

# Metode Pelaksanaan *Soil Nailing* (Pasak Tanah) Pada Pekerjaan Penanganan Longsoran Sampiro Bolaang Mongondow Utara

Debora Beatrix Maengko<sup>#1</sup>, Jermias Tjakra<sup>#2</sup>, Tisano Tj. Arsjad<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>boyaatrix@gmail.com; <sup>2</sup>jermias6201@gmail.com; <sup>3</sup>sanotjakrawala@gmail.com

## Abstrak

Pelaksanaan pembangunan suatu proyek membutuhkan penggunaan metode pelaksanaan yang tepat, praktis, dan aman agar penyelesaian pekerjaan proyek dapat berjalan sesuai dengan target waktu, biaya dan mutu yang telah direncanakan. Konstruksi lereng yang mantap dan sesuai dengan syarat keamanan memegang peran penting dalam suatu pembangunan. Dalam proyek ini proses perbaikan lereng perlu diperhatikan pemilihan metodenya. Jika metode pelaksanaan yang baik sesuai dengan kondisi lapangan berhasil diterapkan, akan menguntungkan proyek itu sendiri. Pada proyek penanganan longsoran sampiro di Bolaang Mongondow Utara yang akan dibahas yaitu pekerjaan penanganan longsor pada lereng yang telah mengalami tiga kali longsor di tahun yang sama yaitu tahun 2021, dan pekerjaan ini tidak meliputi pekerjaan saluran tangkap, saluran buang dan tahap pemeliharaan. Adapun tahapan pelaksanaan Soil Nailing, yaitu : Pekerjaan Perapihan Lereng (regarding); Penentuan titik-titik pengeboran soil nailing, horizontal drain, wheep hole; Pengeboran lubang soil nailing, horizontal drain, wheep hole; Pemasangan tulangan nailing (nail bar); Pekerjaan Grouting; Pemasangan Horizontal drain, wheep hole dan geokomposit, Pemasangan Wiremesh, tulangan vertikal dan tulangan longitudinal; Pekerjaan shotcrete, Pekerjaan Pull Out test (Pengujian nailing); Pemasangan Pelat dan baut kunci dan Penutupan pelat dan baut kunci.

**Kata kunci** – metode pelaksanaan konstruksi, soil nailing (pasak tanah), penanganan longsor

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pelaksanaan pembangunan suatu proyek membutuhkan penggunaan metode pelaksanaan yang tepat, praktis, dan aman agar penyelesaian pekerjaan

proyek dapat berjalan sesuai dengan target waktu, biaya dan mutu yang telah direncanakan. Konstruksi lereng yang mantap dan sesuai dengan syarat keamanan memegang peran penting dalam suatu pembangunan. Dalam proyek ini proses perbaikan lereng perlu diperhatikan pemilihan metodenya. Jika metode pelaksanaan yang baik sesuai dengan kondisi lapangan berhasil diterapkan, akan menguntungkan proyek itu sendiri. Pada proyek penanganan longsoran sampiro di Bolaang Mongondow Utara ini, menggunakan salah satu metode untuk menjadikan suatu tebing lebih stabil terhadap tekanan tanah yaitu dengan metode pemakuan tanah (soil nailing).

### B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dibuat maka rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini yaitu, bagaimana metode pelaksanaan soil nailing (Pasak Tanah) dan penggunaan metode shotcrete pada pekerjaan penanganan longsoran sampiro di Bolaang Mongondow Utara?

### C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak memperhitungkan biaya konstruksi.
2. Tidak menghitung stabilitas lereng.
3. Tidak meliputi design Soil Nailing.

### D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tujuan penelitian ini adalah Untuk memahami dan menjelaskan metode pelaksanaan soil nailing (pasak/pemakuan tanah) pada pekerjaan longsoran sampiro Bolaang Mongondow Utara.

### E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu :

1. Dapat mengerti dan memahami metode pelaksanaan soil nailing (pasak/pemakuan tanah) terlebih pasca terjadinya longsor.
2. Dapat memahami lebih rinci tentang pekerjaan-pekerjaan yang akan di amati di lokasi penelitian .
3. Untuk kedepannya semoga hasil dari penelitian ini dapat berguna bagi penelitian lanjutan tentang metode pelaksanaan penanganan longsoran.

**II. METODE PENELITIAN**

**A. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian bertempat di Desa Sampiro kecamatan Sangkub, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

**B. Sumber Data**

Sumber data berasal dari pelaksanaan pekerjaan penanganan longsoran yang bertempat di desa Sampiro Kecamatan Sangkub, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Sulawesi Utara dengan luas keseluruhan 10.985,36 m<sup>2</sup>.

Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara :

1. Survey lokasi
2. Wawancara
3. Literatur

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Ruang Lingkup Pelaksanaan Proyek**

Proyek penanganan longsoran sampiro bolaang mongondow utara ini tahap pelaksanaannya dimulai pada bulan agustus 2020 yang direncanakan selesai pada oktober 2021. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan (April – Oktober). Pekerjaan yang diamati adalah pekerjaan soil nailing pada pekerjaan penanganan longsoran sampiro bolaang mongondow utara yang dimulai pada minggu ke-3 bulan April. Pekerjaan penanganan longsor yang akan dibahas yaitu

pekerjaan penanganan longsor pada lereng yang telah mengalami tiga kali longsor di tahun 2021, dan penelitian ini tidak meliputi pekerjaan saluran tangkap, saluran buang dan tahap pemeliharaan.

**B. Metode Pelaksanaan Soil Nailing**

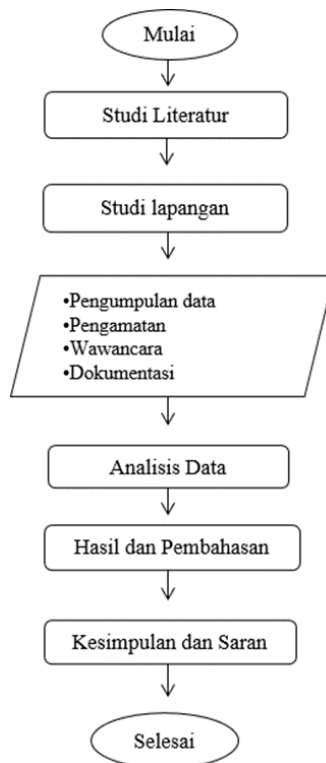
**1. Pekerjaan Merapihkan Lereng (Regrading)**

Alat-alat dan bahan yang diperlukan:

- Excavator 80-140 HP 0,9 m<sup>3</sup> : 2 Unit
- Dump Truck 3-4 m<sup>3</sup> : 4 Unit

Lereng yang akan dipasang pasak tanah dibersihkan terlebih dahulu dan dirapihkan sesuai kemiringan yang telah disyaratkan dalam perencanaan awal proyek menggunakan alat excavator. Perataan lereng ini dimaksudkan agar kedalaman pengeboran dapat ditentukan dari permukaan dan panjang pasak tanah dapat disesuaikan dengan gambar rencana.

Pekerjaan Soil Nailing yang dilaksanakan pada lereng yang sering terjadi longsor ini harus dapat dikordinasikan dengan baik agar supaya pelaksanaan pemasangan pasak tanah dapat dilakukan dengan aman. Kemiringan lereng yang telah di regrading bervariasi yaitu antara 33° - 35°. Namun, ada juga lereng yang melebihi kemiringan lereng yang direncanakan. Pekerjaan soil nailing hanya akan dilaksanakan pada lereng yang sudah sesuai dengan gambar rencana (SAP Drawing) tanpa adanya alur-alur ataupun bongkahan pada lereng, kemiringan lereng pun akan dikerjakan sesuai dengan gambar rencana



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Proses Merapihkan Lereng: Sebelum (kiri) dan Sesudah (kanan)

### C. Penentuan Titik Pengeboran Untuk Soil Nailing, Horizontal Drain dan Weep Hole

Untuk tahap penentuan titik-titik ini hanya diperlukan pengukuran Panjang dan tinggi dari lereng itu sendiri dan akan di design lewat SAP Drawing.

#### 1. Pengeboran Lubang Soil Nailing, Horizontal Drain dan Wheep Hole

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Hydraulic Drilling Machine : 6 Unit
- Crawler Rotary Drilling (CRD) : 1 Unit
- Genset 100 kVa : 1 Unit
- Genset 35 kVa : 2 Unit

Pengerjaan pengeboran akan dilakukan dengan memakai Hydraulic Drilling Machine dan Crawler Rotary Drilling (CRD) akan disesuaikan dengan lokasi pengeboran dan struktur tanah yang akan dilaksanakan pengeboran. Untuk alat Hydraulic Drilling Machine dapat melakukan pengeboran dengan bantuan scaffolding yang dirancang dengan bantuan pipa tubular dikarenakan alatnya yang ringan sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi lereng lokasi pekerjaan longSORan ini. Namun untuk struktur tanah yang dipenuhi dengan bebatuan dan dapat dijangkau dengan

alat CRD tentunya akan langsung ditangani dengan alat tersebut.

Sesuai dengan syarat perencanaan awal, untuk lubang pengeboran nailing ini berdiameter 10cm dengan kemiringan pengeboran  $\pm 15^\circ$  dan kedalaman pengeboran 12m. Pada pengeboran untuk soil nailing yang menggunakan tulangan 32D terdapat 307 titik dan untuk 25D sebanyak 968 titik. Adapun jarak antar lubang pengeboran, secara horizontal 2m dan vertikal rata-rata 3,5m. Untuk pengeboran lubang horizontal drain berdiameter sesuai dengan pipa yang akan dipakai yaitu pipa PVC  $\frac{3}{4}$ " dengan kedalaman pengeboran 10m. Terdapat 5 baris untuk horizontal drain dari segmen 1 sampai segmen 5 dengan jarak 4m.

Pemboran dilaksanakan dengan sudut  $15^\circ - 20^\circ$  dari arah horizontal untuk struktur tanah yang mudah terjadi longSOR akan dilakukan dry drilling untuk menghindari terjadinya longSOR didalam lubang pengeboran, begitu juga jika cuaca hujan tidak disarankan untuk melakukan pengeboran. kedalaman bor bisa mencapai 12 m dengan diameter 10 cm atau sesuai yang telah ditentukan.



Gambar 3. Pengeboran Dengan Cara Kering Menggunakan Alat CRD (Bor Angin)



**Gambar 4. Pengeboran Dengan Cara Basah Menggunakan Alat Rotary Hydraulic Drilling Machine (Bor Air)**

## 2. Pemasangan Nail Bar, dan Centralizer

Alat-alat dan bahan yang diperlukan:

- Baja Ulir 19 mm Panjang 12 m
- Pipa PVC 1½"

Pada pekerjaan pemasangan Nail bar dan centralizer ini tidak menggunakan alat berat namun hanya dilakukan manual dengan bantuan 4-5 orang untuk pemasangan nail bar pada lubang bor. Selanjutnya batang baja sebagai tendon ditempatkan ditengah lubang bor dengan menggunakan bantuan centralizer yang diatur sedemikian rupa sehingga baja

tidak melengkung dan tidak mengganggu selang grout mencapai dasar lubang sehingga campuran beton dapat mengalir dengan baik ke dalam lubang bor. Posisi nail bar dapat bergeser dengan toleransi 25mm dari tengah lubang. Tidak diperbolehkan menekan batang baja bila dialami kesulitan pada saat memasukkan kedalam lubang bor.

Untuk centralizer yang dipakai yaitudari pipa PVC 1½" yang dipotong 30 cm dan pada 1 nail bar terdapat 2 hingga 3 centralizer sesuai dengan gambar dan petunjuk pemilik pekerjaan.



**Gambar 5. Pemasangan Nail Bar Pada Lubang Bor**



**Gambar 6. Centralizer Yang Diletakkan Pada Nail Bar**

### 3. Pekerjaan Grouting Soil Nailing

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Pasir
- Semen
- Air
- Bahan Tambah (Admixture)
- Grouting Pump : 3 Unit
- Grouting Machine : 2 Unit
- Concrete Mixer : 2 Unit

Pekerjaan penyuntikan semen dengan Komposisi campuran untuk grouting yaitu: air 36 liter, semen 50 kg, pasir 120 kg dan 40 g bahan admixture dan untuk mutu beton yang diizinkan adalah K250. Grout ke lubang bor akan dilakukan setelah batang baja terpasang dengan baik disetiap lubang yang telah siap

untuk digrouting dalam kurun waktu maksimum 2 jam masukkan material grout mulai dari dasar lubang menggunakan selang atau pipa.

Ujung selang atau pipa tersebut akan dipertahankan posisinya tetap berada dalam lubang sambil ditarik dengan perlahan-lahan untuk mencegah adanya pori-pori. Setiap lubang akan dipenuhi dengan material grout dalam sekali pelaksanaan, dan dalam pekerjaan ini setidaknya munculkan  $\pm$  40- 50cm batang baja diluar lubang untuk nantinya dapat memasang pelat dan baut soil nailing. Tujuan penyuntikan semen dengan tekanan yaitu untuk mengisi pori-pori, memperbaiki kondisi batuan yang mengalami fractured.



Gambar 7. a) Mesin Pompa, (b) Mesin Grouting Mixing, (c) Setelah Semua Bahan Grouting Dicampur Di Mesin Mixing Akan Disaring Kembali.



Gambar 8. Lubang Nailing Yang Sedang Di Grouting

#### 4. Pemasangan Horizontal Drain, Weephole dan Geokomposit

Alat-alat dan bahan yang digunakan:

- Geokomposit
- Pipa PVC ¾” 10m
- Pipa PVC ¾” 50 cm

Pada pemasangan pipa horizontal drain setelah dilakukan pengeboran lubang pengeboran akan dibersihkan sampai lumpur sedimen serta pasir keluar dari lubang. Setelah itu pipa berperforasi dimasukkan kedalam lubang, pemasangan pipa harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah kerusakan berlebih pada dinding lubang. Ketika pipa telah dipasang, kantong semen atau kain akan di masukkan ke dalam lubang untuk menutup celah antara pipa dan tanah untuk mencegah adanya material grouting dan lain-lain memasuki zona lubang.

Selanjutnya adalah pemasangan weephole. Karena fungsi dari weep hole sendiri kurang lebih sama dengan horizontal drain maka pemasangannya pun kurang lebih sama seperti dengan pemasangan horizontal drain. Namun untuk weephole memiliki ukuran pipa yang berbeda dari horizontal drain, yaitu pipa ¾” dengan kedalaman 50cm.

Tahap berikut adalah pemasangan geokomposit. Geokomposit yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah geokomposit strip drain yang memiliki panjang 50 m per rol dan lebar 11 cm. Pemasangan geokomposit dilakukan dengan cara gulungan geokomposit akan dikerahkan sejajar dengan arah dari lereng yang paling curam. Gulungan dikerahkan untuk terus menerus menjaga agar panel geokomposit dalam ketegangan yang cukup untuk mengurangi lipatan dan kerutan.



Gambar 9. (a) Pemasangan Geokomposite, (b) Pemasangan Horizontal Drain, (c) Horizontal Drain dan Weephole Setelah Pekerjaan Shootcrete

#### 5. Pemasangan Wire Mesh, Tulangan Vertikal dan Longitudinal

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Wiremesh M10 uk.150 mm x 150 mm
- 2 rangkap tulangan baja ulir diameter 19 mm
- 2 rangkap tulangan baja polos diameter 12 mm

Setelah pemasangan horizontal drain, geokomposit dan weep hole selesai akan dilanjutkan dengan pemasangan wiremesh yang merupakan tulangan dari beton semprot atau shotcrete. 1 sheet wire mesh memiliki ukuran 2.1 m x 5,4 m. Wiremesh juga berfungsi untuk membentuk permukaan lereng yang telah di pasang nail bar dan akan ditinjau kembali apakah ukuran panjang dari nail bar yang tersisa dapat mencapai pelat dan baut penutup nailing. Namun, dalam pekerjaan ini terdapat beberapa titik nail bar yang setelah dirapihkan lerengnya menggunakan wire mesh belum bisa mencapai pelat dan baut penutup nailing, maka daripada itu dikarenakan jaring kawat

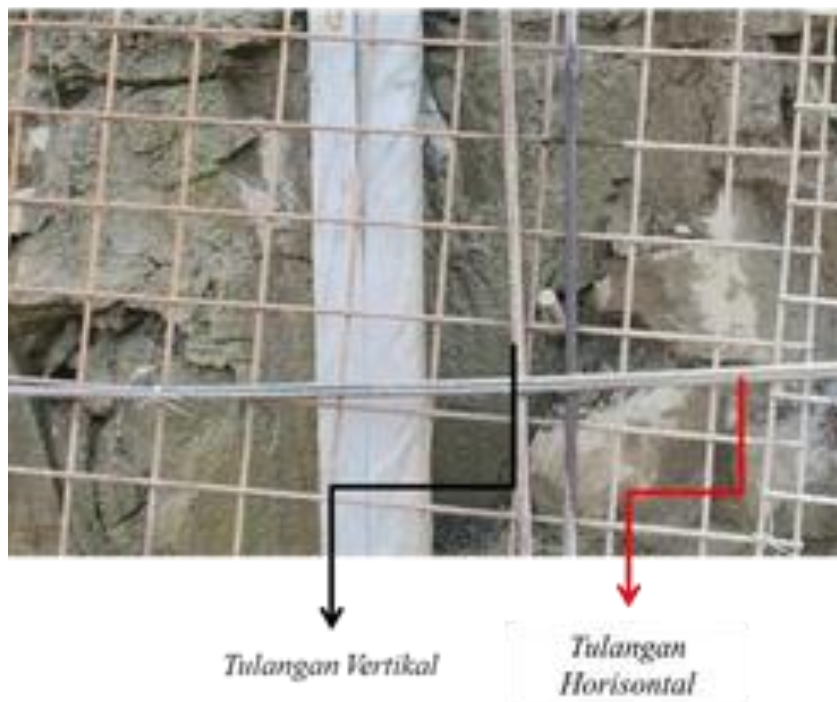
yang ada cukup lentur untuk dibuat sedemikian rupa hingga bisa mencapai pelat dan baut penutup nailing. Dengan adanya wiremesh diharapkan bahwa shotcrete lebih kuat sebagai penutup lereng galian, dan mengurangi atau memindahkan kemungkinan terjadinya retakan.

Selanjutnya untuk pemasangan tulangan vertikal sendiri digunakan dua rangkap tulangan baja ulir berdiameter 19mm dipasang secara vertikal yang diikat dengan besi kawat untuk mengikat atau menahan wiremesh dengan tulangan nailing sesuai dengan bentuk lereng yang sebelumnya telah ditentukan. Begitu juga dengan pemasangan dari tulangan longitudinal cara pemasangan dan kegunaannya hampir sama dengan tulangan vertikal hanya saja pasangannya digunakan ini secara horizontal dan untuk tulangannya digunakan dua rangkap tulangan baja polos berdiameter 12 mm.



Gambar 10. Pemasangan Wire Mesh

*Gambar tulangan vertikal dan longitudinal*



Gambar 11. Tulangan Vertikal dan Tulangan Horizontal

## 6. Pekerjaan Shotcrete

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Pasir
- Semen
- Kerikil
- Air
- Bahan Tambahan (Admixture)
- Alat Shootcrete (Aliva Pz-5)
- Nozzle

- Water Supply
- Air Compressor

Selanjutnya kita masuk pada pekerjaan shotcrete, setelah pekerjaan pembentukan lereng dengan wiremesh lereng akan disemprot dengan campuran beton atau shotcrete. Pada pekerjaan ini digunakan sistem dry mix dengan mix design 1:2:2 (Semen:Pasir : Kerikil) dengan mutu beton K-350. Setelah semua bahan di mix akan disalurkan melalui pipa dan akan di

semprotkan melalui nozzle dimana nozzle ini adalah tempat air dan bahan yang telah dicampurkan sebelumnya bercampur dengan air.

Setelah itu nozzle akan diarahkan pada 60-100 cm berulang-ulang hingga mencapai ketebalan yang direncanakan yaitu 10-40 cm dan diusahakan agar tegak lurus dengan bidang kerja sehingga rebound diminimalkan dan kepadatan yang diperoleh maksimum. Pada pekerjaan ini membutuhkan 2 orang nozzle man dan 6 orang untuk mixing. Dan untuk permukaan beton semprot yang tidak rapih tapi memenuhi persyaratan kekuatan dapat dilakukan dengan du acara. Yaitu yang pertama dengan menyikat

permukaan dengan sikat besi untuk membersihkan dari material yang lepas, rebound, semprotan berlebih atau permukaan yang mengkilat sebelum beton semprot mengeras. Kedua, bila beton semprot telah mengeras, maka perbaikan permukaan akan ditunda paling tidak 24 jam, sebelum permukaan dibersihkan dengan sand blast atau semprotan air bertekanan untuk membersihkan semua material yang terlepas, rebound, semprotan berlebing yang telah mengeras atau permukaan yang mengkilat, atau material lain yang dapat menyebabkan lemahnya ikatan dengan beton baru.



Gambar 12. Pekerjaan Shotcrete

#### 7. Pekerjaan Pull Out Test

Alat yang digunakan adalah Hydraulic Jack Enerpack RCH. Selanjutnya adalah pekerjaan pull out test, yaitu uji Tarik pada Nail Bar yang sudah siap untuk diuji dengan menggunakan alat Hydraulic Jack Enerpac RCH untuk mengetahui apakah desain soil nailing tersebut telah memenuhi syarat atau tidak.

Test pull out merupakan pengujian terhadap

kapasitas rencana pull out, apakah Nail Bar mampu menahan gaya tarik yang diijinkan. Pengujian ini dilaksanakan setelah mencapai umur beton grout rencana. Test dilakukan pada beberapa Nail Bar secara acak pada Nail-nail yang dianggap kritis. Pada pekerjaan ini nail bar yang di uji telah memenuhi syarat dan tidak perlu direvisi lagi.



Gambar 13. Pekerjaan Pull-Out Test



### 8. Pemasangan Pelat dan Baut Kunci

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Bearing plat 20 cm x 20 cm
- Besi beton 12 mm polos
- Alat Las besi

Setelah dilakukan pull out test dan hasilnya telah memenuhi syarat dilanjutkan dengan pekerjaan pemasangan pelat dengan menggunakan Bearing Plat dimensi 20 x 20 (dalam cm) pada seluruh titik pekerjaan soil nailing.



Gambar 13. Pemasangan Pelat Dan Baut Kunci

### 9. Penutupan Pelat dan Baut Soil Nailing dengan Blok Beton

Alat-alat dan bahan yang digunakan :

- Semen
- Pasir
- Kerikil
- Tripleks
- Papan Kayu

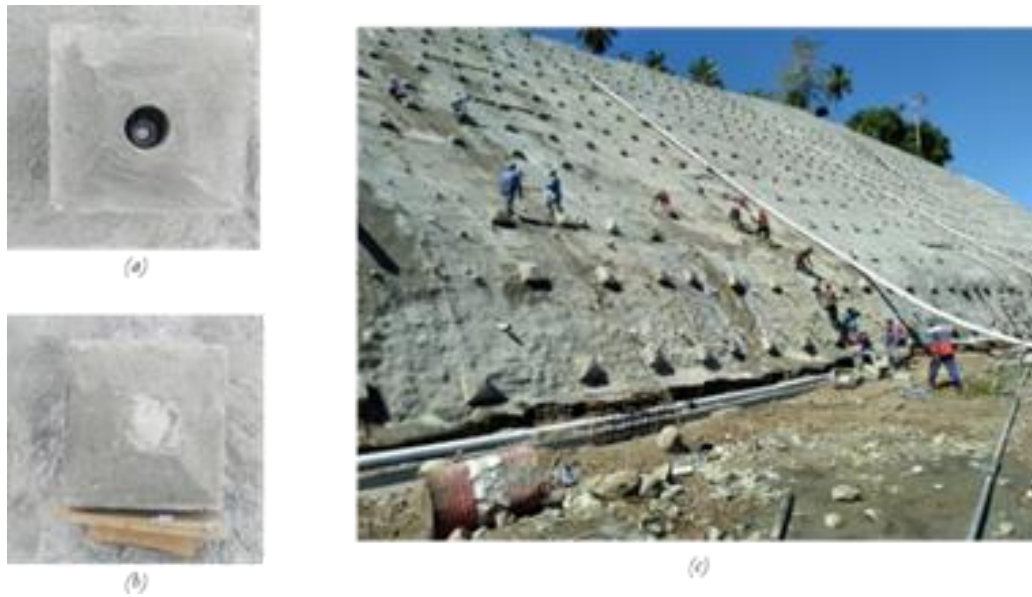
Setelah pemasangan pelat dan pemasangan baut

kunci nailing, selanjutnya adalah pemasangan blok beton untuk penutup pelat dan baut kunci. Untuk mix design dari blok beton adalah 1 : 2 : 2 (semen : pasir : kerikil). Setelah semua bahan dicampur akan dibuat terlebih dahulu mal menggunakan papan untuk pengecoran blok beton penutup soil nailing.

Setelah dipasangkan bekisting, semua bahan dimasukkan ke bekisting dan tunggu hingga blok beton kering. Ukuran blok beton yang digunakan adalah 0,40 x 0,40 cm.



Gambar 14. (a) Pemasangan Bekisting Untuk Pelat Beton, (b)Pengecoran Pelat Beton.



Gambar 15. (a) Penutupan Baut Kunci Soil Nailing, (b) Penutupan Pelat Dan Baut Kunci Soil Nailing, (c) Tampak Depan tebing Yang Sudah Pada Tahap Penutupan Pelat Dan Baut Kunci

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada Proyek Penanganan Longsoran di Sampiro Bolaang Mongondow Utara, dapat diketahui tahapan proses pelaksanaan pekerjaan Soil Nailing terdapat 11 pekerjaan yang harus dilaksanakan yang terdiri dari:

1. Pekerjaan Perapihan Lereng (regarding)
2. Penentuan titik-titik pengeboran soil nailing, horizontal drain, weep hole
3. Pengeboran lubang soil nailing, horizontal drain, weep hole
4. Pemasangan tulangan nailing (nail bar)
5. Pekerjaan Grouting
6. Pemasangan Horizontal drain, weep hole dan geokomposite
7. Pemasangan Wire Mesh, tulangan vertikal dan tulangan longitudinal
8. Pekerjaan shotcrete
9. Pekerjaan Pull Out test (Pengujian Nailing)
10. Pemasangan Pelat dan baut kunci
11. Pemasangan Pelat dan Baut Kunci
12. Penutupan Pelat dan Baut Kunci

##### B. Saran

Berdasarkan analisi yang telah dilakukan, dapat diberikan saran yaitu :

1. Perlu dilakukan pengecekan cuaca terlebih dahulu sebelum melakukan pekerjaan, karena struktur tanah yang mudah terjadi longsor.
2. Perlu pemeriksaan lapisan tanah sebelum menentukan titik-titik pengeboran.

3. Perlu konstruksi pengaman untuk pengguna jalan jika terjadi longsoran batu atau kerikil Ketika dilaksanakan pekerjaan
4. Penerapan K3 dalam pembuatan proyek seharusnya lebih diperhatikan lagi, karena Sebagian besar pekerja yang ada dilokasi proyek tidak menggunakan APD (alat pelindung diri).

#### KUTIPAN

- [1] Abrar Husen, (2010). "Manajemen Proyek". Penerbit ANDI Yogyakarta. Hal 2 "Manajemen Proyek Konstruksi (Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek)"
- [2] Academia, Soil Nailing [Online]: [https://www.academia.edu/39697426/SOIL\\_NAILING](https://www.academia.edu/39697426/SOIL_NAILING) [di akses terakhir pada 20 Januari 2022].
- [3] Balitbang, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah., 2002, Metode, Spesifikasi dan Tata Cara, Bagian:1 Tanah, Longsoran, Balitbang Departemen Kimpraswil, Jakarta.
- [4] Das, B. M., 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [5] Das, B. M., 1985. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [6] Deep Excavation, Design of Soil Nail Walls: Information, Advantages and Disadvantages [Online] at: <https://www.deepexcavation.com/en/products/snail-plus-soil-nailing-software/design-of-soil-nail-walls-information> [di akses terakhir pada 07 April 2021]
- [7] Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2008). Jenis Longsor.
- [8] Dipohusodo, Istimawan., 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi, Yogyakarta
- [9] Hafnidar A. Rani, (2016). "Management Proyek Konstruksi". Penerbit BUDI UTAMA. Hal 22 "Management Proyek"
- [10] Hardiyatmo, H. C., 2012. Tanah Longsor dan Erosi: Kejadian dan Penanganan. Pertama penyunting Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- [11] I. Ervianto, Manajemen Proyek Konstruksi, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [12] Kumalasari., 2012, Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope (Studi Kasus Pada Lereng Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali). Tugas Akhir, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [13] Onibala, E. C., Inkiriwang, R. L., & Sibi, M. (2018). METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DALAM PROYEK PEMBANGUNAN SEKOLAH SMK SANTA FIMILIA KOTA TOMOHON. JURNAL SIPIL STATIK, 6(11).
- [14] Penelitian dan Pengembangan Dinas Pekerjaan Umum.,2000, Spesifikasi khusus Interim-1 Seksi 7.19 Soil Nailing.
- [15] Sinarta, I Nenga .(2018). METODE PENANGANAN TANAH LONGSOR DENGAN PEMAKUAN TANAH (SOIL NAILING).
- [16] Williams Form Hardware & Rockbolt Ltd., 2011. Williams Form Engineering Corps. [Online]: <https://www.williamsform.com/soil/soil-nails/> [di akses terakhir pada 13 Januari 2022].