



# ***Gas Detection Dengan Pendekatan Ilmu Komputer***

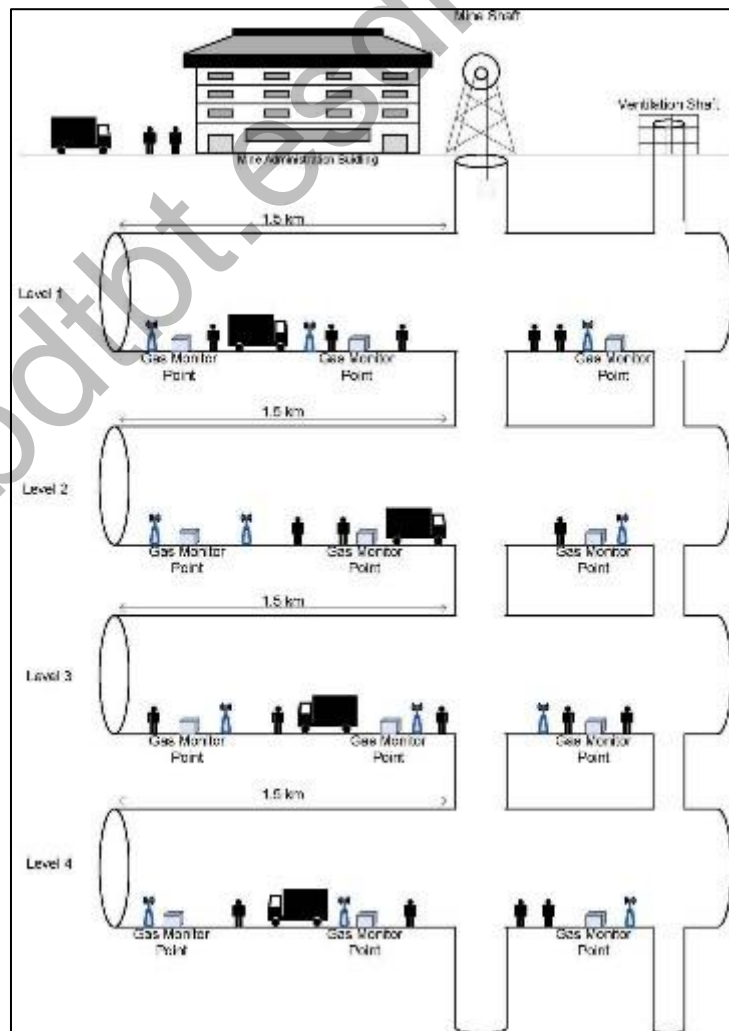
Irwan Munandar  
Balai Pendidikan dan Pelatihan  
Tambang Bawah Tanah  
irwan@esdm.go.id

## **I. PENDAHULUAN**

Berbagai teknologi pemantauan sudah banyak dibahas dalam berbagai bidang. Dengan kemajuan mengikuti perkembangan yang ada dalam memanfaatkan sumber daya baik perangkat lunak dan perangkat keras yang lebih modern menjadi kepentingan atau kebutuhan akan permintaan kehususan di dalam operasional suatu perusahaan. Dalam bidang pertambangan Salah satu hal penting khususnya tambang bawah tanah adalah monitoring gas didalam tambang bawah tanah. Hal tersebut menjadi tantangan pembahasan yang perlu di pelajari karena sangat bermanfaat bagi industri pertambangan. Sejak tahun 1980an, jaringan pemantauan gas elektronik telah diperkenalkan di industri pertambangan batubara bawah tanah[1]. Dalam beberapa tahun terakhir, dengan perkembangan teknologi produksi, teknologi informasi dan otomasi, dan teknologi mesin, konsep tata letak sistem tambang telah banyak berubah[2]. Kecelakaan tambang batu bara merupakan masalah akar yang panjang dalam produksi batubara, dan kecelakaan gas adalah salah satu yang paling serius. Kecelakaan tambang batu bara berada pada tingkat yang tinggi, tidak hanya mengancam kehidupan pekerja tambang batubara tetapi juga memiliki dampak berbahaya bagi pembangunan ekonomi. Beberapa tambang batubara hanya menerapkan pemantauan otomatis, tidak memiliki fungsi peringatan pra-peringatan dan dinamik, atau berbagi informasi yang tidak mencukupi[4]. Negara maju yang melakukan kegiatan penambangan tertarik untuk mengembangkan jaringan sensor yang dapat mengurangi jumlah kecelakaan akibat kecelakaan manusia (yang mungkin menjadi penyebab kematian atau tidak) dengan mengirimkan sinyal peringatan dini kondisi kerja yang berbahaya, Sebagian besar kecelakaan di tambang bawah tanah terkait dengan adanya gas batu bara atau tanah longsor[6].

Pengambilan gas yang berkepanjangan dan terus menerus di tambang batu bara UG menimbulkan tantangan unik. Sensor gas yang saat ini digunakan tidak sesuai untuk lingkungan yang sangat lembab dan beracun yang lazim di tambang batu bara UG membuat alat bantu tersebut tidak dapat dioperasi setelah jangka waktu tertentu [9]. Sensor gas

digunakan untuk mendeteksi beberapa gas berbahaya dari asap yang menyala, asap (solder) dan lain-lain. Saat ini, sensor elektronik memainkan peran penting dalam mendeteksi berbagai parameter fisik[10]. Sebagian besar sistem pemantauan dan pengendalian tambang batu bara adalah alat alarm gas untuk gas, jenis sistem pemantauan dan kontrol ini hanya dapat memantau gas bawah tanah, namun tidak dapat memberikan kondisi visual lubang pengikat ke ground monitoring person[11]. Metana adalah gas yang sangat berguna, yang banyak ada di pertambangan, industri dan kehidupan kita sehari-hari. Sebagai gas tanpa bau, tidak berwarna dan hambar dan alkana yang paling sederhana dengan stabil secara termal selama rentang suhu yang luas, metana tidak terdeteksi oleh indra manusia. Karena sifat mudah terbakar dan meledak, metana juga merupakan sumber bahaya. Deteksi cepat metana diinginkan untuk memastikan peringatan tepat waktu terhadap kehadirannya, sehingga memungkinkan waktu yang cukup untuk tindakan protektif[12]. Salah satu contoh monitoring gas pada tambang bawah tanah bisa dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 implementasi monitoring gas di underground mining [17]



Adapun gas-gas dalam tambang bawah tanah adalah sebagai berikut[18]:

1. Oksigen ( $O_2$ )

Presentasi normal untuk oksigen dalam udara adalah 21%. Bila kadar oksigen yang ada didalam udara lingkungan kerja itu kurang dari 19,5%, maka pekerja akan cepat kelelahan. Penyebab kurangnya kadar oksigen pada tambang bawah tanah biasanya adalah pembakaran, peledakan, reaksi oksidasi, bahan organi, dan juga karena adanya proses pemanfaatan pernafasan manusia yang mengeluarkan karbon dioksida.

2. Nitrogen (N)

Komposisi udara normal mengandung sebagian besar nitrogen (N), yaitu 78,9%, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa dan lebih besar dari 80%.

3. Karbon monoksida (CO)

Merupakan jenis gas yang berasal dari pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar fosil. Gas ini tidak berwarna, tidak berbau, tetapi sangat beracun.

4. Karbon dioksida ( $CO_2$ )

Manusia dan binatang bernapas dengan menghirup udara yang mengandung oksigen dan ketika pernapasan keluar dihasilkan gas karbon dioksida. Gas ini tidak berwarna dan apabila terhirup dalam jumlah besar akan menimbulkan sesak nafas.

5. Gas methana ( $CH_4$ )

Pembentukan gas ini sejalan dengan proses pembatubaraan maupun dari aktivitas-aktivitas penambangan. Pada tambang batubara bawah tanah kecelakaan terjadi adalah ledakan gas metana dengan konsentrasi 5%.

6. Nitroge oksida ( $NO_2$ )

Gas ini berasal dari gas buang knalpot mesin tambang, baik yang berbahan bakar solar maupun bensin. Gas ini bersifat racun, berwarna cokelat kemerahan, lebih berat dari udara.

7. Nitrogen sulfida ( $H_2S$ )

Gas ini dapat berbentuk dari peledakan bijih-bijih sulfida atau bahan-bahan lapukan. Gas ini tidak berwarna dan mudah terbakar.

8. Gas belerang terbentuk dari proses peledakan atau pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur, beracun dan tidak berwarna.

Salah satu kecelakaan utama dalam produksi batu bara adalah Ledakan gas, jadi bagaimana mengendalikan dan memprediksi konsentrasinya sangat penting. penambangan batubara terutama dilakukan di bawah tanah, kondisi geologis dan magnetiknya rumit, kondisi produksinya sangat keras, peralatan mekanik dan listriknya besar, gas, listrik dan mekanik,



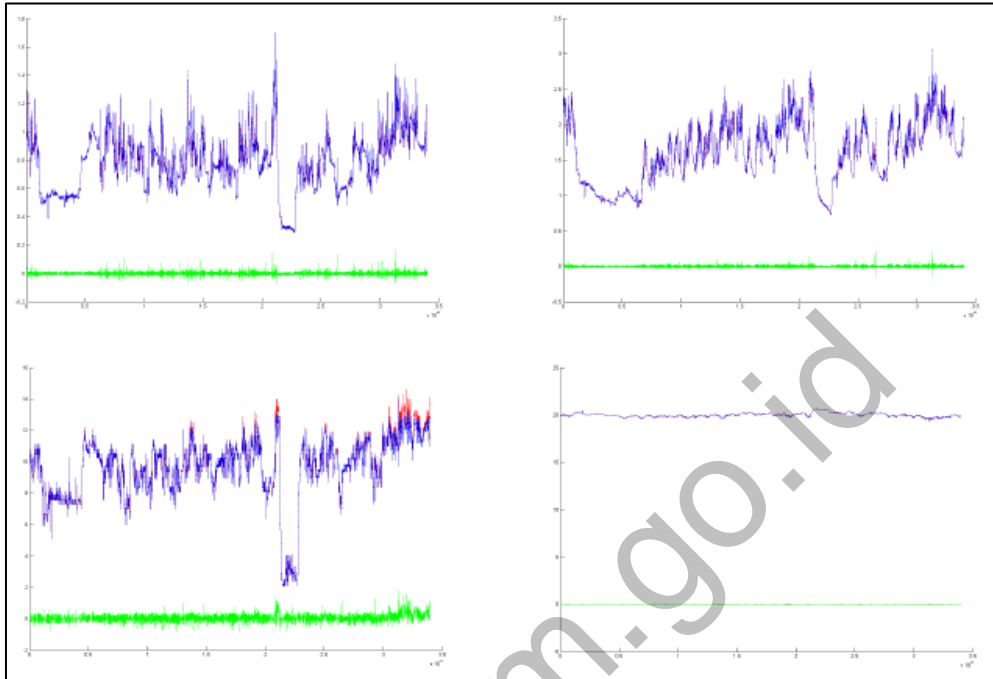
kebakaran, banjir dan lainnya yang merupakan ancaman besar bagi keselamatan produksi tambang batu bara. Sehingga sulit untuk menganalisa proses produksi batubara berdasarkan metode matematis dan fisik[15]. Dalam beberapa dekade terakhir, metode penelitian tentang pengukuran gas adalah analisis teoritis, penyelidikan praktis, simulasi umum, dan sebagainya. Penerapan metode ini memiliki beberapa kesulitan. Sebagai contoh, itu ex- termal, kompleks dan tidak tepat. Dengan pesatnya perkembangan teknologi komputer, pemodelan dan simulasi tiga dimensi (3D) sangat baik[16].

Dari uraian di atas penulis berinisiatif untuk membahas beberapa penelitian di bidang analisis gas tambang bawah tanah dengan hasil yang cukup baik dari berbagai sumber penelitian antara tahun 2006 sampai tahun 2016. Berbagai hal terkait dengan teknologi komputer yang ada sekarang ini menjadi keunggulan terkini untuk modernisasi industri pertambangan yang mana dapat meningkatkan performan operasi industri pertambangan khususnya di tambang bawah tanah, dan lokasi geologis yang berbeda-beda di setiap operasi penambangan menjadi bahan kesempatan untuk menjadi tantangan kedepannya dalam pengelolaan operasi pemantauan gas di tambang bawah tanah.

## II. PENELITIAN TERKAIT

Pada section II ini penulis mengumpulkan penelitian-penelitian dari para pakar dan praktisi yang menghasilkan 14( empat belas ) paper, yang mana penulis menyaring dengan keyword “gas”, “underground mine”, “Gas detector” dan “explosives”, dengan sumber dari IEEE, ACM, Science Direct dan Emerald Insight. Hasil akan diuraikan berikut ini :

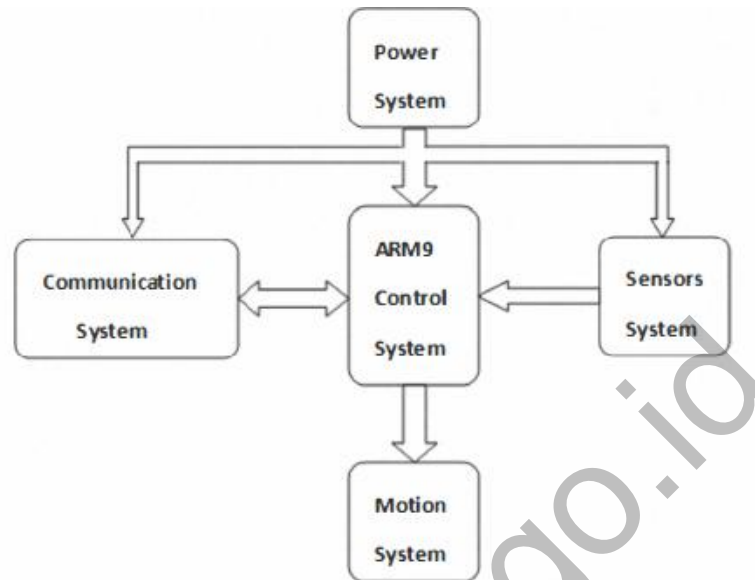
1. O. Obst, X. R. Wang and M. Prokopenko[1] tahun 2008, penelitiannya bertujuan untuk identifikasi anomali dalam memantau konsentrasi gas kritis menggunakan jaringan sensor di tambang batubara bawah tanah. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan adalah *Bayesian Network Method* dengan menggunakan data sensor berdasarkan ESN (*Echo State Network*). hasil dari penelitian ini adalah bahwa kualitas keseluruhan prediksi sebanding dengan tolok ukur. Namun, jaringan echo state (ESN) mempertahankan tingkat akurasi prediktif yang sama untuk data dari berbagai sumber. Oleh karena itu, kemampuan jaringan echo state(ESN) untuk memodelkan sistem dinamik membuat pendekatan ini lebih sesuai untuk deteksi dan prediksi anomali pada jaringan sensor. Salah satu experiment result bisa dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Results of training of predicting sensor readings. The red line shows the teacher signal, the blue line the prediction, and the green line at the bottom of each graph the difference between both. Top row: gas concentrations of CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>.

Bottom row: CO and O<sub>2</sub>[1]

- Zhu Jianguo, Gao Junyao, Li Kejie, Lin Wei and Bi Shengjun[3] tahun 2010, Tujuan dari penelitiannya yaitu implementasi sistem kontrol tertanam berbasis untuk robot penyelamat, robot dirancang untuk membantu orang melakukan tugas mendeteksi dan menyelamatkan setelah ledakan gas di tambang batu bara bawah tanah. Metode, teknik atau pendekatan yang dilakukan dengan menggunakan mikroprosesor ARM9 S3C2410 dan OS Linux. Hasil dari penelitiannya yaitu Percobaan membuktikan bahwa robot yang berbasis pada sistem kontrol yang tertanam pada dasarnya dapat memenuhi persyaratan tambang batu bara yang mendeteksi dan menyelamatkan setelah bencana tambang terjadi. Sistem kontrol yang tertanam berdasarkan mikroprosesor ARM9 S3C2410 dan OS Linux yang dirancang untuk robot memiliki fitur yang stabil, tangguh dan andal. Desain perangkat keras dari sistem kontrol memiliki keunggulan skalabilitas, fleksibilitas dan konsumsi rendah. Gambar 2.2 menunjukkan struktur dari struktur sistem pada robot yang dibangun. Gambar 2.3 adalah experiment di dalam tambang bawah tanah.



Gambar 2.2 System structure of the robot [3]



Gambar 2.3 Robot experiments in the underground coal mine environment[3]

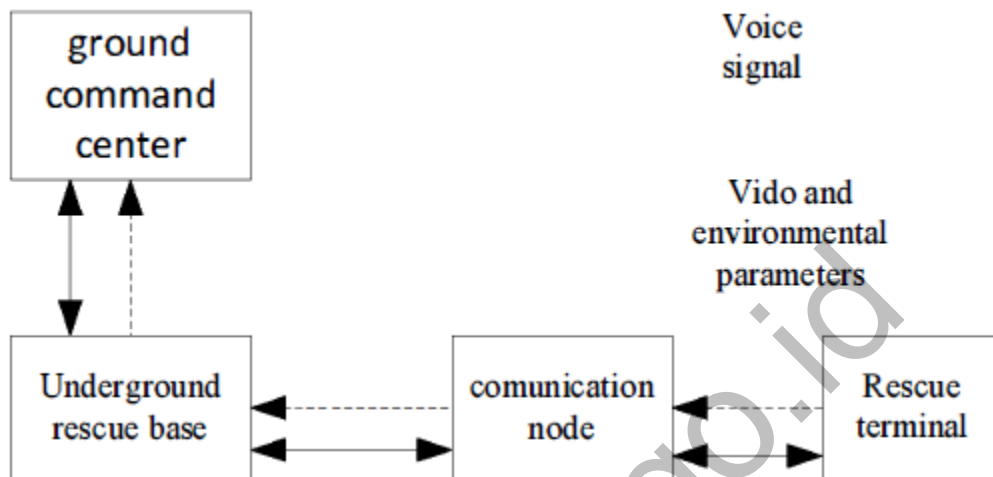
3. B. Shen, X. I. Qin and M. c. Fu[19]. Tahun 2011. Penelitiannya bertujuan untuk mendeteksi konsentrasi gas batubara dengan manfaat jangkauan deteksi yang luas, baik Selektivitas, *non-poisoning*, umur kerja yang panjang dan konsumsi daya rendah. metode, teknik atau pendekatan yang digunakan yaitu berdasarkan NDIR (*non-dispersive infrared detection*) dan *microwave RF Communication Technology* , Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi pendeteksiannya adalah 0,01% bila konsentrasinya kurang dari 10% dan jarak komunikasi bisa mencapai 120 m dengan frekuensi 915,2 MHz dan daya transmisi 10 dBm. GPI (*Gas Perception Instrument*)



ini dapat melihat lingkungan yang aman bagi penambang dan mewujudkan keamanan yang selalu aktif.

4. Y. Li, S. Mao, H. Xie, H. Xu and M. Li, [4] tahun 2011, tujuan dari penelitiannya yaitu membangun sistem keselamatan tambang batu bara dengan mengidentifikasi dari sistem peringatan dini akan potensi kecelakaan gas bawah tanah, sehingga memberikan dasar ilmiah yang lebih baik untuk pencegahan kecelakaan, dan dengan demikian mengurangi kejadian kecelakaan. Metode yang digunakan yaitu dengan berdasarkan jaringan *Bayesian*. Hasil dari penelitiannya yaitu sistem peringatan dini didasarkan pada platform sistem informasi geografis khusus milik Longruan, platform ini bertanggung jawab atas pengolahan data spasial, pengeditan, tampilan, *query* dan analisis. Sistem aplikasi profesional dan sistem berbasis WEB *mining* dirilis berdasarkan platform GIS. Sistem menerapkan pengelolaan grafis khusus yang mendasari COMGIS dan Web GIS. Dengan menggunakan teknologi COM untuk mengembangkan modul diagnosis cerdas berbasis Bayesian, yang kemudian mendasari pengelolaan berbagai bahaya dan peringatan dini, sistem manajemen risiko dan pengambilan keputusan tambang. Sistem ini telah digunakan dan diterapkan pada tambang, Zibo Mining Group Co., Ltd., Provinsi Shandong, dan mencapai hasil yang baik.
5. J. Xu, S. Duan and M. Li,[5] tahun 2011, penelitiannya bertujuan untuk membangun sistem komunikasi penyelamatan darurat tipe baru di tambang dengan fitur audio, video dan beragam arus informasi multimedia berupa parameter gas dalam bentuk paket IP dikirim ke jaringan, yang sesuai untuk aplikasi dalam penyelamatan darurat tambang batu bara. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan yaitu berdasarkan teknologi *SDSL telephone twisted pair* sebagai backbone network, Wi-Fi sebagai *wired network expansion*. Hasil dari penelitiannya adalah desain Sistem untuk sistem komunikasi nirkabel yang menggunakan jaringan kabel backbone, yang secara efektif menyelesaikan kedalaman lapangan untuk proses bantuan bencana, dan mentransfer citra lapangan konsentrasi gas dan berbagai informasi tepat waktu dan efektif ke pusat penyelamatan yang menyediakan layanan informasi *first-hand* untuk keputusan penyelamatan, mengurangi korban jiwa, mengurangi terjadinya kecelakaan sekunder, yang akan lebih kondusif bagi pelaksanaan kerja penyelamatan. Hasil desain skema sistem bisa dilihat pada gambar 2.4

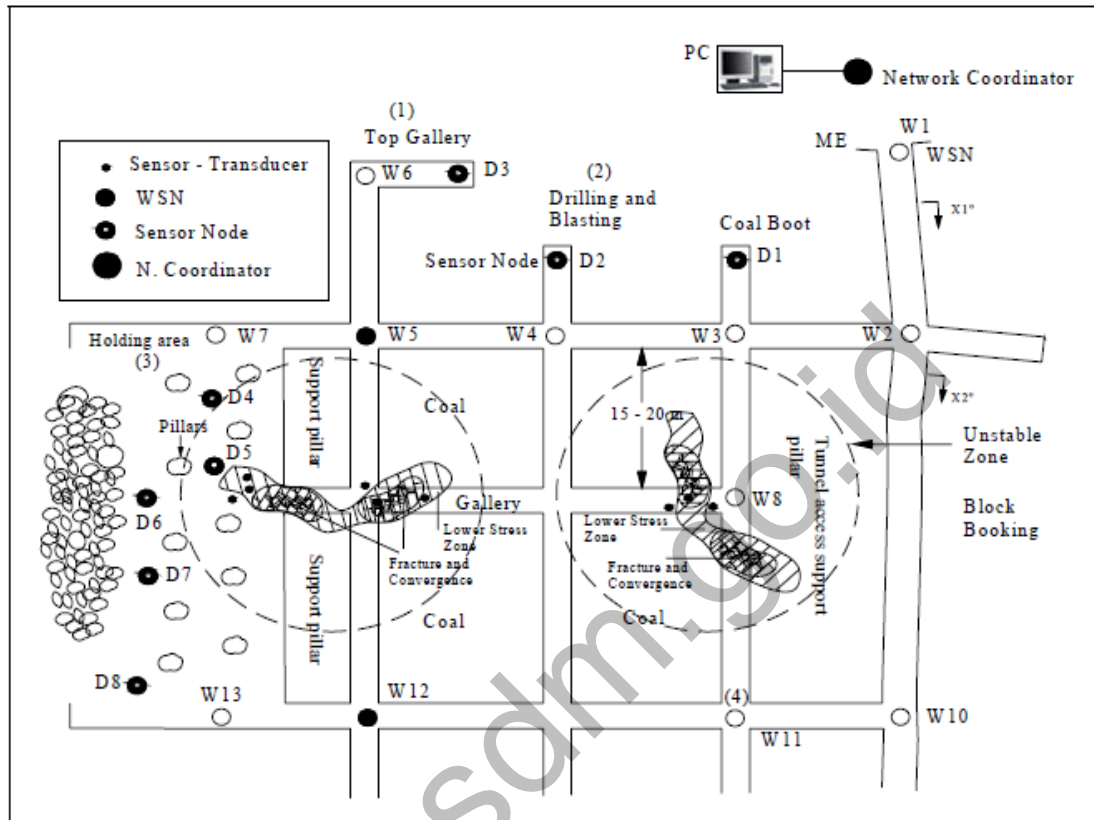




Gambar 2.4 system structure[5]

6. S. Molina, I. Soto and R. Carrasco[6] tahun 2011, Tujuan dari penelitiannya yaitu untuk membangun sistem analisis penyebab utama kecelakaan di pertambangan batubara bawah tanah dari masalah tanah ambruk/longsor dan gas di pertambangan bawah tanah. Teknik, metode atau pendekatan yang dilakukan dengan menggunakan penelitian sebelumnya[27] dan teknologi WSN (*wireless sensor networks*). Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah sistem penyebab utama kecelakaan di tambang batu bara telah ditetapkan, studi spesifik mengenai kondisi yang ada di dalam tambang untuk sistem pemantauan yang tepat dan andal, dengan menggunakan sistem ini meningkatkan keamanan dan produktivitas di penambangan bawah tanah, termasuk adanya gas (metana, karbon monoksida, karbon dioksida, dll.) Dan peristiwa mikroseismik (runtuh). Dalam kedua kasus tersebut dianalisis sebagai parameter terhadap implementasi Wireless Sensor Network (kisaran variabel, prinsip operasi, range pengukuran, akurasi, waktu permintaan, lokasi). Implementasi dari penelitian tersebut bisa dilihat pada gambar 2.5

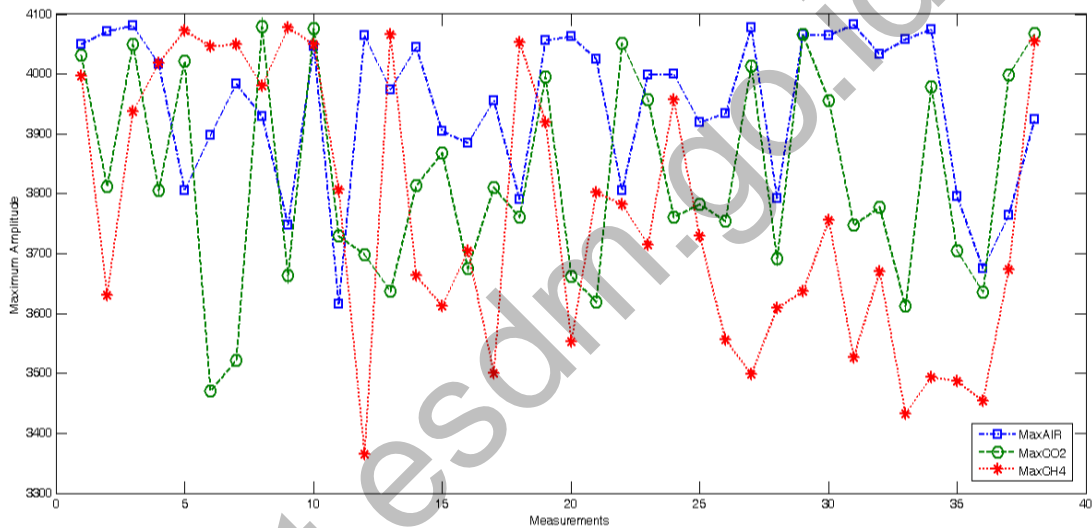


Gambar 2.5 *Underground Coal Mine - WSN* [6]

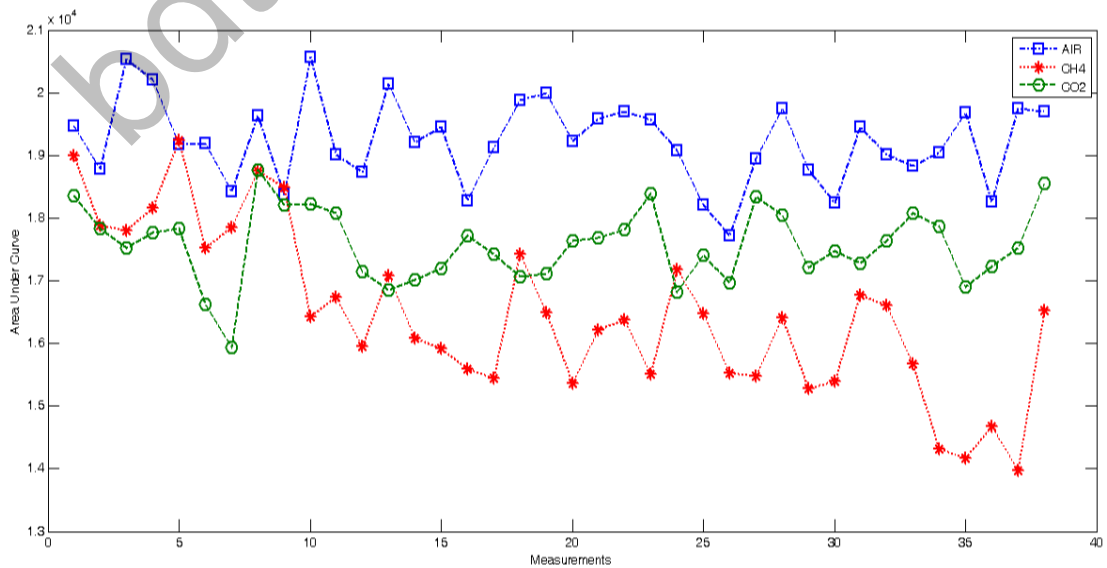
7. P. Staša, P. Fuchsiková, V. Kebo and L. Kubáč[8] tahun 2012. Penelitiannya bertujuan untuk membahas masalah pelepasan residu metana dari lapisan yang diekstraksi dari tambang batu bara bawah tanah. Teknik, metode atau pendekatan yang digunakan yaitu dengan *numerical gas Technology* serta menggunakan alat CFD (*Computational Fluid Dynamics*) *software*. Hasil dari penelitian ini yaitu model yang mewakili skenario yang mungkin terjadi di daerah yang melibatkan risiko pelepasan metana, dengan menggunakan proses pemodelan, sebuah tindakan potensial untuk mencegah akumulasi metana di ruang hunian. Model ini kemudian digunakan untuk memeriksa dua situasi dengan lubang bor yang ambruk. skenario lubang bor miring adalah yang paling menguntungkan dan dapat direkomendasikan sebagai rancangan aksi potensial untuk melindungi bangunan melawan metana.
8. A. Singh and M. Radhakrishna[9] tahun 2012. Tujuan dari penelitiannya yaitu untuk mengevaluasi kesesuaian parameter *acoustic attenuation* untuk penginderaan gas dengan menganalisis apakah *acoustic attenuation* dapat memberikan informasi yang cukup sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi kebocoran sensorik atau



keberadaan gas. metode, teknik atau pendekatan dengan menggunakan *acoustic signal processing*. Hasil dari penelitiannya yaitu Pendekatan yang diusulkan akan berguna untuk situasi di mana tingkat konsentrasi berubah sebesar 5-10% dari volume yang terlibat, namun kegunaannya untuk perubahan konsentrasi yang rendah tampaknya terbatas. Pendekatan yang diusulkan pada pemrosesan sinyal akustik dapat mengukur atenuasi sinyal akustik dengan resolusi yang lebih baik. Salah satu hasil dari experiment penelitiannya bisa dilihat pada gambar 2.6 dan gambar 2.7

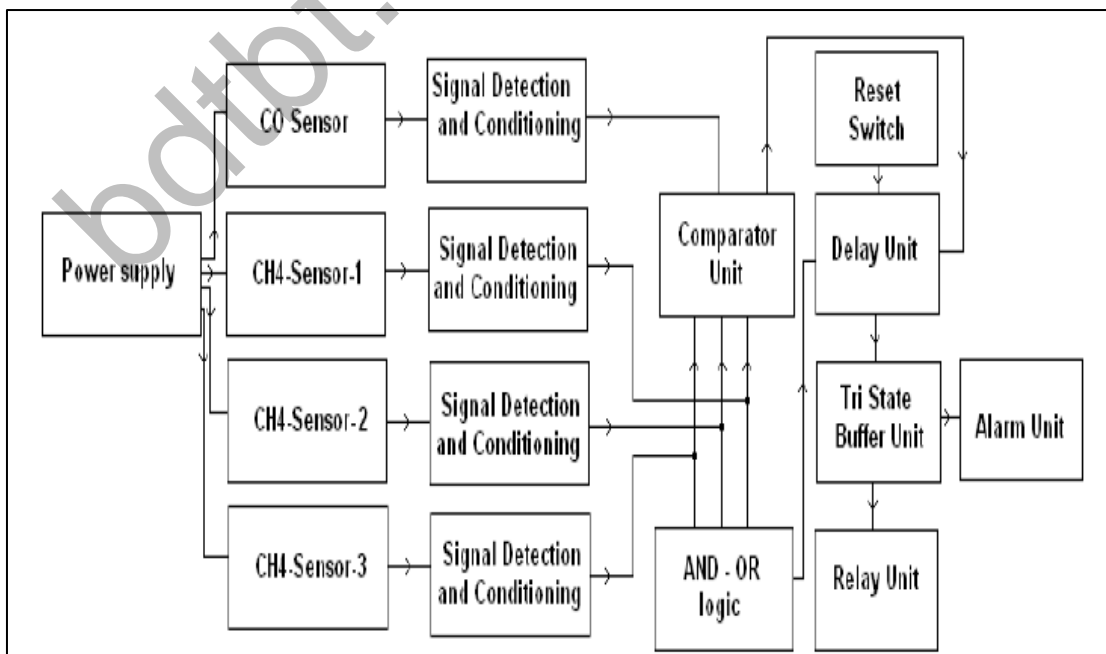


Gambar 2.6 Max Amplitude in Methane(Red), Carbon Dioxide(Green) and Air(Blue)[9]



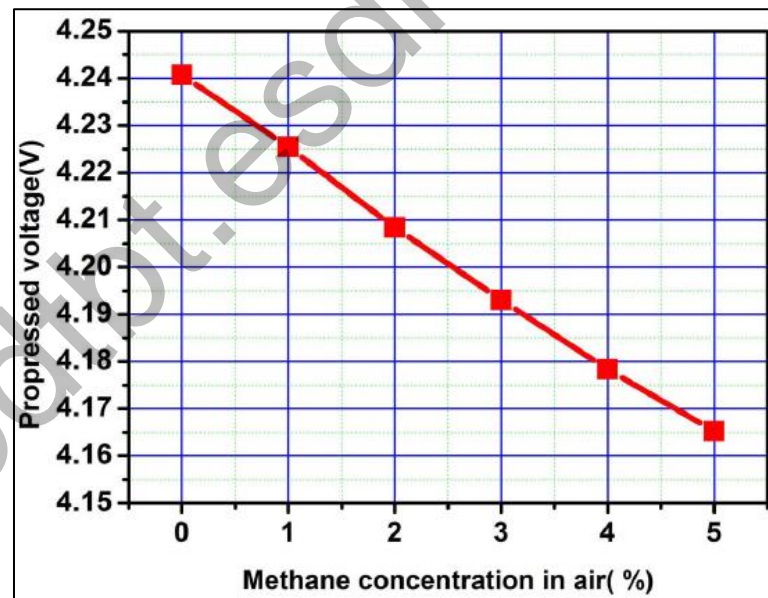
Gambar 2.7 Received signal Area Under Curve in Methane(Red), Carbon Dioxide(Green) and Air(Blue)[9]

9. A. Kumar, H. Kumar, V. N. Pandey, D. K. P. Singh and S. K. Chauly [10] tahun 2012, penelitiannya bertujuan untuk mengusulkan pemeriksaan silang konsentrasi gas dari dua atau lebih sensor. dikhususkan pada bagian perancangan rangkaian sensor yang didedikasikan untuk lingkungan dan kebutuhan keselamatan yang lebih baik dari area penambang dan pertambangan. Teknik, metode atau pendekatan pada penelitiannya yaitu dengan menggunakan penelitian sebelumnya[21][22][23] .Hasil dari penelitiann ini yaitu berupa Sistem yang memiliki respon yang lebih baik daripada sistem yang ada. Sistem dapat dengan mudah dioperasikan oleh pengguna pemula. Karena sistem mendeteksi sinyal tinggi selama 1 menit, ketika sistem shutdown tidak diharuskan untuk meningkatkan konsentrasi. Sistem dapat secara otomatis cut-off peralatan yang terhubung secara eksternal. sistem juga mengingatkan dengan alarm audio visual, pada konsentrasi gas tinggi dan pemadaman listrik dari alarm visual audio dan menginstruksikan operator untuk menghidupkan kipas ventilasi. Sistem ini dapat diprogram untuk menghasilkan sinyal yang terhubung ke kipas ventilasi yang dioperasikan oleh sebuah relay, yang secara otomatis mulai meniup udara segar dari atmosfer tanah. Sistem juga dirancang dengan bantuan tiga sensor CH<sub>4</sub> dan satu sensor CO. fitur sistem dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Block Diagram of GMPCS(Gas Monitoring and Power Cut-off System) for Underground Mines[10]

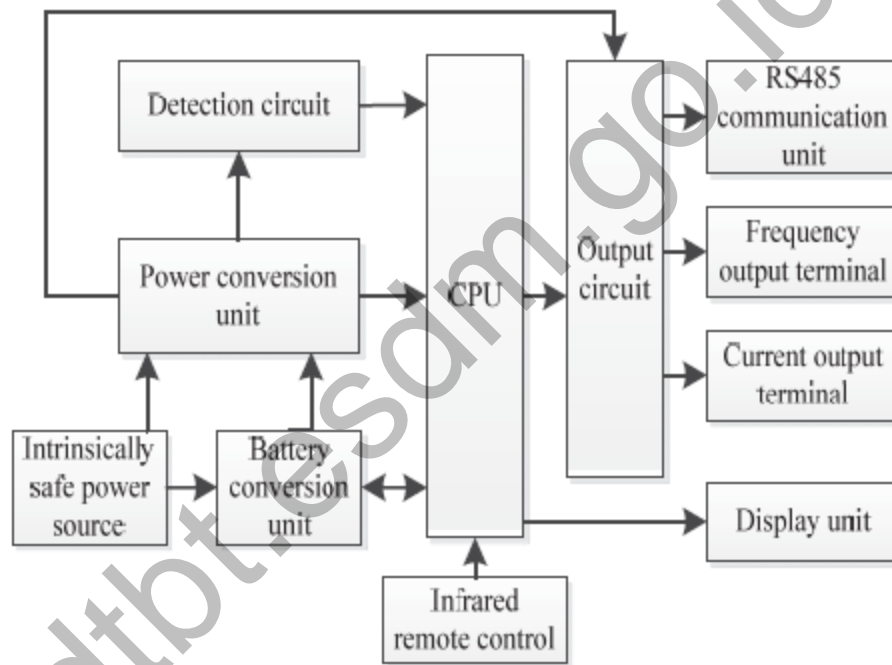
10. H. Ma, W. Wang and X. Liu [12] tahun 2014. Penelitiannya bertujuan untuk mendeteksi metana di bawah LEL (*Lower Explosive Limit*) di tambang batubara. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode konduktivitas termal. Hasil dari penelitian ini pendeteksian metana di bawah LEL dengan sensitivitas besar berdasarkan konduksi panas dicapai dengan menggunakan mikroheater silikon suhu tinggi yang kompatibel dengan CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*) seperti filamen. Mikroheater dibuat dengan teknik micromachining SOI (substrat Silicon-On-Insulator). Silikon monokristalin diadopsi sebagai bahan pemanas mikroheater karena titik lelehnya yang tinggi dan koefisien temperatur yang besar pada suhu tinggi. Mikroheater tipe kantilever yang diusulkan yang bekerja pada suhu tinggi menunjukkan respon yang kuat terhadap metana dengan konsentrasi rendah (paling sedikit 10mV per 1% CH<sub>4</sub>) berkisar antara 0 sampai 5%. Salah satu hasil dari experiment tes respon metana pada gambar 2.9.



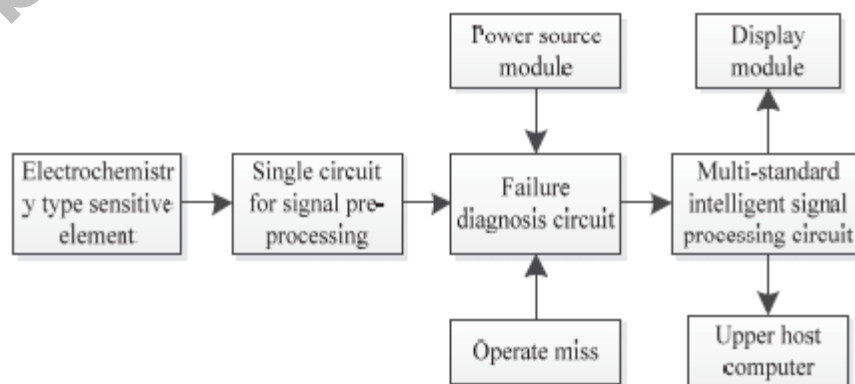
Gambar 2.9 Methane response of the microheater[12]

11. Ma Dong, Liu Dianjun, Gong Guohui and Xu Jian[13] tahun 2015, Tujuan dari penelitiannya yaitu untuk merancang dan mengembangkan Sensor karbon monoksida kalibrasi untuk tambang besi. Metode, teknik atau pendekatan dalam penelitian ini berdasarkan elemen sensitif elektrokimia SMT32, yang dapat mewujudkan fungsi cerdas seperti kalibrasi diri elemen sensitif, identifikasi kekuatan abnormal, diagnosis kegagalan rangkaian sinyal keluaran, dll. Hasil dari penelitian ini yaitu uji industri dilakukan terhadap sensor karbon monoksida kalibrasi diri di tambang besi bawah tanah Gongchangling, dalam proses penggunaan, kisaran kesalahan antara nilai yang

terukur dan nilai sebenarnya sesuai dengan persyaratan aplikasi tambang besi setelah kalibrasi sendiri karbon monoksida sensor. Sensor karbon monoksida kalibrasi sendiri dapat dengan cerdas melakukan self-calibration dan self-diagnosis oleh aplikasi praktis. Struktur utama sensor karbon monoksida dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.10. Model fungsi diagnosis diri pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.11



Gambar 2.10. *Structure and schematic diagram of carbon monoxide sensor*[13]



Gambar 2.11 *Self-diagnosis function model* [13]

12. Lei Pang, Lei Liu, Yong Kang, Pengfei Lv[14] tahun 2015, Penelitiannya bertujuan untuk mempelajari peran yang didukung oleh teknik terowongan dukungan dalam kecelakaan ledakan gas, terutama pengaruh jarak dukungan pada perambatan api.



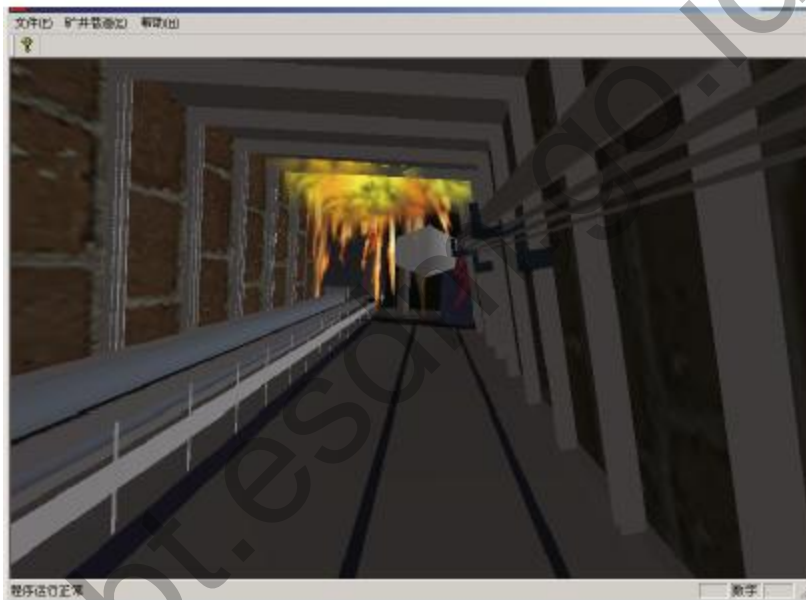
Analisis numerik tentang pengaruh teknik pendukung pada perambatan api dari ledakan gas di pertambangan. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Paket perangkat lunak CFD (*Computational fluid dynamics*) komersial AutoReaGas yang sesuai untuk ledakan gas digunakan untuk melakukan penyelidikan numerik terhadap proses ledakan gas di terowongan batubara lurus dengan teknik pendukung tipikal, terutama bidang ledakan yang tidak stabil dan proses perambatan nyala api di dalamnya. Hasil atau temuan yang ada pada penelitian ini yaitu Dukungan teknik yang disusun oleh multiple bars memberi pengaruh positif pada percepatan nyala api: kecepatan nyala jauh lebih cepat daripada tanpa batang penyangga, dan jarak yang lebih kecil menginduksi kecepatan nyala yang lebih besar di dekat pengapian. Batang penopang juga memberikan pengaruh negatif pada percepatan nyala api: jarak dukungan yang lebih besar mendorong kecepatan nyala yang lebih besar di sebagian wilayah terowongan. Selanjutnya, sudut pandang tradisional bahwa hambatan yang lebih padat menginduksi efek ledakan lebih besar sepihak menurut penelitian ini.

13. L. Kun, Y. Ling-Kai, Z. Mei-Ling and C. Jian[15] tahun 2016, penelitiannya bertujuan untuk Analisis Konsentrasi Gas Batu Bara di di Anhui Lu Ling coalmine. metodologi, teknik atau pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menerapkan model yang dibangun oleh C-Support Vector Classification (SVC) atau Support Vector Machine satu kelas (SVM), Selanjutnya, algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dan Genetic Algorithm (GA) digunakan untuk mengoptimalkan parameter model. Hasil yang di dapat dari penelitian ini yaitu Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode yang diusulkan efektif dan layak untuk mengolah konsentrasi gas. Jumlah data yang digunakan berskala kecil, perbedaan antara data adalah tunggal, oleh karena itu, pada adegan batu bara yang lebih kompleks, mungkin sulit untuk mendapatkan hasil yang ideal. Satu sisi lain, ada banyak data tanpa label tertentu dari sensor, sehingga metode pembelajaran SVM yang diawasi secara tradisional sulit untuk mengatasi masalah ini. Salah satu hasil eksperimen bisa dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 *C-SVC classification results (test classification accuracy, %)[15]*

model	PSO	GA	PCA+PSO	PCA+GA
accuracy	94.50%	94%	99.83%	100%

14. Che, D. & Zhou, H. J.[16] tahun 2017, penelitiannya bertujuan untuk Pemodelan 3D dan simulasi ledakan gas berdasarkan geoscience modeling.. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan adalah Berdasarkan model GTP(Generalized Tri-prism), model 3D strata dan laneway. Hasil dari penelitian ini yaitu metode baru untuk keselamatan di tambang batubara, dan memungkinkan untuk melatih pekerja dengan teknik simulasi 3D. Salah satu Hasil Simulasi Ledakan Gas di tambang Batubara dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12 *The scene of rock caving* [16]

### III. KESIMPULAN

Pekerjaan mendatang (*future work*) dipaparkan oleh para peneliti antara lain yaitu memperluas gagasan untuk menggunakan *Echo State Network*( ESN) secara distributif dalam kumpulan node sensor, menggunakan data dari berbagai domain, serta melakukan prediksi jangka panjang untuk deteksi anomali dengan data yang sama sekali tidak berlabel[1], Pemodelan aplikasi pertambangan dimana kita berinteraksi dengan alam, pada umumnya merupakan tugas yang sangat kompleks sehingga agak sulit untuk bisa mendapatkan satu set lengkap informasi mengenai lingkungan model, tidak hanya karena fakta bahwa *rock massif* terganggu oleh aktivitas pertambangan sedemikian rupa[8]. Evaluasi dan mengukur perubahan pada area di bawah kurva dengan perubahan tingkat konsentrasi gas yang tepat dan efek kelembaban tinggi harus dievaluasi dan diukur [9], pada evaluasi sifat deteksi metana dengan mikroheater suhu tinggi, dapat direncanakan untuk melakukan percobaan terhadap respon dan risiko ledakan metana di atas *Lower Explosive Limit* (LEL)[12]. ada





banyak data tanpa label tertentu dari sensor, untuk memperbaiki kecepatan pemrosesan program dan mencari metode berdasarkan algoritma semi-supervisi sebagai pekerjaan masa mendatang yang perlu dikaji[15].

Dari berbagai penelitian yang ada, keselamatan di area tambang sangat focus di teliti oleh para pakar. Pendekatan ilmu komputer sekarang ini banyak dipelajari untuk membantu dalam proses operasi pertambangan, banyak metode pendekatan yang dilakukan dengan mengacu pada berbagai teori yang di sajikan. Motivasi dari penulisan ini agar permasalahan tentang monitoring deteksi gas dengan pendekatan ilmu komputer sangat berguna sekali bagi keselamatan penambang khususnya di area tambang bawah tanah agar dapat mengurangi kecelakaan tiap tahunnya.

bdtbt.esdm.go.id



## REFERENCES

- [1] O. Obst, X. R. Wang and M. Prokopenko, "Using Echo State Networks for Anomaly Detection in Underground Coal Mines," 2008 International Conference on Information Processing in Sensor Networks (ipsn 2008), St. Louis, MO, 2008, pp. 219-229.
- [2] H. L. Song, Y. Zhang, X. Liu, L. Gu and W. X. Huang, "Empirical research on modern mine of information and digital technology — Building integrated automatic network platform for Beizao mine," 2009 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Beijing, 2009, pp. 642-645.
- [3] Zhu Jianguo, Gao Junyao, Li Kejie, Lin Wei and Bi Shengjun, "Embedded control system design for coal mine detect and rescue robot," 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology, Chengdu, 2010, pp. 64-68.
- [4] Y. Li, S. Mao, H. Xie, H. Xu and M. Li, "Technique of dynamically warning of coalmine gas outburst based on Bayesian network," 2011 19th International Conference on Geoinformatics, Shanghai, 2011, pp. 1-4.
- [5] J. Xu, S. Duan and M. Li, "The research of new type emergency rescue communication system in mine based on Wi-Fi technology," 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks, Xi'an, 2011, pp. 8-11.
- [6] S. Molina, I. Soto and R. Carrasco, "Detection of gases and collapses in underground mines using WSN," 2011 IEEE International Conference on Industrial Technology, Auburn, AL, 2011, pp. 219-225.
- [7] H. Q. Ge, X. P. Ma, X. Z. Wu, H. Q. Ge and J. Zhang, "Fuzzy PID Control of Mine Main Fan Switchover Aiming at Invariant Ventilation," 2011 International Conference on Intelligence Science and Information Engineering, Wuhan, 2011, pp. 325-328.
- [8] P. Staša, P. Fuchsíková, V. Kebo and L. Kubáč, "Modelling potential action for building protection against flow of methane from the underground using the Fluent software," Proceedings of the 13th International Carpathian Control Conference (ICCC), High Tatras, 2012, pp. 677-683.
- [9] A. Singh and M. Radhakrishna, "Gas sensing using acoustic attenuation with improved resolution," 2012 Sixth International Conference on Sensing Technology (ICST), Kolkata, 2012, pp. 543-546.



- [10] A. Kumar, H. Kumar, V. N. Pandey, D. K. P. Singh and S. K. Chaulya, "Gas monitoring and power cut-off system for underground mines," 2012 7th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), Singapore, 2012, pp. 463-466.
- [11] Y. Tian and S. Liang, "Multi-source image fusion technology in the system of coal mine monitoring and control," 2014 10th International Conference on Natural Computation (ICNC), Xiamen, 2014, pp. 573-577.
- [12] H. Ma, W. Wang and X. Liu, "Methane detection with high temperature all-silicon microheater," IEEE SENSORS 2014 Proceedings, Valencia, 2014, pp. 186-189.
- [13] Ma Dong, Liu Dianjun, Gong Guohui and Xu Jian, "Research on self-calibration carbon monoxide sensor for iron mines," 2015 12th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI), Qingdao, 2015, pp. 1426-1432.
- [14] Lei Pang, Lei Liu, Yong Kang, Pengfei Lv, (2015) "Numerical analysis on effect of support engineering on flame propagation from gas explosion accident in mining", Engineering Computations, Vol. 32 Issue: 8, pp.2383-2390
- [15] L. Kun, Y. Ling-Kai, Z. Mei-Ling and C. Jian, "Coalmine Gas Concentration Analysis Based on Support Vector Machine," 2016 3rd International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE), Beijing, 2016, pp. 257-261.
- [16] Che, Defu, and Honghe Zhou. "Three-dimensional geoscience modeling and simulation of gas explosion in coal mine." Journal of Shanghai Jiaotong University (Science) 22, no. 3 (2017): 329-333.
- [17] UNDERGROUND MINE GAS MONITORING, <http://www.unidata.com.au/application-notes/underground-mine-gas-monitoring/> diakses tanggal 17 agustus 2017
- [18] Gilas Amarta Abieyoga, "Gas dan Debu Pada Tambang Bawah Tanah", [https://www.academia.edu/11463372/Gas dan Debu Pada Tambang Bawah Tanah](https://www.academia.edu/11463372/Gas_dan_Debu_Pada_Tambang_Bawah_Tanah) , di akses tanggal 27 agustus 2017
- [19] B. Shen, X. I. Qin and M. c. Fu, "Research of Intelligent Gas Perception Instrument Based on NDIR and RF Communication Technology," 2011 Second International Conference on Digital Manufacturing & Automation, Zhangjiajie, Hunan, 2011, pp. 930-933.
- [20] S. Molina, L. Quezada, I. Soto, "Evaluation of Underground Monitoring Systems Using Multicriteria Decision Methods", II International Congress on Automation in the Mining Industry, 2010.
- [21] D. Eugene Farmer "US patent on Methane Monitoring System".



- [22] Emil Cordos et.al "Methane and Carbon Monoxide Gas Detection system based on semiconductor sensor" IEEE International Conference on Automation Quality and Testing Robotics 2006 ISBN: 1-4244-0360-X
- [23] Chaulya S.K. Bandhopadhyay L.K. Mishra P.K."Wireless Communication for Underground Mines"ISBN 978-0-387-98164-2 Spinger Publication 2010

[bdtbt.esdm.go.id](http://bdtbt.esdm.go.id)