

PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA DI AKSES JALAN RANCAKALONG DESA CIBEUNYING KALER, KABUPATEN BANDUNG

**Atmy Verani Rouly Sihombing*, Aditia Febriansya, Mardiana Oesman, Asep
Sundara, Andri Krisnandi Soemantri, Retno Utami, Zuyan Afya, Jerico
Batara Silda**

Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Indonesia

**Koresponden penulis: atmyvera@polban.ac.id*

Abstrak

Jalan Rancakalong adalah satu satunya akses jalan menuju kampung Rancakalong yang saat ini berkembang menjadi wilayah pariwisata yang terhubung ke Perumahan Dosen UNPAD Cigadung, Kelurahan Cibeunying Kaler. Kondisi jalan Rancakalong saat ini adalah buruk. Posisinya yang berada di atas lereng dengan volume lalu lintas yang bertambah sepanjang tahunnya menjadi sebab terjadinya kerusakan tersebut, sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang terhadap perkerasan jalan dan lereng untuk dijadikan dasar penduduk setempat untuk melakukan perbaikan konstruksi jalan dan lereng secara swakelola. Dari hasil investigasi diketahui bahwa kerusakan permukaan jalan berdasarkan pedoman Pd 01-2016b sebagian besar berupa alligator crack, dengan indeks kondisi perkerasan (IKP) sebesar 13 yaitu kondisi parah atau very poor sehingga membutuhkan penanganan berupa rekonstruksi. Sedangkan untuk lereng, Safety Factor (SF) lereng sebesar 1,334 yaitu kondisi tidak stabil. Hasil perancangan perkerasan jalan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017, flexible pavement dengan tebal lapis perkerasan berturut – turut yaitu: AC-WC 4 cm; AC-BC 6 cm dan LPA kelas A 40 cm. Pada lereng, perancangan perkuatan lereng menggunakan dinding penahan tanah tipe buttress wall dengan ketinggian 5 m, bentang 15 m, lebar pelat kaki 3 m dan penyokong berjumlah 8 buah dengan jarak antar penyokong 3,3 m dan material yang digunakan ada beton fc' 30 MPa

Kata Kunci:

rancakalong; jalan; lereng; flexible pavement; buttress wall

PENDAHULUAN

Dago adalah salah satu wilayah yang berada di bagian utara Kota Bandung yang secara geografis memiliki medan berbukit. Lokasinya yang strategis dengan udara yang sejuk, menjadikan wilayah Dago banyak diminati sebagai wilayah tempat hunian, salah satunya adalah Perumahan Dosen UNPAD Cigadung, Kecamatan Cigadung, Kelurahan Cibeunying Kaler. Kebutuhan akan akses jalan di sekitar perumahan tersebut semakin besar seiring dengan pertumbuhan penduduk, terutama untuk kampung Rancakalong yang pada awalnya kampung tersebut didominasi oleh sawah dan hutan bambu. Warga kampung Rancakalong ini akhirnya membangun jalan setapak di atas lereng curam yang menghubungkannya dengan perumahan Dosen UNPAD, jalan setapak yang terbentuk tersebut, berkembang menjadi jalan diperkeras karena masyarakat sekitar yang awalnya biasa menggunakan jalan ini dengan berjalan dan bersepeda

mulai menggunakan sepeda motor, sehingga jalan Rancakalong ini, didesain seadanya hanya untuk melayani pergerakan dengan moda tersebut.

Namun kini, dengan semakin meningkatnya ekonomi dan perubahan tata guna lahan di sekitar wilayah Rancakalong menjadi daerah wisata, pergerakan transportasi yang terjadi semakin berkembang. Moda transportasi yang melintasi jalan Rancakalong meningkat menjadi kendaraan roda empat, serta pergerakan yang dilayani adalah pergerakan kendaraan dari luar wilayah Rancakalong menuju daerah wisata yang berdampak pada peningkatan volume lalu lintas yang melalui jalan Rancakalong. Perubahan karakteristik pergerakan di jalan Rancakalong ini memberikan dampak terhadap struktur pondasi/lereng dan perkerasan jalan karena jalan ini didesain seadanya. Dampak yang terjadi dapat berupa kerusakan jalan berat hingga ke kelongsoran tanah, mengingat wilayah di sekitar jalan ini memiliki medan berbukit, hal tersebut dapat membahayakan bagi siapapun yang melewati jalan Rancakalong ini.

Dengan melihat kondisi jalan Rancakalong, warga setempat berniat untuk melakukan rekonstruksi jalan dan lereng sehingga membutuhkan tenaga ahli untuk melakukan perancangan jalan dan pondasi yang tepat. Namun karena pelaksanaan perbaikan ini dilaksanakan secara swakelola, warga setempat memiliki keterbatasan dana terlebih jika harus dilakukan perencanaan secara profesional. Pengabdian masyarakat ini, dilakukan di jalan Rancakalong untuk membantu masyarakat setempat mulai dari investigasi sampai dengan melakukan perancangan struktur bangunan jalan dan lereng dan menghasilkan rekomendasi desain rancangan jalan dan pondasi yang tepat secara profesional, dengan output berupa soft drawing untuk dijadikan dasar dalam pembangunan ulang jalan Rancakalong.

Investigasi kerusakan jalan dilakukan berdasarkan Pd-01-2016-B tentang Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) dan ASTM D6433-03 Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan dilaksanakan melalui survei visual dengan cara observasi langsung secara visual di lapangan (Andrei, D., dan Arabestani, 2018). Fungsi dari IKP ialah sebagai indikator kondisi pada permukaan perkerasan. IKP merujuk pada hasil tinjauan survei, berdasarkan kerusakan yang terlihat dipermukaan perkerasan, namun IKP tidak dapat digunakan untuk mengukur kapasitas dari struktural perkerasan (Yudaningrum, F., & Ikhwanudin, I, 2017). IKP dapat juga menjadi dasar dalam menentukan program perbaikan atau pemeliharaan suatu jenis perkerasan dikarenakan sifatnya yang objektif. Sedangkan perancangan perkerasan jalan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017. Pada perbaikan kestabilan lereng umumnya dilakukan untuk mereduksi gaya-gaya yang menggerakkan lereng serta menambah tahanan geser tanah atau keduanya, gaya-gaya yang menggerakkan dapat direduksi dengan cara menggali material yang berada pada zona tidak stabil dan mengurangi tekanan air pori dengan mengalirkan air pada zona tidak stabil (Asta, R. dkk, 2013). Sedangkan untuk gaya-gaya yang menahan gerakan longsor, menurut Abramson et al., 1996 dapat ditambah dengan cara: 1) Konstruksi drainase yang menambah kuat geser tanah, 2) Menghilangkan lapisan lemah atau

zona berpotensi longsor, 3) Membangun struktur penahan atau sejenisnya, 4) Melakukan perkuatan tanah di tempat, 5) Penanganan secara kimia misalnya memperkuat tanah untuk menambah kuat geser tanah.

Perbaikan yang direncanakan harus mempertimbangkan aspek biaya, faktor keamanan perkuatan lereng serta perancangan perkuatan perkerasan yang berkeselamatan dan mantap, sehingga perlu menentukan metode perbaikan yang efektif. Perumusan masalah ini melihat dari kerusakan perkerasan dan analisis keamanan lereng menggunakan metode elemen hingga (Plaxis), serta merancang perkuatan lentur sebagai penerapan teknologi tepat guna bagi jalan akses Rancakalong di Desa Cibeunying Kaler, Kabupaten Bandung untuk membantu warga setempat untuk pelaksanaan perbaikan struktur perkerasan jalan dan lereng di jalan tersebut.

METODE PELAKSANAAN

1. Perancangan Perkerasan Jalan

Perancangan terhadap perkerasan jalan ditentukan melalui kondisi perkerasan jalan yang diperoleh dari nilai survei IKP. Pada dasarnya proses penanganan yang dimaksud terbagi menjadi tiga bahasan yaitu pemeliharaan, pelapisan tambah dan rekonstruksi. Selanjutnya dari tingkat kerusakan yang diketahui akan menentukan jenis penanganan yang tepat dan akurat. Penanganan tersebut didasari pada pedoman Pd 01-2016b tentang IKP dan ASTM D6433 dan perancangan struktur perkerasan jalan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017.

2. Perancangan Perkuatan Lereng

Pada perancangan perkuatan lereng untuk jalan akses Rancakalong ini, dilakukan penentuan alternatif perkuatan lereng yang cocok untuk diaplikasi di Desa Cibeunying Kaler, Kabupaten Bandung serta mudah untuk dilakukan secara swakelola oleh warga setempat. Kondisi eksisting lereng pada jalan akses kampung Rancakalong dijadikan faktor utama pertimbangan rancangan alternatif penangananan, agar alternatif yang terpilih dapat diterapkan secara maksimal dan minim risiko. Pertimbangan lain yang juga dijadikan parameter pertimbangan dalam proses perancangan lereng akses jalan Rancakalong adalah: luasan struktur perbaikan lereng, aksesibilitas alat dan bahan pada tahap konstruksi, dan risiko yang mungkin terjadi pada saat tahap konstruksi berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Investigasi Kondisi Jalan

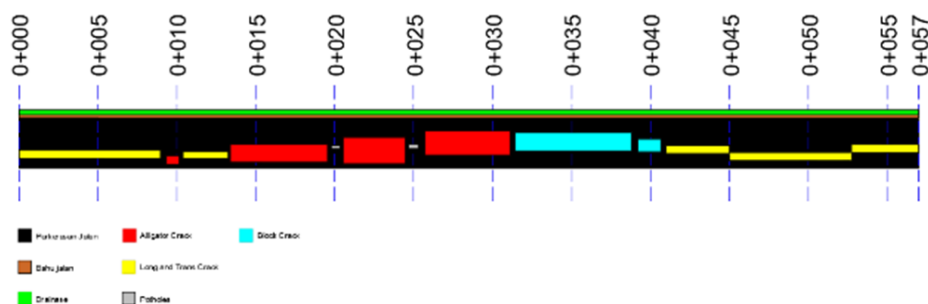
Survei kerusakan jalan dilakukan dengan cara mengidentifikasi perkerasan jalan melalui pengamatan visual dan tingkat kerusakan jalan yang tentunya mengacu terhadap klasifikasi jenis kerusakan pada Pd-01-2006b tentang penentuan nilai IKP (Indeks Kondisi Perkerasan). Survei hanya dilakukan pada satu segmen perkerasan dengan luas area 182,4m², dari hasil

survei lapangan diperoleh terdapat 4 jenis kerusakan pada perkerasan jalan dengan tingkat kerusakan yang berbeda – beda (Tabel 1 dan Gambar 1 dan 2).

Berdasarkan hasil investigasi diketahui bahwa kerusakan yang terjadi di jalan Akses Rancakalong ini sudah sangat buruk, hal tersebut dapat diketahui dari kerusakan yang terjadi berupa alligator crack, dengan lebar retak yang cukup besar dan permukaan sudah tidak rata, hal tersebut jika tidak ditanggulangi akan mempengaruhi keselamatan pengguna jalan terutama di saat turun hujan.

Tabel 1. Form Survei Investigasi Kondisi Jalan

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT												
Branch	:	Section	:	1	Sample Unit	1						
Surveyed by	:	Date	:		Sample Area	182.4						
1. Alligator Cracking	6. Depression	11. Patching & Hot Cut Patching										
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate										
3. Block cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes										
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad										
5. Compaction	10. Long and Trans Cracking	15. Rutting										
DIS TRESS SEVERITY	QUANTITY									Total	Density	Deduct Value
10L	1.89	5.56	2.5							9.95	5.45504	4
10M	1.72	8.04	1.79	3.7	5.11					20.36	11.1623	27
10H	3.04	2.84	4.23	4.12						14.23	7.80154	29
1H	0.13	2.15	3.15	0.48	1.32	0.96	0.72			11	6.0307	56
13H	1									1	0.54825	41
13L	2									2	1.09649	21
3H	0.28	4.88								5.16	2.82895	16



Gambar 1. Stripmap Kerusakan Jalan



Gambar 2. Visualisasi Kerusakan Permukaan Jalan

Dari perolehan data di lapangan kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai Indeks Kondisi Perkerasan pada segmen jalan, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Nilai IKP

No	Deduct Value								Total	q	CDV
1	56	41	29	27	21	3.43			177.43	6	84
2	56	41	29	27	21	2			176	5	87
3	56	41	29	27	2	2			157	4	85
4	56	41	29	2	2	2			132	3	80
5	56	41	2	2	2	2			105	2	79
6	56	2	2	2	2	2			66	1	67
14											
									Max CDV =		87
									PCI =		13
									Rating =		Very Poor

Berdasarkan nilai IKP (Tabel 2) diketahui bahwa nilai IKP Jalan Akses Rancakalong adalah 13 dengan kondisi very poor (sangat buruk), sehingga jenis penanganan yang harus dilakukan adalah rekonstruksi/daur ulang.

2. Perancangan Perkerasan Lentur

Perancangan perkerasan jalan perlu dilakukan pada jalan akses Rancakalong berdasarkan rekomendasi penanganan pada hasil investigasi kondisi jalan yaitu rekonstruksi jalan. Parameter yang dijadikan dasar dalam perancangan jalan adalah:

1. Klasifikasi jalan = Jalan Desa – akses desa
2. Umur Rencana (UR) = 20 tahun
3. Pertumbuhan Lalulintas (i) = 1 % (Jalan Desa)
4. Faktor Distribusi Arah (DD) = 0,5
5. Faktor Distribusi Lajur (DL) = 1
6. Faktor pengali pertumbuhan (R) = 20

Pada Tabel 3, ditunjukkan hasil perhitungan kumulatif beban lalu lintas kendaraan yaitu CESA 4 dan CESA 5, yaitu 30113 kendaraan dan 27375 kendaraan. Pada Manual Desain Perkerasan 2017 terdapat beberapa jenis bagan desain 3 yang dapat digunakan untuk menentukan tebal perkerasan lentur yang beban sumbu kendaraannya antara 1.000.000 ESAL hingga 4.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3A dengan Desain Perkerasan Lentur HRS. Untuk beban sumbu kendaraan 5.000.000 ESAL hingga 9.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3B dengan Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir. Sedangkan untuk 10.000.000 ESAL hingga dengan 25.000.000 ESAL digunakan Bagan Desain 3 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB.

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 3 dan Bagan jenis desain pada MDP 2017 (pertimbangan desain juga berdasarkan kondisi eksisting jalan akses Rancakalong, kemampuan membangun warga setempat serta biaya)

maka desain jalan Rancakalong menggunakan bagan desain 3B yang cocok untuk area lereng dengan kategori lalu lintas rendah (Tabel 4).

Tabel 3. Perhitungan Ekivalensi Kumulatif Beban Kendaraan

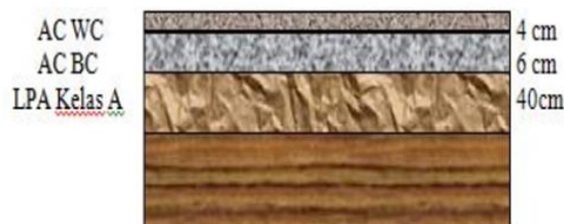
Jenis Kendaraan	LHR 2020	LHR 2022	VDF 4 faktual	VDF 5 aktual	ESA 4 (2022 - 2041)	ESA 5 (2022-2041)
Mobil Penumpang	50	51	-	-	-	-
6a	15	16	0,55	0,5	30112,5	27375
				Jumlah ESA	30112,5	27375
					CESA 4	CESA 5

Berdasarkan konfigurasi struktur perkerasan pada bagan desain 3B pada Tabel 4, maka diperoleh susunan dari tebal lapisan perkerasan seperti Gambar 3.

Tabel 4. Parameter Desain Perkerasan Lentur Jalan Akses Rancakalong

Bagan Desain - 3B Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir
(Sebagai Alternatif dari Bagan Desain - 3 dan 3A)

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih	Lihat Catatan 2				Lihat Catatan 2			
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	< 2	≥ 2 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)							
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2		3				



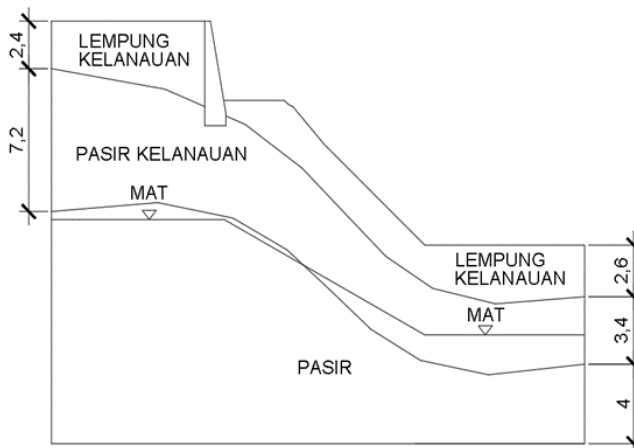
Gambar 3. Desain Lapis Perkerasan Lentur Jalan Akses Rancakalong

3. Desain Lereng Eksisting

Jenis tanah pada lereng eksisting dihasilkan dari survei sondir yang dilakukan pada titik titik survei hasil penarikan garis horizontal dan vertikal terhadap nilai friction ratio dan cone resistance (qc/pa) (SNI 3404-2008). Adapun klasifikasi tanah (Robertson, P. K., 1990) pada lereng eksisting jalan Rancakalong pada titik sondir dan kedalaman tanah lereng, dapat dilihat pada Tabel 5. Sedangkan model stratigrafi tanah lereng pada Gambar 5.

Tabel 5. Klasifikasi Tanah Lereng Jalan Akses Rancakalong

No	Jenis Tanah	Kedalaman Setiap Lapisan (m)	
		Sondir 1	Sondir 2
1	Lempung Kelanauan	2,4	2,6
2	Lanau Kepasiran	7,2	3,4
3	Pasir Kelanauan	3,8	1



Gambar 4. Stratigrafi Tanah pada Lereng Jalan Akses Rancakalong

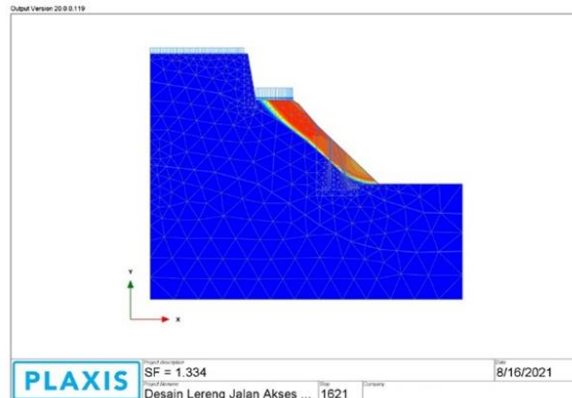
4. Analisis Lereng Eksisting

Parameter tanah berikutnya akan digunakan pada software plaxis untuk memperoleh faktor keamanan yaitu menggunakan data sekunder. Parameter yang digunakan berdasarkan jenis lapisan tanahnya (Tabel 6).

Tabel 6. Parameter Tanah

No	Jenis Lapisan Tanah	Karakteristik Tanah	Berat Isi (kN/m ³)		E (MPa)	Poisson Ratio (v)	Koheisi (kN/m ²)	Sudut Geser (°)	k (m/day)
			Kering	Jenuh					
1	Lempung Kelanauan	Lunak	16	18	2216	0,30	25	8	0,000864
2	Pasir Kelanauan	Kaku	17	19	11030	0,25	98,07	7	8,6
3	Pasir	Keras	20	22	24230	0,20	58,83	20	864

Analisis dilakukan pada kondisi lereng dengan beban yang bekerja di atasnya. Tahap kedua dilakukan analisis dengan beban lalu lintas sebesar 10 kN/m (berdasarkan SNI 8460:2017), beban standar untuk jalan kelas III. Input beban sebesar 5 kPa pada area atas lereng yang berupa konstruksi perumahan. Hasil analisis yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai SF yang dihasilkan dari analisis eksisting lereng adalah 1,334, angka ini menunjukkan bahwa lereng berada pada kondisi labil.

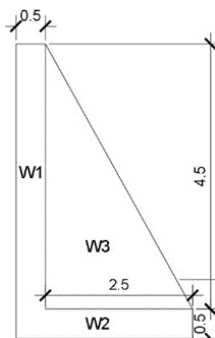


Gambar 5. Analisis *Safety*

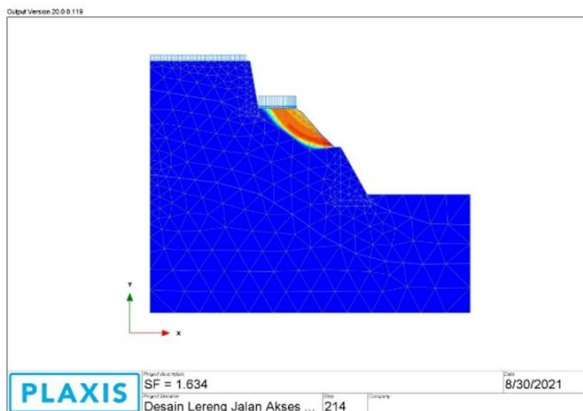
5. Perancangan Perkuatan Lereng

Dalam mencegah kelongsoran pada area lereng maka dilakukan penanganan berupa perkuatan lereng. Lereng perkuatan direncanakan menggunakan dinding penahan tanah tipe buttress wall dengan ketinggian 5 meter, bentang total 15 m, pelat kaki dengan lebar 3 m dan penyokong pada dinding berjumlah 8 buah dengan jarak antar penyokong 3,3 m. Material yang digunakan adalah beton bertulang dengan f_c' 30 MPa. Buttress merupakan dinding dengan tambahan penyokong sisi luarnya. Pra desain dinding penahan tanah dibuat berdasarkan SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik, mengikuti perancangan pada standar maka didapatkan dimensi awal buttress wall seperti pada Gambar 6. Selanjutnya analisis global dilakukan dengan memasukkan pembebanan yang bekerja pada lereng (Gambar 7). Nilai SF global perancangan lereng jalan akses Rancakalong setelah ditambah perkuatan berupa buttress wall adalah 1,634, sehingga dapat disimpulkan bahwa lereng dalam kondisi aman.

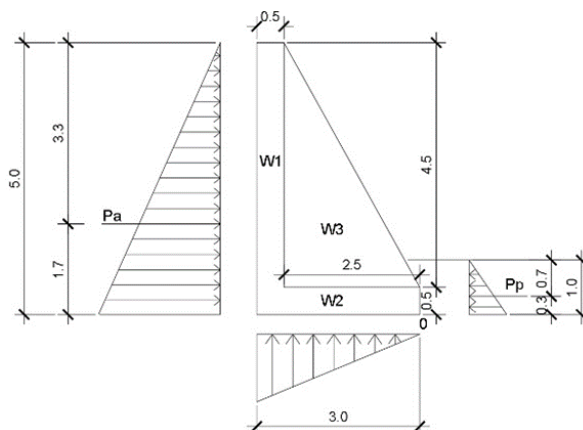
Perkuatan buttress wall dicek juga stabilitasnya secara lokal menggunakan 3 parameter, diantaranya adalah 1) Kontrol terhadap Geser; 2) Kontrol terhadap Guling; 3) Daya Dukung Tanah. Dimensi rencana dari buttress wall beserta gaya-gaya yang bekerja pada dinding dapat dilihat pada (Gambar 8). Berdasarkan gaya – gaya yang bekerja tersebut, maka didapatkan Koefisien tanah aktif dan pasif yang dianalisis menggunakan metode rankine (Das, B. M., dkk, 1995), adapun Koefisien tanah aktif (K_a) adalah 0,775 dengan tekanan tanah aktif (P_a) adalah 16,988 t/m; koefisien tanah pasif (K_p) 1,323 dengan tekanan tanah pasif (P_p) adalah 1,191 t/m. Gaya yang dihitung merupakan berat dinding penahan tanah sendiri dan tanah yang berada di atas telapak dinding, sehingga didapatkan momen guling DPT sebesar 25,167 t/m dan momen perlawanan DPT sebesar 38,613 t/m. Stabilitas daya dukung tanah (SF) lokal untuk perancangan lereng terpilih di jalan akses Rancakalong dapat dilihat pada Tabel 7, dari perhitungan analisis lokal dinding penahan tanah, dinding dapat menahan gaya guling dan geser dengan nilai $SF > 1,5$.



Gambar 6. Pradesain Buttress Wall



Gambar 7. Analisis Global Buttress Wall



Gambar 8. Gaya yang bekerja pada DPT

Tabel 7. Stabilitas Daya Dukung Tanah Lereng dengan Perkuatan Buttress Wall di Jalan Akses Rancakalong

Parameter	Stabilitas Daya Dukung (SF)	Standard	Keterangan
SF terhadap Guling	1,534	1,5	Aman
SF terhadap Geser	1,729	1,5	Aman
SF terhadap daya dukung tanah	4,500	3,0	Aman

KESIMPULAN

Perancangan teknologi tepat guna untuk Jalan Akses Rancakalong Desa Cibeunying Kaler, Kabupaten Bandung hasil investigasi dan analisis adalah perancangan berupa detail engineering design dan shop drawing yang menerapkan prinsip berdasarkan kaidah perancangan ilmu Teknik Sipil menurut tim ahli bidang Jalan dan Geoteknik. Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dilakukan untuk membantu warga setempat mengurangi biaya sewa tim ahli dalam pekerjaan survei dan desain rancangan serta memudahkan warga setempat dalam melaksanakan pembangunan (Dilihat dari segi keamanan dan biaya yang disediakan oleh warga setempat). Adapun simpulan dari hasil survei dan desain Jalan akses Rancabolang adalah (1) Kondisi perkerasan termasuk dalam kategori *Very poor*, sehingga penanganan untuk perkerasan jalan dilakukan rekonstruksi/daur ulang, (2) Perancangan perkerasan jalan terpilih adalah perkerasan jalan lentur aspal lapis fondasi berbutir dengan struktur perkerasan berupa AC WC = 4 cm, AC BC = 6 cm, LPA kelas A = 40 cm, (3) Lereng eksisting tanpa beban yang bekerja di atas lereng didapat nilai SF 1,491 dan jika dengan pembebanan didapat nilai SF 1,334 < 1,5. Sehingga perlu penanganan terhadap lereng eksisting, (4) Perancangan perkuatan lereng terpilih adalah lereng dengan menggunakan *buttress wall*, yang dirancang dengan ketinggian 5 m, bentang total 15 m, pelat kaki dengan lebar 3 m dan penyokong pada dinding berjumlah 8 buah dengan jarak antar penyokong 3,3 m. Material yang digunakan adalah beton bertulang dengan $f_c' = 30$ MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada warga dan pejabat setempat Desa Cibeunying Kaler yang telah memfasilitasi pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dan kepada UPPM Politeknik Negeri Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

- Abramson et al., (1996). *Slope stability and stabilization methods*, John Wiley, New York.
- Andrei, D., dan Arabestani, M. (2018). *ASTM D6433 Pavement Condition Index Variability Study*.
- Asta, R., Faisal, A., & Priadi, E. (2013). *Kajian Stabilitas Lereng Pada Jalan Akses Jembatan Tayan Dan Penanggulangannya*, Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 2(2).
- ASTM D6433-03. (2004). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Practice*. West Conshohocken: ASTM international.

- Badan Standardisasi Nasional, (2008). *SNI 3404 Tata Cara Pemasangan Inklinometer dan Pemantauan Pergerakan Horizontal Tanah*, Jakarta.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- Dirjen Bina Marga, Standar Nasional Indonesia, SNI 8460 (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta.
- Hary, C. H. (2012), *Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penanggulangannya*, Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta
- Hoek, E., & Bray, J. D. (1981). *Rock Slope Engineering*. CRC Press.
- Kementrian, PUPR. (2016). *Pd-01-2016-b Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP)*, Jakarta.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. Taylor & Francis.
- Robertson, P. K. (1990). *Soil classification using the cone penetration test*. *Canadian geotechnical journal*, 27(1), 151-158.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1963). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Wiley and Sons, Inc.
- Undang Undang Republik Indonesia. Nomor 38 Tahun 2004. Tentang Jalan. Dirjen Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian PUPR, Jakarta.
- Yudaningrum, F., & Ikhwanudin, I. (2017). *Identifikasi Jenis Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu-Meteseh)*. *Teknika*, 12(2).