,0	78	7,0	92	10,2	83	
56	8,4	72	6,7	88	9,7	79	
60	8,3	72	6,8	89	9,5	77	
65	7,9	68	6,3	83	9,0	73	
70	7,6	66	6,2	82	8,6	70	
75	7,7	66	6,1	80	8,6	70	
80	7,5	65	6,2	82	7,8	63	
86	7,2	62	5,4*	71	7,2	59	
90	7,3	63	5,4	71	7,4	60	
95	7,0	60	5,1	67	7,2	59	
100	6,9	59	5,0	66	7,4	60	
118	6,6	57	4,8	63	6,8	55	
148	6,0	52	4,3	57	6,4	52	
180	6,3	54	4,3	56	6,3	51	
176	5,9	51	4,1	54	6,1	50	
206	5,5	47	3,8	50	5,5	45	
236	5,2	45	3,5	46	5,0	41	
266	4,8	41	3,2	42	4,6	37	
280	4,7	40	3,2	42	4,3	35	
300	4,4	38	3,0	39	4,0	33	
326	4,1	36	2,9	38	3,8	31	
340	4,2	36	3,0	39	3,7	30	
356	4,2	36	2,9	38	3,8	31	
386	4,1	35	3,0	39	3,7	30	
400	4,1	35	3,0	39	3,7	30	
416	4,1	35	2,9	38	3,5	28	
446	4,1	35	3,0	40	3,5	29	
450	4,1	35	3,0	40	3,5	29	
476	3,9	34	2,9	38	3,1	25	
480	3,9	34	2,9	38	3,1	25	

Grafik 1 - Pembagian Butir Tanah Lempung sebagai Tanah Isian untuk Bak Pengujian (TSSD)

Grafik 2 - Hubungan antara % Debit Awal dan Waktu T.



Keterangan :

- : Saluran Pengalir air dengan pipa berlobang dari paralon Ø21,50 cm (Bak 1)
- +--+ : Saluran Pengalir air dari Batu Pecah dengan Terram sebagai bahan pembungkus (Bak 2)
- : Saluran Pengalir air dari Batu Pecah dengan Ijuk tebal 1 cm sebagai Bahan Pembungkus (Bak 3)

Perbaikan Tanah Organik Dengan Bahan Stabilisasi "Hardkeep"

G.J. Winston Fernandez



Proses penggumpalan, pemadatan dan pengerasan tanah terutama tanah organik merupakan masalah yang paling mendasar dalam mempersiapkan suatu lahan bagi kepentingan pembuatan jalan yang melintasi lokasi rawa dengan tanah dasar organik.

Banyak cara dan metoda telah diketengahkan dan banyak pula teknologi telah diterapkan, dan dalam tulisan ini dibahas mengenai perbaikan tanah organik dengan bahan stabilisasi "HARDKEEP". Bahan ini merupakan formulasi gabungan essence dan semen (PC) dengan perbandingan 2 PC : 1 HK (essence). Gabungan ini merupakan bahan yang mampu mengatasi kesulitan-kesulitan yang selama ini menjadi beban bagi penyediaan lahan dengan kemampuan teknis yang memadai bagi pembuatan jalan.

"HARDKEEP" dengan konsentrasi yang relatif kecil dalam waktu yang cukup singkat mampu menggumpalkan, memadatkan dan menjadikan keras tanah organik sehingga mempunyai daya dukung yang dibutuhkan.

PENDAHULUAN

Sebagaimana kita ketahui, untuk melaksanakan pembangunan baik untuk keperluan bidang ke-P.U-an maupun bidang-bidang lainnya sering timbul permasalahan di beberapa daerah di Indonesia yaitu sulitnya didapat lahan dengan kondisi tanah dasar yang cukup baik dari segi teknisnya. Hal ini karena luasnya daratan yang merupakan daerah rawa dengan kandungan air yang sangat tinggi dan kandungan material organik yang sangat dominan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan studi perbaikan tanah organik dengan bahan stabilisasi yang dikenal dengan nama produksinya "HARDKEEP". Hardkeep adalah formulasi gabungan dari suatu bahan (*essence*) dengan semen (PC) dengan perbandingan 1 HK : 2 PC. Bahan ini merupakan penemuan baru para ahli dan teknik di Jepang dan merupakan hasil teknologi mutakhir dalam menanggulangi masalah pengolahan tanah dengan hasil yang luar biasa. Penelitian yang dilakukan pada Balai Penyelidikan Tanah untuk Jalan Pusat Litbang Jalan Departemen Pekerjaan Umum didasarkan pada usaha untuk meningkatkan kemampuan/kekuatan tanah organik agar dapat dimanfaatkan bagi keperluan

membangun jalan yang melintasi daerah rawa. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat membantu teknisi-teknisi Indonesia dalam mengatasi problema pembangunan jalan di atas daerah rawa/tanah lembek.

LATAR BELAKANG

Di beberapa daerah di Indonesia, banyak ruas-ruas jalan yang sering mengalami kerusakan terutama bila musim hujan atau terendam air, sehingga jalan tersebut sepanjang tahun rusak berat. Hal ini dapat dijumpai di beberapa daerah di Sumatera, Kalimantan dan juga di Jawa. Pada dasarnya tanah merupakan suatu media yang sangat kompleks sifatnya, baik secara struktural (Physical Properties) maupun sifatnya (Engineering Properties). Sebagaimana kita ketahui, tanah dikenal dengan sifatnya yang sangat lembek, lembek, kenyal maupun yang keras dan yang mengandung banyak bahan organik seperti lumpur rawa.

Proses penggumpalan, pemadatan dan pengerasan tanah merupakan masalah yang paling mendasar dalam mempersiapkan suatu lahan sehingga secara teknis siap untuk dimanfaatkan dalam pembuatan

jalan atau bangunan lainnya. Banyak metoda dan teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi hal ini yaitu mulai dari cara yang paling sederhana seperti dengan penggantian material tanah dasar hingga teknologi canggih yang telah berkembang dewasa ini.

Sudah sejak lama kita ketahui bahwa ada cara pemadatan tanah termasuk proses pengerasannya yaitu dengan bahan semen sebagai bahan stabilisasi, tetapi semen memiliki keterbatasan daya ikatnya terutama pada tanah organik. Dengan bertitik tolak pada dasar dan kenyataan terhadap kemampuan semen di atas, maka dengan serangkaian penelitian para ahli kimia dan teknik Jepang akhirnya ditemukan suatu formulasi baru yang merupakan hasil teknologi mutakhir dalam menangani masalah tanah tersebut yaitu bahan Stabilisasi "HARDKEEP".

DATA TEKNIS

Bahan Stabilisasi "HARDKEEP" yang digunakan merupakan Type P-210 yaitu untuk penggunaan cepat keras.

Data teknis lainnya, yaitu:

$$\gamma = 3,0 \text{ t/m}^3$$

Unsur Kimia:	CaO_2	=	58,4 %
	SiO_2	=	20,4 %
	Al_2O_3	=	5 %
	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	=	5,3 %
	SO_3	=	5,8 %

Warna : Abu-abu

Bentuk Fisik: Bubuk halus

Sedangkan data teknis material organik yang distabilisasi adalah:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Contoh Asli Material Organik dari Lokasi Cengkareng.

Macam Pemeriksaan	Nilai
1. Berat Isi (gr/cm^3)	1,20
2. Berat Jenis G	2,62
3. Kadar Air W (%)	252
4. Angka Pori e	6,705
5. Derajat Kejenuhan Sr (%)	98,47
6. Batas Cair LL (%)	110
7. Batas Plastis PL (%)	41
8. Indeks Plastis PI (%)	69
9. Lewat SARINGAN No. 200 (%)	95
10. Kadar Lempung (%)	37
11. Tekanan Bebas q_u (kg/cm^2)	
12. Geser langsung C (kg/cm^2)	
	θ (o)
13. Triaxial C (kg/cm^2)	Tidak dapat diperiksa
	θ (o)
	≈ 0

HIPOTESA

1. Penggunaan bahan stabilisasi "HARKEEP" dapat meningkatkan kekuatan tanah organik lebih tinggi dibandingkan bila menggunakan PC.
2. Akan terjadi pergeseran butiran tanah (klasifikasi).

TAHAP PENELITIAN

Penelitian perbaikan tanah organik dengan bahan stabilisasi "HARDKEEP" maupun PC secara keseluruhan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Pusat Litbang Jalan Departemen P.U di Bandung, dengan contoh material tanah organik diambil dari sekitar jalan bebas hambatan Prof. Sedijatmo (Akses Cengkareng) yaitu di lokasi Kali Angke dan Muara Karang.

Pengujian di Laboratorium meliputi:

1. Pemeriksaan kondisi asli tanah organik, meliputi sifat fisik (γ , W, klasifikasi) dan sifat tekniknya (tidak dapat diuji mengingat ≈ 0).
2. Pemeriksaan tanah organik + Hardkeep (HK) dengan persentase 2% sampai dengan 7% meliputi sifat fisik dan sifat tekniknya. (C dari vane test laboratorium dan q_u dari unconfined compression strength).
3. Pemeriksaan tanah organik + semen (PC) dengan persentase 2% sampai dengan 7% meliputi sifat fisik dan sifat tekniknya.
4. Benda uji yang dicetak maupun di dalam bak kaca, diuji dalam kondisi kering dan terendam dengan masa curing 2 hari, 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. (Lihat Tabel 2, 3, 4 dan 5).

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Vane Test Laboratorium dengan Bahan Stabilisasi HK (u)

CONTOH YANG DIUJI	H A R I K E					
	2	3	7	14	21	28
Contoh Asli	0	0	0	0	0	0
Material Organik + 2% HK	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Material Organik + 3% HK	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Material Organik + 4% HK	0,04	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Material Organik + 5% HK	0,07	0,11	0,12	0,14	0,14	0,15
Material Organik + 6% HK	0,21	0,24	0,28	0,30	0,34	0,35
Material Organik + 7% HK	0,34	0,36	0,39	0,46	0,46	0,47

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Vane Test Laboratorium dengan Bahan Stabilisasi PC (R)

CONTOH YANG DIUJI	H A R I K E					
	2	3	7	14	21	28
Contoh Asli	0	0	0	0	0	0
Material Organik + 2% PC	0,007	0,007	0,007	0,007	0,009	0,009
Material Organik + 3% PC	0,021	0,028	0,042	0,048	0,046	0,046
Material Organik + 4% PC	0,035	0,042	0,056	0,077	0,081	0,081
Material Organik + 5% PC	0,046	0,056	0,090	0,102	0,109	0,109
Material Organik + 6% PC	0,119	0,160	0,230	0,238	0,245	0,259
Material Organik + 7% PC	0,161	0,224	0,280	0,290	0,301	0,308

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Unconfied (q_u) dengan Bahan Stabilisasi HK
u = Kondisi Kering Udara
R = Kondisi Rendam

CONTOH YANG DIUJI	H A R I K E											
	2		3		7		14		21		28	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
Material Organik + 2% HK	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,09	0,05	0,09	0,03	0,09	0,03
Material Organik + 3% HK	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,03	0,09	0,06	0,11	0,07
Material Organik + 4% HK	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,16	0,08	0,27	0,14	0,43	0,10
Material Organik + 5% HK	0,10	0,10	0,11	0,11	0,19	0,10	0,28	0,10	0,30	0,19	0,55	0,18
Material Organik + 6% HK	0,32	0,26	0,37	0,29	0,48	0,29	0,56	0,31	0,42	0,28	0,73	0,33
Material Organik + 7% HK	0,32	0,26	0,34	0,32	0,48	0,34	0,60	0,37	0,48	0,37	0,80	0,36

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Unconfied (q_u) dengan Bahan Stabilisasi PC

CONTOH YANG DIUJI	H A R I K E											
	2		3		7		14		21		28	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
Material Organik + 2% PC		0		0,01		0,01		0,02		0,02		0,02
Material Organik + 3% PC		0,02		0,05		0,05		0,06		0,06		0,06
Material Organik + 4% PC		—		0,03		0,04		0,06		0,09		0,08
Material Organik + 5% PC		—		0,06		0,08		0,11		0,14		0,15
Material Organik + 6% PC		0,10		0,16		0,19		0,22		0,22		0,22
Material Organik + 7% PC		0,21		0,27		0,29		0,34		0,35		0,35

KESIMPULAN

Dengan melakukan stabilisasi "HARDKEEP" maupun "PC" pada material tanah organik yang mempunyai kandungan air cukup tinggi ($> 200\%$) dapat disimpulkan:

1. Penggunaan bahan stabilisasi "HK" untuk menaikkan kekuatan tanah organik dapat dilaksanakan dan disarankan. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan nilai C pada pemeriksaan vane test maupun nilai q_u pada pemeriksaan unconfined. (Lihat Gambar 1, 2 dan 3)
2. Waktu yang efektif untuk menaikkan kekuatan tanah adalah 7 hari masa curing. Setelah masa ini tanah dapat menerima beban dengan kekuatan $\pm 80\%$ terhadap kekuatan yang akan diperoleh setelah masa curing 28 hari. (Lihat Gambar 1, 2 dan 3).
3. Kenaikan kuat geser dengan stabilisasi "HARDKEEP" ternyata lebih tinggi dari bila menggunakan PC. (Lihat Gambar 4 dan 5).

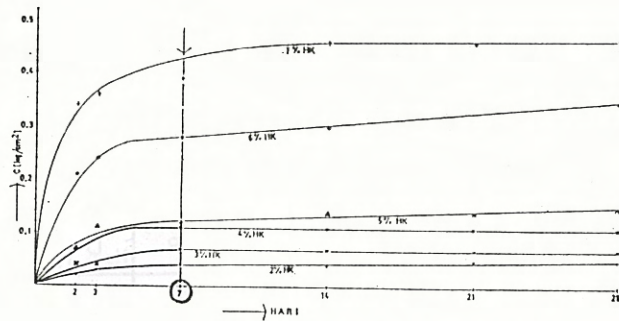
4. Untuk stabilisasi pada material tanah organik tidak terjadi perubahan butiran (Klasifikasi). (Lihat Gambar 6).

DAFTAR PUSTAKA

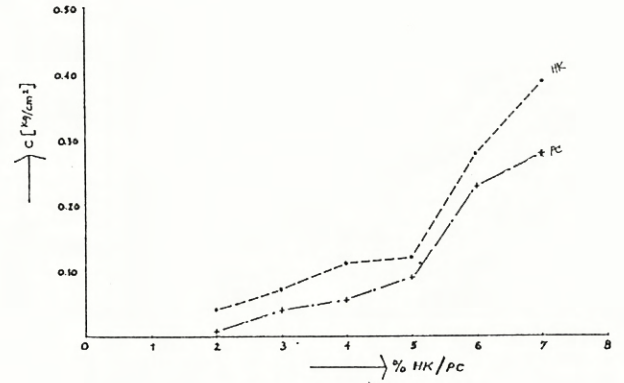
1. TOKUYAMA SODA CO, LTD., "HARD-KEEP" bahan untuk mengumpulkan, memadatkan dan mengeraskan tanah.
2. PUSAT LITBANG JALAN, DEP. P.U., Laporan Penelitian Studi Material Tanah, Tahap I: Perbaikan Material tanah organik dengan stabilisasi HARDKEEP.
3. DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA, DEP. P.U., Manual Pemeriksaan Bahan Jalan.

Penulis:

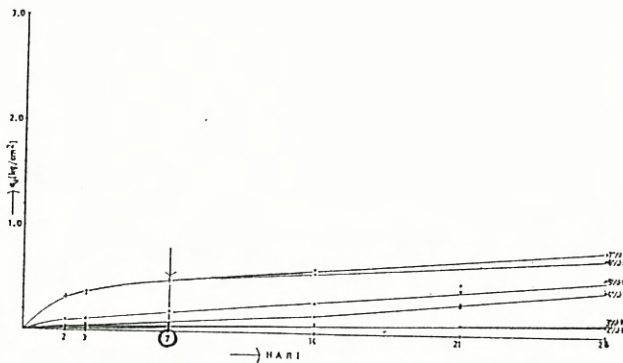
Ir. G.J. Winston Fernandez, Sarjana Teknik Sipil Unpar, adalah staf Balai Penyelidikan Tanah untuk Jalan, Pusat Libang Jalan. Menekuni Penelitian Bidang Geo Teknik sejak tahun 1980.



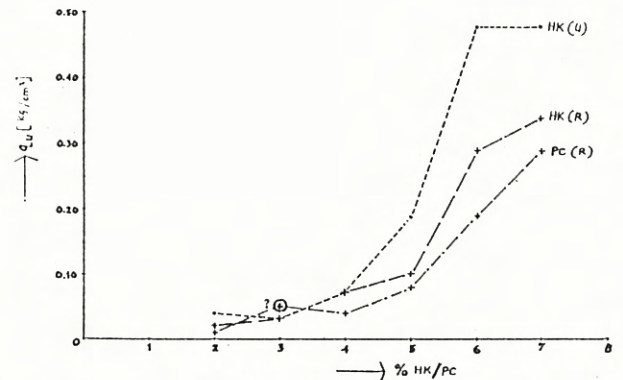
Gambar 1 - Grafik Hasil Pemeriksaan Vane Test Laboratorium (HK)



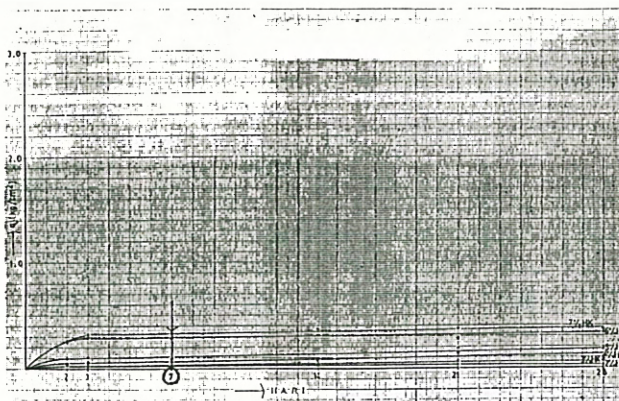
Gambar 4 - Grafik Nilai C hari ke 7



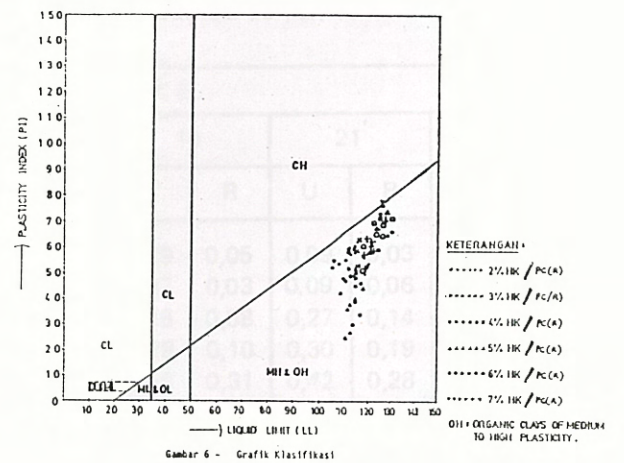
Gambar 2 - Grafik Hasil Pemeriksaan Unconfined Compression Test (HK)
(Contoh kering udara/u)



Gambar 5 - Grafik Nilai q_u hari ke 7



Gambar 3 - Grafik Hasil Pemeriksaan Unconfined Compression Test (HK)
(Contoh direndam / R)



Gambar 6 - Grafik Klasifikasi