

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	2
1.4. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	2
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Geologi Regional .....	5
2.1.1. Struktur Geologi Regional.....	6
2.1.2. Stratigrafi Regional.....	8
2.2. Dasar Teori.....	11
2.2.1. Pola Pengaliran .....	12
2.2.2. Lingkungan Pengendapan.....	14
2.2.3. Material Penyusun Lereng <i>Disposal</i> .....	19
2.2.4. Fitur Geologi yang Berasosiasi dengan Lereng.....	21
2.2.5. Tingkat Longsor dan Jenis Gerakan .....	25
2.2.6. Konsep Dasar dalam Kestabilan Lereng.....	27
2.2.7. Metode Analisis Kestabilan Lereng.....	30
2.2.8. Metode Keseimbangan Batas ( <i>Limit Equilibrium Method</i> ).....	30
2.2.9. Pembuatan Bangunan untuk Stabilisator .....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1. Metode Penelitian .....	36
3.2. Tahap Persiapan .....	36
3.2.1. Studi Pustaka .....	36
3.2.2. Penyusunan Proposal Penelitian .....	36
3.3. Tahap Pengumpulan Data .....	37

3.4. Tahap Analisis dan Pengolahan Data.....	37
3.5. Tahap Penyusunan Laporan .....	38
3.6. Diagram Alir Penelitian .....	38
<b>BAB IV GEOLOGI DAERAH PEJALIN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Pola Pengaliran .....	40
4.2. Satuan Geomorfologi .....	40
4.2.1. Satuan Bentukasal Antropogenik .....	42
4.2.2. Satuan Bentukasal Denudasional.....	42
4.2.3. Satuan Bentukasal Fluvial .....	43
4.3. Stratigrafi Daerah Penelitian .....	46
4.3.1. Satuan batupasir Tarakan.....	46
4.3.2. Satuan batulempung Tarakan .....	51
4.3.3. Satuan endapan aluvial .....	54
4.4. Sejarah Geologi.....	55
4.5. Potensi Geologi .....	57
4.5.1. Potensi Positif.....	57
4.5.2. Potensi Negatif .....	58
<b>BAB V REKOMENDASI COUNTERWEIGHT SEBAGAI STABILISATOR LERENG DISPOSAL .....</b>	<b>59</b>
5.1. Pengumpulan Data .....	59
5.2. Acuan Lereng <i>Disposal</i> .....	59
5.3. Pembentukan <i>Counterweight</i> .....	62
5.3.1. Geometri <i>Counterweight</i> .....	63
5.3.2. Pengaruh <i>Counterweight</i> pada Lereng <i>Disposal</i> .....	67
5.4. Geometri Aman Lereng <i>Disposal</i> dengan Penggunaan <i>Counterweight</i> .....	70
5.4.1. Tinggi Timbunan .....	71
5.4.2. Model Penambahan Material Timbunan.....	73
5.5. Rekomendasi Penggunaan <i>Counterweight</i> pada Lereng <i>Disposal</i> .....	77
<b>BAB VI KESIMPULAN.....</b>	<b>80</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.4-1 Peta topografi daerah telitian ( <i>Sumber: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara, Februari 2018</i> ).....	4
Gambar 2.1-1 Fisiografi Pulau Kalimantan (Biantoro, dkk., 1992).....	5
Gambar 2.1-2 Fisiografi dan setting tektonik Cekungan Tarakan (Satyana, dkk. 1999).....	6
Gambar 2.1-3 Rekonstruksi daerah Asia Tenggara pada 40 JTL (Hall, 1997).....	7
Gambar 2.1-4 Arah kemenerusan struktur di Pulau Kalimantan saat ini (Satyana, dkk., 1999).....	8
Gambar 2.1-5 Stratigrafi regional Cekungan Tarakan (Achmad and Samuel 1984).....	11
Gambar 2.2-1 Pola pengaliran dasar (Howard, 1967).....	13
Gambar 2.2-2 Pola pengaliran ubahan dendritik (Howard 1967).....	14
Gambar 2.2-3 (a) Lingkungan <i>barrier</i> dan <i>back-barrier</i> termasuk <i>tidal channel</i> dan <i>flood-tidal delta</i> (b) Penampang endapan <i>back-barrier</i> (Horne, dkk., 1979 dikutip dari Thomas, 2013).....	16
Gambar 2.2-4 (a) Penampang endapan <i>lower delta plain</i> (b) Sikuen yang dipotong oleh endapan <i>crevasse splay</i> (Horne dkk., 1979) dikutip dari Thomas, 2013).....	17
Gambar 2.2-5 (a) Rekonstruksi lingkungan <i>transitional lower delta plain</i> , (b) Penampang sikuen endapan <i>transitional lower delta plain</i> (Horne dkk., 1979) dikutip dari Thomas, 2013).....	18
Gambar 2.2-6 (a) Rekonstruksi lingkungan <i>upper delta plain-fluvial</i> (b) Penampang sikuen endapan <i>upper delta plain</i> (Horne dkk., 1979) dikutip dari Thomas, 2013).....	19
Gambar 2.2-7 Dampak dari struktur pada kestabilan lereng batuan (Terzaghi, 1962, dikutip dari Abramson, dkk., 2002).....	22
Gambar 2.2-8 Jenis longsor (1) Jatuhan, (2) Gulingan, (3) <i>Sliding</i> , (4) <i>Spreading</i> , (5) <i>Flowing</i> . Garis putus-putus menunjukkan permukaan tanah awal (Cruden and Varnes, 1992 dikutip dari Abramson, dkk., 2002).....	25
Gambar 2.2-9 Metode penghitungan blok gelincir: (a) Diagram Mohr menunjukkan kuat geser yang dicirikan kohesi $c$ dan sudut geser dalam $\Phi$ ; (b) resolusi gaya $W$ berat blok menjadi komponen paralel dan tegak lurus bidang gelincir (dip $\Psi$ ) (Abramson, dkk., 2002).....	28
Gambar 2.2-10 Identifikasi kondisi blok dan bentuk gelincirnya berdasarkan lebar $\Delta x$ , tinggi blok ( $y$ ), dip bidang gelincir $\Psi$ , dan sudut geser dalam ( $\Phi$ ) (Abramson, dkk., 2002).....	30
Gambar 2.2-11 Pembagian potensi longsor menjadi irisan (Abramson, dkk., 2002).....	31
Gambar 2.2-12 Gaya yang bekerja pada setiap irisan (Abramson, dkk., 2002).....	31
Gambar 2.2-13 Pengaruh pembuatan <i>counterberm</i> untuk stabilisasi (Rodriguez et. Al, 1988 dikutip Hardiyatmo, H.C., 2012).....	34
Gambar 2.2-14 Perbandingan faktor keamanan (FK) stabilisasi lereng antara pelandaian lereng dengan penambahan pembuatan <i>counterberm</i> (FHWA, 1988 dikutip dari Hardiyatmo, H.C., 2012).....	35
Gambar 4.2-1 Pola pengaliran subdendritik Daerah Pejalin.....	41

Gambar 4.2-2 Satuan bentuklahan <i>Highwall</i> , <i>Sump</i> , dan <i>Disposal</i> . Azimuth foto N340°E...	43
Gambar 4.2-3 Satuan bentuklahan <i>Sump</i> dan <i>Disposal</i> . Azimuth foto N100°E .....	43
Gambar 4.2-4 Peta geomorfologi Daerah Pejalina .....	44
Gambar 4.2-5 Satuan bentuklahan Perbukitan Bergelombang, <i>Highwall</i> dan <i>Sump</i> . Azimuth foto N010°E .....	45
Gambar 4.2-6 Satuan bentuklahan Endapan Aluvial. Azimuth foto N070°E .....	45
Gambar 4.3-1 (a) Singkapan batubara LP. 1, (b) Litologi batubara LP. 1. Azimuth Foto N302°E.....	47
Gambar 4.3-2 (a) Singkapan batulanau LP. 1, (b) Litologi batulanau LP. 1. Azimuth Foto N307°E.....	47
Gambar 4.3-3 Sayatan petrografi batulanau menunjukkan mineral Kuarsa (F4), Mineral <i>Opaque</i> (C6), dan Lempung Oksidasi (D9).....	48
Gambar 4.3-4 (a) Singkapan batupasir kuarsa; ukuran butir pasir halus LP. 3, (b) Litologi batupasir kuarsa; ukuran butir pasir halus LP. 3. Azimuth Foto N290°E.....	48
Gambar 4.3-5 (a) Singkapan batupasir kuarsa kuarsa; ukuran butir pasir sedang LP. 2, (b) Litologi batupasir kuarsa kuarsa; ukuran butir pasir sedang LP. 2. Azimuth Foto N300°E .....	49
Gambar 4.3-6 Sayatan petrografi batupasir kuarsa menunjukkan mineral Kuarsa (J8), Plagioklas (B3), Mineral <i>Opaque</i> (H8), Lempung (B6), Piroksen (D7), dan Litik (C3).....	49
Gambar 4.3-7(a) Singkapan batupasir LP. 18, (b) Litologi batupasir LP. 18. Azimuth Foto N300°E.....	50
Gambar 4.3-8 (a) Singkapan kontak batupasir kuarsa dan batulempung LP. 2, (b) Litologi kontak batupasir kuarsa dan batulempung LP. 2. Azimuth Foto N303°E .....	51
Gambar 4.3-9 (a) Singkapan batulempung LP. 4, (b) Litologi batulempung LP. 4. Azimuth Foto N302°E .....	52
Gambar 4.3-10 Sayatan petrografi batulempung menunjukkan mineral Kuarsa (F4), Mineral <i>Opaque</i> (C6), dan Lempung Oksidasi (D9) .....	52
Gambar 4.3-11 (a) Singkapan batubara LP. 3, (b) Litologi batubara LP. 3. Azimuth Foto N322°E.....	52
Gambar 4.3-12 (a) Singkapan batulempung LP. 4, (b) Litologi batulempung LP. 4. Azimuth Foto N310°E .....	53
Gambar 4.3-13 (a) Singkapan batulempung LP. 30, (b) Litologi batulempung LP. 30. Azimuth Foto N80°E .....	53
Gambar 4.3-14 (a) Singkapan batulempung LP. 24, (b) Litologi batulempung LP. 24. Azimuth Foto N20°E .....	54
Gambar 4.3-15 Satuan endapan aluvial LP. 31, ditumbuhi tumbuhan rawa. Azimuth foto N290°E.....	55
Gambar 4.4-1 Lingkungan pengendapan <i>transitional lower delta plain</i> .....	56
Gambar 4.4-2 Proses pengendapan Satuan batupasir Tarakan .....	56
Gambar 4.4-3 Proses pengendapan Satuan batulempung Tarakan .....	56
Gambar 4.4-4 Proses pengendapan Satuan endapan aluvial .....	57

Gambar 4.4-5 Proses aktivitas tambang terhadap morfologi daerah penelitian.....	57
Gambar 4.5-1 Potensi positif penambangan batubara. Azimuth foto N280°E.....	58
Gambar 4.5-2 Potensi bidang gelincir pada lereng <i>disposal</i> . Azimuth foto N305°E.....	58
Gambar 5.2-1 Dimensi acuan lereng <i>disposal Site Sekayan Mine Operation</i> (sumber: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara).....	60
Gambar 5.2-2 Grafik kestabilan lereng <i>disposal Site Sekayan Mine Operation</i> (sumber: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara).....	61
Gambar 5.2-3 Jenjang tidak dapat dibentuk akibat parameter kuat geser disposal yang sangat kecil (Azimuth foto N30°E).....	61
Gambar 5.2-4 Analisis acuan lereng <i>disposal</i> PT. PKN dengan tanpa adanya jenjang menggunakan <i>software Slide v.6.0.</i> ....	62
Gambar 5.3-1 Rekahan awal bidang gelincir busur pada lereng <i>disposal</i> (Azimuth foto N265°E).....	62
Gambar 5.3-2 Model <i>counterweight</i> .....	63
Gambar 5.3-3 Material lempung penyusun <i>counterweight</i> dengan geometri tinggi 5 m, sudut 75° (FK 1,549).....	64
Gambar 5.3-4 Material lempung penyusun <i>counterweight</i> dengan geometri tinggi 10 m, sudut 25° (FK 1,546).....	64
Gambar 5.3-5 Material pasir penyusun <i>counterweight</i> dengan geometri tinggi 5 m, sudut 36° (FK 1,568).....	65
Gambar 5.3-6 Material pasir penyusun <i>counterweight</i> dengan geometri tinggi 10 m, sudut 23° (FK 1,565).....	65
Gambar 5.3-7 Material <i>disposal</i> penyusun <i>counterweight</i> dengan geometri tinggi 5 m, sudut 44° (FK 1,510).....	66
Gambar 5.3-8 Material penyusun <i>counterweight</i> berupa material <i>disposal</i> dengan geometri tinggi 10 m, sudut 15° (FK 1,547).....	66
Gambar 5.3-9 Grafik geometri tinggi vs sudut tunggal material penyusun <i>counterweight</i> ...	67
Gambar 5.3-10 Timbunan 10 m, sudut 33°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 0° (FK 1,520).....	68
Gambar 5.3-11 Timbunan 20 m, sudut yang dibentuk 13°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 0° (FK 1,517).....	68
Gambar 5.3-12 Timbunan 30 m, sudut yang dibentuk 10°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 0° (FK 1,578).....	69
Gambar 5.3-13 Timbunan 40 m, sudut yang dibentuk 9°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 0° (FK 1,551).....	69
Gambar 5.4-1 Pemodelan tinggi timbunan 10 m, sudut yang dibentuk 15°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 10° (FK 1,593).....	71
Gambar 5.4-2 Pemodelan tinggi timbunan 11 m, sudut yang dibentuk 14°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 10° (FK 1,504).....	71
Gambar 5.4-3 Pemodelan tinggi timbunan 12 m, sudut yang dibentuk 13°, pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> 10° (FK 1,503).....	72

Gambar 5.4-4 Pemodelan tinggi timbunan 13 m, sudut yang dibentuk $12^\circ$ , pada <i>counterweight</i> dengan <i>bedrock</i> $10^\circ$ (FK 1,429).....	72
Gambar 5.4-5 Model penambahan material.....	73
Gambar 5.4-6 Penambahan maju <i>top</i> material sejauh 50 m (tinggi timbunan 10 m); FK 1,546; tinggi tambahan 5,164 m.....	74
Gambar 5.4-7 Penambahan maju material sejauh 55 m (tinggi timbunan 10 m); FK 1,501; tinggi tambahan 5,664 m.....	74
Gambar 5.4-8 Penambahan maju material sejauh 60 m (tinggi timbunan 10 m); FK 1,487; tinggi tambahan 6,1 m.....	75
Gambar 5.4-9 Penambahan maju material sejauh 55 m pada tinggi timbunan 10 m, material bertambah setinggi 5,664 m (FK 1,501).....	76
Gambar 5.4-10 Penambahan maju material sejauh 55 m pada tinggi timbunan 11 m, material bertambah setinggi 4,66 m (FK 1,447).....	76
Gambar 5.4-11 Penambahan maju material sejauh 55 m pada tinggi timbunan 12 m, material bertambah setinggi 3,64 m (FK 1,465).....	77
Gambar 5.5-1 Lokasi rekomendasi penggunaan <i>counterweight</i> .....	78
Gambar 5.5-2 Rekomendasi penggunaan <i>counterweight</i> pada lereng <i>disposal</i> .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.4-1 Koordinat kapling .....	3
Tabel 2.2-1 Proses kimia yang umum terjadi (Blythe and de Freitas (1984) dikutip dari Abramson, dkk., 2002) .....	23
Tabel 2.2-2 Proses dalam pelapukan mekanik (Blythe and de Freitas (1984) dikutip dari Abramson, dkk., 2002) .....	23
Tabel 2.2-3 Pembagian kelompok kecepatan longsor (Cruden and Varnes, 1992 dikutip dari Abramson, dkk., 2002) .....	26
Tabel 2.2-4 Nilai rentang minimum faktor keamanan diusulkan oleh Terzaghi and Peck (1967) dan Canadian Geotechnical Society (1992) (dikutip dari Wyllie and Mah, 2004) .....	28
Tabel 2.2-5 Persamaan dan ketidaktahuan dalam metode irisan (Abramson, dkk., 2002) ....	32
Tabel 3.6-1 Diagram alir penelitian .....	39
Tabel 4.2-1 Pemerian pola pengaliran .....	41
Tabel 4.2-2 Pemerian geomorfologi .....	44
Tabel 4.3-1 Stratigrafi Daerah Pejaln .....	46
Tabel 5.1-1 Nilai uji fisik dan mekanik batuan di daerah penelitian ( <i>Sumber: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara</i> ).....	59
Tabel 5.1-2 Nilai uji fisik dan mekanik material <i>disposal</i> di daerah penelitian ( <i>Sumber: PT. Pesona Khatulistiwa Nusantara</i> ) .....	59
Tabel 5.3-1 Hasil analisis geometri <i>counterweight</i> material lempung.....	64
Tabel 5.3-2 Hasil analisis geometri <i>counterweight</i> material pasir .....	65
Tabel 5.3-3 Hasil analisis geometri <i>counterweight</i> material <i>disposal</i> .....	66
Tabel 5.3-4 Geometri lereng tunggal yang aman dari material penyusun <i>counterweight</i> .....	67
Tabel 5.3-5 Tinggi timbunan dan sudut keseluruhan maksimal pada lereng <i>disposal</i> dengan dip <i>bedrock</i> 0° .....	70
Tabel 5.4-1 Tinggi timbunan dan sudut lereng keseluruhan dengan penggunaan <i>counterweight</i> .....	73
Tabel 5.4-2 Jarak datar pemodelan maju <i>top</i> lereng dan tambahan tinggi material.....	75
Tabel 5.4-3 Penambahan <i>top</i> lereng sejauh 55 m pada tinggi timbunan 10, 11, dan 12 m....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Pola Pengaliran .....	84
Lampiran 2 Peta Geomorfologi.....	85
Lampiran 3 Peta Lintasan.....	86
Lampiran 4 Peta Geologi .....	87
Lampiran 5 Peta Rekomendasi Penggunaan <i>Counterweight</i> .....	88
Lampiran 6 Analisis Petrografi <i>Sandy Claystone</i> (Gilbert, 1954) .....	89
Lampiran 7 Analisis Petrografi <i>Quartz wacke</i> (Pettijohn, 1957) .....	90
Lampiran 8 Analisis Petrografi <i>Claystone</i> (Gilbert, 1954) .....	91
Lampiran 9.1 Analisis Profil Lintasan 1 .....	92
Lampiran 9.2 Analisis Profil Lintasan 2 .....	93
Lampiran 9.3 Analisis Profil Lintasan 3 .....	94
Lampiran 9.4 Analisis Profil Lintasan 4 .....	95
Lampiran 9.5 Analisis Profil Lintasan 5 .....	96
Lampiran 9.6 Analisis Profil Lintasan 6 .....	97
Lampiran 9.7 Analisis Profil Lintasan 7 .....	98
Lampiran 10 Analisis Mikropaleontologi Batulanau .....	99
Lampiran 11 Analisis Mikropaleontologi Batupasir .....	100
Lampiran 12 Analisis Mikropaleontologi Batulempung.....	101
Lampiran 13 Poster Rekomendasi Penggunaan <i>Counterweight</i> .....	102