

PEMODELAN DINDING CANTILEVER PENAHAN TANAH MENGUNAKAN SAP 2000 DENGAN MENGANALISA KUAT TEKAN TERHADAP VARIASI BEBAN (STUDI KASUS DI RUAS JALAN BALEROJO KALEGEN)

JeFrizal Sihombing¹, Yoga Satria I², Amelia Rosana Putri³, Dr. Drs. Widya Utama, DEA⁴

¹²³Mahasiswa Departemen Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

⁴Dosen Departemen Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
Email : widya.geofisika@its.ac.id

Abstrak

Pemodelan dinding penahan tanah disesuaikan dengan kondisi realita pada jalan Balerejo Kalegen. Pemodelan dinding ini menggunakan dinding jenis Cantilever yang memiliki tinggi 550 cm dan lebar 385 cm yang mana pemodelan dinding ini berguna untuk menghitung kekuatan minimum dinding cantilever untuk penahan tanah pada jalan Balerejo Kalegen. Selain itu, dinding ini dimodelkan memiliki lebar atas 55 cm, lebar tumit 130 cm, lebar kaki 130 cm, lebar kaki selanjutnya ialah 100 cm, dengan dinding yang masuk kedalamnya ialah 50 cm dan menggunakan variasi beban merata telah disesuaikan dimana beban yang dipakai ialah beban sebesar 11.138, 5.5, 0.3869 ton. Saat menginput data ke SAP 2000 sebelumnya harus dilakukan perhitungan terkait gaya yang akan mengenai dinding tersebut, selanjutnya dilakukan pemodelan dinding sesuai bentuk Cantilever. Setelah itu, dinding Cantilever yang telah dibuat dapat dihitung kuat tekan dan kuat gesernya dimana dihasilkan nilai kuat tekan dinding bagian depan dengan rata-rata 175,154 ton m, bagian belakang dengan rata-rata 62,666 ton m, bagian tumit depan rata-rata 866,054 ton m, dan bagian tumit belakang rata-ratanya 910,463 ton m.

Kata Kunci: Cantilever, Dinding Penahan Tanah, SAP 2000.

Abstract

The modeling of retaining wall is adapted to the real conditions on Balerejo Kalegen Street. This wall modeling uses a Cantilever type wall which has a height of 550 cm and a width of 385 cm which is useful for calculating the minimum strength of a cantilever wall for retaining the soil on the Balerejo Kalegen road. In addition, this wall is modeled to have a width of 55 cm, a heel width of 130 cm, a foot width of 130 cm, the width of the next leg is 100 cm, with a wall that enters it is 50 cm and using evenly distributed load variations has been adjusted where the load used is the burden amounting to 11,138, 5.5, 0.3869 tons. When inputting data into SAP 2000 beforehand, calculations must be made related to the force that will affect the wall, then modeling the walls according to the Cantilever shape. After that, Cantilever wall that has been made can be calculated compressive strength and shear strength where the compressive strength of the front wall with an average of 175,154 tons m, the back with an average of 62,666 tons m, the average front heel 866,054 tons m, and the back heel averages 910,463 tons m.

Keywords: Cantilever, Retaining Walls, SAP 2000.

Pendahuluan

Longsoran merupakan hal yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi. Untuk itu, pada pembangunan dinding penahan tanah yang

tergolong sederhana, perlu diperhitungkan model, analisis bahan, beserta perhitungan terhadap longsoran yang akan menimpa pada dinding penahan tersebut. Seringkali tidak ditemukan adanya titik peringatan di daerah

Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000 Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban (Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)

longsor, tetapi jika diperhitungkan dengan seksama, bila nanti terjadi longsor maka tanah longsor tersebut dapat beresiko menutupi ruas jalan. Pemodelan dinding penahan tanah yang diharapkan akan mengurangi resiko tanah longsor pada daerah lereng. Pada paper ini, akan dilakukan perencanaan dinding penahan tanah pada daerah lereng menggunakan *software* SAP2000.

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan untuk menahan gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = \frac{F}{A}$$

dengan,

P = kuat tekan (N/mm²)

F = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang benda uji yang ditekan (mm²)

(Ferdinand P. Beer, 2009)

Nilai kuat tekan juga berhubungan dengan nilai modulus elastisitas, jika tekanan yang diberikan melebihi batas elastisitas suatu bahan, maka bahan tersebut akan pecah. Dimana stress adalah gaya yang menyebabkan deformasi dibagi dengan daerah di mana gaya diterapkan dan strain adalah rasio perubahan dalam beberapa parameter yang disebabkan oleh deformasi dengan nilai asli dari parameter.

Tegangan Geser

Tegangan geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila gaya geser bekerja pada permukaan, maka bekerja pula tegangan normal, harga τ akan membesar akibat deformasi mencapai harga batas. Karakteristik kekuatan dari tanah yang dinyatakan oleh persamaan Coulomb.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

dengan:

τ = Tegangan geser

c = Kohesi tanah

ϕ = Sudut geser tanah

σ = Tegangan normal yang bekerja

(Hardiyatmo, 2002)

Gaya lintang/bidang geser dan momen

Gaya lintang (shear forces diagram) adalah susunan gaya yang tegak lurus dengan sumbu batang. gaya lintang akan positif apabila perputaran gaya yang bekerja searah dengan jarum jam dan diarsir tegak lurus dengan sumbu batang yang menerima gaya melintang(sebaliknya bila perputaran gaya yang bekerja berlawanan arah dengan perputaran jarum jam diberi tanda negatif dan diarsir sejajar dengan sumbu batang.

Momen adalah hasil kali antara gaya dengan jaraknya jarak, disini adalah jarak tegak lurus dengan garis kerja gayanya berarti bahwa pada titik terjadi momen sebesar:

$$Mc = RA.L1$$

(Nurmansyah, 2016)

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. Dinding penahan adalah konstruksi yang digunakan untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisi massa bahannya tidak memiliki kemiringan alami, dan juga digunakan untuk menahan atau menopang timbunan tanah atau ongkolan material lainnya (Bowles, 1999: 49).

Dalam perencanaan sebuah dinding penahan tanah, perlu diambil dimensi tertentu sehingga dinding yang direncanakan mungkin untuk dikerjakan, cukup stabil dan kuat. Pengambilan dimensi awal dinding penahan tanah juga sangat ditentukan dengan bentuk lereng dan tanah yang kan ditahannya

SAP 2000

Seri program SAP merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari University of California, yang dipimpin Prof. Edward L. Wilson selama lebih dari 25 tahun. Sistem yang berbasis grafis membuat proses pembuatan model, pemeriksaan, dan penampilan hasil dapat dilakukan secara interaktif pada layar. (Kappos, 2002)

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000 Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban (Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)

Alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan pemodelan ini adalah:

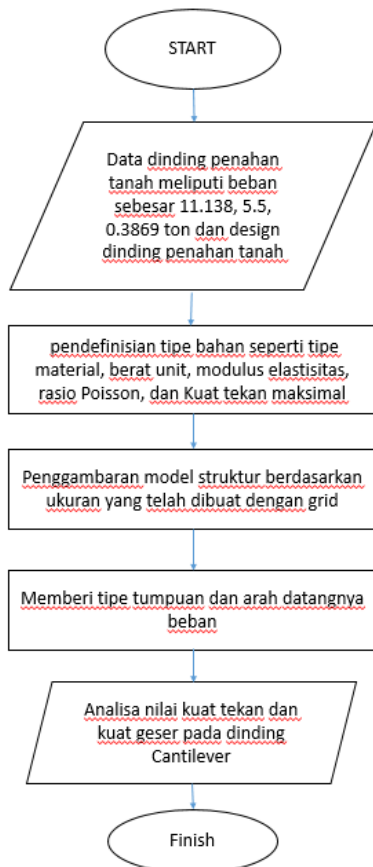
- Data dari paper acuan
- Software SAP 2000 V.14.00

Langkah Kerja

Berdasarkan data percobaan didapatkan beberapa variasi beban merata yang akan dipakai, maka dilakukan pemodelan dinding Cantilever dimana dinding tersebut dikenai beban sebesar 11.138, 5.5, 0.3869 ton lalu dimodelkan dinding Cantilever dengan menggunakan grid. Setelah itu dilakukan pendefinisian tipe bahan seperti tipe material, berat unit, modulus elastisitas, rasio Poisson, dan Kuat tekan maksimal yang ingin didapatkan. Selanjutnya digambarkan model struktur sesuai ukuran yang ingin dibuat sebelumnya. Selanjutnya dilakukan tipe tumpuan dan arah datangnya beban. Terakhir, dapat dilakukan perhitungan Kuat Tekan dan Kuat Geser pada dinding Cantilever yang telah dibuat.

Flowchart

Berikut merupakan alur kerja dari pembuatan paper ini.



Gambar 1. Flowchart

DATA PENGUKURAN DAN ANALISA DATA

Data Pengukuran

Data yang digunakan ialah data sekunder yang didapatkan dari hasil perhitungan yaitu:

$$K_a = tg^2 \left(45^\circ - \frac{1}{2} \varphi \right) = tg^2 \left(45^\circ - \frac{20,14^\circ}{2} \right) = 0,4877$$

$$K_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{1}{2} \varphi \right) = tg^2 \left(45^\circ + \frac{20,14^\circ}{2} \right) = 2,0502$$

Dengan Nilai Koefisien tanah aktif dilambangkan dengan (K_a) dan Koefisien tanah pasif (K_p) dicari dengan menggunakan rumus sehingga ditemukan hasil $K_a = 0,4877$ dan $K_p = 2,0502$

Sehingga dapat direncanakan bentuk dinding penahan sebagai berikut:



Gambar 2. Dinding penahan tanah

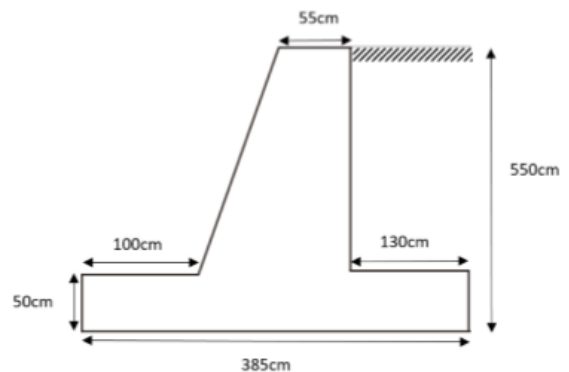
Yang mana dinding ini direncanakan dan dikenai beban segitiga dalam perhitungannya. dinding masuk dalam tanah 0,5 m dari perhitungan hasil bebannya ialah sebagai berikut:

$$E_a = 1/2 \times h \times \gamma \times K_a$$

$$= 1/2 \times 5,52 \times 1,51 \times 0,4877 = 11,138 \text{ ton}$$

$$E_{a2} = h \times \gamma \times w = 5,5 \times 1 = 5,5 \text{ ton}$$

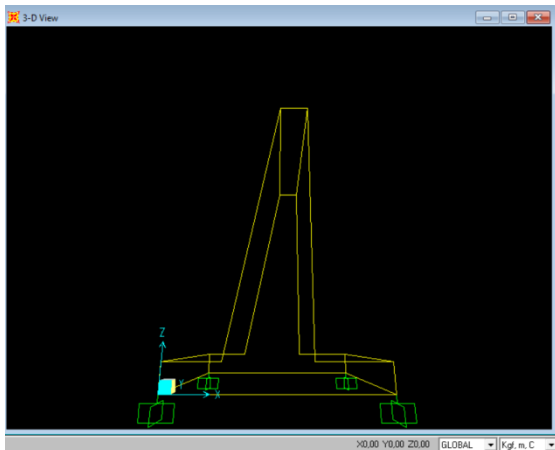
$$E_p = 1/2 \times h^2 \times \gamma \times K_p = 1/2 \times 0,5^2 \times 1,51 \times 2,0502 = 0,3869 \text{ ton}$$



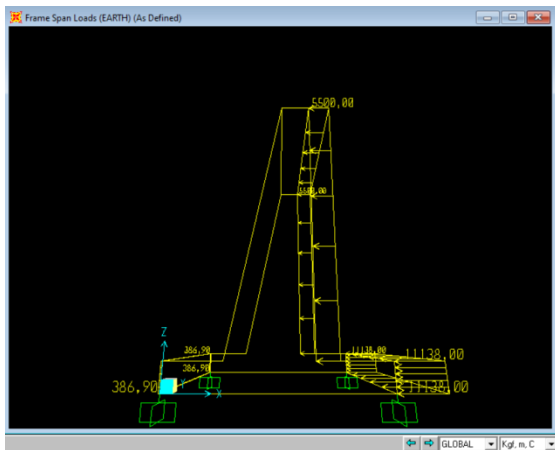
Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000 Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban (Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)

Gambar 3. Rancangan design dinding penahan tanah

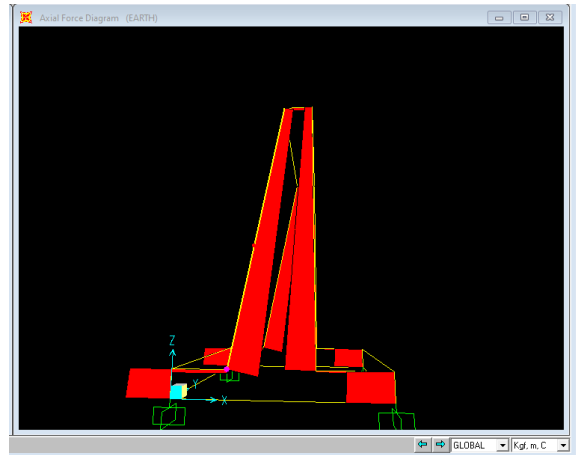
Dari hasil yang telah didapatkan dapat direncanakan dinding penahan tanah seperti gambar diatas yang mana didapatkan hasil sebagai berikut:



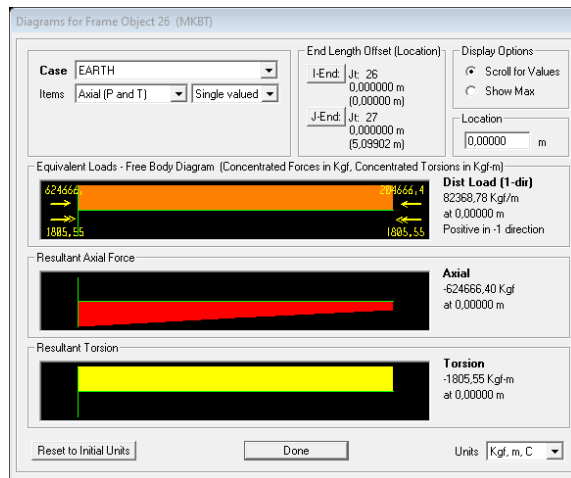
Gambar 4. Design dinding penahan tanah yang digambarkan dalam software SAP 2000 sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan.



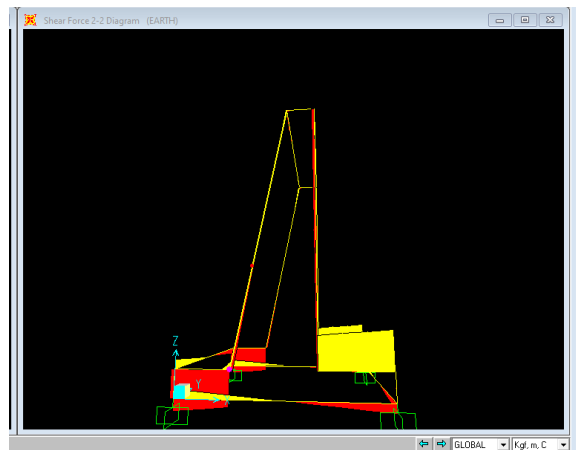
Gambar 5. Dinding penahan tanah saat dikenai beban 11,138 ton, 5,5 ton, dan 0,389 ton



Gambar 6. Dinding penahan yang dikenai kuat tekan oleh penambahan beban

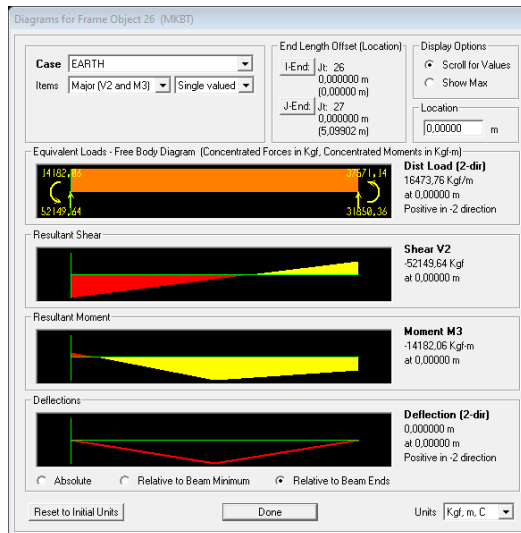


Gambar 7. Penggambaran hasil perhitungan kuat tekan pada setiap sisi dinding penahan tanah



Gambar 8. Dinding penahan yang dikenai kuat geser oleh penambahan beban

Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000 Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban (Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)



Gambar 9. Penggambaran hasil perhitungan kuat geser pada setiap sisi dinding penahan tanah

PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai beban merata yang akan diujikan pada dinding Cantilever sebesar 11.138, 5.5, 0.3869 ton diperoleh dari hasil perhitungan yang akan diolah menggunakan software SAP 2000. Berdasarkan pemodelan tersebut digunakan rancangan dinding penahan tanah yang di *design* sesuai kondisi aktual yang telah diperhitungkan yang dapat diketahui dari gambar 3 dan 4 dimana memiliki tinggi dinding, lebar bawah, lebar atas, lebar tumit, lebar kaki dengan dinding penahan tanah yang masuk kedalam tanah, berturut turut dengan nilai 550 cm, 385 cm, 55 cm, 130 cm, 100 cm dan 50 cm. Pada gambar 5 Setelah dilakukan pemodelan dapat diinputkan beban yang akan dikenai pada dinding penahan. Dapat diketahui beban pada dinding penahan arahnya berasal dari sisi belakang dinding Cantilever, serta sisi depan bagian bawah dinding Cantilever dengan beban yang diinputkan ialah variasi beban merata di setiap sisi dindingnya. Berdasarkan gambar 6 dan 7 dapat diketahui apabila dinding Cantilever dilakukan perhitungan kuat tekan (digambarkan dengan warna merah). Setiap sisi dan titiknya dapat diketahui nilai perhitungan kuat tekan yang rata-ratanya sebesar 175,154 ton m, bagian belakang 624,666 ton m, bagian tumit depan sebesar 866,054 ton m, bagian tumit belakang 910,463 ton m. Dan nilai kuat geser pada hasil permodelan sebesar 161,700 ton m. Selanjutnya pada gambar 8 dan 9 ialah keterangan gambar tentang kuat geser yang telah dilakukan perhitungan, dimana kuat geser

pada pemodelan ini terletak pada sisi belakang pemodelan dinding Cantilever yang rata-ratanya sebesar 161,700 ton m.

Selanjutnya dilakukan analisa kekuatan dinding penahan tanah dengan membandingkan besar tekanan tanah terhadap dinding dengan kuat tekan dinding tersebut. Pada paper sebelumnya, besar tekanan total tanah terhadap dinding adalah 35,473 ton m. Dari sini dapat diamati, bahwa permodelan dinding penahan tanah tersebut sudah memiliki ketahanan yang cukup dimana kuat tekan dinding tersebut lebih besar dari pada tekanan tanah yang mengenai dinding. Hal tersebut juga dapat digambarkan dengan garis pada SAP 2000 berwarna jingga yang artinya dinding tersebut cukup menahan tekanan. Terakhir dilakukan analisis bagaimana hubungan kuat geser terhadap beban yang dialami dinding. Pada data sebelumnya, beban yang dialami oleh dinding sebesar 156,6 ton m sedangkan kuat geser dari hasil permodelan menggunakan SAP2000 dan variasi bahan saat ini ialah sebesar 161,700 ton m.

Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa permodelan desain dinding penahan tanah di daerah ruas jalan Balarejo, didapatkan hasil kuat tekan rata-rata untuk dinding bagian depan sebesar 175,154 ton m, bagian belakang 624,666 ton m, bagian tumit depan sebesar 866,054 ton m, bagian tumit belakang 910,463 ton m dimana kuat tekan dinding penahan tanah tersebut sudah sangat baik jika dibandingkan dengan tekanan yang akan diterima dinding dari tanah yaitu sebesar 35,473 ton. Sedangkan nilai kuat geser dari hasil permodelan didapatkan ialah 161,700 ton m.

Saran

Adapun saran yang kami berikan untuk kedepannya adalah :

1. Untuk pembangunan centilever wall kami menyarankan agar terlebih dahulu menganalisa kondisi tanah yaitu kestabilan tanahnya sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan desain centilever wall yang di perlukan
2. Untuk melakukan pemodelan desain dinding penahan tanah kami menyarankan menggunakan SAP2000 dimana dapat mempermudah menganalisa factor-faktor mekanik pada dinding.

Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000
Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban
(Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)

Rencana Tindak Lanjut

Untuk rencana tindak lanjut kedepan, agar lebih memahami perancangan desain dinding penahan tanah menggunakan SAP2000, perlu dilakukan praktikum dengan data hasil penelitian sendiri.

Daftar Rujukan

- Abdul Hakim, Rizki Pranata Mulya. 2011. Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever pada Ruas Jalan Silang Padang-Bukittinggi KM 64+500. Bukittinggi : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. *Jurnal Rekayasa Sipil* Vol 7 No.1 Februari 2011.
- Agus Setyo Muntohar. 2006. Mekanisme Keruntuhan Lereng Tegak dan Teknik Perkuatan dengan Geotekstil. *Jurnal Teknik Sipil* Vol 7 No. 2 Desember 2006.
- Arrizka Yanuar, Dwi Sat Agus Yuwana, Muhammad Amin. 2016. Analisis Stabilitas Lereng di Kaki Gunung Sumbing. Magelang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar. *Reviews in civil Engineering* Vol 1 No 1 2017
- Bambang Surendro. 2015. *Rekayasa Fondasi Teori dan Penyelesaian Soal*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dian Safari. 2016. Perencanaan Struktur Dinding Penahan Tanah Type Cantilever pada Ruas Jalan Samarinda-Bontang Sta+850. Jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus Samarinda. *Teknik Sipil dan Arsitektur* Vol 2 No 2 Tahun 2016.
- Fadly Achmad. 2010. Tinjauan Longsor pada Ruas Jalan Akses-Pelabuhan Gorontalo. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. *Simposium XIII FSTPT*, Universitas Katholik Soegijapranata Semarang, 8-9 Oktober 2010.
- Haryo Koco Buwono, Basit Al Hanif. 2016. Simulasi Stabilitas Tanah Berkohesi Rendah Akibat Penggunaan Soldier Pile dengan Pemodelan Plaxis dan GeoStudio. Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2016*.
- Hendra Riogilang, Christian Pontororing, Anda Mekele. 2014. Soil Nailing dan Anchor Sebagai Solusi Aplikatif Penahan untuk Potensi Longsor di STA 7+250 Ruas Jalan Manado-Tomohon. Manado : Pascasarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol 4 NO.2 September 2014.
- Hendra Setiawan. 2011. Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Gravitasi dengan Variasi Ketinggian Lereng. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tadulako. *Jurnal Infrastruktur* Vol 1 No 2 2011.
- Irvan Nurrohman, Niken Silmi Surjandari, Noegroho Djarwanti. 2017. Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi pada Lereng di desa Sumbersari , Tirtomoyo, Wonogiri. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil* September 2017.
- Ririn Hartini, IW Redana, IGN Wardana. 2014. Kerawanan Longsor Lereng Jalan Studi Kasus Ruas Jalan Sukasada-Candi Kuning. Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana Universitas Udayana. *Jurnal Spektran* Vol 2 No 2 Juli 2014. Sriyati Ramadhani. 20. Perencanaan Dinding Penahan Tipe Gravitasi pada Lokasi Bukit BTN Teluk Palu Permai. Palu : Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Tadulako. *Jurnal SMARTek*.
- Tjokorda Gde Suwarso Putra, Made Dodiek Wiryana Ardana, Made Aryadi. 2010. Analisis Stabilitas Lereng pada badan Jalan dan Perencanaan Perkuatan Dinding Penahan Tanah. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol 14 No 1 Januari 2010.
- Violetta Gabriella Margaretha Pangemanan, A.E Turangan, O.B.A Sompie. 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius. Manado : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal Teknik Sipil Statik* Vol.2 No.1 Januari 2014.
- Ferdinand P. Beer, E. R. (2009). *Mechanics of Materials*. McGraw Hill.
- Abdul, Rizki, 2011. STUDI STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER PADA RUAS JALAN SILAING PADANG g BUKITTINGGI KM 64+500". *Jurnal Rekayasa Sipil*

Pemodelan Dinding Cantilever Penahan Tanah Menggunakan SAP 2000
Dengan Menganalisa Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban
(Studi Kasus di Ruas Jalan Balerojo Kalegen)

- Nurmansyah, 2016, “ *TUMPUAN PADA JEMBATAN, GAYALINTANG DAN MOMEN*” Universitas Syiah Kuala Darussalam : Banda Aceh
- Lulut, Sudarno, 2017. “*PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH UNTUK PERBAIKAN LONGSOR DI RUAS JALAN BALEREJO KALEGEN*” Teknik Sipil : Magelang.
- Andreas J. Kappos, 2002. “*Seismic Design and Assessment of Bridges: Inelastic Methods of Analysis and case studies.*” Springer dordrecht Heidelberg : New York