

ISBN 979-8918-48-7



PROSIDING **Seminar Nasional**

PEMAHAMAN PERTAMBANGAN BERWAWASAN LINGKUNGAN



Penyunting : S. Koesnaryo
D. Haryanto
Sujarwo
Masywir Thaib S

**DALAM RANGKA TEMU ALUMNI
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**

YOGYAKARTA, 7-9 JULI 2005



UPN "Veteran" Yogyakarta Press

Lingkar Utara SWK 104 C.Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

KATA PENGANTAR

Penyunting memanjatkan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya Prosiding ini. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah dari Seminar Nasional *PEMAHAMAN PERTAMBANGAN BERWAWASAN LINGKUNGAN* yang diselenggarakan oleh FTM-UPN "Veteran" Yogyakarta, pada tanggal 7-9 Juli 2005, bertempat di Ruang Seminar FTM, dalam rangka temu alumni Jurusan Teknik Pertambangan (Ikata).

Semua makalah yang masuk sebanyak 37 buah dengan rincian sebagai berikut: Makalah Utama 4 buah, termasuk makalah kunci yang disampaikan oleh Dr.Ir. Simon F. Sembiring, Direktur Jendral Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Makalah Lingkungan Pertambangan, terdiri dari 12 buah. Makalah Tambang Umum terdiri dari 13 buah, Makalah Pengolahan Bahan Galian terdiri dari enam buah dan makalah eksplorasi terdiri dari 8 buah.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pembicara kunci, pembicara utama, pemakalah yang telah menyumbangkan makalahnya dan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi didalam penyelenggaraan Seminar Nasional. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, Juli 2005

Tim Penyunting

SAMBUTAN REKTOR

UPN "VETERAN" YOGYAKARTA

Assalamu'alaikum Wr Wb

Yang terhormat

Bapak Dr Ir Simon Felix Sembiring, Dirjen Geologi dan Sumberdaya Mineral,

Prof Dr Ir H Supranto, SU, ketua Ikatan Alumni UPN "Veteran" Yogyakarta

Bpk Ir Alino Budiraharjo, MT, beserta pengurus IKATA

Dan para Alumni yang saya Cintai dan Banggakan

Marilah kita senantiasa memanjatkan puji syukur kehadapan Allah SWT yang telah memberikan rahmat barokah serta maghfirohNya kepada kita semua, sehingga dapat berkumpul di kampus UPN "Veteran" Yogyakarta untuk menyelenggarakan serangkaian kegiatan Musyawarah Nasional anggota IKATA.

Musyawarah anggota merupakan kelengkapan suatu organisasi yang mesti harus dilaksanakan, sebab dengan adanya musyawarah anggota ber arti organisasi menjadi hidup dan dapat melaksanakan apa yang tertuang dalam AD dan ART. Dalam kesempatan yang baik ini kami ucapkan selamat ber musyawarah, mudah-mudahan musyawarah ini menghasilkan kesepakatan yang bermanfaat bagi organisasi, maupun anggota.

Bapak-bapak ibu-ibu yang berbahagia,

Alumni UPN "Veteran" Yogyakarta sudah mencapai lebih dari 15 000 orang , yang tersebar di seluruh penjuru tanah air. Berbuatlah sesuai dengan janji ketika masih menuntut ilmu di UPN " Veteran" Yogyakarta, yaitu Widya Mwat Yasa yang artinya menuntut ilmu untuk nantinya mengabdikan kepada masyarakat, nusa dan Bangsa. Binalah jaringan antar alumni UPN "Veteran" Yogyakarta, di Propinsi-propinsi sudah terbentuk "Ikatan Alumni UPN " Veteran" Yogyakarta" yang diketuai oleh Prof Dr Ir Supranto, SU. Jangan lupakan alma Mater, berikanlah kami masukan, sehingga kami dapat memajukan UPN "Veteran" Yogyakarta yang kita cintai bersama.

Kami cukupkan sambutan kami, selamat bermusyawarah dan merajut kenangan di kota Yogyakarta. Sukses selalu IKATA

Wabillahi taufik wal hidayah, wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 7 Juli 2005
Rektor

ttd

Dr. Ir. Didiet Welly Udjianto, MS

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	Ir. D. Haryanto, MSc.,Phd.
Keta Pelaksana	Ir. Dwi Poetranto Waluyo Aji
Sekretaris	Dewi Alfani Eki
Bendahara	Ir. Sudaryanto, MT
Seksi Acara dan Pendaftaran	Ir. Untung Sukamto, MT Ir. Mokh. Winanto Ajie PH, MSc. Hj. Mella Mega Yuni
Seksi Perlengkapan	Ir. Priyo Widodo, MT Hary Tuyul
Konsumsi	Dewi Kartikasari Ari Krisnawati
Publikasi	R. Hariyanto Gosong Adv.
Seksi Seminar dan Makalah	Ir. Hasywir Thaib S, MSc. Drs. Nur Ali Amri, MT

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	iii
Sambutan Rektor	iv
Sambutan Ketua IKATA	v
Sambutan Ketua Panitia	vii
Susunan Panitia	viii
Susunan Pengurus IKATA Periode 2005-2009	ix
Daftar isi	x

I. MAKALAH UTAMA

Potensi Pertambangan Untuk Pembangunan dan Peran Perguruan Tinggi di Indonesia. Simon F. Sembiring , Direktur Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral. Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral.	1-1
Insinyur Pertambangan Bersertifikat Profesional. D. Haryanto , Program Pascasarjana - UPNVY.	2-1
Wirtgen Surface Miner Technology for open mine. Imam Novian H , Mining Division, Wirtgen Indonesia	3-1
Pengalaman PT. Timah Tbk Dalam Pemanfaatan Sumberdaya Mineral di Era Otonomi Daerah. Setyo Sardjono , PT. Timah Tbk	4-1

II. MAKALAH LINGKUNGAN PERTAMBANGAN

Kendala Implementasi Penambangan di Hutan Lindung. S. Koesnaryo , Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal.	5-1
Kerusakan Lingkungan Fisik Akibat Penambangan Tanpa Izin (PETI) untuk batubara. Hadiyan , Jurusan Teknik Pertambangan UPNVY	6-1
Reklamasi Lahan Tailing. Sudarsono dan Budiarto , FTM-UPNVY	7-1
Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Pasir Yanto Indonesianto , Teknik Pertambangan UPNVY	8-1
Desain Pemanfaatan Lahan Pasca Tambang Sirtu Menjadi Kawasan Wisata Terpadu di Kabupaten Wonosobo. Dwihandoyo Marmer , Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara- Bandung	9-1

Benturan Kepentingan Parawisata dan Pertambangan di Lereng Utara Gunung Merapi Jawa Tengah. Abdul Rauf , Jurusan Teknik Pertambangan FTM-UPNVY.	10-1
Upaya Mengatasi Penurunan Fungsi Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan. Wawong Dwi Ratminah , Prodi Magster Pertambangan-UPN "Veteran" Yogyakarta.	11-1
Pengelolaan Sumberdaya Mineral Terpadu Budiarto , Teknik Pertambangan FTM-UPNVY.	12-1
Mengenal Permasalahan dan Parameter Pertambangan Pasir Batu di Badan Sungai Bengawan Solo. Soeseno (Dinas Pertambangan Jawa Tengah) Kresno (Biro Administrasi Akademik-UPNVY)	13-1
Pengendalian Dampak Negatif Peledakan. Sujarwo dan Dwihandoyo Marmer , Pusat Penelitian dan Pengembangan Tekmira – Bandung.	14-1
Studi Evolusi Hidrokimia Daerah Aliran Kali Bribin Kabupaten Gunung Kidul, DIY. Sari Bahagiarti K, Puji Pratiknyo, Dadi Sutardi , Teknik Geologi FTM UPN "veteran" Yogyakarta	15-1
Analisis Kemanfaatan Perusahaan Pertambangan bagi Pendapatan Pemerintah Daerah dengan Metode Net Social Gain. Gunawan Nusanto , LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta	16-1
III. MAKALAH TAMBANG UMUM.	
Optimalisasi Pengelolaan Sumberdaya Mineral dan Batubara di Era Otonomi daerah. Nugroho W.W, Sujarwo, Nana Suryana , Puslitbang tekMIRA Bandung	17-1
Teknologi Otomatisasi Peralatan Tambang Bawah Tanah. Nurkhamim , Teknik Pertambangan FTM-UPNVY.	18-1
Rancangan Tata Letak (Lay Out) Tambang. Hartono, Hasywir Thaib S , Prodi Teknik Pertambangan FTM-UPNVY.	19-1
Menguak Potensi Kars di Era Otonomi Daerah Ditinjau dari Sudut Pertambangan. Mokh Winanto Ajie PH , Prodi Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta	20-1
Prediksi Penyebaran Kebakaran Dalam Tambang Bawah Tanah. Bagus Wiyono , Jurusan Teknik Pertambangan FTM-UPN "Veteran" Yogyakarta	21-1

TEKNOLOGI OTOMATISASI PERALATAN TAMBANG BAWAH TANAH

Nurkhamim

Jurusan Teknik Pertambangan – FTM, UPN “Veteran” Jl. SWK 104 Condong Catur, Yogyakarta
Telp. 0274486701, Fax. 0274486702

Abstrak

Salah satu keunggulan tambang bawah tanah dibanding dengan tambang terbuka adalah kemampuan penggaliannya yang hampir tak terbatas, sehingga lebih mampu mengurangi penurunan produktivitas peralatan mekanis akibat berkurangnya mobilitas alat pada penggalian yang dalam, seperti halnya pada tambang terbuka. Namun demikian kondisi kerja di tambang bawah tanah diakui sangat berat dan beresiko tinggi.

Untuk mengatasi kendala tersebut telah dikembangkan teknologi baru dalam kegiatan penambangan bawah tanah, khususnya dalam hal teknik penggalian dan peralatan, penambangan yang kontinyu, serta sistem kontruksi penyangga/perkuatan yang semakin disempurnakan dan juga otomatisasi bahkan hingga robotisasi. Otomatisasi maupun robotisasi meskipun saat ini masih mahal, namun akhir-akhir ini semakin banyak perusahaan tambang maupun penyedia jasa pertambangan (service company of mine) yang menggunakan sistem otomatisasi, karena dinilai lebih menguntungkan. Dalam beberapa kasus penggunaan robot juga sudah mulai dicoba khususnya untuk penambangan yang sangat sulit dan penambangan bawah laut.

1. PENDAHULUAN

Tambang bawah tanah (*underground mine*) merupakan rangkaian kegiatan yang kompleks dari operasi penambangan yang sebagian besar dilakukan di bawah permukaan. Kondisi lingkungan kerja yang berbahaya, buruk, gelap, kotor, penuh debu dan sempit menambah kesan yang mengerikan pada tambang tersebut. Dibawah kondisi tersebut, para pekerja/operator cenderung memiliki efisiensi kerja yang buruk dan kurang maksimal, misalnya dalam hal mengendalikan kegiatan penambangan maupun sistem kerjanya secara akurat.

Melihat kondisi tersebut, mendorong para *engineer* dan praktisi tambang berfikir ke depan untuk menemukan dan mengembangkan program-program rekayasa untuk mengatasi kondisi lingkungan kerja yang buruk tersebut. Sebagai jawaban atas permasalahan tersebut, maka dimulailah program otomatisasi teknologi peralatan tambang bawah tanah yang dapat menjadi jawaban yang tepat dan efektif saat ini.

Dimulainya era komputerisasi global diikuti dengan era robotic membuat penemuan demi penemuan menjadi suatu kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan. Negara-negara Dunia Ketiga mulai bersaing dalam *high precision technology* (teknologi tingkat tinggi). Bidang pertambanganpun tidak mau ketinggalan, sehingga muncul berbagai perusahaan pelayanan jasa pertambangan (*service company of mining*) yang memberikan peran yang sangat signifikan.

Awal dekade 80-an muncul berbagai penelitian yang sudah mengarah ke pertumbuhan pemakaian otomatisasi peralatan tambang, baik tambang bawah tanah maupun tambang terbuka. Didukung dengan program pengembangan komputer pada dekade tersebut membuat semakin cocoknya ide otomatisasi tersebut.

Ide otomatisasi ini mempunyai tujuan dan arti yang besar dalam peningkatan produktivitas tambang dan keselamatan pekerja/operator. Dua hal ini akan dikaji dalam prinsip otomatisasi peralatan tambang bawah tanah, namun produktivitas peralatan selalu menjadi prioritas utama. Keselamatan dan keamanan kerja memiliki tingkatan yang berbeda-beda pada kajian di atas, tergantung situasi dan kondisi medan kerja.

Semakin tidak kondusifnya lingkungan kerja di tambang bawah tanah akibat kegiatan yang dilakukan secara terus menerus, baik kegiatan penggalian dan pengangkutan dapat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan kerja (*safety and comfort working*). Seandainya target produksi yang diharapkan selalu tercapai, seringkali lingkungan tambang justru memberikan kontribusi yang berlawanan terhadap kegiatan penambangan tersebut. Terjadinya bermacam kejadian kecelakaan kerja, misalnya ledakan di tambang batubara (Cina mempunyai tingkat kematian di tambang 16 orang/hari), runtuh batuan maupun Lumpur, kejadian akibat keteledoran manusia (*human error*) dan lain sebagainya, membuat semakin pentingnya teknologi yang dapat meminimalkan jatuhnya korban di daerah tambang.

Evaluasi kerja semakin sering dilakukan. Untuk perbaikan manajemen yang buruk dari suatu kegiatan penambangan, maka diberikan solusi terbaik yaitu pemakaian teknologi otomatisasi seluruh peralatan tambang bawah tanah. Namun, pilihan ini harus didukung oleh modal yang sangat besar, terutama dalam hal pengadaan peralatan, service dan manajemennya. Perusahaan penyediaan teknologi (*service company*) meminta biaya kontrak yang sangat besar, tetapi dengan iming-iming semua masalah yang disebutkan di atas dapat ditangani dalam waktu singkat.

2. MOTIVASI OTOMATISASI PENAMBANGAN BAWAH TANAH

Munculnya motivasi otomatisasi penambangan bawah tanah tidak lepas dari karakteristik tambang bawah tanah yang spesifik dan beresiko tinggi. Kecenderungan umum di masa yang akan datang, sistem tambang bawah tanah akan menjadi pilihan untuk eksploitasi mineral dan energi (batubara), meskipun penuh resiko. Hal ini antara lain diakibatkan oleh (Hartman, 1987) :

- a. Semakin berkurangnya deposit berkadar tinggi, pada/dekat permukaan untuk di tambang. Dengan kata lain bertambahnya kedalaman deposit akan menyulitkan bila ditambang dengan sistem tambang terbuka.
- b. Berkurangnya mobilitas peralatan mekanis pada tambang terbuka apabila penambangan telah semakin dalam.
- c. Adanya pengetatan dan pembatasan mengenai masalah-masalah lingkungan (dampak negatif terhadap lingkungan).
- d. Hadirnya pengembangan teknologi baru dalam peralatan tambang dalam, khususnya dalam hal otomatisasi, teknik penggalian dan peralatan penambangan

yang kontinu, serta sistem konstruksi penyangga/perkuatan yang semakin disempurnakan.

Hal-hal lain yang menjadi pertimbangan tentang keunggulan tambang bawah tanah dibanding tambang terbuka antara lain adalah :

- Tidak terpengaruh cuaca
- Kedalaman penggalian hamper tak terbatas
- Secara umum beberapa metode tambang bawah tanah lebih ramah lingkungan.
- Dapat menambang deposit dengan model yang tak beraturan.
- Bekas penggalian dapat untuk menimbun tailing dan waste

Adapun kelemahan tambang bawah tanah antara lain adalah :

- Produksi relatif kecil bila dibandingkan dengan tambang terbuka
- Lebih banyak problem pada ventilasi, bahan peledak, debu dan gas-gas.
- Secara psikologi kurang enak bekerja di bawah tanah
- Masalah keamanan dan kecelakaan kerja menjadi kendala.
- *Mining recovery* umumnya lebih kecil
- *Losses* dan dilusi umumnya lebih susah dikontrol.

Banyaknya kelemahan/kekurangan pada metode penambangan bawah tanah seperti tersebut di atas, akhirnya memunculkan motivasi maupun inovasi-inovasi di bidang penambangan bawah tanah. Munculnya motivasi positif yang terjadi di kalangan Pertambangan Global, membawa secercah harapan utuk bisa diwujudkan dalam suatu teknologi mutakhir abad ini, misalnya beberapa konsorsium tambang, penyedia jasa pertambangan dan pusat kajian teknologi, seperti *INCO Limited, Dyno Nobel, Sandvik Tamrok, CANMET, Australia's Centre for Mining Technology and Equipment (CMTE)*, dan *Atlas Copco Wagner*.

Hasil-hasil yang ingin dicapai merupakan wujud nyata dalam memperbaiki kinerja tambang bawah tanah, yang dapat berupa :

a. Peningkatan Produksi :

Umumnya operator beristirahat selama *shift* kerja dan menurunnya aktivitas kerja sewaktu merasa letih. Kedua hal ini akan membuat hilangnya waktu kerja dan menurunnya produktivitas. Teknologi otomatisasi dapat mengoperasikan peralatan dalam seluruh shift kerja. Bahkan 1 % peningkatan yang terjadi dari produktivitas peralatan dapat berarti tambahan pendapatan beribu dollar dalam tiap mesin per hari.

b. Biaya Operasional Rendah :

Pemeliharaan dan perawatan peralatan mempunyai porsi yang sangat signifikan dalam biaya keseluruhan tambang (*total mining cost*). Peralatan membutuhkan pemeliharaan teratur, termasuk program pembangunan kembali (*re-build*) berdasarkan jadwal yang ditetapkan. Hal tersebut merupakan faktor kehilangan produksi. Otomatisasi dapat memastikan bahwa mesin/peralatan tersebut dalam lingkup pencapaian produksi penuh, dengan meminimalkan kerusakan dan kecelakaan kerja sehari-hari. Dalam hal ini, faktor tenaga kerja merupakan bagian

biaya yang signifikan. Dengan otomatisasi dapat mengurangi biaya tenaga kerja, yaitu pekerja dapat mengendalikan beberapa peralatan sekaligus.

c. Kesalahan yang Minim :

Operasi penambangan membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam operasinya, misalnya dalam pemasangan baut batuan (*rock bolting*), penggalian, *cutting*, pemboran dan peledakan. Hal tersebut ditunjukkan dengan menggabungkan teknik *particular data driven* dalam proyek otomatisasi untuk mendeteksi ketepatannya yang dapat mencapai lebih dari 90 % (Gurgenci, 2004).

d. Keamanan Kerja Maksimal :

Kunci keamanan kerja adalah penempatan operator pada posisi yang tepat, yaitu operator layaknya ditempatkan pada jarak yang relative jauh dari muka kerja tambang yang bisa dipastikan akan terjadi keruntuhan, ledakan dan kecelakaan akibat kegiatan mesin atau peralatan. Otomatisasi menghilangkan pengamatan kegiatan peralatan tambang, dengan demikian memungkinkan operator dapat memantau terhadap peralatan tambang dari kejauhan dari tempat yang aman.

e. Prediksi Kesalahan :

Tanpa deteksi kesalahan yang efektif, keinginan otomatisasi secara menyeluruh pada tambang bawah tanah dan pemindahan pekerja (*miner*) dari tempat paling beresiko sekalipun tidak dapat tercapai, karena kunci dari otomatisasi adalah tingkat kepercayaan (Gurgenci, 2004).

3. PRINSIP OTOMATISASI PENAMBANGAN BAWAH TANAH

Ada dua prinsip dasar pada otomatisasi yang dapat diterapkan pada sistem peralatan tambang bawah tanah, yaitu penambangan dengan bantuan komputer (*Computer-Aided Mining*; *CAM*) dan penambangan dengan telerobotik (*Tele-Robotic Mining*; *TRM*).

CAM menghadirkan teknologi dengan pendekatan evolusioner (perubahan yang perlahan-lahan) dan konservatif, sedangkan *TRM* menghadirkan teknologi tingkat tinggi yang revolusioner (perubahan cepat), dalam konteks bantuan pusat pengendali dan tanpa ada buruh tambang yang bekerja.

3.1 Penambangan dengan Bantuan Komputer (*CAM*)

Dasar dari *CAM* adalah bahwa operator masih secara penuh mengoperasikan peralatan/mesin di tempat manapun dan tele-operasinya dari jarak dekat. Sebuah computer dengan sensor yang tepat pada peralatan dan sekitarnya memberikan informasi kepada operator. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki kemampuan memahami dan mengetahui kondisi lapangan pekerjaan. Masalah sistem keamanan dan faktor manusia juga merupakan pendorong utama. Peralatan/mesin dapat dikendalikan dalam situasi sulit dan membosankan dengan peningkatan keamanan dan produktivitasnya. Sebagai contoh, ketika pekerjaan berlebihan (*over load*), perubahan kadar bijih, kondisi tanah/batuan yang buruk, munculnya bahan-bahan radioaktif dan perubahan kelembaban, segera dapat terdeteksi dengan cepat. Perubahan (*evolution*) pada peralatan mekanis yang aktif (*mobile*) akan

memberikan keuntungan peningkatan produktivitas, ketersediaan peralatan dan keselamatan kerja.

Stasiun pengendali lokal tele operasi dikontrol oleh satu operator dan bukan operasi multi-peralatan dengan banyak operator. Yang paling penting adalah operator berkewajiban mengendalikan peralatan secara penuh dalam kondisi sesulit apapun. Teknologi otomatisasi diwujudkan dalam bentuk peralatan yang membantu operator dalam mengendalikan situasi di lapangan.

3.2. Penambangan dengan *Tele-Robotic (TRM)*

Konsep *TRM* adalah, peralatan/mesin tambang dihubungkan langsung melalui infrastruktur komunikasi tambang ke ruang pengendali pusat. Hal ini meliputi basis data, model, perencanaan dan pengendali keputusan. Sistem ini bekerja dengan menginstruksikan kepada peralatan/mesin yang kemudian melakukan tugas secara mandiri, dilanjutkan dengan pemantauan aktivitas dan kelayakan peralatan berdasarkan masukan data dan umpan balik kondisi alat dan situasi lain di sekitar medan (*front*) kerjanya.

Kemampuan sistem untuk berinteraksi dengan peralatan bila ada perubahan intruksi baru bisa terjamin. Terdapat juga pilihan untuk mengubah keputusan yang dilakukan oleh operator dan diinteraksikan dengan sistem dan langsung mengendalikan peralatan dengan tele-operasi. Oleh sebab itu, mesin/peralatan adalah bagian terbesar dari otomatisasi itu sendiri. Pada sistem ini tidak digunakan buruh tambang di *front* kerja

4. PROYEK-PROYEK APLIKASI OTOMATISASI TAMBANG BAWAH TANAH

Noranda Technology Centre merupakan cikal bakal proyek pengadaan teknologi otomatisasi pertambangan sejak pertengahan tahun 80-an. Di proyek ini dikembangkan penggunaan beberapa peralatan tambang bawah tanah secara otomatis. *LHD (Load, Haul, Dump)* dan truk merupakan obyek kegiatan dalam pengembangan sekarang ini. Dengan adanya sistem *tele-presence*, membantu pengoperasian *LHD* dan dapat dikoneksikan dengan peralatan lainnya, yang dikendalikan dari pusat kendali jarak jauh (*Remote Operation Centre*).

Beberapa konsorsium perusahaan yang terkait dengan pertambangan, yang telah mengembangkan program-program otomatisasi pada tambang bawah tanah antara lain :

- *Inco Limited*
- *Dyno Nobel*
- *Sandvik Tamrock*
- *Canadian Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET)*
- *JOY Mining Machinery*

Proyek pengembangan otomatisasi robotik pertambangan yang dilakukan mulai tahun 1996, diberi nama *Mining Automation Program (MAP)*. Program ini sudah sekitar 9 tahun melakukan penelitian dan pengembangan dengan menggabungkan kemampuan beberapa perusahaan di atas dalam mengembangkan sistem yang terintegrasi pada peralatan tambang untuk *tele-remote* atau **TeleminingTM**.

Kontribusi *Inco Ltd.* dalam *MAP* adalah menyediakan secara keseluruhan materi uji pertambangan kepada komisi pengawas dan penguji teknologi, menyediakan dukungan pelayanan lapangan pengujian, mengembangkan perangkat lunak komunikasi, mengembangkan sistem navigasi dan juga pengembangan sistem operasi pertambangan..

Sandvik Tamrock mengembangkan prototipe *tele-remote* peralatan pemboran dan *mucking*. *Dyno Nobel* mengkonsentrasikan pada pengembangan sistem peledak dan pemuatan bahan peledak dengan pengoperasian jarak jauh (*tele-operation*). *CANMET* mengembangkan sistem pemantauan dan pengelolaan dokumen proses dan riset, bagaimana *Telemetry*TM dapat mengubah konsep umum yang berlaku (standar/konvensional) dalam praktek penambangan.

Komponene-komponen teknis yang utama dalam program *MAP* adalah :

- Mengedepankan jaringan komputerisasi peralatan tambang bawah tanah.
- Sistem navigasi dan posisi pada tambang bawah tanah.
- Sistem pemantauan proses penambangan dan perangkat lunak pengendali.
- Sistem penambangan dirancang khusus untuk *Telemetry*TM.
- Mengutamakan peralatan tambang.

Komponen-komponen teknologi dalam *MAP* yang dikembangkan antara lain adalah :sistem komunikasi *broadband (broadband communication system)*, Navigasi dan posisi, teknologi pemboran, detonator dan sistem pengantaran bahan peledak, mesin LHD dan sistem operasi penambangan.

4.1. Sistem Komunkasi *Broadband*

Operasi jarak jauh bagaimanapun juga perlu operator untuk merasakan kegiatan yang sedang berlangsung, meskipun tidak secara langsung. *Inco* bekerjasama dengan dengan *IBM* dan *Ainsworth Electric* mengembangkan jaringan komputer bersama yang dapat dioperasikan dengan telepon mobile, komputer mobile dalam peralatan dan mesin-mesin tambang dan dilengkapi dengan saluran video.

4.2. Navigasi dan Posisi

Untuk menggunakan robot pada penambangan, dibutuhkan peralatan navigasi dan posisi yang akurat. Penggunaan jaringan satelit global digunakan untuk mengatasi gelombang radio yang tidak dapat menembus permukaan tanah. Selanjutnya, pengembangan sistem tambang bawah tanah yang didasarkan pada teknologi navigasi inersia memiliki keakuratan dalam penempatan peralatan yang mobile.

Ring-Laser-Gyro (RLG) digunakan dalam survei bawah tanah, dimana *gyroscope* dipadukan dengan akselerator dalam peralatan pintar yang dinamakan *HORTA (Honeywell Ore Retrieval and Tunnelling Aids)*

4.3. Pemboran :

Contoh prototip alat bor dengan komputer bantu adalah *DataSolo*TM dan *DataMini*TM

4.4. Detonator dan Sistem Pengantar Bahan Peledak

Dyno Nobel melakukan dua proyek otomatisasi sistem bahan peledak, yaitu pertama pengembangan model detonator listrik dengan sistem inisiasi (*DynoRem ED-1*) dan kedua adalah pengembangan bahan peledak dan sistem penanganannya, seperti model curah, *repumable*, perubahan densitas dan energi, sistem bahan peledak emulsi (*Dyno Nobel RUSG*). Pengisian lubang ledak dilakukan secara otomatis dengan *Drift Loading Unit Dyno Nobel P2G* dan *long hole loader ROCMEC-1*.

4.5. Mesin LHD (*Load-Haul-Dump*)

Sandvik Tamrock Toro T450D merupakan model pengembangan LHD otomatis. Mesin ini dapat memuat sendiri, yang dilengkapi dengan komputer dan bekerja secara tele-operasi (pengoperasian dari jarak jauh). Alat ini dikendalikan dari permukaan, dapat langsung bekerja setelah operasi peledakan, tanpa menunggu pembersihan udara (*smoke clearing*). Semua informasi diproses dengan cepat dan memberikan keputusan

4.6. Sistem Operasi Penambangan

Sistem operasi penambangan merupakan pemantauan secara penuh seluruh kegiatan penambangan, yang informasinya diperoleh melalui proses *tele-mining*. Semua data dan informasi dapat dengan mudah diakses oleh para *engineer*, manajemen, tele-operator, bagian servis dan pemeliharaan (*service and maintenance*) dan lainnya melalui intranet.

4.7. Pengukur Kemajuan Penggalian

Pengembangan alat ini dapat digunakan untuk mengukur kemajuan penggalian dari mesin *continuous miner* tanpa alat eksternal tambahan. Alat tersebut digunakan untuk menyesuaikan volume batubara yang di potong (*cut*) dengan kapasitas alat angkut dan untuk meningkatkan produktivitas berdasarkan urutan operasi penambangan yang optimum.

4.8. Pengukur *Global Heading*

Alat ini dapat memandu *continuous miner* secara lurus dengan presisi yang tinggi melalui bantuan laser. Keuntungan penggunaan alat ini adalah menghilangkan *trim cut* dan menjaga produktivitas lebih teratur

5. PENUTUP

Mengingat keunikan dan kompleksitas permasalahan pada penambangan bawah tanah, sistem tambang ini menjadi kandidat utama area otomatisasi. Dalam metode tambang bawah tanah apapun, awalnya porsi otomatisasi kecil, namun sesuai tujuan awal yang diharapkan, yaitu siklus operasi (*cycle operation*) yang singkat, penurunan biaya ketika produktivitas meningkat, dan keselamatan kerja, kesemuanya dilakukan dalam satu kendali (*control*) tambang secara terpadu. Hasil terbaik dapat diperoleh bila otomatisasi dapat dilakukan secara menyeluruh, baik peralatan, mesin utama maupun peralatan pendukungnya.

Dengan program otomatisasi tambang bawah tanah, semua kegiatan perencanaan, penjadwalan, pemilihan peralatan dan penempatannya, pelayanan dan pemeliharaan dapat dilakukan dengan lebih mudah, termasuk review dan peninjauan kembali statusnya. Semua langkah pekerjaan secara berkesinambungan dapat dengan mudah dikontrol dan dimonitor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hartman, H.L., (1987), "*Introductory Mining Engineering: Novel Methods of Mining*", John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 496-550.
2. Hood, M. & Gurgenci, H., (1998), "*New Technology for Traditional Industry*", Proceeding of The 1998 Invitation Symposium, Technology – Australia's Future; Australian Academy of Technological Sciences and Engineering, Fremantle, WA.
3. Hustrulid, W.A., (2001), "*Underground Mining Methods*", Society Mining Engineering – AIME, New York.
4. Gaspari, J.D., (2002), "*Armch Air Mining*", LKAB Swedish Company, Swedish.
5. Gurgenci, H., (2004), "*Robot Mines March Closer: Australian Scientist Take Major Step*", Australian Mining, Volume 96/4, p. 1-6.
6. Mirabelli, L.J., (2000). "*Mining Automation Program*", NAA-NSA/USGS Automations Conference, Miami, Florida.
7. Scoble, M. & Laeeque, D., (1999), "*Mine of the Year 2020: Technology and Human Resources*", The Australian Coal Review.
8. Stenz, A., (1999), "*Position Measurement for Automated Mining Machinery*", Robotics Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh.
9. -----, "*Mining in 2015*", Mining Magazine, October 1999, p. 222 – 229.
10. -----, "*Ocean Mining*", (2005),
<http://www.digistar.mb.ca/minsci/future/MINOCEAN.htm>
11. -----, "*Robotic for Safer Mining*", (2005), Institute for Robotics and Intelligent System – IRIS, http://www.nce.gr.ca/media/success/IRIS2002_e.htm
12. -----, "*Autonomous Underground Mining Project*", (2005), www.cmu.edu.
13. -----, "*New Development in Underground Mining Technology*", (2005),
<http://www.amcconsultants.com.au>