

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Lokasi dan Pencapaian Daerah Penelitian	3
1.5 Hasil Penelitian Skripsi	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II. METODOLOGI PENELITIAN DAN KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Metode dan Tahapan Penelitian	6
2.1.1 Akuisisi Data	6
2.1.2 Analisis Data	9
2.1.3 Sintesis Data	11
2.2 Kajian Pustaka	12
2.2.1 Kestabilan Lereng	12
2.2.2 Geometri Lereng Tambang Terbuka	13
2.2.3 Faktor Pengontrol Kestabilan Lereng	14
2.2.4 Klasifikasi Massa Batuan	15
2.2.5 Analisis Kestabilan Lereng	21

BAB III. GEOLOGI REGIONAL	26
3.1 Fisiografi Cekungan Kutai	26
3.2 Stratigrafi Regional Daerah Penelitian	27
3.3 Kerangka Tektonik Cekungan Kutai	30
BAB IV. GEOLOGI DAERAH TELITIAN	32
4.1 Geomorfologi Daerah Telitian	32
4.1.1. Bentukasal Fluvial	35
4.1.1.1. Satuan Bentuklahan Rawa (F4)	35
4.1.1.2. Satuan Bentuklahan Bekas Dasar Rawa (F10)	36
4.1.2. Bentukasal Denudasional	36
4.1.2.1. Satuan Bentuklahan Bukit Sisa (D3)	36
4.1.3. Bentukasal Antropogenik	38
4.1.3.1. Satuan Bentuklahan Area Tambang (P2)	38
4.1.3.2. Satuan Bentuklahan <i>Sump</i> (P3)	39
4.1.3.3. Satuan Bentuklahan <i>Disposal</i> (P1)	40
4.1.3.4. Satuan Bentuklahan <i>Settling Pond</i> (P4)	41
4.2. Stratigrafi Daerah Penelitian	42
4.2.1. Satuan Batupasir Balikpapan	43
4.2.1.1. Ciri Litologi	43
4.2.1.2. Penyebaran dan Ketebalan	45
4.2.1.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan	45
4.2.1.4. Hubungan Stratigrafi	46
4.2.2. Satuan Batulempung Balikpapan	47
4.2.2.1. Ciri Litologi	47
4.2.2.2. Penyebaran dan Ketebalan	48
4.2.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan	49
4.2.2.4. Hubungan Stratigrafi	49
4.2.3. Satuan Batupasir Kampungbaru	50
4.2.3.1. Ciri Litologi	50

4.2.3.2. Penyebaran dan Ketebalan	52
4.2.3.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan	53
4.2.3.4. Hubungan Stratigrafi	53
4.2.4. Satuan Endapan Aluvial	53
4.2.1.1. Ciri Litologi	53
4.2.1.2. Penyebaran dan Ketebalan	54
4.2.1.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan	54
4.2.1.4. Hubungan Stratigrafi	54
4.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian	54
4.3.1 Sesar LP 60	54
4.3.2 Sesar LP 61	56
4.3.3 Sesar LP 63	57
4.3.4 Analisis Kekar	58
4.4. Sejarah Geologi Daerah Penelitian	59
4.5. Potensi Geologi	63
4.5.1. Potensi Geologi Positif	63
4.5.2. Potensi Geologi Negatif	64

BAB V. ANALISIS KESTABILAN LERENG SERTA REKOMENDASI

TEKNIK LERENG TAMBANG TERBUKA	66
5.1. Analisis Kestabilan Lereng	66
5.1.1. Kondisi Geoteknik Daerah Penelitian	66
5.1.2. Pemetaan Geoteknik	67
5.1.2.1. Lokasi Pengamatan Geoteknik	68
5.1.2.2. Lereng HW 1	69
5.1.2.3. Lereng HW 2	71
5.1.2.4. Lereng HW 3	73
5.1.2.5. Lereng HW 4	75
5.1.2.6. Lereng HW 5	77

5.1.3. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Perangkat Lunak ...	80
5.1.3.1. <i>Minescape</i>	80
5.1.3.2. <i>AutoCAD 2010</i>	81
5.1.3.3. <i>Slide V.6.0</i>	82
5.1.4. Analisis Lereng Tunggal Menggunakan <i>Slide V.6.0</i>	84
5.1.4.1. Litologi <i>Siltstone</i>	85
5.1.4.2. Litologi <i>Claystone</i>	87
5.1.4.3. Litologi <i>Sandstone</i>	90
5.1.5. Analisis Lereng Aktual	92
5.1.5.1. Lereng Aktual 1	94
5.1.5.2. Lereng Aktual 2	95
5.1.5.3. Lereng Aktual 3	96
5.1.6. Evaluasi Lereng Desain <i>Pit</i> Final	98
5.1.6.1. Evaluasi Lereng Desain <i>Pit</i> Final 1	100
5.1.6.2. Evaluasi Lereng Desain <i>Pit</i> Final 2	101
5.1.6.3. Evaluasi Lereng Desain <i>Pit</i> Final 3	102
5.2. Rekomendasi Teknik Guna Menaikan Nilai <i>Factor Safety</i> pada Lereng Tambang Terbuka	104
5.2.1. Penurunan Muka Air Tanah	104
5.2.1.1. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 1	104
5.2.1.2. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 2	106
5.2.1.3. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 3	108
5.2.2. Rekomendasi Desain Lereng	110
5.2.2.1. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 1	111
5.2.2.2. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 2	112
5.2.2.3. Lereng Desain <i>Pit</i> Final 3	113
BAB VI. KESIMPULAN	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta lokasi daerah penelitian	4
Gambar 1.2. Peta topografi Pit 4 dan sekitarnya PT Adimitra Baratama Nusantara	4
Gambar 2.1. Diagram alir penelitian	7
Gambar 2.2. Penampang 2D geometri lereng tambang terbuka	13
Gambar 3.1. Sketsa fisiografi regional Cekungan Kutai (Satyana, 1999)	26
Gambar 3.2. Stratigrafi Cekungan Kutai (modifikasi Satyana, 1999)	28
Gambar 3.3. Kolom stratigrafi daerah penelitian (Hidayat dkk., 1995)	29
Gambar 3.4. Tatanan tektonik regional daerah penelitian (Satyana, 1999)	31
Gambar 4.1. Peta topografi daerah penelitian setelah dilakukan proses penambangan	33
Gambar 4.2. (a). Bentuklahan Rawa (F1) pada bagian barat laut <i>pit</i> ,arah kamera N 020°E. (b). Rawa pada bagian utara <i>pit</i> , arah kamera N 008° E	35
Gambar 4.3. (a). Bentuklahan Bekas Dasar Rawa (F10) pada bagian utara dari <i>pit</i> ,arah kamera N 145°E	36
Gambar 4.4. (a). Bentuklahan Bukit Sisa (F10) pada bagian utara <i>pit</i> ,arah kamera N 145°E. (b). Bukit sisa pada bagian baratlaut <i>pit</i> , arah kamera N 290°E	37
Gambar 4.5. (a). Bentuklahan Area Tambang (P2) <i>pit</i> 4,arah kamera N 15°E. (b). lereng <i>highwall</i> pada area tambang, arah kamera N 123°E	38
Gambar 4.6. (a). Bentuklahan <i>Sump</i> pada area tambang (P3), arah kamera N 158°E	40
Gambar 4.7. Bentuklahan <i>Disposal</i> (P1) pada bagian barat <i>pit</i> , arah kamera N 278°E	41
Gambar 4.8. Bentuklahan <i>Settling Ponds</i> (P4) pada bagian utara <i>pit</i> , arah kamera N278°E	41
Gambar 4.9. Sayatan tipis batupasir kuarsa pada LP 10	44

Gambar 4.10. (a) Singkapan Satuan batupasir Balikpapan pada bagian <i>sidewall</i> selatan <i>pit</i> 4, (b) Kenampakan sisipan tipis antara batupasir dengan batubara, (c) Kenampakan sisa-sisa tumbuhan yang tersedimentasi bersama dengan batupasir, arah kamera N167 ⁰ E	44
Gambar 4.11. (a), (b), (c) Kenampakan <i>splinting seam</i> batubara 20 pada LP 17 yang tidak beraturan, arah kamera N 155 ⁰ E	45
Gambar 4.12. (a) Batas satuan antara Satuan batulempung Balikpapan dengan batupasir Formasi Balikpapan, arah kamera N185 ⁰ E (b) Kenampakan batupasir yang semakin menipis ke atas, (c), (d) Struktur sedimen laminasi bergelombang pada singkapan	46
Gambar 4.13. Kenampakan sayatan batulempung dengan jejak-jejak karbon pada LP 3	47
Gambar 4.14. (a) Kenampakan <i>seam</i> batubara 26, yang memiliki ketebalan 4meter dan pada beberapa tempat mencapai 8 meter (b) Laminasi batupasir dengan batulempung, (c) Kenampakan batulempung berwarna abu-abu kehitaman, kamera N 203 ⁰ E	48
Gambar 4.15. (b), (c) Jejak-jejak karbon pada singkapan batulempung	48
Gambar 4.16. (a) Batas satuan batuan antara Satuan batulempung Balikpapan dengan Satuan batupasir Kampungbaru, (b),(c) Kenampakan konglomerat pada singkapan, (d) Kenampakan batupasir dengan warna merah sebagai ciri mineral oksida pada Formasi Kampungbaru, arah kamera N 301 ⁰ E	50
Gambar 4.17. Kenampakan sayatan batupasir kuarsa Kampungbaru pada LP 26	51
Gambar 4.18. (a) Singkapan batupasir Formasi Kampungbaru pada bagian utara daerah penelitian, (b) Kenampakan fragmen-fragmen batubara yang tertanam pada batulempung karbonan, (c) Perulangan batupasir dengan lanau, (d) Adanya lapisan tipis menyerupai kongresi besi dengan dijumpai adanya jejak-jejak fosil, arah kamera N 175 ⁰ E	51

Gambar 4.19. (a) Singkapan batupasir Formasi Kampungbaru pada bagian utara daerah penelitian, (b) Struktur <i>graded bedding</i> pada batupasir, (c) Kenampakan batupasir kemerah-merahan pada beberapa tempat, (d) Struktur silang siur pada singkapan batupasir, arah kamera N 020 ⁰ E	52
Gambar 4.20. (a) Singkapan endapan aluvial pada LP 28, (b) Kenampakan lapisan horizontal pada singkapan, arah kamera N 113 ⁰ E	53
Gambar 4.21. Kenampakan bidang sesar dan gores garis pada sesar LP 60, arah kamera N 105 ⁰ E	55
Gambar 4.22. Analisis stereografis Sesar LP 60	55
Gambar 4.23. Kenampakan bidang sesar dan gores garis pada sesar LP 61, arah kamera N 185 ⁰ E	56
Gambar 4.24. Analisis stereografis Sesar LP 61	57
Gambar 4.25. Analisis stereografis Sesar LP 63	57
Gambar 4.26. Kenampakan bidang sesar dan gores garis pada sesar LP 63 arah kamera N 115 ⁰ E	58
Gambar 4.27. Analisis stereografis kekar dalam penentuan tegasan	59
Gambar 4.28. Lokasi penelitian berdasarkan pada lingkungan pengendapan	60
Gambar 4.29. Proses pengendapan Satuan batupasir Balikpapan	60
Gambar 4.30. Proses pengendapan Satuan batulempung Balikpapan	61
Gambar 4.31. Proses pengendapan Satuan batupasir Kampungbaru	62
Gambar 4.32. Proses perubahan tatanan tektonik pada daerah penelitian	62
Gambar 4.33. Kenampakan morfologi saat dilakukan proses penambangan	63
Gambar 4.34. Kegiatan penambangan batubara terbuka pada daerah penelitian oleh PT Adimitra Baratama Nusantara	64
Gambar 4.35. Kenampakan longsor pada area tambang daerah penelitian	65
Gambar 4.36. Kenampakan adanya <i>seepage</i> /rembesan minyak bumi	65
Gambar 5.1. Peta lokasi pengamatan geoteknik pada <i>highwall pit</i> 4	69
Gambar 5.2. (a) Lokasi pengamatan lintasan RMR pada Lereng HW 1 yang berada diantara batubara <i>seam</i> 23 dan <i>seam</i> 24, arah kamera N	

094 ⁰ E. (b),(c),(d) Kenampakan kondisi bidang diskontinu yang teramati pada Lereng HW 1	70
Gambar 5.3. (a) Lokasi pengamatan lintasan RMR pada Lereng HW 2 yang tersusun oleh batupasir kuarsa dengan tekstur mudah hancur/larut, arah kamera N 101 ⁰ E. (b),(c), Kenampakan kondisi bidang diskontinu yang teramati pada Lereng HW 2. (d)Kenampakan aliran air yang pada bagian bawah lereng	72
Gambar 5.4. (a) Lokasi pengamatan lintasan RMR pada Lereng HW 3 yang beada dibawah batubara <i>seam</i> 28, arah kamera N 122 ⁰ E. (b) Terlihat adanya aliran air dengan debit relative kecil pada bagian lereng. (c), (d) Kenampakan kondisi bidang diskontinu yang teramati pada Lereng HW 3	74
Gambar 5.5. (a) Lokasi pengamatan lintasan RMR pada Lereng HW 3 yang beada dibawah batubara <i>seam</i> 26, arah kamera N 98 ⁰ E. (b), (c), (d) Kenampakan kondisi bidang diskontinu yang teramati pada Lereng HW 4	76
Gambar 5.6. (a) Lokasi pengamatan lintasan RMR pada Lereng HW 5 yang berada dibawah batubara <i>seam</i> 26 dan <i>seam</i> 27L arah kamera N 95 ⁰ E. (b), (c), (d) Kenampakan kondisi bidang diskontinu yang teramati pada Lereng HW 5	78
Gambar 5.7. Alur pembuatan penampang 2D lereng tambang	81
Gambar 5.8. Penampang lereng tambang dalam <i>AutoCad</i> 2010 yang telah dibuat <i>material boundary</i> dan <i>external boundary</i>	82
Gambar 5.9. Alur pembuatan komponen <i>material boundary</i> dan <i>external boundary</i> pada penampang 2D lereng tambang dalam <i>AutoCad</i> 2010	82
Gambar 5.9. Alur analisis faktor keamanan dalam <i>software Slide V.6.0</i>	83
Gambar 5.10. Lokasi penampang analisis kestabilan lereng aktual dan persebaran data hasil pemboran terdahulu	93

Gambar 5.11. Penampang 2D Lereng Aktual 1 dengan lapisan stratigrafi penyusun	94
Gambar 5.12. Analisis kestabilan Lereng Aktual 1 dengan kondisi jenuh	94
Gambar 5.13. Analisis kestabilan Lereng Aktual 1 dengan kondisi air berada 10meter dibawah permukaan	95
Gambar 5.14. Penampang 2D Lereng Aktual 2 dengan lapisan stratigrafi penyusun	95
Gambar 5.15. Analisis kestabilan Lereng Aktual 2 dengan kondisi jenuh	96
Gambar 5.16. Analisis kestabilan Lereng Aktual 2 dengan kondisi air berada 10meter dibawah permukaan	96
Gambar 5.17. Penampang 2D Lereng Aktual 3 dengan lapisan stratigrafi penyusun	97
Gambar 5.18. Analisis kestabilan Lereng Aktual 3 dengan kondisi jenuh	98
Gambar 5.19. Analisis kestabilan Lereng Aktual 3 dengan kondisi air berada 10meter dibawah permukaan	97
Gambar 5.20. Geometri rencana desain pit final dengan lokasi penampang analisis kestabilan lereng desain final dan persebaran data hasil pemboran terdahulu	99
Gambar 5.21. Penampang 2D lereng 1 dengan geometri lapisan penyusun	100
Gambar 5.22. Analisis penampang lereng desain final 1 dengan kondisi MAT jenuh	100
Gambar 5.23. Penampang 2D lereng 2 dengan geometri lapisan penyusun	101
Gambar 5.24. Analisis penampang lereng desain final 2 dengan kondisi MAT jenuh	102
Gambar 5.25. Penampang 2D lereng 3 dengan geometri lapisan penyusun.....	102
Gambar 5.26. Analisis penampang lereng desain final 3 dengan kondisi MAT jenuh	103
Gambar 5.27. Analisis rekomendasi penurunan muka airtanah pada penampang lereng desain final 1. (a) -(d) Muka air tanah turun dari -10meter hingga -40 meter	105

Gambar 5.28. Analisis rekomendasi penurunan muka airtanah pada penampang lereng desain final 2. Dari (a) hingga (c) Muka air tanah turun dari -10meter hingga -30meter. (d) Muka air tanah turun hingga -100 meter	107
Gambar 5.29. Analisis rekomendasi penurunan muka airtanah pada penampang lereng desain final 3. Dari (a) hingga (c) Muka air tanah turun dari -5meter hingga -15meter. (d) Muka air tanah turun hingga -50 meter	109
Gambar 5.30. Geometri lereng pada <i>highwall</i> tambang terbuka	111
Gambar 5.31. Rekomendasi lereng desain final 1	112
Gambar 5.32. Rekomendasi lereng desain final 2	112
Gambar 5.33. Rekomendasi lereng desain final 3	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pembobotan klasifikasi massa batuan (Bieniawski, 1989)	16
Tabel 2.2. Klasifikasi massa batuan (Bieniawski, 1984)	16
Tabel 2.3. <i>Index Classification of Rock Material</i> (ISRM, 1981)	17
Tabel 2.4. Hubungan RQD dengan kualitas batuan (Deere, 1967)	18
Tabel 2.5. Klasifikasi kekasaran bidang diskontinu (Wyllie and Mah, 2004).....	19
Tabel 2.6. Klasifikasi tingkat pelapukan bidang diskontinu (Wyllie and Mah, 2004)	20
Tabel 2.7. Pembobotan kondisi bidang diskontinu (Bieniawski, 1984)	20
Tabel 2.8. Penentuan nilai GSI (Hoek & Brown, 1980)	23
Tabel 2.9. Nilai mi untuk kriteria keruntuhan Hoek dan Brown, (1980)	24
Tabel 2.10. Klasifikasi kestabilan lereng menurut CANMET (1979)	25
Tabel 4.1. Pemerian geomorfik berdasarkan modifikasi klasifikasi Zuidam (1983)	34
Tabel 4.2. Kolom stratigrafi daerah penelitian	43
Tabel 5.1. Data lokasi dan pengukuran geometri Lereng HW 1	69
Tabel 5.2. Data parameter pengukuran RMR pada Lereng HW 1 (Bieniawski, 1989)	70
Tabel 5.3. Perhitungan SMR Lereng HW 1 dalam klasifikasi Romana, 1985	71
Tabel 5.4. Perhitungan nilai akhir SMR Lereng HW 1	71
Tabel 5.5. Data lokasi dan pengukuran geometri Lereng HW 2	71
Tabel 5.6. Parameter pengukuran RMR pada Lereng HW 2 (Bieniawski, 1989)	72
Tabel 5.7. Perhitungan SMR Lereng HW 2 dalam klasifikasi Romana, 1985	73
Tabel 5.8. Perhitungan nilai akhir SMR Lereng HW 2	73
Tabel 5.9. Data lokasi dan pengukuran geometri Lereng HW 3	73
Tabel 5.10. Parameter pengukuran RMR pada Lereng HW 3 (Bieniawski, 1989)	74
Tabel 5.11. Perhitungan SMR Lereng HW 3 dalam klasifikasi Romana, 1985 ...	75
Tabel 5.12. Perhitungan nilai akhir SMR Lereng HW 3	75

Tabel 5.13. Data lokasi dan pengukuran geometri Lereng HW 4	75
Tabel 5.14. Parameter pengukuran RMR pada Lereng HW 4 (Bieniawski, 1989)	76
Tabel 5.15. Perhitungan SMR Lereng HW 4 dalam klasifikasi Romana, 1985 ...	77
Tabel 5.16. Perhitungan nilai akhir SMR Lereng HW 4	77
Tabel 5.17. Data lokasi dan pengukuran geometri Lereng HW 5	77
Tabel 5.18. Parameter pengukuran RMR pada Lereng HW 5 (Bieniawski, 1989)	78
Tabel 5.19. Perhitungan SMR Lereng HW 5 dalam klasifikasi Romana, 1985 ...	79
Tabel 5.20. Perhitungan nilai akhir SMR Lereng HW 5	79
Tabel 5.21. Hasil perhitungan nilai SMR dan RMR pada lokasi penelitian	79
Tabel 5.22. Hasil perhitungan nilai SMR dan RMR pada lokasi penelitian	84
Tabel 5.23. Daftar sifat fisik batuan yang digunakan dalam analisis lereng tunggal	84
Tabel 5.24. Hasil analisis nilai faktor keamanan pada <i>siltstone</i>	85
Tabel 5.25. Hasil analisis lereng tunggal <i>siltstone</i> dengan kondisi singkapan jenuh dengan air	85
Tabel 5.26. Hasil analisis lereng tunggal <i>siltstone</i> dengan asumsi singkapan dalam keadaan kering.....	86
Tabel 5.27. Hasil analisis nilai faktor keamanan pada <i>claystone</i>	87
Tabel 5.28. Hasil analisis lereng tunggal <i>claystone</i> dengan kondisi singkapan jenuh dengan air	88
Tabel 5.29. Hasil analisis lereng tunggal <i>claystone</i> dengan asumsi singkapan dalam keadaan kering.....	89
Tabel 5.30. Hasil analisis nilai faktor keamanan pada <i>sandstone</i>	90
Tabel 5.31. Hasil analisis lereng tunggal <i>sandstone</i> dengan kondisi singkapan jenuh dengan air	90
Tabel 5.32. Hasil analisis lereng tunggal <i>sandstone</i> dengan asumsi singkapan dalam keadaan kering	91
Tabel 5.33. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis lereng aktual	98

Tabel 5.34. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis lereng desain <i>pit</i> final	103
Tabel 5.35. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis penurunan muka air tanah pada penampang lereng desain <i>pit</i> final 1	106
Tabel 5.36. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis penurunan muka air tanah pada penampang lereng desain <i>pit</i> final 2	108
Tabel 5.37. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis penurunan muka air tanah pada penampang lereng desain <i>pit</i> final 3	110
Tabel 5.38. Nilai Faktor Keamanan hasil analisis rekomendasi teknik pada lereng <i>highwall pit</i> 4	114