

Monitoring Gas Karbon Monoksida Pada Proses Ore Preparation Dryer PT. Vale Indonesia Tbk.

France Rupang¹, Risma Arungla'bi², Nicolaus Allu³

e-mail: francerupang10@gmail.com¹, ririzcantik@gmail.com²,
nick.allu14@gmail.com³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia
Paulus Makassar

Jl. Perintis Kemerdekaan No.Km.13, Daya, Kec. Tamalanrea, Kota
Makassar, Sulawesi Selatan 90245

Abstrak: Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan beracun, yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna oleh bahan yang mengandung karbon. Proses pembakaran yang tidak sempurna terjadi ketika oksigen yang digunakan dalam proses pembakaran bahan bakar (hidrokarbon) tidak mencukupi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kadar gas CO pada proses pembakaran di *Ore preparation* sehingga dipasang suatu alat instrumentasi yakni alat gas analyzer. Alat gas analyzer dapat memonitor banyaknya kadar gas CO dan kadar oksigen yang terdapat pada saat proses pembakaran. Metode yang digunakan untuk mengukur kadar gas CO menggunakan NIDR, yaitu metode *Non-Dispersive Infrared* yang mengukur kadar gas *sampling* menggunakan radiasi *infrared* yang mengandung panjang gelombang dalam radiasi *infrared* menengah 2,5-25 μm untuk mengukur konsentrasi komponen gas. Gelombang *infrared* yang diterima oleh detector cahaya gas akan meneruskan sinyal ke *amplifier* dan diteruskan ke *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC bertanggung jawab untuk menjalankan instruksi berbasis logika guna memastikan kelancaran pengoperasian proses industri. Proses monitoring dilakukan oleh operator pada area *ore preparation dryer* di ruang pengontrolan (*control room*) dengan melihat tampilan pada layar *Human Machine Interface* (HMI). Hasil monitoring kandungan gas CO diperoleh 12,008 ppm masih dibawah ambang batas normal 25 ppm.

Kata-kata Kunci: *Ore Preparation*, Gas analyzer, Gas CO

TITLE REPRESENTS CONTENTS TEXT, BRIEF, WRITTEN NOT SPECIFIC, AND NOT MORE THAN FOURTEEN WORDS

Abstract: Carbon monoxide (CO) is a colorless, odorless and toxic gas, resulting from the imperfect combustion process of carbon-containing materials. An incomplete combustion process occurs when the oxygen used in the fuel combustion process (hydrocarbons) is insufficient. The purpose of this study is to determine the CO gas level in the combustion process in *Ore preparation* so that an instrumentation device is installed, namely a gas analyzer. The gas analyzer can monitor the amount of CO gas and oxygen levels present during the combustion process. The method used to measure CO gas levels uses NIDR, which is the *Non-Dispersive Infrared* method which measures *sampling* gas levels using *infrared* radiation containing wavelengths in medium *infrared* radiation of 2.5-25 μm to measure the concentration of gas components. The *infrared* waves received by the gas light detector will forward the signal to the *amplifier* and be forwarded to the *Programmable Logic Controller* (PLC). PLCs are responsible for executing logic-based instructions to ensure the smooth operation of industrial processes. The monitoring process is carried out by the operator in the *ore preparation dryer* area in the *control room* by looking at the display on the *Human Machine Interface* (HMI) screen. The results of monitoring the CO gas content

obtained 12.008 ppm are still below the normal threshold of 25 ppm.

Keywords: Ore Preparation, Gas analyzer, Gas CO

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang mendukung proses pengelolaan nikel pada industri smelter adalah alat instrumentasi yang berfungsi mengontrol dan memonitor proses operasi dalam suatu industri, oleh karena itu pada proses pengoperasian smelter/peleburan nikel diperlukan suatu alat yang dapat memonitor kadar gas karbon monoksida (CO) dari hasil proses produksi yang akan dilepas ke atmosfer bumi karena gas-gas berbahaya yang dihasilkan selama proses pembakaran bahan bakar memiliki dampak negatif pada kualitas udara, lingkungan dan kesehatan manusia.

PT. Vale Indonesia Tbk. menggunakan gas analyzer berbasis ABB dengan metode Non-Dispersive Infrared (NDIR) untuk mengukur konsentrasi gas CO secara akurat dan cepat tanpa kontak langsung. Prosesnya melibatkan pengambilan sampel gas melalui probe yang dipanaskan, kemudian didinginkan sebelum diolah dan diukur oleh sensor Uras. Data hasil pengukuran dikirimkan ke *Programmable Logic Controller (PLC)* dan dimonitor melalui *Control Room Operation*.

Penggunaan gas analyzer ini menjadi parameter penting untuk mengatur kadar O₂ dan CO pada gas buang dari proses pembakaran terak dalam pembuatan Nickel *matte*. Pengendalian gas buang tersebut berdampak pada kualitas produk dan optimalisasi proses pembakaran, serta mencegah emisi yang berlebihan. Dalam proses pembakaran yang tak sempurna, gas CO dihasilkan dari penguraian CO₂ pada suhu tinggi. CO merupakan salah satu polutan utama yang terdistribusi di udara. Monitoring dan pengawasan yang efektif pada PT. Vale Indonesia Tbk. sangat diperlukan karena pembakaran batu bara sebagai bahan bakar dalam proses pembakaran di area *Ore Preparation/Dryer* menjadi salah satu sumber gas CO.

Di kabupaten Mamberamo Tengah Proses pengadaan barang/ jasa pemerintah relatif berbeda dengan swasta. Perbedaan yang paling mendasar adalah dalam hal pembiayaannya. Seluruh pengadaan barang/ jasa pemerintah yang dibiayai oleh APBN/ APBD, baik sebagian ataupun keseluruhan, harus mengacu pada Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2021. Menurut Peraturan Presiden tersebut, pengadaan barang/ jasa adalah kegiatan Pengadaan Barang/Jasa

oleh Kementerian/ Lembaga/ Perangkat Daerah yang dibiayai oleh APBN/APBD yang prosesnya sejak identifikasi kebutuhan sampai dengan serah terima hasil pekerjaan. Tujuan pengadaan barang atau jasa adalah untuk memperoleh barang atau jasa yang dibutuhkan instansi pemerintah dalam jumlah yang cukup, dengan kualitas dan harga yang dapat dipertanggungjawabkan, dalam waktu dan tempat tertentu, secara efektif dan efisien, menurut ketentuan dan proses yang berlaku atau dengan kata lain memperoleh barang dengan memenuhi kriteria 6 T, yaitu: tepat kualitas, tepat waktu, tepat harga, tepat prosedur, tepat jenis, dan tepat jumlah. Dalam pengadaan barang/ jasa pemerintah terdapat prinsip-prinsip yang tidak tercakup dalam pengadaan barang/ jasa di sektor swasta yang biasanya hanya menekankan pada sisi efisiensi dan efektifitas. Menurut Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 yang sebagaimana telah diubah beberapa kali dan terakhir Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2021, prinsip-prinsip pengadaan barang/ jasa pemerintah adalah: Efisien, Efektif, Transparan, Terbuka, Bersaing, Adil/ Tidak diskriminatif, dan Akuntabel.

Di Kabupaten Mamberamo Tengah kegiatan Pengadaan barang/ jasa secara konvensional memiliki beberapa kelemahan (LKPP, 2019), yaitu pengadaan barang secara arisan dan adanya kickback selama proses pengadaan, melakukan suap untuk memenangkan pengadaan, proses pengadaan yang tidak transparan, pengelola proyek tidak mengumumkan rencana pengadaan, pemasok memasang harga yang lebih tinggi (mark-up), memenangkan perusahaan kerabat, saudara atau kelompok tertentu, tidak membuka akses bagi peserta dari daerah sekitarnya. Banyaknya modus korupsi yang terjadi pada pengadaan barang/ jasa secara konvensional tersebut, menunjukkan bahwa masih buruknya sistem transparansi dan akuntabilitas pemerintah, serta tidak berjalannya sistem pencegahan yang efektif untuk meminimalisasi terjadinya praktik korupsi Untuk mengatasi berbagai kelemahan yang ada dalam proses pengadaan barang/ jasa secara konvensional, pemerintah telah mengeluarkan sebuah inovasi dalam pengadaan barang/ jasa disektor publik, yaitu e-procurement. Pentingnya e-procurement secara eksplisit dinyatakan oleh pemerintah sejak dikeluarkannya Inpres No. 3 Tahun 2003 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan e-government (Reddick, 2004). Salah satu bentuk penyelenggaraan e-government untuk mencapai good governance adalah pengadaan barang/ jasa pemerintah secara elektronik. Hal tersebut merupakan wujud dari

perubahan yang dilakukan karena banyaknya permasalahan yang terjadi dalam pengadaan barang/ jasa pemerintah secara konvensional. Oleh karena itu, pada Tahun 2010 Presiden Indonesia mengatur secara tegas dalam Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 bahwa pengadaan barang/ jasa pemerintah diwajibkan dilakukan secara elektronik, yaitu pemerintah daerah provinsi, kabupaten/ kota wajib melakukan pengadaan barang/ jasa secara elektronik (e-procurement). E-procurement adalah sistem pengadaan barang/ jasa yang proses pelaksanaannya dilakukan secara elektronik dan berbasis web dengan memanfaatkan fasilitas teknologi komunikasi dan informasi.

TEORI DAN KONSEP

2.1 Jenis Penelitian

Proses pengumpulan data-data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini, menggunakan beberapa metode, yaitu:

Studi Pustaka

Metode yang dilakukan dengan mencari literatur buku perpustakaan, skripsi terdahulu, serta jurnal-jurnal ilmiah yang dapat dijadikan referensi pada tinjauan pustaka sehingga bisa menjadi referensi yang relevan dalam penulisan tugas akhir ini.

Metode Observasi

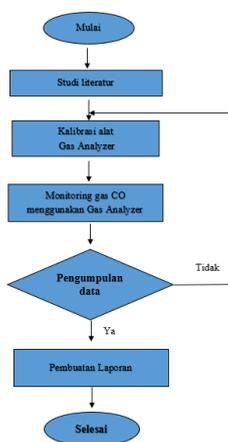
Metode yang akan dilakukan adalah pengambilan data dengan cara monitoring alat gas analyzer dengan melakukan pengamatan secara langsung di tempat penelitian.

Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara berdiskusi dengan operator yang bertugas di ruangan *control room*, *supervisor*, *leader*, dan *senior manager* bagian *operation* sebagai penanggung jawab area tempat melaksanakan penelitian.

Flow Chart Penelitian

Adapun alur *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



TEORI DASAR

3.1 Alat Gas Analyzer

Gas merupakan salah satu dari 4 unsur dasar wujud zat yang tersusun dari atom, molekul elemen atau molekul senyawa yang tersusun dari berbagai macam atom. Gas memiliki volume dan bentuknya dapat berubah-ubah mengikuti wadah yang di tempatinya. Gas tidak dapat dilihat oleh mata manusia dan tidak dapat di pegang.

Gas analyzer dibuat untuk mengukur proporsi dan komposisi gabungan gas. Alat gas analyzer dapat mengukur gas karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), dan karbon monoksida (CO), dapat juga menganalisis spesies gas kimia yang ada dalam sampel. Selain mengidentifikasi spesies, dapat juga memberikan nilai pengukuran kuantitas dalam bentuk numerik atau menampilkannya secara grafis.

Pada perangkat alat gas analyzer terdapat beberapa komponen penting, salah satunya adalah sensor. Sensor merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur kadar gas tertentu sesuai dengan jenis sensornya.



Gambar 1. Alat Gas Analyzer ABB ACX
(Sumber: Manuals and User Guides for ABB ACX)

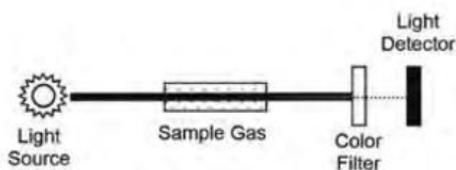
3.2 Karbon Monoksida (CO)

Di kota-kota yang memiliki lalu lintas kendaraan yang padat, akan memiliki kadar CO di udara lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Karbon monoksida (CO) adalah gas tidak berwarna, bersifat racun dan tidak berbau yang dihasilkan oleh hasil pembakaran yang tidak sempurna dari material yang mengandung zat arang atau bahan organik. Ini terjadi baik dalam proses di alam maupun dalam proses pengolahan produk industri. Hasil pembakaran terdiri dari satu atom karbon dan satu atom oksigen yang terhubung melalui dua ikatan koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Jika karbon monoksida (CO) dihirup masuk melalui paru-paru akan diteruskan ke dalam peredaran darah dan menghalangi tubuh untuk mendapatkan oksigen yang dibutuhkan karena kemampuan gas CO untuk berikatan kuat dengan hemoglobin sehingga menghambat transportasi oksigen ke jaringan tubuh. Organ tubuh membutuhkan oksigen sehingga rentan terhadap keracunan karbon monoksida.

3.3 Non-Dispersive Infrared (NDIR)

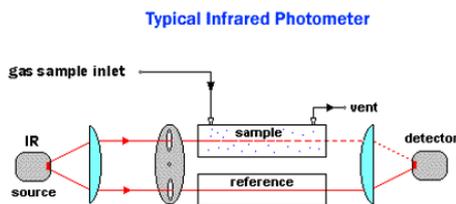
Sebuah metode spektroskopi sensor yang umum digunakan untuk mendeteksi gas adalah *non-dispersive infrared*, yang digambarkan pada Gambar 2. Metode ini dikenal sebagai *non-dispersive* karena melewatkan semua sinar *infrared* melalui tabung sampel tanpa mengubah bentuk awalnya. NDIR juga menggunakan sensor non-kontak yang sensitif terhadap perubahan kecil dalam konsentrasi jenis gas.

Sensor *non-dispersive infrared* terdiri dari tiga bagian utama: sumber *infrared*, tabung sampel, dan pendeteksi *infrared*. Cahaya melalui tabung sampel menuju detektor *infrared*, dan tabung sampel lain berisi gas referensi, yang berisi udara bersih.



Gambar 2. *Non-Dispersive Infrared* (NDIR)
(Sumber: Faraha Pambayun J.P, 2016)

Non-Dispersive Infrared memiliki kelebihan pada desain yang simple. Terdapat tiga komponen utama dari *non-dispersive infrared* sensor yaitu, sumber *infrared*, tabung sampel dan pendeteksi *infrared* yang dalam hal ini adalah *thermopile*. Ilustrasi dari *Non-Dispersive Infrared* dapat dilihat pada gambar 3. Cahaya *infrared* di arahkan melalui tabung sampel dan kemudian menuju detektor *infrared*.



Gambar 3. Ilustrasi Pengukuran Sample
(Sumber: <https://instrumentationtools-com>)

3.4 Proses Burner pada Rotary Dryer PT. Vale Indonesia Tbk.

Pada awal penyalaan burner digunakan *High Speed Diesel* (HSD) yang dipompa dengan tekanan tinggi bersama udara agar terjadi pengabutan dalam *chamber* sehingga saat *timer* mengitung, akan masuk *igniter* sebagai pemantik api. Agar pembakaran didalam *combustion chamber* mencapai panas yang di inginkan (*set-point*), maka operator pada *Control room* mengatur perbandingan udara *fan* (*Primary, tempering, secondary* dan *make up*) dan bahan bakar utama *Marine Fuel Oil*(MFO) /*Fine Coal*). Udara didalam *Rotary dryer* dibuang melalui *Stack dust* yang terlebih dahulu melalui ducting dan difilter pada *Electrostatik Precipitator* ESP kemudian ditarik ID-Fan menuju *Stack dust*.

3.5 Proses Sampling Alat Gas Analyzer ABB

Gas sampling diambil pada *probe* yang terpasang pada *ducting* dan melalui *heater filter* dengan suhu 180 °C berfungsi agar tidak terjadi kondensasi pada *area heater filter* dan jalur gas sampling ke alat gas analyzer. Gas sampling masuk ke unit *SCC-Cooler* dimana pada unit ini gas sampling di dinginkan hingga suhu 3 °C kemudian gas sampling dikirim menuju unit *SCC-Flow*.

Fungsi unit *SCC-Flow* sebagai pengatur *supply* gas yang akan dikirim menuju Sensor Uras untuk gas CO dan Sensor Magnos untuk Oksigen. Sensor Uras dan Magnos Gas Sampling diukur kadar oksigennya dan kadar gas CO menggunakan metode *Non-Dispersif Infrared*, dimana gas sampling menggunakan radiasi *infrared* yang memiliki panjang gelombang dalam radiasi *infrared* menengah 2,5-25 µm untuk mengukur konsentrasi komponen gas.

PLC bertanggung jawab melaksanakan instruksi berbasis logika untuk memastikan kelancaran operasi proses industri. Di sisi lain, *Human Machine Interface* (HMI) berfungsi sebagai antarmuka yang intuitif dan memungkinkan operator untuk memantau dan berinteraksi dengan proses ini secara efektif.

Berikut diperlihatkan pada Tabel 1 sebelum menggunakan alat gas Analyzer ABB dan tabel 2 setelah pemasangan alat gas Analyzer ABB.

Tabel 1. Hasil monitoring sebelum menggunakan gas analyzer ABB

Parameter yang diukur	Hari											
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-4	ke-5	ke-6	ke-7	ke-8	ke-9	ke-10	ke-11	ke-12
Primary Air Fan(Kg/Min)	634	669	632	669	664	674	691	639	686	685	687	634
Tempering Air Fan(Kg/Min)	1869	2268	1678	2203	1791	2203	1829	2099	2157	2128	1775	1868
HSFO(Kg/Hr)	1890	1346	1800	2045	1783	2341	1894	1762	1789	1653	1063	2033
Coal(Kg/Hr)	5710	5580	5580	5610	5480	5410	5580	5440	5490	5410	5100	5410

Tabel 2. Hasil monitoring gas CO setelah menggunakan gas analyzer ABB

Parameter yang diukur	Hari											
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-4	ke-5	ke-6	ke-7	ke-8	ke-9	ke-10	ke-11	ke-12
Primary Air Fan(Kg/Min)	634	669	632	669	664	674	691	639	686	685	687	634
Tempering Air Fan(Kg/Min)	1869	2268	1678	2203	1791	2203	1829	2099	2157	2128	1775	1868
HSFO(Kg/Hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coal(Kg/Hr)	5710	5580	5580	5610	5480	5410	5580	5440	5490	5410	5100	5410
Disigen(%)	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	20	19.2	19.2	19.2	19.2	19.3	19.3
Gas CO(ppm)	5.2	15.1	13.7	15.1	5.2	14.9	15.1	15.1	16.3	8	13.7	6.7

Tabel 1 hasil monitoring sebelum pemasangan alat gas analyzer ABB yang dilakukan selama 12 hari terdapat hanya ada 4 parameter yaitu: *Primary Air Fan*, *Tempering Air Fan*, *HSFO*, *Coal* dan hasil pembakaran gas CO belum dapat diketahui. Suply HSFO dan coal terlihat tidak stabil.

Pada tabel 2 hasil monitorig setelah adanya penggunaan/pemasangan alat gas analyzer ABB dilakukan selama 12 hari maka kadar gas karbon monoksida (CO) dapat diukur.

Pembacaan gas karbon monoksida (CO) pada hari-1 = 5.2 ppm, hari ke-2 = 15.1 ppm, hari ke-3 = 13.7 ppm, hari ke-4 = 15.1 ppm, hari ke-5 = 5.2 ppm, hari ke-6 = 14.9 ppm, hari ke-7 = 15.1 ppm, hari ke-8 = 15.1 ppm, hari ke-9 = 16.3 ppm, hari ke-10 = 8 ppm, hari ke-11 = 13.7 ppm, hari ke-12 = 6.7 ppm.

Supply HSFO dan Coal dapat diatur dalam proses pembakaran.

Pengukuran rata-rata Karbon Monoksida (CO) hasil monitoring selama 12 hari dapat dihitung:

$$\text{Rata-rata} = \frac{5,2+15,1+13,7+15,1+5,2+14,9+15,1+15,1+16,3+8+13,7+6,7}{12}$$

Rata-rata = 12,008 ppm

Setelah membandingkan kadar gas karbon monoksida (CO), hasil monitoring pada tabel 2 di bandingkan dengan perhitungan secara matematis diperoleh diperoleh kadar gas CO (12,008 ppm) pada PT.Vale Indonesia,Tbk masih dibawah ambang batas normal 25 ppm sesuai PER.13/MEN/X/2011

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemasangan alat gas analyzer ABB dapat memonitor kadar CO. Hasil pengukuran dari gas analyzer dilakukan selama 12 hari diarea *Ore preparation dryer* dan diperoleh kadar gas karbon monoksida rata-rata 12,008 ppm. Terlihat bahwa kadar gas karbon monoksida (CO) pada PT. Vale Indonesia Tbk masih berada dibawah nilai ambang batas (NAB) 25 ppm.
2. Hasil monitoring yang diperoleh pada alat gas analyzer digunakan sebagai *interlock*, yang dikontrol dalam *programmable logic controller* (PLC) sehingga potensi ledakan pada *Electrostatic precipitator* (ESP) dapat di hindari.

Diajeng Rohmatus Amalia (2017). Analisis kandungan gas karbon monoksida pada gas analyzer menggunakan metode *non dispersive infrared* (NDIR) di kiln pabrik 4 Tuban PT. Semen Indonesia Tbk. (Persero)

Ervin Kristiana (2011),rancang bangun alat pendeteksi gas buang karbon monoksida (CO) pada kendaraan bermotor.

Lailatul Mufida (2017),tugas akhir tf 145565 rancang bangun sistem monitoring konsentrasi gas karbon monoksida (CO) sebagai emisi gas buang menggunakan sensor gas mq-7 berbasis mikrokontroler stm32f4 discovery

Laila Fitria Andriani (2023), Mengenal Oksigen, Sifat Kimia dan Fisika, Fungsi, danSejarahnya.detikbali,<https://www.detik.com/bali/berita/d-6485817/kalibrasi-adalah-tujuan-jenis-prosedur-dan-contohnya>. *Manuals and User Guides for ABB ACX*, (diakses 2024).

Mira Esculenta Martawati, Hanny Hardiyana (2017), Pembuatan dan analisis pembacaan sensor karbon dioksida pada gas analyzer terhadap variasi bahan bakar berbasis aplikasi android, Jurnal ELTEK Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja

DAFTAR PUSTAKA