

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Intensifitas

Pengertian Intensifitas sama halnya dengan Optimalisasi menurut Poerdwadminta (2014) adalah hasil dari proses yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi intensifitas merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif serta efisien. Intensifitas banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Intensifitas adalah usaha untuk mengintensif atau memaksimalkan suatu kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki. Dari uraian tersebut diketahui bahwa intensifitas hanya dapat terwujud apabila dalam pewujudannya secara efektif dan efisien.

2.2 Gas Detector

Gas detector adalah alat untuk mendeteksi adanya gas pada suatu tempat. *Gas detector* sangatlah penting karena banyak gas kimia beracun yang mungkin menyatu dengan udara dan dapat membahayakan keselamatan manusia. *Gas detector* dapat digunakan untuk mendeteksi sekurang-kurangnya tiga hal yaitu : gas yang mudah menyulut api, gas beracun, dan penipisan oksigen. Contoh gas atau uap di udara yang dapat dideteksi antara lain seperti : *Hidrokarbon*, *Karbon monoksida* (CO), *Karbon dioksida* (CO₂), *Hidrogen sulfida* (H₂S), *Oksigen* (O₂).

Alat gas detektor mempunyai beberapa jenis yaitu *Combustible / flammable gas detector*, *Toxic gas detector*, *Oxygen analyzer*.

a. *Combustible / Flammable Gas Detector* (Pendeteksi Gas Mudah Terbakar)

Merupakan alat yang dapat mendeteksi dan mengukur kandungan gas atau uap suatu zat yang mudah terbakar atau menyala di udara. Hasil pengukuran pada *Eksplometer* dalam persen (%) di bawah LEL (Lower Explosivity Limit). Serta dapat dilihat pada meter dalam bentuk skala presentase yang ditunjukkan mulai 0% sampai dengan 100% LEL.

b. *Toxic Gas Detector* (Pendeteksi Gas Beracun)

Merupakan alat untuk mendeteksi adanya gas yang berbahaya dan beracun di suatu ruangan. Alat ini biasanya digunakan pada saat akan memasuki ruangan tertutup yang terdapat kemungkinan adanya gas beracun yang dapat mengakibatkan keracunan, sesak napas bahkan kematian. Oleh karena itu alat pendeteksi berjenis ini sangatlah penting untuk mendeteksi ruangan tertutup atau ruangan yang berbahaya yang mengancam keselamatan jiwa bagi para *crew* kapal.

c. *Oxygen Analyzer* (Pendeteksi Gas Oksigen)

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen dalam suatu ruangan. Tujuannya adalah untuk melindungi pekerja akibat dari kekurangan oksigen terlebih lagi pada aktivitas dalam ruang tertutup. Pengujian dilakukan pada saat sebelum memasuki ruangan.

2.3 Pendeteksian

Pendeteksian berasal dari kata *Deteksi*, yaitu suatu proses untuk memeriksa atau melakukan pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Deteksi dapat digunakan untuk berbagai masalah, misalnya dalam sistem pendeteksi suatu kejadian, dimana sistem mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan dengan penyebab kejadian yang biasa disebut praduga kejadian. Tujuan dari deteksi adalah memecahkan suatu masalah dengan berbagai cara tergantung metode yang diterapkan sehingga menghasilkan sebuah solusi.

2.4 Gas Beracun

Gas-gas yang bersifat gas beracun adalah gas yang bereaksi dengan darah dan dapat menyebabkan kematian. Sedangkan gas berbahaya adalah gas gas pengotor yang menyebabkan bahaya, baik terhadap kehidupan manusia maupun dapat menyebabkan peledakan. Terdapat beberapa macam gas pengotor dalam udara tambang bawah tanah yang bisa digolongkan menjadi gas beracun dan gas berbahaya. Gas-gas ini berasal baik dari proses-proses yang terjadi dalam tambang maupun berasal dari batuan ataupun bahan galiannya.

2.4.1 Jenis – jenis Gas Beracun

Berikut ini terdapat beberapa jenis-jenis gas beracun, sebagai berikut:

1) Karbondioksida (CO₂)



Gambar 1 Karbondioksida (CO₂)

Sumber : <https://www.karbondioksida.co.id/gas.beracun/>

Gas ini tidak berwarna dan tidak berbau dan tidak mendukung nyala api dan bukan merupakan gas racun. Gas ini lebih berat dari pada udara, karenanya selalu terdapat pada bagian bawah dari suatu jalan udara. Dalam udara normal kandungan CO₂ adalah 0,03%. Sumber dari CO₂ berasal dari hasil pembakaran, hasil peledakan atau dari lapisan batuan dan dari hasil pernapasan manusia. Pada kandungan CO₂ = 0,5% laju pernapasan manusia mulai meningkat, pada kandungan CO₂ = 3% laju pernapasan menjadi dua kali lipat dari keadaan normal, dan pada kandungan CO₂ = 5% laju pernapasan meningkat tiga kali lipat dan pada CO₂ = 10% manusia hanya dapat bertahan beberapa menit. Kombinasi CO₂ dan udara biasa disebut dengan '*blackdamp*'.

2) Karbon Monoksida (CO)



Gambar 2 Karbon Monoksida (CO)

Sumber : <https://www.karbonmonoksida.co.id/gas.beracun/>

Gas karbon monoksida merupakan gas yang semula tidak berwarna, tidak berbau dan tidak ada rasa, dapat terbakar dan sangat beracun. Gas ini banyak dihasilkan pada saat terjadi kebakaran apabila muatan berbahan bakar minyak atau gas yang terbakar sehingga menyebabkan penipisan pada oksigen dan dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi apabila tidak segera ditangani. Gas ini mempunyai afinitas yang tinggi terhadap hemoglobin darah, sehingga sedikit saja kandungan gas CO dalam udara akan segera bersenyawa dengan butir-butir *hemoglobin* (COHb) yang akan meracuni tubuh lewat darah. Afinitas CO terhadap haemoglobin menurut penelitian (*Forbes and Grove, 1954*) mempunyai kekuatan 300 kali lebih besar dari pada oksigen dengan *hemoglobin*. Gas CO dihasilkan dari hasil pembakaran, operasi motor bakar, proses peledakan dan oksidasi lapisan batubara.

Karbon monoksida merupakan gas beracun yang sangat mematikan karena sifatnya yang kumulatif. Misalnya gas CO pada kandungan 0,04% dalam udara apabila terhirup selama satu jam baru memberikan sedikit perasaan tidak enak, namun dalam waktu 2 jam dapat menyebabkan rasa pusing dan setelah 3 jam akan menyebabkan pingsan/ tidak sadarkan diri dan pada waktu lewat 5 jam dapat menyebabkan kematian. Kandungan CO sering juga dinyatakan dalam ppm (part per milion). Sumber CO yang sering menyebabkan kematian adalah gas buangan dari mobil dan kadang-kadang juga gas pemanas air. Gas CO mempunyai berat jenis 0,9672 sehingga selalu terapung dalam udara.

3) Hidrogen Sulfida (H₂S)



Gambar 3 Hidrogen Sulfida (H₂S)

Sumber : ishn.com

Bagi pekerja yang sehari-harinya melakukan aktivitas pengeboran dan produksi minyak, gas, atau panas bumi berpotensi tinggi terkena paparan gas H_2S yang dipicu oleh udara panas sekitar. Bila terhirup, gas H_2S (*Hidrogen Sulfida*) bisa menjadi “*silent killer*” bagi pekerja.

H_2S adalah gas yang sangat beracun dan mematikan, tidak berwarna, dalam konsentrasi rendah berbau seperti telur busuk, dan juga lebih berat daripada berat udara. Oleh karena itu, H_2S sering disebut juga gas telur busuk, gas asam, asam belerang atau uap bau.

4) Sulfur Dioksida (SO_2)



Gambar 4 Sulfur Dioksida (SO_2)

Sumber : <http://ahmadchem./2009/11/dampak-pencemaran-so2.html>

Sulfur dioksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak bisa terbakar. Merupakan gas racun yang terjadi apabila ada senyawa belerang yang terbakar. Lebih berat dari pada udara, dan akan sangat membantu pada mata, hidung dan tenggorokan. Harga ambang batas ditetapkan pada keadaan gas = 2 ppm (*TLV-TWA*) atau pada waktu terdedah yang singkat (*TLV-STEEL*) = 5 ppm.

5) Nitrogen Oksida (NO_x)



Gambar 5 Nitrogen Oksida (NO_x)

Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/gas.beracun/>

Gas nitrogen oksida sebenarnya merupakan gas yang ‘inert’, namun pada keadaan tekanan tertentu dapat teroksidasi dan dapat menghasilkan gas yang sangat beracun. Terbentuknya dalam tambang bawah tanah sebagai hasil peledakan dan gas buang dari motor bakar. NO₂ merupakan gas yang lebih sering terdapat dalam tambang dan merupakan gas racun. Harga ambang batas ditetapkan 5 ppm, baik untuk waktu terdedah singkat maupun untuk waktu 8 jam kerja. Oksida nitrogen yang merupakan gas racun ini akan bersenyawa dengan kandungan air dalam udara membentuk asam nitrat, yang dapat merusak paru-paru apabila terhirup oleh manusia.

6) Methana (CH₄)



Gambar 6 Methana (CH₄)

Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/gas.beracun/>

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH₄. Metana murni tidak berbau, tetapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi.

Sebagai komponen utama gas alam, metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO₂ (karbondioksida) dan dua molekul H₂O (air).

7) Hidrogen (H₂)



Gambar 7 Hidrogen (H₂)

Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/gas.beracun/>

Hidrogen dapat dihasilkan dari sumber yang beraneka ragam. Saat ini sebagian besar hidrogen diproduksi dari bahan bakar fosil, khususnya gas alam. Bahan bakar fosil dapat direformasi untuk melepaskan hidrogen dari molekul hidrokarbonnya. Reformasi gas alam adalah proses produksi yang sudah maju dan matang. Ini akan menjadi lintasan teknologi penting untuk produksi hidrogen dalam jangka pendek. Kasus meledaknya pesawat Hindenburg adalah salah satu contoh terkenal dari pembakaran hidrogen.

Karakteristik lainnya dari api hidrogen adalah nyala api cenderung menghilang dengan cepat di udara, sehingga kerusakan akibat ledakan hidrogen lebih ringan dari ledakan hidrokarbon.

2.4.2 Konsentrasi Kadar Gas

Yang dimaksud Kadar konsentrasi gas adalah kandungan yang terdapat didalam partikel unsur gas atau konsentrasi pada gas yang berarti satuan kuantitas.

1. Hidrokarbon (HC)

Pencemaran udara oleh hidrokarbon (HC) dapat berasal dari HC yang berupa gas apabila HC tersebut termasuk suku rendah, atau dari yang berupa cairan apabila HC termasuk suku sedang, dan dapat pula dari yang berupa padatan apabila HC tersebut termasuk suku tinggi. Apabila HC berupa gas maka akan tercampur bersama bahan pencemar lainnya.

Kalau HC berupa cairan maka HC tersebut akan membentuk kabut minyak (droplet) yang keberadaannya di udara akan sangat mengganggu lingkungan. Sedangkan kalau bahan pencemar HC berupa padatan maka udara akan tampak seperti asap hitam. Seringkali pencemaran udara oleh HC merupakan gabungan dari ketiga macam bentuk HC tersebut (Wardhana, 2004). Adanya hidrokarbon di atmosfer, terutama metana, berasal dari sumber-sumber alami terutama proses-proses biologi, walaupun sejumlah kecil juga dapat berasal dari aktivitas geotermal seperti sumber gas alam dan minyak bumi, api alam, dan sebagainya.

Jumlah terbesar diproduksi selama dekomposisi bahan organik pada permukaan tanah. Konsentrasi hidrokarbon di udara pedesaan kira-kira mencapai 1.0 –1.5 ppm metana, dan kurang dari 1.00 ppm berasal dari sumber-sumber lainnya. Hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia yang terbanyak berasal dari transportasi, sedangkan sumber lainnya misalnya dari pembakaran gas, minyak, arang dan kayu, proses-proses industri, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan ladang, evaporasi pelarut organik, dan sebagainya.

Seperti halnya polutan CO dan NO_x, transportasi merupakan sumber polutan utama buatan manusia yaitu mencakup lebih dari 50% dari jumlah seluruhnya dengan sumber-sumber lainnya dari buatan manusia (Fardiaz, 1995). Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O).

Walaupun resiko perbandingan antara udara dan bensin (AFR=Air-to-Fuel-Ratio) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saai ini yang sudah mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah dapat “bersembunyi” dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot tinggi. Emisi HC dapat ditekan

dengan cara memberikan tambahan panas dan oksigen diluar ruang bakar untuk menuntaskan proses pembakaran.

2. Karbonmonoksida (CO)

Pada proses pembakaran, suhu suatu ruang akan naik secara drastis. Pada proses pembakaran tekanan yang baik adalah dari 40-60 bari dan pada temperatur 2000-2500 oC. Secara kimia proses pembakaran yang terjadi antara bahan bakar yang berupa senyawa karbon dapat dijelaskan sebagai berikut : $2C (s) + O_2 (g) \rightarrow CO_2 (g) + \text{panas}$ Atom karbon (C) yang dioksidasi dengan gas oksigen (O₂) akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) dan panas yang dikeluarkan sebagai hasil pembakaran. Gas karbon dioksida yang dihasilkan merupakan bentuk pembakaran yang sempurna dan gas ini pun tidak beracun sehingga aman bagi lingkungan. Sedangkan apabila pembakaran terjadi pada jumlah udara yang tidak cukup, reaksi yang terjadi adalah : $2C (s) + O_2 (g) \rightarrow 2CO (g) + 247 \text{ kJ}$ dari reaksi antara 2 karbon yang bereaksi dengan gas oksigen pada pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan gas karbon

3. Karbondioksida (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) umumnya tidak dikategorikan sebagai polutan udara karena merupakan komponen yang secara normal berada di udara. CO₂ secara kontinu mengalami sirkulasi ke dalam dan keluar atmosfer di dalam siklus yang menyangkut aktivitas tanaman dan hewan. Dalam siklus karbon, tanaman melalui fotosintesis menggunakan energi sinar untuk mereaksikan CO₂ dari udara dengan air untuk memproduksi karbohidrat dan oksigen. Karbohidrat yang terbentuk disimpan di dalam tanaman, dan oksigen dilepas ke atmosfer. Jika tanaman teroksidasi melalui dekomposisi alami, dibakar, atau dikonsumsi oleh hewan, oksigen diabsorpsi dari udara dan CO₂ akan dilepas kembali ke atmosfer. Proses ini merupakan siklus karbon alami yang menghasilkan CO₂ atmosfer yang konstan jika tidak terganggu oleh aktivitas manusia (Fardiaz, 1995).

Manusia dapat mengganggu siklus karbon melalui beberapa aktivitasnya, misalnya penggundulan tanaman, pembakaran minyak bumi, dan mengubah batu kapur menjadi semen. Penggundulan tanaman menurunkan kemampuan alam untuk menghilangkan CO₂ dari atmosfer, sedangkan pembakaran minyak bumi dan produksi semen dari batu kapur meningkatkan jumlah CO₂ di udara. Pengaruh total dari aktivitas tersebut adalah terjadinya kenaikan CO₂ di atmosfer. Aktivitas yang paling banyak pengaruhnya terhadap kenaikan CO₂ di atmosfer adalah

pembakaran minyak bumi (Fardiaz, 1995). Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Perlu diingat bahwa sumber dari CO₂ ini hanya ruang bakar dan Catalytic Converter. Apabila CO₂ terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran exhaust pipe.

4. Oksigen (O₂)

Oksigen atau zat asam adalah unsur kimia dalam sistem tabel periodic yang mempunyai lambang O dan nomor atom 8. Ia merupakan unsur golongan *kalkogen* dan dapat dengan mudah bereaksi dengan hampir semua unsur lainnya (utamanya menjadi oksida). Pada Temperatur dan tekanan standar, dua atom unsur ini berikatan menjadi dioksigen, yaitu senyawa gas diatomic dengan rumus O₂ yang tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Oksigen merupakan unsur paling melimpah ketiga di alam semesta berdasarkan massa dan unsur paling melimpah di kerak Bumi.

Gas oksigen diatomik mengisi 20,9% volume atmosfer bumi. Semua kelompok molekul struktural yang terdapat pada organisme hidup, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, mengandung oksigen. Demikian pula senyawa anorganik yang terdapat pada cangkang, gigi, dan tulang hewan. Oksigen dalam bentuk O₂ dihasilkan dari air oleh sianobakteri, ganggang, dan tumbuhan selama fotosintesis, dan digunakan pada respirasi sel oleh hampir semua makhluk hidup.

Oksigen beracun bagi organisme anaerob, yang merupakan bentuk kehidupan paling dominan pada masa-masa awal evolusi kehidupan. O₂ kemudian mulai berakumulasi pada atmosfer sekitar 2,5 miliar tahun yang lalu. Terdapat pula alotrop oksigen lainnya, yaitu ozon (O₃). Lapisan ozon pada atmosfer membantu melindungi biosfer dari radiasi ultraviolet, namun pada permukaan bumi ia adalah polutan yang merupakan produk samping dari asbut. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

2.5 Motor Tanker

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi angkutan laut yang merupakan alat untuk mengangkut baik muatan padat, cair dan gas. Seiring dengan perkembangan zaman dimana tingkat pengetahuan manusia semakin tinggi dan tingkat kebutuhan akan barang semakin besar,

maka bentuk dan daya muat kapal semakin canggih dan perkembangannya semakin besar pula. Dewasa ini terdapat berbagai macam jenis dan tipe kapal dengan berbagai macam ukuran. Salah satunya adalah kapal tanker yaitu kapal yang didesain khusus untuk memuat muatan dalam bentuk cairan. Kapal tanker adalah kapal yang dirancang untuk mengangkut minyak atau produk turunannya.

Seperti dijelaskan oleh Annex II Marpol 73/78, apabila kapal mengangkut muatan atau bagian dari muatan minyak secara curah.

Pada intinya, kapal tanker dapat dibedakan dalam 5 (lima) kategori, yaitu :

1. Oil Tanker yaitu kapal tanker untuk pengangkutan minyak mentah.
2. Shuttle Tanker yaitu kapal tanker yang langsung mengangkut minyak mentah dari pengeboran ke kilang minyak.
3. Product Tanker yaitu kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut produk olahan yang berasal dari minyak mentah. Biasanya berupa bensin, solar dan bahan bakar pesawat.
4. Chemical Tanker yaitu kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut muatan-muatan chemical. Kapal tersebut dapat membawa lebih dari satu jenis muatan dan setiap tangki memiliki sistem bongkar dan muat tersendiri.
5. Liquefied Gases yaitu kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut muatan yang berbentuk gas.

Menurut G.S. Marton Fifth Edition (Tanker Operation Fourth Edition , 2007:19) dalam industri pelayaran ada beberapa kategori kapal tanker.

a). Berdasarkan muatan yang diangkut

1. Crude-oil carriers
Adalah kapal tanker yang digunakan untuk angkutan minyak mentah.
2. Black-oil product carriers
Adalah kapal tanker yang mengutamakan mengangkut minyak hitam seperti: MDF (Marine Diesel Fuel-Oil), dan sejenisnya.
3. Light-oil product carriers
Adalah kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut minyak petroleum bersih seperti kerosine, gas-oil, RMS (Reguler Mogas) dan sejenisnya.

b). Berdasarkan ukurannya

1. Handy-size tankers

Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot 5.000-35.000 Ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut minyak jadi (Product oil).

2. Medium-size tankers

Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati antara 35.000-160.000 Ton. Dan umumnya digunakan untuk mengangkut minyak mentah, atau kadang berfungsi sebagai “mother ship” jika digunakan mengangkut minyak jadi.

3. VLCCs (very-large crude carriers)

Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati antara 160.000-300.000 Ton. Umumnya digunakan untuk crude oil saja.

4. ULCCs (ultra-large crude carriers)

Adalah kapal tanker yang mempunyai bobot mati lebih dari atau dengan 300.000 ton. Umumnya digunakan untuk mengangkut crude oil saja.