

DAFTAR PUSTAKA

- Barton, N.R., Lien, R., and Lunde, J. 2015. *Rock Mass Classification and Support Using The Q-System*. Oslo: NGI
- Brady, B.H.G., and Brown, E.T. 2005. *Rock Mechanics for Underground Mining*, 3rd Edition, USA: Springer Science and Business Media, Inc.
- Follington, I.L., Deeter, R., Share, D., Moolman, C., 2001, A new underground auger mining system, *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, pp 25 – 32.
- Ghozali, M. 2013. Pemodelan Pemasangan Penyangga Sementara Menggunakan Perangkat Lunak *Phase2* pada *Headrace Tunnel Chainage* 45 M-155 M di PLTA Tulis Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. *Geological Engineering E-Journal Vol 5*.
- Ginting, A., Purba, A., dan Sjadat A. 2017. Inovasi Sistem Penyangga di Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia. *Proc. 2th University Network for Indonesia Infrastructure Development*, Palembang.
- Hoek, E. 2017. *Practical Rock Engineering*. Canada: North Vancouver, B.C.
- Hoek, E. and Brown, E.T. 1980. *Underground Excavations in Rock*. London:Instn. Min. Metall.
- Hoek, E . and Brown, E.T. 2018. *The Hoek-Brown Failure Criterion and GSI. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11, 445-463.
- Lin, N. Z. (2014) *Mining system and design for development of underground coal mine form open-cut highwall for thick coal seam*. Kyushu University Fakuoka.
- Lukhele, M.J., 2002, Surface auger mining at Rietspruit Mine Services (Pty) Ltd, *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, pp 115 – 119, ISSN 0038–223X/3.00.
- PT.Kitadin, 2016, Studi Kelayakan Peningkatan Produksi Batubara Hingga 1,5 Juta Ton/Tahun Dan Rencana Penerapan *Auger Mining*. Kutai kartanegara: PT.Kitadin Site Embalut.
- Stillborg, B. 1994. *Professional Users Handbook for Rock Bolting*. Switzerland; Trans Tech Publications.
- na, R.K. 2017. Mekanika Batuan dan Perancangan Konstruksi Bawah Tanah . Bandung: Institut Teknologi Bandung.

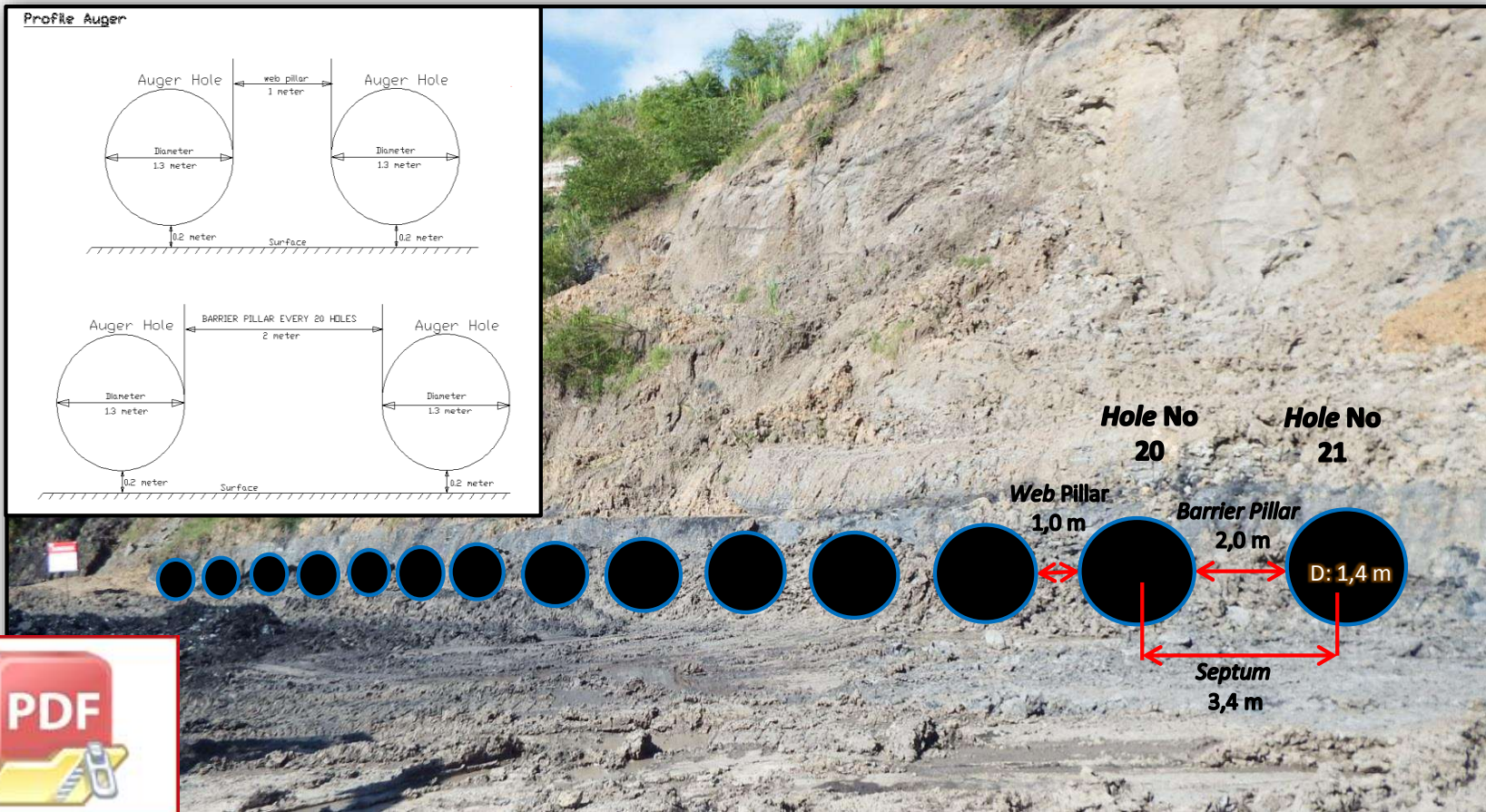
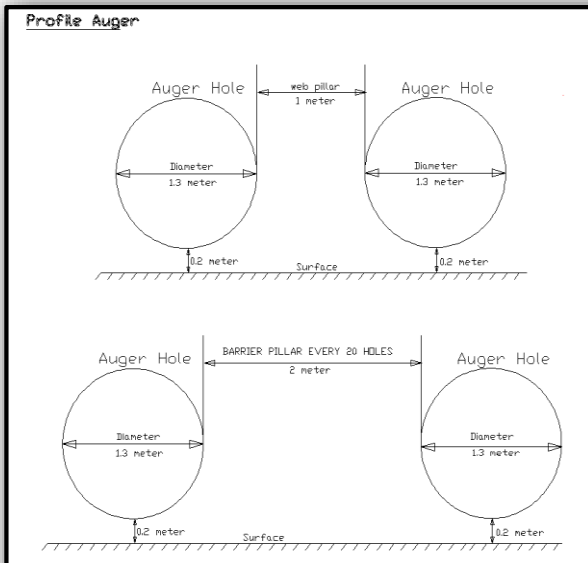


LAMPIRAN



LAMPIRAN A

Profil Geometri *Auger Mining*



Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN B

Hasil analisis UCS *Seam 17* (Studi Kelayakan Auger Mining PT. Kitadin 2015)

- ❑ Analisis laboratorium dilakukan oleh Laboratorium Geomekanik, ITB, Bandung
- ❑ Hasil analisis disimpulkan sebagai berikut:
 - UCS untuk roof/floor batubara bervariasi 2.41 - 5.99 MPa , dan 1.31 to 3.78 MPa. Hal ini disebabkan jenis batuan yang bervariasi.
 - UCS batubara Seam 17 adalah 4.06 Mpa.

Lithology	Compressive Strength (σ_c , Mpa)	Young's Modulus (E, Mpa)	Poisson's Ratio (ν)	Density (γ , t/m ³)
Carboneaceous/Coaly Shale	0.85	63.47	0.27	2.08
Clayey Siltstone	2.43	178.44	0.27	2.10
Claystone	0.63	63.47	0.27	2.17
Coal	4.06	1081.41	0.24	1.29
Sandy Siltstone	6.36	751.57	0.27	2.17
Siltstone	4.01	617.02	0.27	2.14
Siltstone	2.83	489.79	0.26	2.09
Siltstone/Sandstone	4.19	516.83	0.24	2.30



Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN C

Penilaian Resiko (*Risk Assessment*) Auger Mining

No.	<u>Urutan Langkah Pelaksanaan Pekerjaan</u> <i>Job Step Sequence</i>	<u>Bahaya-Bahaya Yang Dikenali</u> <i>Hazards Identified</i>	<u>Pengendalian dan Pemeriksaan Yang Dibutuhkan</u> <i>Controls and Checks Required</i>	<u>Dilakukan Oleh</u> <i>Action By</i>
1.	Mobilisasi	Ukuran mesin auger tidak sesuai dengan truk <i>trailer</i> untuk mobilisasi	<ul style="list-style-type: none"> Peraturan lalu lintas tambang 	Operator <i>auger</i> QSE <i>auger</i>
		Mesin auger menyentuh instalasi kabel listrik saat mobilisasi	<ul style="list-style-type: none"> Peraturan lalu lintas tambang Rambu - rambu instalasi kabel listrik Ijin untuk melakukan perjalanan/pemindahan mesin auger 	Operator <i>auger</i> QSE <i>auger</i>
		Pemuatan dan penurunan mesin auger dari truk <i>trailer</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pemindahan mesin auger secara perlahan - lahan Komunikasi dan pengamatan selama pemuatan dan penurunan mesin auger Persiapan lokasi sesuai standar Mengamankan beban dengan menggunakan rantai 	Operator <i>auger</i> QSE <i>auger</i>
		Tanjakan & turunan jalan dalam pit (<i>ramp</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Persiapan pembuatan jalan tambang (<i>ramp</i>) Menyediakan dozer untuk mengawal proses mobilisasi di dalam pit Pengawasan langsung oleh mekanik Pelatihan & operator yang berkompeten Pembatasan area kerja 	Operator <i>auger</i> Mekanik
	Mesin auger di	Tabrakan dengan personel/peralatan/ <i>highwall</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mengontrol area kerja Sinyal peringatan selama operasi <i>auger</i> Kecepatan mesin <i>auger</i> 0.18 kph Mengikuti SOP relokasi mesin <i>auger</i> di dalam pit Komunikasi antar personel yang terlibat Pembatasan akses jalan tambang (<i>ramp</i>) 	Operator <i>auger</i> QSE <i>auger</i>



		Aliran masuknya air atau gas dari pekerjaan sebelumnya	<ul style="list-style-type: none"> • Survey tambang dan analisis masuknya air atau gas • Mengikuti SOP penambangan <i>auger</i> • Studi Geoteknik • <i>Auger flights</i> dilengkapi dengan sistem yang bisa mengalirkan air atau udara keluar lubang <i>auger</i> 	Operator <i>auger</i> Perencana tambang <i>auger</i> Mekanik
		Kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> • Manual pencegahan kebakaran yang terjadi pada mesin <i>auger</i> • Penggunaan alat pemadam kebakaran • Mengikuti SOP penambangan <i>auger</i> • Monitor tata letak peralatan yang berpotensi memicu kebakaran • Perawatan /pemeliharaan peralatan • Identifikasi sumber panas yang berpotensi menimbulkan kebakaran 	Operator <i>auger</i>
		Stabilitas highwall	<ul style="list-style-type: none"> • Studi geoteknik sebelum operasi <i>auger</i> • Desain pilar batubara yang tepat • Inspeksi highwall secara berkelanjutan • Inspeksi lubang <i>auger</i> dilakukan setiap hari • Konfigurasi lubang <i>auger</i> mengikuti standar yang direkomendasikan • Menerapkan desain yang lebih konservatif untuk lebar pilar batubara 	Geotek <i>engineer</i>
		Kondisi kelelahan (<i>fatigue</i>) dan kelalaian pada pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti SOP untuk penambangan <i>auger</i> • Induksi sebelum memulai pekerjaan • APD • Melakukan rotasi pekerjaan 	Operator <i>auger</i>
		<i>Auger flights</i> terperangkap di dalam lubang <i>auger</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pelatihan operator dalam menangani <i>auger flight</i> yang terjepit • Pemasangan <i>tagline</i> pada area kerja <i>auger</i> 	Operator <i>auger</i>



			<ul style="list-style-type: none"> Inspeksi tempat kerja auger 	
3.	Penambangan dengan mesin Auger	Batu-batuan jatuh dari <i>highwall</i>	<ul style="list-style-type: none"> Inspeksi oleh <i>geotech engineer</i> dan <i>safety officer</i> pada area <i>highwall</i> sebelum operasi auger dimulai. Mengikuti SOP penambangan auger Inspeksi secara reguler selama operasi auger berlangsung 	<i>Geotek engineer</i>
		<i>Fly rocks</i> yang berasal dari pengoperasian mesin auger	<ul style="list-style-type: none"> Pembatasan akses ke daerah pengoperasian mesin <i>auger</i> Rambu - rambu bahaya <i>fly rocks</i> Penempatan <i>hookman</i> selama pengoperasian mesin auger 	<i>QSE auger</i>
		Debu yang berasal dari pengoperasian mesin auger	<ul style="list-style-type: none"> Mengikuti SOP penambangan auger Pembatasan area kerja auger Inspeksi secara reguler selama operasi auger berlangsung Memasang <i>pressurized air-conditioned</i> di dalam kabin operator 	<i>Operator auger</i>
		Kebisingan	<ul style="list-style-type: none"> Pembatasan area kerja auger Penggunaan APD Mengikuti SOP penambangan dengan mesin auger Memasang peredam kebisingan di motor mesin auger dan di dalam kabin operator 	<i>Operator auger</i> <i>Mekanik</i>
		Bahaya dari gas	<ul style="list-style-type: none"> Mengikuti SOP penambangan <i>auger</i> Pemantauan secara teratur pengaruh gas di lingkungan (H_2S, CH_4 & O_2) Pengaliran gas jika diperlukan Pemeriksaan tingkat gas in-situ sebelum dimulainya penambangan <i>auger</i> 	<i>Operator auger</i> <i>QSE Auger</i> <i>Mekanik</i>



			<ul style="list-style-type: none"> • Penempatan <i>Hookman</i> • Memastikan kondisi mesin auger dalam kapasitas daya maksimal untuk operasi auger 	
		Batubara jatuh (selama <i>stockpiling</i> batubara)	<ul style="list-style-type: none"> • Pembatasan akses masuk area auger • Pelatihan operator • Pengelolaan lalu lintas kendaraan dan alat berat 	Operator auger
		Penarikan kembali <i>auger flights</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pelatihan operator • Pembatasan area kerja auger • Penempatan <i>Hookman</i> • Operator dapat melihat langsung posisi <i>Hookman</i> • Pemantauan kondisi peralatan • Mesin <i>auger</i> berada dalam kondisi <i>idle</i> dan transmisi netral 	Operator auger
		Jatuhan batu selama instalasi dan penggantian <i>cutter head</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengawasan terhadap kondisi <i>highwall</i> • Instalasi dan penggantian <i>cutter head</i> di bawah kanopi pelindung bila dekat <i>highwall</i> • Penggunaan APD 	Operator <i>auger</i> Geotek engineer
		Banjir di dalam	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaliran air di tempat kerja • Pemompaan menggunakan peralatan yang disediakan • Pengalihan di lokasi kerja 	Pit Service
	Instalasi mesin auger sistem <i>double pass</i> (kembar)	Proses perpindahan mesin auger atau perlengkapan lainnya tidak terencana dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> • Desain <i>bench</i> dibuat dengan lebar dan sudut lereng yang sesuai untuk operasi sistem <i>double pass</i> • Pengelolaan lalu lintas tambang disesuaikan dengan metode penambangan auger <i>double pass</i> • Pembatasan akses masuk area kerja 	Geotek engineer

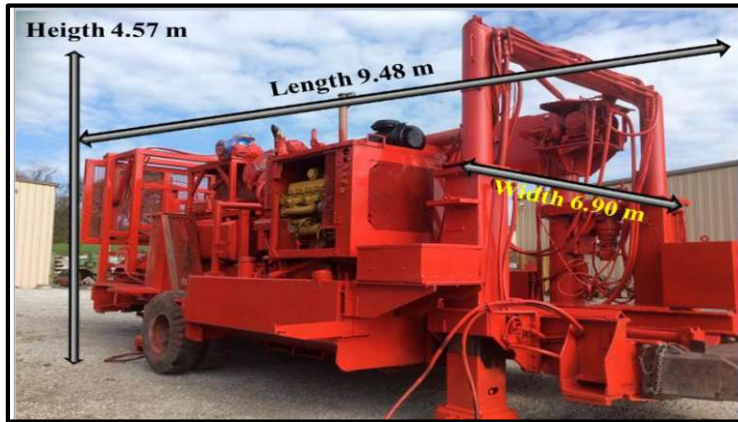


5.	Lalu lintas kendaraan dalam area <i>auger mining</i>	Tabrakan	<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan pengelolaan lalu lintas tambang • Pembatasan akses masuk area <i>auger</i> • Pemisahan lalu lintas area <i>auger</i> dan area tambang terbuka • Komunikasi yang intensif • Pelatihan operator 	Operator <i>auger</i> QSE <i>auger</i>
6.	Pemeliharaan/Perawatan	Panas dari mesin <i>auger</i> dan peralatan lainnya	<ul style="list-style-type: none"> • Pelatihan operator • Melakukan prosedur isolasi panas • Mengikuti SOP untuk pemeliharaan / perawatan 	Mekanik <i>auger</i>
		Tumpahan oli, <i>grease</i> , dan bahan bekas lainnya di atas tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Jadwal perawatan & pemeliharaan • Pengecekan sebelum dimulainya operasi <i>auger</i> • Pelatihan operator 	Mekanik <i>auger</i> QSE <i>auger</i>
7.	Lain - lain	Kealpaan atau ketidaksengajaan masuk ke dalam lubang <i>auger</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemberian rambu - rambu dilarang masuk lubang <i>auger</i> • Pembatasan area kerja <i>auger</i> • Menutup lubang masuk dengan tanah saat telah dibuka pertama 	QSE <i>auger</i>



LAMPIRAN D

Komponen-Komponen *Auger Mining*



Main body – Auger Machine



Stacker Conveyor



Cutter Head



LAMPIRAN E

Aktifitas Operasi Penambangan *Auger Mining*



Centering (Survey)



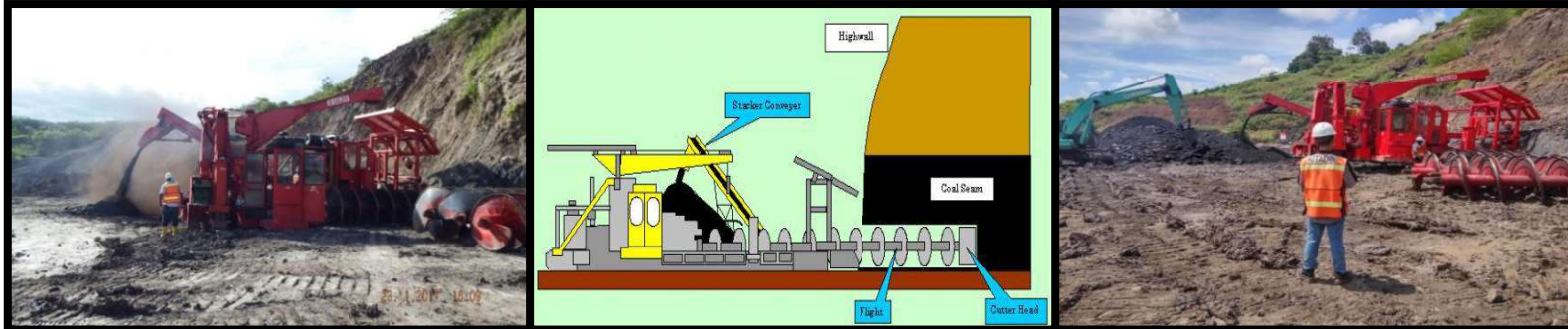
Setup machine Elevation/Pad




Optimization Software: *ker Conveyor*
www.balesio.com



Flight Assembly



Drilling





 Optimization Software:

www.balesio.com

LAMPIRAN F

WAKTU EDAR MESIN AUGER MINING DI PT. KITADIN SITE EMBALUT, KALIMANTAN SELATAN																								
HOLE DIAMETER	: 1.3 m	PREPARATION TIME	: 48,3 min																			Total All Flight		
HOLE DEPTH	: 61.6 m	MOVING TIME	: 13,1 min																				106 Total Tonnes	
PILLAR WITH	: 1.0 m																							
SEPTUM	: 2.3 m																							
SEAM THICKNESS	: 2 m																							
DEGREE SETTING	: 6.0 °																							
Flight No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
DISTANCE (M)	4,0	7,6	11,2	14,8	18,4	22,0	25,6	29,2	32,8	36,4	40,0	43,6	47,2	50,8	54,4	58,0	61,6	65,2	68,8	72,4	76,0	79,6	83,2	
AUGER CYCLE TIME																		TOTAL	AVERAGE	MIN	MAX			
ASSEMBLY TIME (min)	-	1,35	0,77	1,35	1,65	0,77	1,22	0,93	0,75	1,15	1,3	0,77	1,1	1,23	0,7	1,13	1,2	17,37	1,09	0,7	1,65			
PENETRATION TIME (min)	6,58	3,13	4,63	5,58	5,43	3,13	4,28	3,72	3,98	4,22	3,42	3,87	4,18	4,07	3,6	3,45	5,53	72,82	4,28	3,13	6,58			
RELEASE TIME (min)	2,22	1,45	1,57	2,13	1,52	1,62	1,75	1,65	1,6	2,13	1,7	1,58	2,03	1,43	2,47	1,88	3,18	31,92	1,88	1,43	3,18			



LAMPIRAN G

PT. KITADIN, SITE EMBALUT, KALIMANTAN TIMUR																							
AUGER MINING PRODUCTIVITY																							
Flight No	Cutter Head	Flight 1	Flight 2	Flight 3	Flight 4	Flight 5	Flight 6	Flight 7	Flight 8	Flight 9	Flight 10	Flight 11	Flight 12	Flight 13	Flight 14	Flight 15	Flight 16	Flight 17	Flight 18	Flight 19	Flight 20	Flight 21	Flight 22
DISTANCE (M)	4,0	7,6	11,2	14,8	18,4	22,0	25,6	29,2	32,8	36,4	40,0	43,6	47,2	50,8	54,4	58,0	61,6	65,2	68,8	72,4	76,0	79,6	83,2
FLIGHT DIMENSION																							
Panjang Flight	=	3,6	METER																				
Diameter Flight	=	1,3	METER																				
FLIGHT PRODUCTION																							
Produksi tiap flight	=	6,25	TON/FLIGHT																				
Produksi tiap meter	=	1,74	TON/METER																				
Produksi tiap menit	=	1,19	MENIT/METER PENETRATION																				
Kedalaman tiap jam	=	50,43	METER/JAM PENETRATION																				
Produksi tiap jam	=	87,51	TON/JAM PENETRATION																				
Produksi tiap menit	=	1,49	MENIT/METER ASSEMBLY+PENETRATION																				
Kedalaman tiap jam	=	40,22	METER/JAM ASSEMBLY+PENETRATION																				
Produksi tiap jam	=	69,80	TON/JAM ASSEMBLY+PENETRATION																				

