

Monitoring Lereng Menggunakan Prisma Untuk Mengetahui Pergerakan Pada Lereng *Inpit* dan *Ekspit* PT Sago Prima Pratama (J Resources) Site Seruyung Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara

Aiv Fajri Muchtar^{1,*}, Yoszi Mingsi Anaperta¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*aivfajrim96@gmail.com

**yosziperta@ft.unp.ac.id

Abstract. PT Sago Prima Pratama is a company engaged in the field of gold mining with an open mining system. Calculation and analysis of slope stability is very important to do, especially in open pit mining using the open pit method. Rock masses that were initially stable and undisturbed were dug up (disturbed) so that they could lose stability and cause landslides. If landslides occur, there will be hazards that disrupt the mining process so that production will be disrupted. From the calculation using Surpac software it is known that the pit depth is 150 meters from the ground surface. Movement often occurs on the slope, therefore slopes must be monitored so that movement on the slope can be known and can be known hazards on vulnerable slopes. Monitoring is usually done by looking at prism data. From these data we can see how much the slope is moving. With this monitoring can anticipate the potential for landslides early, so that treatment can be done earlier. Monitoring carried out at *inpit* has a range that ranges av. displacement at the study site during the August 14-29 2018 is 0.023mm to 0.177mm and the range av. instant velocity ranges from 0.30 - 1.33 mm / hour The fastest movement is at the BLS and the lowest is at the MSC.

Keywords: *Monitoring*, slope, stable, displacement, velocity

1 Pendahuluan

PT J Resources Asia Pasifik, Tbk adalah satu-satunya perusahaan terbuka yang fokus di bidang pertambangan emas. Saat ini PT J Resources Nusantara memiliki 4 aset yang telah berproduksi, yaitu Proyek Lanut (Sulawesi Utara), Proyek Penjom (Pahang, Malaysia), Proyek Bakan (Sulawesi Utara), dan Proyek Seruyung (Kalimantan Utara). Selain itu, perusahaan masih memiliki beberapa aset yang masih dalam tahap eksplorasi dan persiapan konstruksi seperti di Bolangitang, Sulawesi Utara dan Bulagidun, Gorontalo.

PT Sago Prima Pratama (PT SPP) merupakan anak perusahaan dari PT. J Resources Nusantara, melaksanakan kegiatan pertambangan dari tahapan eksplorasi, eksploitasi dan produksi di Prospek Seruyung yang berlokasi di wilayah Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara, Indonesia dan memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP)

yang meliputi cakupan wilayah sekitar 3.560 hektar di Kalimantan Utara, Indonesia.^[1]

PT Sago Prima Pratama merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penambangan emas dengan sistem tambang terbuka. Perhitungan dan analisis kestabilan lereng merupakan hal yang sangat penting dilakukan, terutama pada tambang terbuka dengan metode *open pit*. Massa batuan yang awalnya stabil dan tidak terganggu digali (diberi gangguan) sehingga dapat mengalami kehilangan stabilitas dan menyebabkan terjadinya longsor. Jika longsor terjadi maka akan timbul bahaya yang mengganggu proses penambangan sehingga produksi akan terganggu.

Dari perhitungan menggunakan *software surpac* diketahui kedalaman pit 150 meter dari permukaan tanah. Sering terjadi pergerakan di bagian lereng, oleh sebab itu lereng harus dimonitoring agar pergerakan pada lereng bisa diketahui dan dapat diketahui bahaya pada bagian lereng yang rawan. Monitoring biasa dilakukan dengan melihat data prisma. Dari data tersebut

kita bisa melihat berapa pergerakan lereng tersebut. Dengan adanya monitoring ini bisa mengantisipasi potensi longsor lebih awal, sehingga bisa dilakukan penanganan lebih dini.

2 Kajian Teori

2.1 Metode Tambang Terbuka (*Surface Mining*)

Open pit mining dicirikan dengan bentuk tambang berupa corong (kerucut terbalik) di permukaan bumi. Pada *open pit mining*, tanah penutup dikupas dan diangkut ke suatu daerah pembuangan yang tidak ada endapan ekonomis di bawahnya. Kedua aktivitas, yaitu pengupasan dan penggalian, dilakukan pada suatu permukaan kerja (*front*) yang berbentuk satu atau beberapa jenjang. Pembuatan pemuka kerja lebih dari satu, baik pada elevasi yang sama maupun beda elevasi, dimaksudkan untuk memastikan terjaminnya kemenerusan produksi^[2]

2.2 Lereng

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal.^[2]

2.2.1 Lereng Alam

Lereng alam (*natural slope*) adalah lereng yang terbentuk karena fenomena alam yang terjadi akibat dari proses geologi.

2.2.2 Lereng Buatan

Lereng buatan (*man made slope*) adalah lereng yang terjadi akibat terbentuknya daerah galian dan atau daerah timbunan pada proses perencanaan geometrik jalan.

2.3 Pemantauan Lereng

Tujuan dari pemantauan lereng adalah memberikan pemberitahuan terlebih dahulu dari area yang berpotensi tidak stabil sehingga rencana tambang dapat di modifikasi untuk menimalisir dampak dari ketidakstabilan lereng.

Interpretasi yang detail serta pendugaan dari data pemantauan yang jelas dan pasti memerlukan ahli yang trampil dan beberapa konsultan. Ini membolehkan pengaturan untuk memperkirakan resiko yang akan terjadi dan dasar untuk pemilihan kelayakan ekonomi. Pada tambang terbuka, masalah yang penting adalah yang berhubungan dengan perancangan lereng dan kestabilan dimana akan dipantau selama tahap operasi yaitu displacement, vibrasi (getaran), tekanan air tanah (*level*), aliran air tanah.^[3,6,9]

2.4 Klasifikasi dari gerakan Lereng tambang

Secara operasional gerakan dinding pit diklasifikasikan menjadi empat tahap yaitu *elastik*, rayapan, rekahan dan *dislocation*, *collapse*.

Gerakan yang elastik berhubungan dengan tegangan insitu dan penyesuaian dari massa batuan (rock mass moduli) dan pada dasarnya merupakan reaksi dari massa batuan yang digali. Sebagai contoh adalah gerakan yang hanya beberapa milimeter untuk tinggi lereng lebih dari 300 m pada batuan keras sampai gerakan sebesar 1-2 m pada tambang yang dalam di tanah tertier atau batuan lunak. Gerakan elatis tidak umum terjadi pada operasi pertambangan.

Rayapan biasanya merupakan gerakan yang relatif kecil dan bergantung pada waktu dimana terjadi pada beberapa massa batuan. Di belahan bumi yang lain rayapan merupakan *rheology* dan pengertiannya kadang-kadang dihubungkan dengan gerakan yang berhubungan dengan pegunungan yang tinggi. Yang penting pegunungan ini dapat dibandingkan dengan penggalian lereng di pertambangan.

Kesimpulan dari 'displacement' horisontal yang dicatat untuk rentang dari lereng pit yang ada di dunia. Displacement horisontal di plot dengan kedalaman dan semua kasus gerakan pada permulaan tahap ketiga sebagai contoh, sebelum lereng seluruhnya collapse. Gerakan diklasifikasikan sebagai elastik, rayapan (bergantung waktu), rekahan dan dislocation dan pada akhirnya apakah gerakan itu stabil.

2.5 Intrumen Pemantauan Lereng

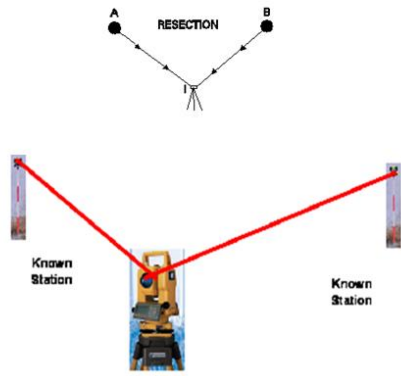
2.5.1 Robot Total Station (RTS)

Tingkat akurasi pada metode pemetaan konvensional ini sangat dipengaruhi oleh variasi temperature dan tekanan pada area tersebut, terutama jika titik tempat alat berada dan daerah yang diamati terpaut jarak yang cukup jauh.^[4]

Metode ini sering digunakan untuk mengukur pergeseran dengan cara memantau puncak lereng atau sekitar pertengahan lereng. Pengukuran pergeseran dalam arah horizontal dapat dilakukan menggunakan total station. Pengukuran untuk prisma biasanya menggunakan metode perpindahan kordinat, metode ini digunakan dengan cara mengukur easting, northing dan elevation. Dengan data pengukuran tersebut dapat dibedakan berapa selisih kordinat awal pengukuran prisma dengan yang baru diukur tersebut, biasa menggunakan rumus:

X=Easting, Y=Northing Z=elevation.^[5,6,8]

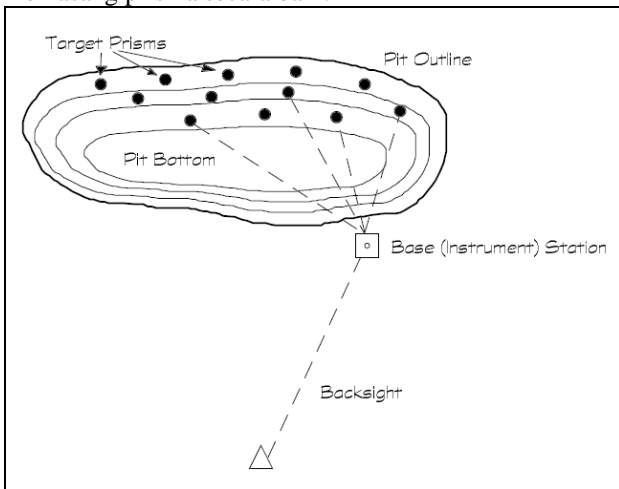
$$S = \sqrt{(x^1-x)^2 + (y^1-y)^2 + (z^1-z)^2} \quad (1)$$



Gambar 1. Perhitungan *Robot Total Station*

2.5.2 Jaringan Survey

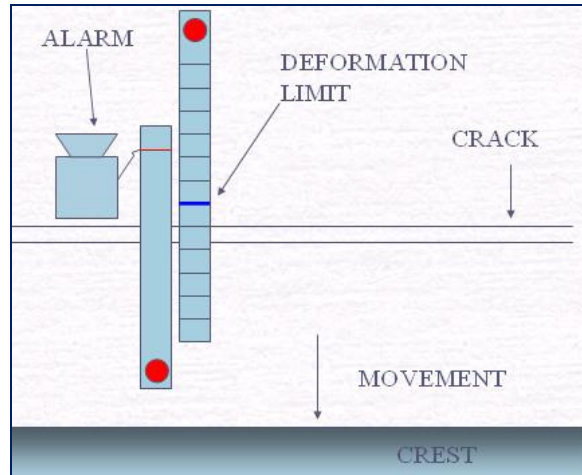
Peralatan survey harus dikalibrasi secara benar, sesuai petunjuk pabrik untuk menjamin keakuratan dan keandalannya. Sangat penting untuk meletakkan titik-titik kontrol permanen pada lokasi yang mantap dan memasang prisma secara baik. [6,7]



Gambar 2. Intrumen Jaringan Survey

2.5.3 Pengukuran Rekahan

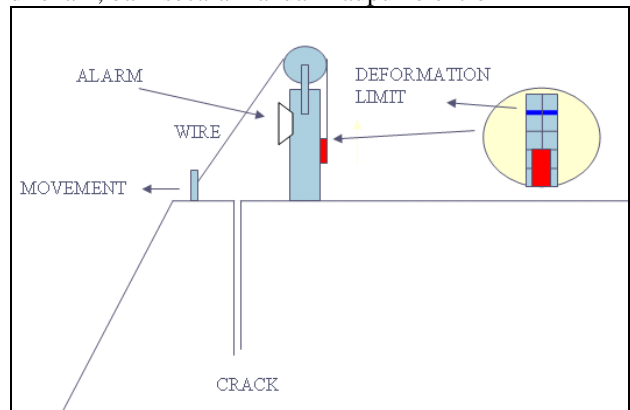
Crack gages dengan *electrical readout* juga tersedia, tetapi sering terjadi pada masalah lereng tambang, rekahan melampaui batas pengukuran dari peralatan. Metode apa pun yang dipilih untuk pengukuran rekahan, peralatan harus ditandai dengan tanggal pemasangan dan dapat menunjukkan besar dan arah pergerakan. [7,8]



Gambar 3. *Crack Gauge*

2.5.4 Wireline Extensometer

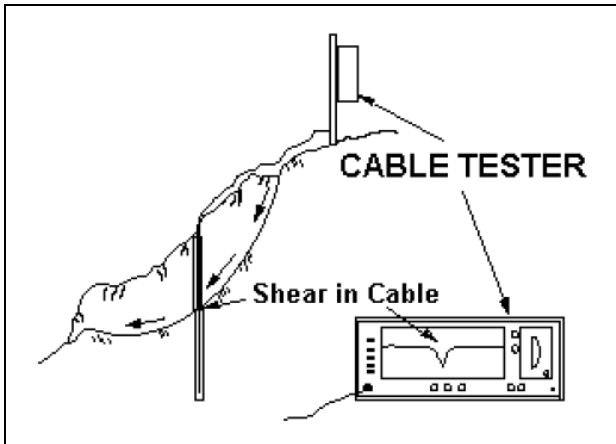
Rangkaian umumnya terdiri atas kabel yang di-*anchored* pada bagian lereng yang tidak mantap dengan stasiun pemantauan dan *pulley* dipasang pada bagian lereng yang mantap di belakang rekahan tarik yang terakhir. Jika bagian yang tidak mantap bergerak menjauhi tiang *pulley*, pemberat akan bergerak dan perpindahan dapat direkam, baik secara manual maupun elektronik



Gambar 4. *Wireline Extensometer*

2.5.5 Time Domain Reflectometer (TDR)

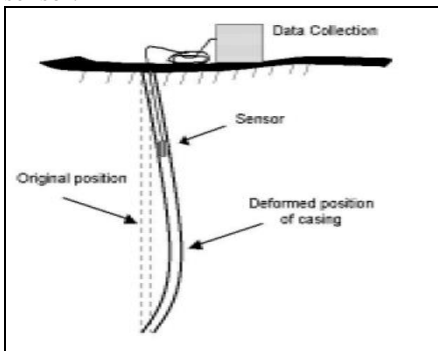
TDR merupakan sebuah teknik dimana pulsa-pulsa elektronik dikirimkan sepanjang sebuah kabel *coaxial* yang sudah di-*grouted* di dalam sebuah lubang bor. Jika terjadi deformasi atau kabel putus, sebuah signal akan dipantulkan, yang memberikan informasi mengenai deformasi sub-permukaan dari massa batuan. [7,11,12]



Gambar 5. Time Domain Reflectometer

2.5.6 Inclometer

Inclinometer terdiri atas sebuah casing yang dipasang ke dalam tanah melalui area yang diperkirakan bergerak. Ujung casing diasumsikan tidak bergerak sehingga profil dari perpindahan lateral dapat dihitung. Sisi casing mempunyai lajur untuk unit sensor. Defleksi dari casing (massa batuan) diukur berdasarkan inklinasi dari unit sensor. [6,12]



Gambar 6. Inclometer

3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai monitoring lereng *inpit* dan *ekspit* pada PT Sago Prima Pratama (J Resources), Site Seruyung Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Penelitian dilaksanakan pada 27 Juli 2018 hingga 15 September 2018.

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengaplikasikan teori yang didapat dibangku perkuliahan terhadap kondisi aktual dilapangan. Dalam melaksanakan penelitian permasalahan ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya diperoleh pendekatan penyelesaian masalah. [13]

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

Selanjutnya yaitu observasi lapangan yang dilakukan selama satu minggu guna melihat kondisi lapangan secara langsung dan permasalahan aktual yang ada di lapangan.

Tahapan pengambilan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil yaitu pemasangan prisma, proses pengambilan data prisma. Data sekunder berupa peta lokasi dan kesampaian daerah, peta topografi lokasi penelitian, peta geologi regional data curah hujan.

Pengambilan data prisma dilakukan dengan menggunakan total station dan prisma untuk mengetahui pergerakan pada lereng *displacement* dan *instant velocity*. Langkah pengambilan data sebagai yaitu pertama berdirikan alat *total station* pastikan alat sudah statif, selanjutnya pastikan titik pemantauan agar tidak berpindah agar data yang diambil akurat dan pastikan alat sudah terkalibrasi sebelum ditembak ke prisma, setelah terkalibrasi alat siap di tembak ke prisma, data yang di dapatkan berupa kordinat dan di *import* data ke *ms. Excel*

Data yang di dapat dari penembakan prisma adalah *easting, northing, elevation*. Setelah data yang di dapat dari penembakan prisma akan di olah menggunakan *ms.excel*.

3.2 Teknik Analisis Data

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan pengolahan data. Pada tahapan ini dilakukan perhitungan dan penggambaran, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik atau rangkaian perhitungan dalam menyelesaikan suatu proses tertentu. Adapun kegiatan pengolahan data berupa pergerakan atau *displacement* dan *instant velocity* pada lereng tersebut menggunakan software *microsoft excel*. [14]

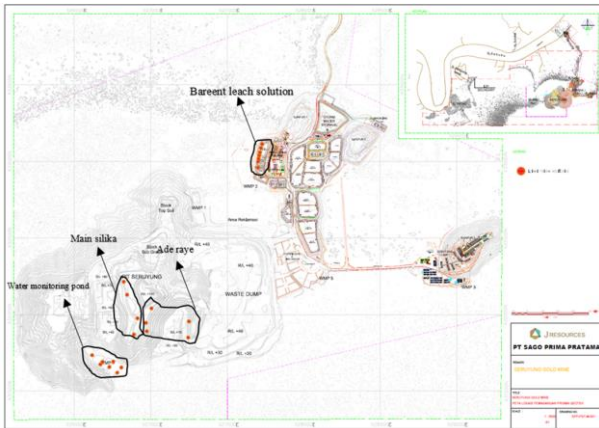
4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di area pit Ade Raye, *Main Silica, Water monitoring pond 4, Bareent leach Solution* Secara umum penyebaran bentuk lapisan batuan penyusun lereng relatif memiliki alterasi yang berbeda.

Topografi diambil dari team survey pada tanggal 5 September 2018. Jumlah prisma yang di monitoring sebanyak 27 titik pemantauan baik *inpit* maupun *ekspit*. Daerah pengambilan data prisma dapat dilihat dari **Gambar 7**.



Gambar 7. Kondisi Lokasi Penelitian

Dalam monitoring lereng dilakukan terhadap empat (4) daerah yang berbeda di *inpit* maupun *ekspit*.



Gambar 8. Kondisi pit Ade raye



Gambar 9. Kondisi Bareent Leach Solution



Gambar 10. Kondisi pit main silika

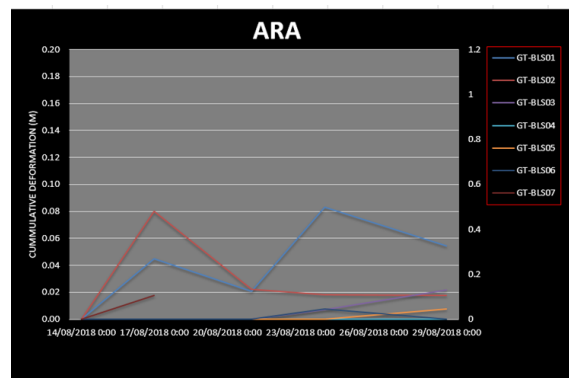


Gambar 11. Kondisi Water Monitoring Pond

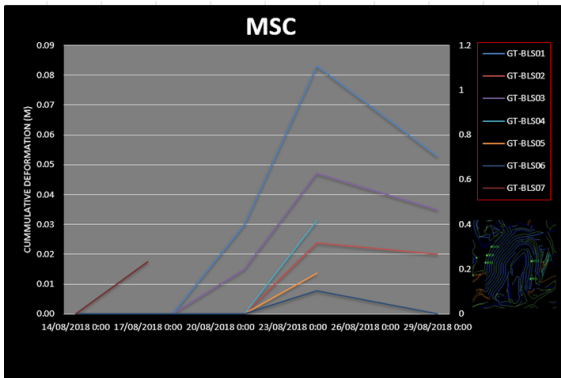
Lereng harus dimonitoring agar pergerakan pada lereng bisa diketahui dan dapat diketahui bahaya pada bagian lereng yang rawan. Monitoring biasa di lakukan dengan melihat data prisma. Dari data tersebut kita bisa melihat berapa pergerakan lereng tersebut. Dengan adanya monitoring ini bisa mengantisipasi potensi longsor lebih awal.

4.1.2 Prisma Monitoring

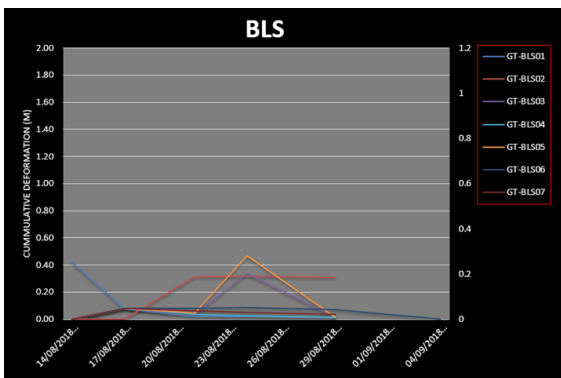
Data monitoring lereng yang di ambil untuk dilakukan analisis *displacement* dan *instant velocity*.



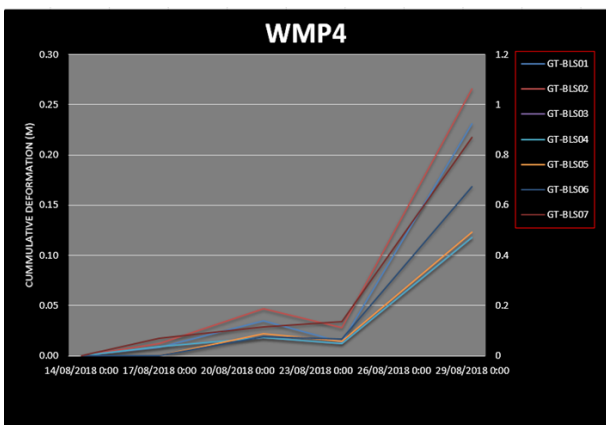
Gambar 12. Data Monitoring Lereng Ade Raye



Gambar 13. Data Monitoring *Main Silika*



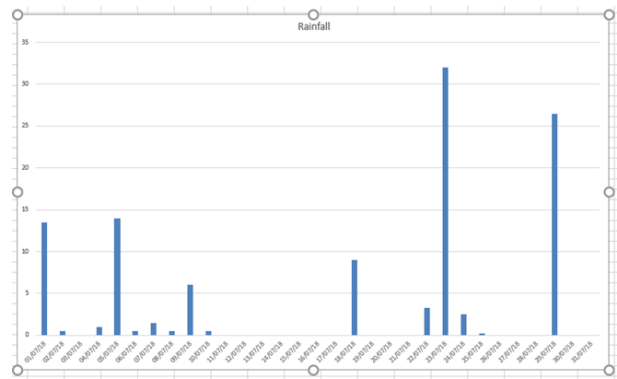
Gambar 14. Data Monitoring *Bareent Leach Solution*



Gambar 15. Monitoring *Water Monitoring Pond (WMP4)*

4.1.3 Data Curah Hujan

Data curah hujan di dapatkan dari *base control mine engineering* dimulai 1 Agustus sampai dengan 31 Agustus 2018. Dari stasiun pemantauan curah hujan menggunakan sistem jolis yang lokasinya berada di dalam *inpit*.



Gambar 16. Grafik Curah Hujan Bulan Agustus

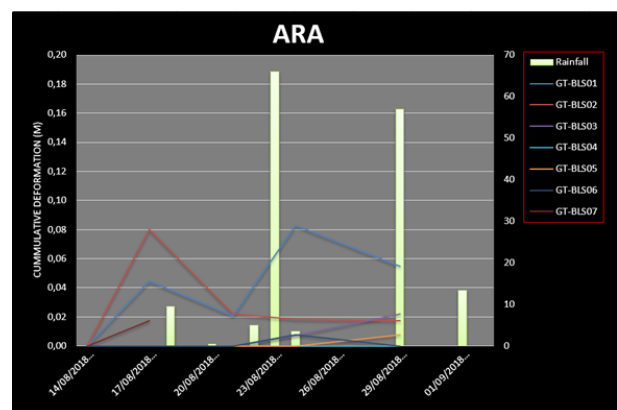
4.2 Pembahasan

Pengolahan data dilakukan dengan menganalisa data curah hujan dan data prisma monitoring yang diambil di lapangan. Dari data tersebut di dapat displacement dan instan velocity atau pada lereng tersebut menggunakan software Microsoft excel. Dari data curah hujan dapat diketahui berapa pengaruh curah hujan terhadap pergerakan pada lereng tersebut. Setelah di akukan pengolahan data maka didapat pergerakan dan karakteristik material dari masing-masing inpit maupun ekspit .

4.2.1 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Displacement

4.2.1.1 Prisma Monitoring Ade Raye

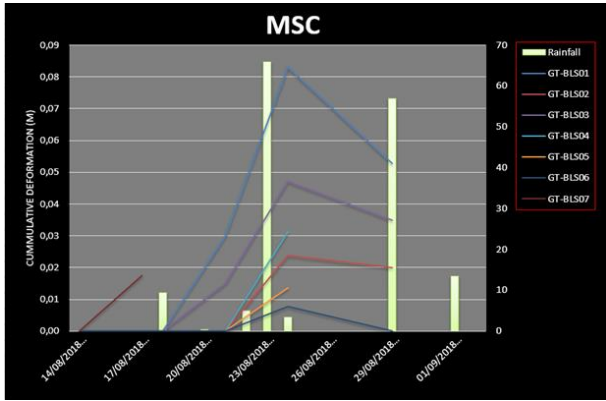
Hasil Prisma Monitoring Ade raye dapat diketahui displacement pada pit ade raye 0,021 mm dengan intensitas hujan 5,92 mm pada bulan Agustus 2018.



Gambar 17. Grafik *Displacement* monitoring prisma Ade Raye

4.2.1.2 Prisma Monitoring Main Silica

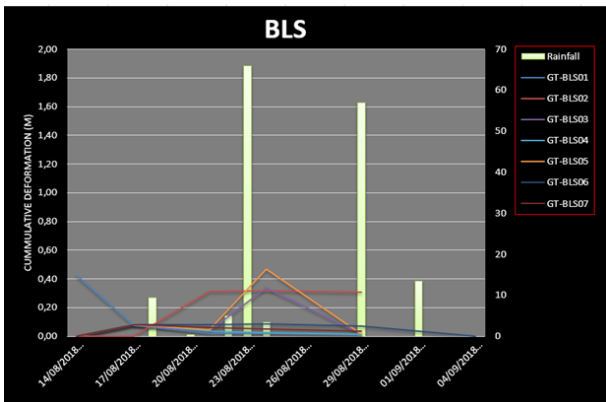
Hasil Prisma Monitoring Ade raye dapat diketahui displacement pada pit ade raye 0,021 mm dengan intensitas hujan 5,92 mm pada bulan Agustus 2018.



Gambar 18. Grafik Displacement Monitoring Prisma Main silika

4.2.1.3 Prisma Monitoring Bareent Leach Solution

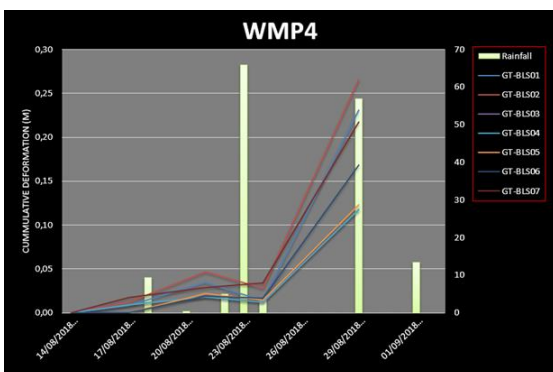
Hasil dari prisma monitoring diketahui bahwa displacement terjadi pada 0,177 mm dan intensitas hujan 5,92 mm pada bulan Agustus 2018.



Gambar 19. Grafik Displacement Monitoring Prisma BLS

4.2.1.4 Prisma Monitoring WMP4

Hasil dari prisma monitoring diketahui bahwa displacement terjadi pada wmp 4 sekitar 0,069 mm dengan intensitas hujan 5,92 mm.

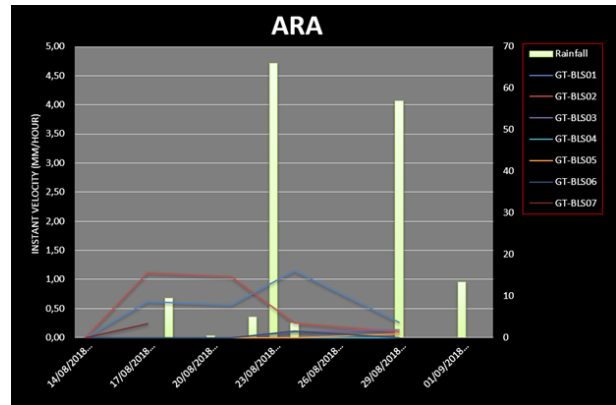


Gambar 20. Grafik Displacement Monitoring prisma WMP4

4.2.2 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Instant velocity

4.2.2.1 Prisma Monitoring Ade Raye

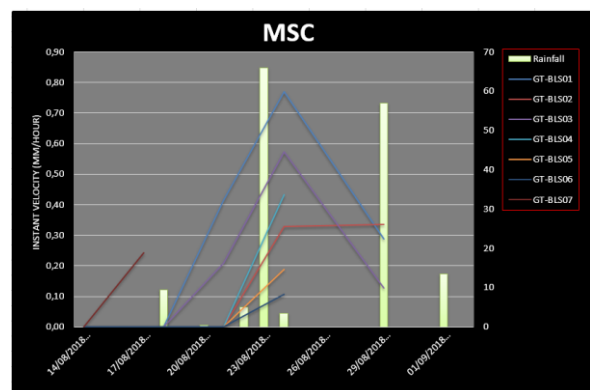
Dari hasil pengamatan prisma pit ade raye memiliki kondisi lereng relatif stabil dan tidak membahayakan. Pengaruh curah hujan menyebabkan instant velocity 0,31mm/jam dengan intensitas curah hujan 5,92 mm pada bulan agustus.



Gambar 21. Monitoring Instant Velocity ARA

4.2.2.2 Prisma Monitoring Main Silica

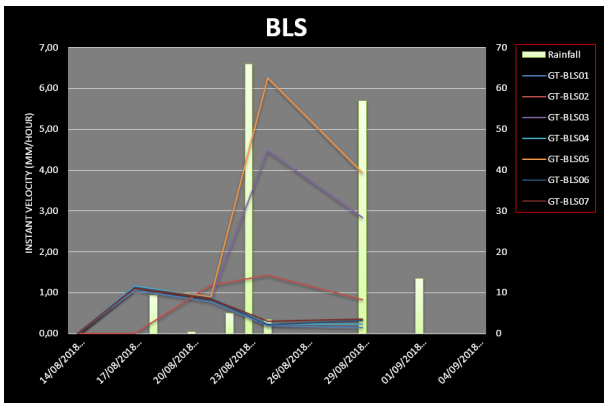
Dari hasil pengamatan prisma pit main silika memiliki kondisi pergerakan pada lereng yang relatif aman dan tidak membahayakan. Dengan instant velocity terjadi 0,30 mm/jam dengan curah hujan 5,92 mm.



Gambar 22. Monitoring Instant Velocity MSC

4.2.2.3 Prisma Monitoring Bareent Leach Solution

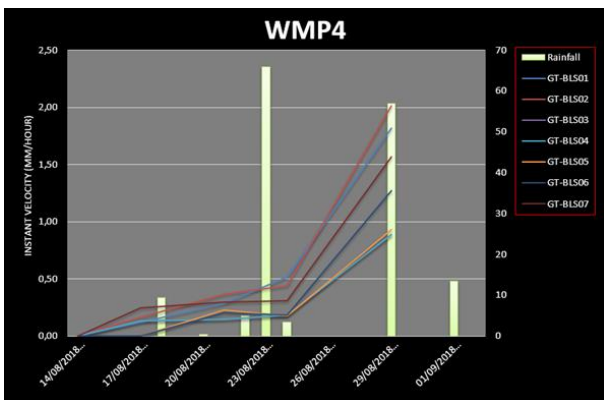
Dari hasil monitoring lereng pada BLS didapatkan pergerakan pada lereng relatif lebih cepat karna material timbunan akan mudah bergerak. Pengaruh curah hujan terhadap lereng terjadi displacement 0,177 dan instant velocity t 1,33 mm/jam.



Gambar 23. Monitoring *Instant Velocity* BLS

4.2.2.4 Prisma Monitoring WMP4

Dari hasil monitoring lereng pada WMP4 didapatkan pergerakan pada lereng relatif lebih aman, dengan pengaruh curah hujan terhadap *instant velocity* 0,30 mm/jam dengan curah hujan 5,92 mm pada bulan agustus.

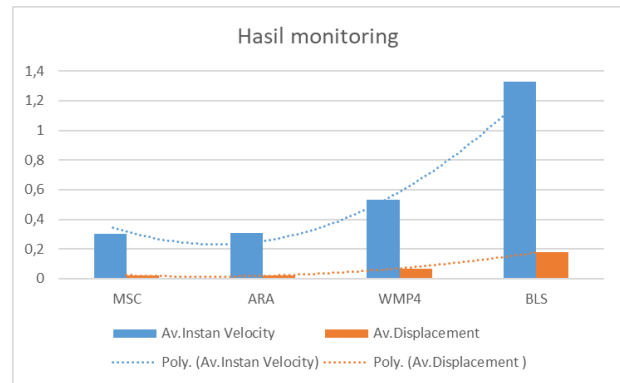


Gambar 24. Monitoring *Instant Velocity* WMP4

4.2.3 Pengaruh tipe material terhadap displacement lereng

Tabel 1. Jenis material

Lokasi Penelitian	Jenis material
MSC	SAA
ARA	CAA
WMP	Timbunan
BLS	Timbunan



Gambar 25. Grafik Hasil Monitoring

Dari data grafik di atas dapat disimpulkan bahwa rentang av. Pergerakan di lokasi penelitian selama 14-29 Agustus 2018 adalah 0,023 mm sampai 0,177 mm dan rentang *average instant velocity* berkisar antara 0,30–1,33 mm/jam. Pergerakan tertinggi *instant velocity* dan *displacement* terjadi di BLS dan pergerakan terendah terjadi di *main silika*.

Besar intensitas hujan akan semakin besar *displacement* pada lereng dan semakin cepat juga *instant velocity* pada lereng. Jenis material pada lereng sangat berpengaruh pada kestabilan pada lereng tersebut, seperti BLS sangat rentan sekali bergerak pada kondisi curah hujan dan pada pit silika relatif stabil karena bermaterial dominan silika advance agrilik.

Pada area BLS dan WMP material sama-sama timbunan (*soil*) akan pergerakan lebih besar di BLS, hal ini disebabkan oleh timbunan menahan gaya dorong dari air (secara horizontal) sedangkan pada wmp4 material timbunan mendapat gaya dorong air yang sama besar sumbu x dan y.

Secara umum *rainfall* berbanding lurus dengan *instant velocity* dan *rainfall* berbanding lurus dengan *displacement*. Pemantau lereng memiliki tujuan untuk memperoleh data yang konkrit dari perilaku lereng dalam skala yang luas akibat dari kegiatan penambangan dan kondisi lingkungan. Lereng yang akan runtuh akan memberikan tanda-tanda nya. Munculnya kekar-kekar tarik pada muka lereng adalah tanda-tanda yang mudah dikenali. Dengan mengamati perubahan dimensi kekar-kekar tersebut atau dengan kata lain mengamati pergerakan/perpindahan (*displacement*) muka lereng, maka kestabilan lereng tersebut bisa terpantau sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan dan walaupun harus runtuh maka dapat diperkirakan waktunya sehingga tindakan penyelamatan dapat dilakukan.

Pada lokasi penelitian dapat disimpulkan semakin tinggi curah hujan membuat *displacement* dan *instant velocity* semakin cepat dan Area BLS dan WMP4 *instant velocity* relatif lebih tinggi dibandingkan ARA dan MSC, Ha ini dikarenakan jenis material di daerah tersebut timbunan *instant velocity* di MSC lebih rendah dari pada ARA dikarenakan material SAA lebih kuat dari CAA. Pemantauan lereng perlu dilakukan secara berkala agar

mengetahui kondisi lereng. Agar terhindar dari ketidakstabilan pada lereng tersebut. Oleh karena itu perlu kewaspadaan pada lereng agar terhindar dari bahaya kelongsoran

berada pada daerah BLS dikarna material pada daerah ini tanah timbunan.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Prisma Monitoring

Location		Instant Velocity		Total Displacement		Rainfall		Risk Status
ARA	GT-ARA01	0.65	mm/jam	0.05	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA02	0.63	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA03	0.11	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA04		mm/jam		m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA05	0.13	mm/jam	0.01	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA06	0.11	mm/jam	0.01	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-ARA07	0.24	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
MSC	GT-MSA01	0.49	mm/jam	0.05	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-MSA02	0.33	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-MSA03	0.30	mm/jam	0.03	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-MSA04	0.43	mm/jam	0.03	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-MSA05	0.19	mm/jam	0.01	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-MSA06	0.11	mm/jam	0.11	m	5.92	mm	Low Risk
BLS	GT-BLS01	0.68	mm/jam	0.01	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS02	0.86	mm/jam	0.31	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS03	2.33	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS04	0.63	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS05	3.70	mm/jam	0.02	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS06	0.47	mm/jam	0.07	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-BLS07	0.65	mm/jam	0.04	m	5.92	mm	Low Risk
WMP4	GT-WMP01	0.68	mm/jam	0.23	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP02	0.75	mm/jam	0.27	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP03	0.34	mm/jam	0.12	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP04	0.34	mm/jam	0.12	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP05	0.45	mm/jam	0.12	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP06	0.55	mm/jam	0.17	m	5.92	mm	Low Risk
	GT-WMP07	0.60	mm/jam	0.22	m	5.92	mm	Low Risk

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. *Monitoring* atau pemantauan menggunakan prisma dan RTS yang datanya dihitung menggunakan program *Ms. excel* untuk mendapatkan grafik pergerakan lereng (*Displacement* dan *Instant velocity*) dan mengetahui jenis materialnya
2. Monitoring atau Pemantauan dilakukan di *inpit* mempunyai rentang bahwa rentang *av. displacement* di lokasi penelitian selama 14-29 Agustus 2018 adalah 0,023mm sampai 0,177mm dan rentang *av. instant velocity* berkisar antara 0,30 – 1,33 mm/jam Pergerakan tercepat berada pada BLS dan yang terendah berada pada MSC
3. Dari hasil monitoring atau pemantauan didapatkan pergerakan paling signifikan berada BLS dan yang paling terendah di main silika
4. Dari hasil monitoring yang dilakukan pada daerah *inpit* dan *ekspit* didapatkan pergerakan paling cepat

5.2 Saran

1. Diperlukan pemantauan dan analisis lebih lanjut untuk memantau kestabilan lereng baik di *inpit* maupun di *ekspit*
2. Perlu dilakukan studi empiris mengenal parameter resiko (*low, medium, high risk*).
3. Diperlukan kontrol yang lebih disdaerah BLS daripada daerah lain

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2018). Data-data Laporan dan Arsip PT Sago Prima Pratama.
- [2] Arif, I. I. (2016). Geoteknik Tambang. Gramedia Jakarta : Pustaka Utama.
- [3] Saptono, Singgih. Pengembangan Metode Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Karakterisasi Batuan di Tambang Terbuka Batubara. Disertasi tidak diterbitkan. Bandung: ITB (2012).
- [4] Rumansara, (2014). Analisis Kestabilan Tambang Terbuka.
- [5] Hoek, E and Bray, J. (1981) Rock Slope Engineering Civil and Mining Edition 4TH, London and New York.
- [6] Golder Associated. (2012). Geotechnical Investigation and Assessment PT Sago Prima Pratama Seruyung Gold Project.
- [7] Musa, R., & Saptono, S. (2015). Analisis Karakteristik Longsoran Lereng Lowwall Tambang Terbuka Batubara Ditinjau Dari Monitoring Radar. Prosiding TPT XXIV Perhapi.
- [8] Rachmat, H. (2015). Analisis Perilaku Longsor Lereng Tambang Terbuka Batubara Berdasarkan Data Monitoring Radar. Pub (Doctoral dissertation, UPN "Veteran" Yogyakarta).
- [9] Muarifah, L. (2016). Monitoring Kestabilan Lereng Untuk Early Warning System Pit 302 PT. Jembayan Muarabara Kalimantan Timur (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [10] PT. Sago Prima Pratama. (2015.) Laporan Studi Kelayakan (Revisi).
- [11] Harman Setyadi, dkk. (2015). Discovery and Inventory of Seruyung Gold Project, Kabupaten Nunukan, North Kalimantan.
- [12] Wyllie, Duncan C., & Christopher W. Mah. Rock Slope Engineering: Civil and Mining. 4rd. (ed). New York: Spoon Press (2004)

- [13] Yusuf, A. Muri. Metodologi Penelitian Teliti & Hati-hati. Jakarta: Prenamedia Group (2005)
- [14] Bahri, S. (2009). Slope Stability Radar Monitoring Pada Tambang Terbuka. Documentation.