

BAB IX

TUGAS UMUM

IX.1 Latar Belakang

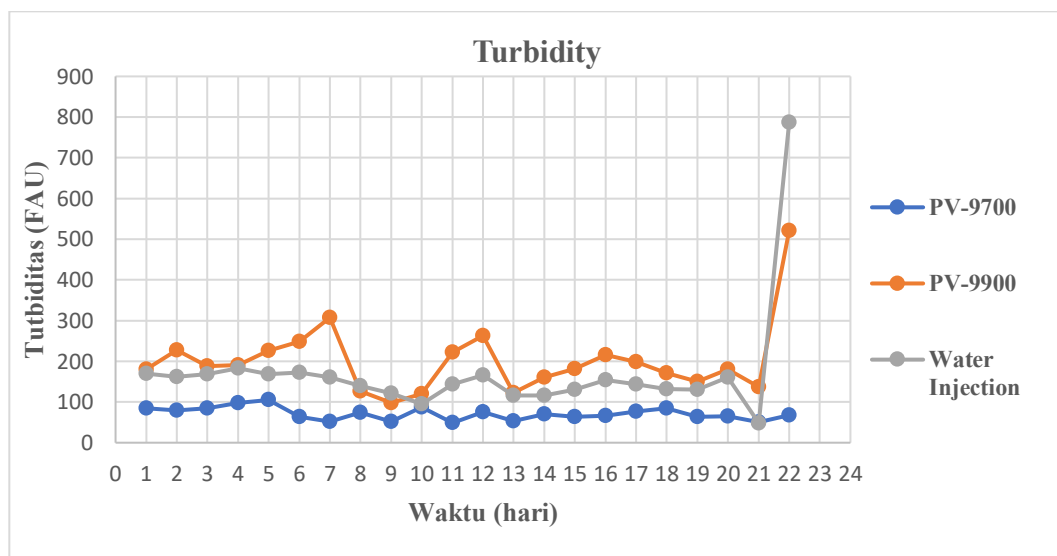
Separator merupakan alat pemisahan fluida produksi menjadi dua atau tiga fase pada Central Processing Area (CPA) digunakan separator horizontal 3 fasa memisahkan air, minyak dan gas yang mana prinsip kerja dari alat ini berdasarkan perbedaan densitas. Air yang berasal dari pemisahan akan diinjeksikan kedalam sumur yang sudah tidak memproduksi minyak (sumur injeksi) Air formasi yaitu air sumur yang dialirkan ke separator dan ikut terproduksi bersama minyak, hal ini menyebabkan air tersebut menjadi keruh. Perlu dilakukan analisa kekeruhan (turbiditas) pada air formasi. Selain itu, perlu ada analisa kandungan minyak dalam air untuk mengetahui berapa banyak minyak yang terikut oleh sampel air dan mengetahui kerja bahan kimia (Demulsifier) yang membantu proses pemisahan air dan minyak sebelum air dibuang atau diinjeksikan kembali ke dalam sumur yang tidak berproduksi (mati). Batasan minyak yang terikut air buangan di Pertamina EP Sukowati adalah 80 ppm atau 80 mg/L. Umumnya air formasi mempunyai kandungan garam yang tinggi, dimana kation dan anion yang terkandung di dalam air formasi ini akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan temperatur, tekanan, pH, dan komposisi pada saat pencampuran. Sehingga hal tersebut dapat menimbulkan terbentuknya kerak (scale). Scale dapat terbentuk disekitar perforasi, peralatan produksi di atas permukaan seperti flowline dan di bawah permukaan seperti di dalam tubing. Sehingga dapat mengakibatkan turunnya laju produksi karena aliran minyak yang terhambat. Untuk mencegah terbentuknya scale perlu dilakukan analisa kalsium sebagai pengukuran untuk mengetahui seberapa besar kandungan kalsium dalam air yang dapat mempengaruhi pembentukan scale pada pipa. Tuban dan Bojonegoro adalah daerah batuan kapur yang mempunyai pengaruh besar untuk terjadi pembentukan scale di dalam pipa.

IX.1.1 Metodologi

Pengambilan data untuk tugas ini secara langsung pada tanggal 1 – 31 Agustus 2024 di hari aktif kegiatan PRAKTEK KERJA LAPANGAN dengan pengujian analisa laboratorium Central Processing Area (CPA) di PT Pertamina EP Asset 4 Field Sukowati. Pada analisa yang dilakukan pada separator (PV-9900, PV-9700, dan W/I) dilakukan pengukuran turbiditas, oil content dan kalsium. Pengukuran turbiditas menggunakan Pengukuran turbiditas menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dengan metode Attenuated Radiation Method, pengukuran kandungan minyak dalam air dengan metode ekstraksi, dan pengukuran kalsium dengan metode titrasi kompleksometri. Peralatan, bahan dan prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut:

IX.1.2 Hasil Dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh selama pada tanggal 1 – 31 Agustus 2024 di hari aktif kegiatan PRAKTEK KERJA LAPANGAN, nilai turbiditas pada PV-9700 antara 48,6 – 105 FAU, sedangkan PV 9900 antara 98 – 521 FAU, dan Water Injection antara 48,3 – 787 FAU.



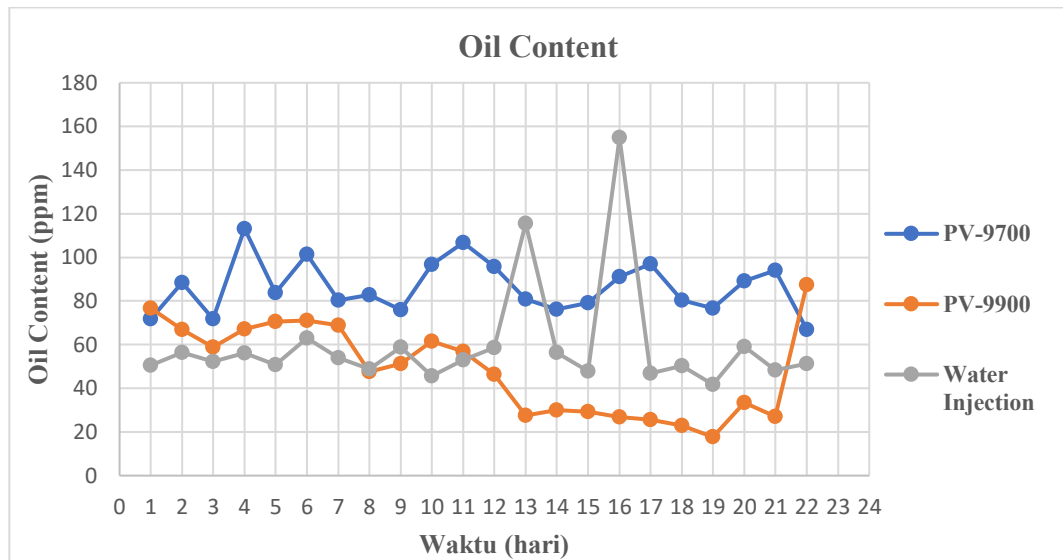
Gambar IX. 1 Grafik Analisa Turbiditas

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa turbiditas air formasi pada tiga titik pengukuran, yaitu PV-9700, PV-9900, dan Water Injection (W/I), memiliki variasi yang signifikan. Nilai turbiditas di PV-9700 yang relatif stabil dan rendah



dibandingkan dua titik lainnya. Sementara itu, PV-9900 menunjukkan fluktuasi lebih besar. Nilai turbiditas yang mengalami lonjakan tertinggi adalah Water Injection (W/I). Nilai turbiditas pada water injection adalah sebagai nilai kekeruhan dari air yang akan dimasukkan ke sumur injeksi. Hal ini menyatakan bahwa nilai turbiditas pada air yang diinjeksikan ke sumur semakin besar dan padatan tersuspensi yang terbawa semakin banyak sehingga, terbentuk kerak yang menyebabkan penyumbatan pada pori-pori reservoir/sumur injeksi. Turbiditas juga dipengaruhi oleh proses pemisahan crude dan air. Semakin mudah dipisahkan hasil turbiditasnya semakin baik. Jika ada proses *acidizing* atau *work over* nilai turbiditas akan menjadi besar hal ini karena banyak partikel yang terlarut oleh proses *acidizing* dan yang dihasilkan dari *work over* yang terbawa ke sistem. Proses *acidizing* dan *work over* juga akan mempengaruhi hasil kerja dari demulsifier sehingga kebutuhan jumlah demulsifier harus diperhatikan. Antisipasi terhadap pembentukan scale pada pipeline adalah pemberian scale inhibitor ke air formasi untuk mencegah pengendapan mineral seperti kalsium karbonat (CaCO_3) dan sulfat yang menghambat pertumbuhan kristal sehingga mineral tetap terlarut dalam air. Inhibitor dapat berupa fosfonat, polimer, dan polifosfat. Kegiatan monitoring yang biasanya dilakukan untuk melihat efektifitas inhibitor adalah pemasangan scale coupon dan corrosion coupon. Lalu pengontrolan pH berkala pada air formasi, pada pH yang lebih rendah umumnya kalsium karbonat akan menjadi lebih mudah larut sehingga mengurangi kemungkinan pengendapan maka diperlukan penambahan asam pada air formasi di waktu tertentu. Jika scale yang terbentuk sudah cukup parah hingga mengganggu proses produksi baru dilakukan Acidizing pada pipeline yang tertutup

Dari data yang diperoleh selama pada tanggal 1 – 31 Agustus 2024 di hari aktif kegiatan PRAKTEK KERJA LAPANGAN, nilai turbiditas pada PV-9700 antara 67 – 113,2 ppm, sedangkan PV 9900 antara 17,7 – 87,5 ppm, dan Water Injection antara 41,73 – 154 ppm.



Gambar IX. 2 Grafik Analisa Oil Content

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan oil content pada air formasi, pada tiga titik pengukuran, yaitu PV-9700, PV-9900, dan Water Injection (W/I), memiliki variasi yang berbeda beda. Oil content atau minyak dalam air adalah untuk mengukur kandungan minyak yang terbawa oleh air dalam proses pemisahan di separator, analisa ini untuk mengetahui kinerja setting separator kondisi level air dan minyak yang ada dan untuk evaluasi kemampuan kerja dari demulsifier sebagai pemecah emulsi serta menurunkan stabilitas emulsi. Pada nilai oil content di PV-9700 menunjukkan fluktuasi kandungan minyak yang signifikan masih cukup tinggi. Hal ini terlihat dari masih banyak tingginya nilai ppm oil di PV-9700 yang seharusnya < 80 ppm. Sedangkan kandungan PV-9900 relatif lebih stabil, fluktuasi yang terjadi lebih kecil dan konsisten, menunjukkan pengendalian yang lebih baik terhadap kandungan minyak pada separator. Nilai oil content Water Injection (W/I) terlihat ada beberapa lonjakan signifikan, terutama pada sekitar hari ke-16 dan ke-17 lalu hari berikutnya kembali stabil. Beberapa faktor tersebut mungkin disebabkan oleh bahan kimia emulsi yang kurang efektif atau dosis injeksi bahan kimia demulsifier yang tidak tepat jika kurang atay lebih dapat membuat dapat membuat pemisahan kurang baik maka akibatnya kandngan minyak masih banyak terdapat dalam air formasi. Selain itu pengaturan level interface separator yang tidak tepat . Kemudian dapat pula

dipengaruhi oleh waktu pemisahan didalam separator. Lama tidaknya liquid didalam separator dipengaruhi oleh jumlah liquid yang dimasukan dalam separator.

IX.2 Latar Belakang

Oxidizer merupakan alat yang penting dan berfungsi sebagai agen pengoksidasi dalam berbagai proses kimia. Dimana alat ini memiliki kemampuan untuk mengoksidasi zat lain dengan cara menerima elektron dari zat tersebut. Alat ini berperan penting dalam proses di CPA karena alat ini beroperasi pada sistem SRU yang memiliki peran banyak dalam proses lainnya di CPA. Alat ini bekerja untuk meregenerasi katalis Fe yang digunakan untuk absorpsi sour gas yang dijadikan sweet gas. Pada alat ini juga dimasukkan beberapa senyawa kimia untuk membantu regenerasi dari katalis Fe dan mengatur endapan sulfur dari proses absorpsi yang terbawa oleh katalis untuk dilakukan penyaringan di filter press. Senyawa kimia yang dimasukkan diantaranya yaitu surfaktan yang berfungsi untuk menjaga sulfur agar tidak mengapung, solutions agen sebagai bahan aktif menjaga kestabilan katalis, KOH untuk menjaga pH solutions, biokfat untuk menjaga pertumbuhan bakteri dan Fe sebagai katalis. Pada alat ini terdapat beberapa analisa untuk mengetahui apakah hasil dari absorpsi sudah efisien atau perlu tindakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

IX.2.1 Metodologi

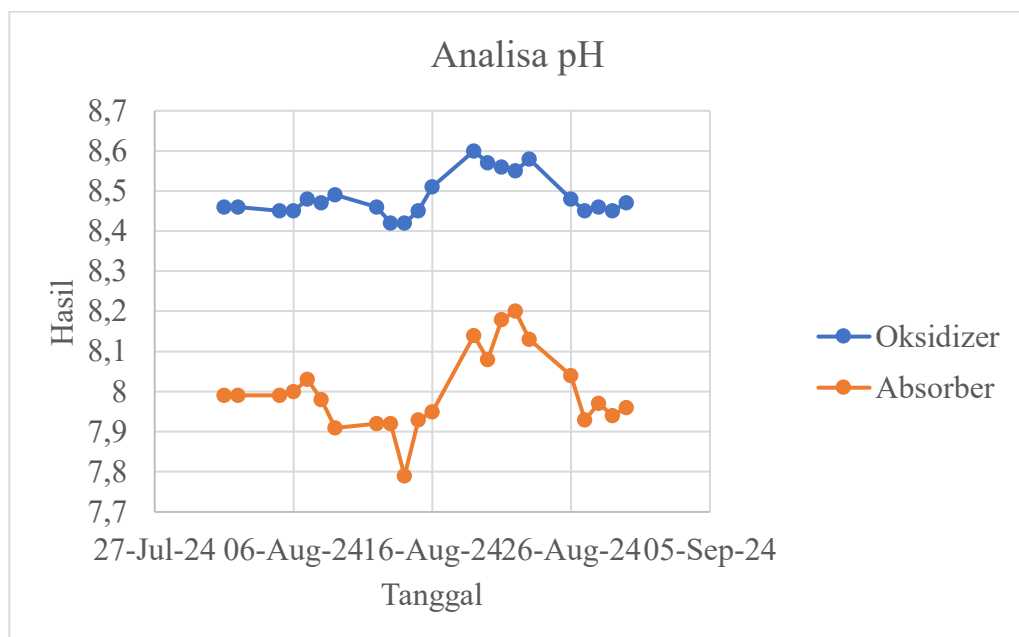
Pengambilan data untuk tugas ini secara langsung pada 27 Juli – 27 September 2024 dengan pengujian analisa laboratorium Central Prosesing Area (CPA) di PT Pertamina EP Asset 4 Field Sukowati. Pada analisa yang dilakukan pada Oxidizer dilakukan pengukuran LO-CAT untuk pH ,Potensial Redoks ,Specific Grafity, Alkalinitas, Tiosulfat, Kadar Besi, Kadar Sulfat, dan Kandungan Sulfur .

IX.2.2 Hasil Dan Pembahasan

a. Analisa pH LO-CAT

Analisa pH dilakukan untuk mengetahui kemampuan untuk menyerap gas selama proses absorpsi. Analisa ini dilakukan tiap hari

sebanyak 7 kali dengan waktu yang berbeda, yaitu jam 02.00, 05.00, 08.00, 11.00, 14.00, 17.00, 20.00 WIB. Analisa ini menggunakan alat pH meter dimana alat ini dikalibrasi dahulu sebelum digunakan dengan buffer pH 04.00, 07.00 dan buffer pH 10.00. Kalibrasi ini bertujuan untuk menjaga standar dari suatu alat agar bekerja dengan baik. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan pH meter kedalam sampel yang sebelumnya diambil dengan beakerglass dan telah didinginkan sampai suhu ruang ($23-25^{\circ}\text{C}$). Dari data pengukuran pH yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka dapat diperoleh grafik dibawah ini.



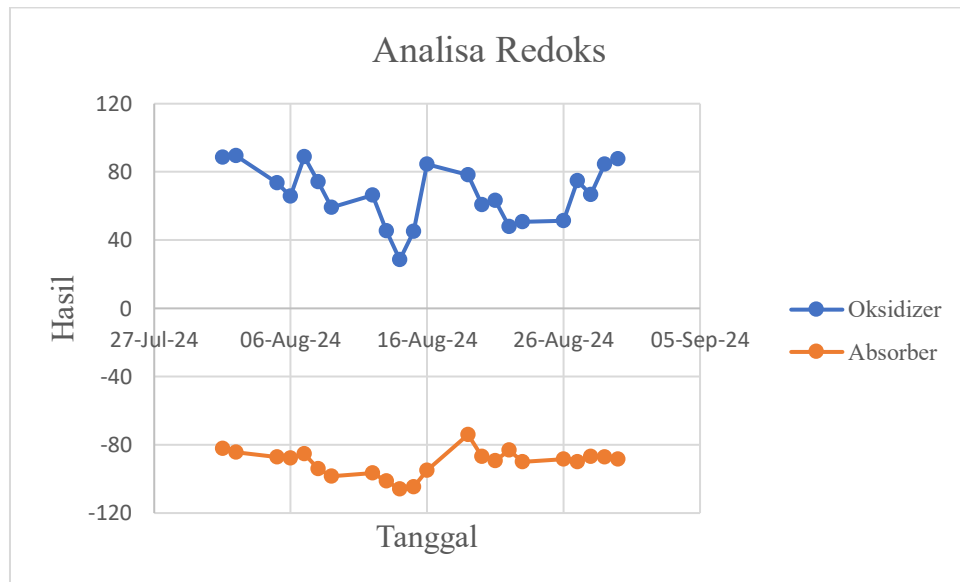
Gambar IX. 3 Grafik Analisa pH

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa pH tertinggi terjadi di oksidizer. Hal ini terjadi karena terdapat bowler udara dan penambahan senyawa kimia KOH pada chamber 3 yang dapat menurunkan pH dari solution selain itu juga untuk meregenerasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dan untuk meningkatkan efektivitas penyerapan gas dalam proses absorpsi. Pada absorber pH solution menurun dikarenakan terjadi reaksi antara CO_2 dan H_2O menghasilkan ion bikarbonat (HCO_3^-) yang berionisasi menjadi H^+ dan CO_3^{2-} . Dimana H^+ ini akan

menurunkan pH solution dalam absorber sehingga untuk penyerapan pada H_2O menjadi kurang bagus. Berdasarkan grafik juga dapat diketahui range pH absorber selama bulan Agustus 2024 berkisaran antara 7,79 hingga 8,20. Sedangkan pada pH oksidizer berkisaran antara 8,42 hingga 8,60. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penurunan pH diantaranya yaitu sedikitnya udara yang masuk dari blower, terlalu banyak kandungan gas H_2S , dan kurangnya injeksi KOH. Untuk memperkecil terjadi penurunan pH dapat dilakukan dengan memperhatikan maintenance untuk alat blower dan injeksi KOH.

b. Penentuan potensial redoks LO-CAT

Penentuan potensial redoks bertujuan untuk mengetahui aktivitas larutan yang berhubungan dengan oksidasi Fe di dalam larutan. Pada penentuan potensial redoks menggunakan alat ORP meter WTW. Alat ini merupakan elektroda yang berisikan larutan KCL. Sebelum dilakukan pengujian alat ini harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang akurat dan baik. Kalibrasi ini menggunakan RH-28 (standart redoks 220mV) dimana larutan ini berwarna kuning jernih yang mengandung bahan aktif Pt-Ag/AgCl. Setelah dikalibrasi alat dapat digunakan untuk mengukur dengan dimasukkan ke dalam sampel yang telah didinginkan sampai suhu ruang ($23-25^{\circ}C$). Setelah diperoleh hasilnya lalu dicatat dan penentuan potensial redoks dilakukan sebanyak 7 kali dengan waktu yang sama dengan analisa pH. Dari data penentuan potensial redoks yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.



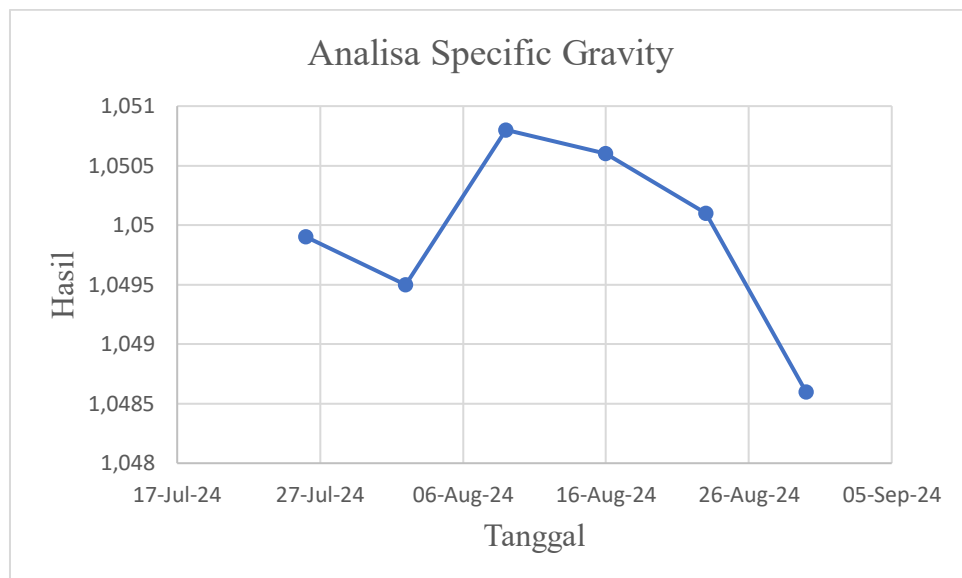
Gambar IX. 4 Analisa Redoks

Berdasarkan grafik diatas menunjukan bahwa nilai redoks di oksidizer lebih tinggi dibandingkan dengan di absorber. Dimana nilai dari redoks oksidizer berkisaran 28,50 hingga 89,50 sedangkan pada absorber berkisaran pada -74,00 mV hingga -106,00 mV. Hal ini dikarenakan pada oksidizer terjadi regenerasi Fe yang menyebabkan nilai dari redoksnya menjadi lebih tinggi sedangkan pada absorber nilai redoksnya lebih kecil dikarenakan saat masuk kedalam absorber larutan Fe akan bereaksi dengan gas H_2O sehingga menyebabkan penurunan nilai redoks yang cukup tinggi selain itu terdapat juga beberapa faktor yang mempengaruhi seperti terdapat impurities yang masuk dari coalescing seperti kalsium atau magnesium, terdapat reaksi balik yang berupa aliran balik degass, dan electron pada Fe belum beregenerasi dengan baik.

c. Penentuan spesifik gravity larutan LO-CAT

Penentuan spesifik gravity (SG) bertujuan untuk mengetahui jumlah garam terlarut yang terdapat pada larutan. Untuk menentukan nilai SG dari suatu larutan diperoleh dari sampel degass. Dimana sampel didinginkan sampai suhu ruang ($23-25^{\circ}C$) kemudian disaring dengan kertas saring 0,45 mikron menggunakan corong dan erlemeyer, penyaringan ini dilakukan untuk memisahkan padatan sulfur yang terkandung dalam sampel dan

diperoleh filtrat yang tanpa ada sulfur. Pengukuran SG dilakukan dengan menimbang piknometer kosong lalu filtrat yang bebas sulfur dimasukkan ke piknometer dan timbang, setelah diperoleh berat piknometer isi lalu dikurangi dengan berat piknometer kosong dan dibagi dengan volume piknometer. Penentuan SG ini dilakukan 1 minggu sekali pada hari jumat. Dari data penentuan spesifik gravity yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.

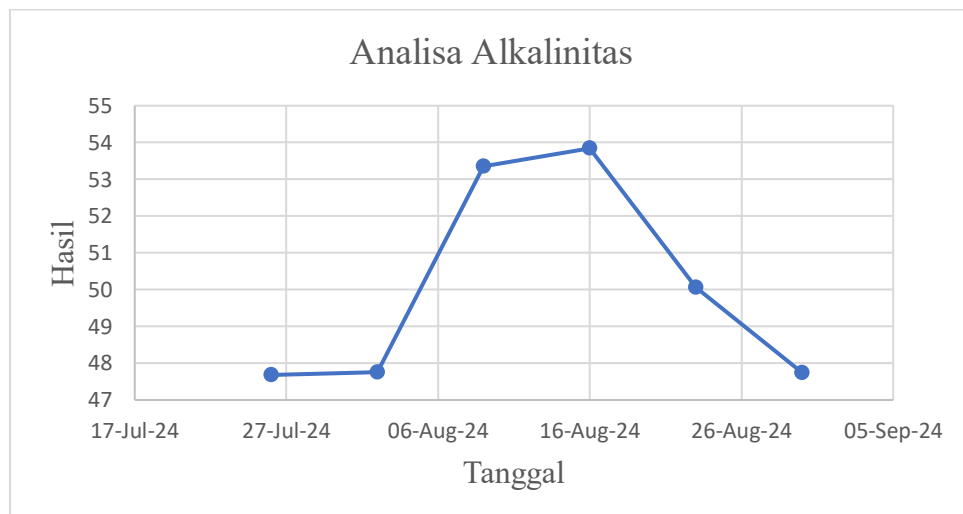


Gambar IX. 5 Analisa Specific Gravity

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai SG dari larutan berkisaran antara 1,0486 hingga 1,0508. Dimana hasil ini masih menunjukkan bahwa kandungan garam yang terkandung dalam larutan masih bisa digolongkan dalam batas normal karena untuk batas maksimumnya yaitu 1,2000 . SG memiliki pengaruh yang cukup kuat dimana dapat mempengaruhi kemampuan cairan SRU dalam proses absorpsi H_2O . Dimana hal ini menandakan semakin kecil nilai SG maka semakin baik dan apabila nilai SG terlalu tinggi maka dilakukan pengenceran cairan sru dengan air RO untuk menurunkan nilai SG. Kenaikan nilai SG dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu terlalu banyaknya jumlah garam sehingga membuat penyerapan H_2O kurang maksimal. Penentuan alkalinitas di larutan LO-CAT

d. Penentuan alkalinitas di larutan LO-CAT

Penentuan alkalinitas pada larutan locat dilakukan dengan cara titrasi, dimana uji ini dilakukan 1 minggu sekali pada hari jumat. Uji ini dilakukan pada sampel degass yang telah didinginkan sampai suhu ruang ($23-25^{\circ}\text{C}$) lalu disaring dengan kertas saring 0.45 mikron menggunakan corong dan erlenmeyer kemudian diperoleh filtrat yang bebas sulfur. Kemudian ambil filtrat sebanyak 2 ml dengan pipet dan masukkan ke beaker glass 150 ml kemudian di titrasi dengan H_2SO_4 0,1N sampai pH larutan menjadi 4,2. Dari data penentuan alkalinitas yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.



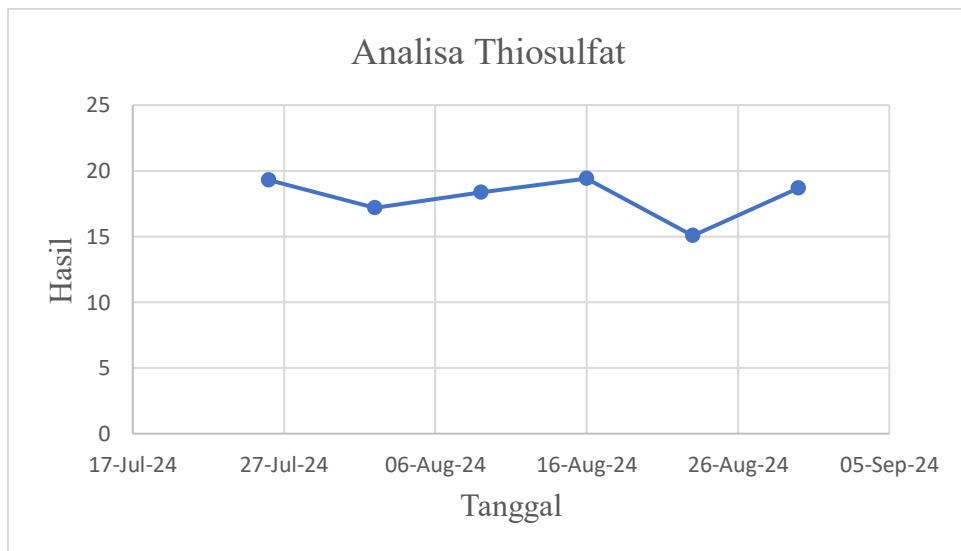
Gambar IX. 6 Analisa Alkalinitas

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai dari alkalinitas yang ada di oxidizer yaitu berkisaran 47,68 g/Kg hingga 53,84 g/Kg dimana hal ini masih dalam batas normal karena untuk batas maksimumnya yaitu sebesar 60 g/Kg. Alkalinitas berperan untuk menjaga kestabilan pH pada solution untuk proses absorpsi. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi naiknya nilai alkalinitas yaitu

e. Penentuan thiosulfat di larutan LO-CAT

Penentuan thiosulfat pada larutan digunakan untuk mengetahui jumlah thiosulfat yang terkandung dalam solution di oxidizer. Thiosulfat terdapat karena hasil dari reaksi ion hs^- dengan oksigen yang membentuk

thiosulfat. Thiosulfat berperan untuk menjaga kestabilan chelating agent pada solution. Pengujian ini dilakukan 1 minggu sekali pada hari jumat, dengan menggunakan sampel degass yang telah didinginkan sampai suhu ruang (23-25°C) lalu disaring dengan kertas saring menggunakan corong dan erlenmeyer. Filtrat yang diperoleh dari penyaringan lalu diambil 1 ml dengan pipet dan dimasukkan ke erlenmeyer 250 ml. Setelah itu ditambahkan buffer acetat pH 4,2 sebanyak 10 ml dan ditambah dengan 50 ml sodium bikarbonat 2 gr/L lalu ditambahkan 1 sendok strach indikator untuk memperjelas titik akhir titrasi. Setelah itu dititrasi dengan iodine 0,1 N sampai berubah warna menjadi biru. Dari data penentuan thiosulfat yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.

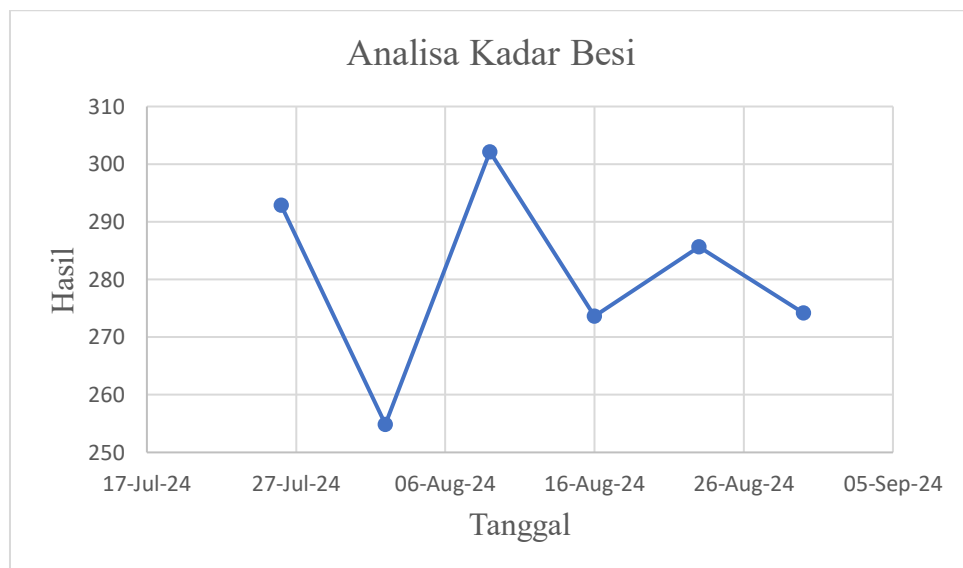


Gambar IX. 7 Analisa Thiosulfat

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa nilai thiosulfat yang terkandung dalam solution masih bisa digolongkan normal dengan nilai berkisaran 15,06 hingga 19,41 g/Kg dimana hal ini jauh dari batas normal dimana standar untuk kadar thiosulfat yaitu 60 sampai 80 g/Kg. Namun nilai thiosulfat bisa turun karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi seperti kurangnya jumlah oksigen yang disuplai sehingga kurang bereaksi dengan ion HS^- .

f. Penentuan kadar besi di larutan LO-CAT

Penentuan kadar besi di dalam larutan digunakan untuk mengetahui kecukupan besi dalam solution sebagai katalis dalam proses absorpsi. Kandungan besi sangat berperan penting dalam solution karena kandungan besi ini yang akan menangkap dan mengubah H_2S menjadi padatan sulfur dengan cara memindahkan electron (reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}). Pada analisa ini menggunakan alat spektrofotometri uv-Vis untuk mengetahui kadar besi yang terkandung. Untuk menganalisa kadar besi sampel yang digunakan dan waktu analisa sama dengan penentuan SG, alkalinitas dan thiosulfat. Sampel diambil 1 ml lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan. Dilakukan pengenceran untuk menurunkan konsentrasi dari besi agar saat pengukuran dengan spektrofotometri uv-Vis dapat dibaca. Setelah pengenceran lalu dituangkan ke dalam 2 sampel cell 10 ml. Sampel cell 1 ditambahkan ferro ver ion reagent yang berfungsi untuk reagen yang membuat kandungan besi pada solution lebih terlihat jelas dan dapat dibaca, setelah itu tunggu selama 3 menit. Sedangkan untuk sampel cell 2 digunakan untuk blanko atau pembanding. Dari data penentuan kadar besi yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.

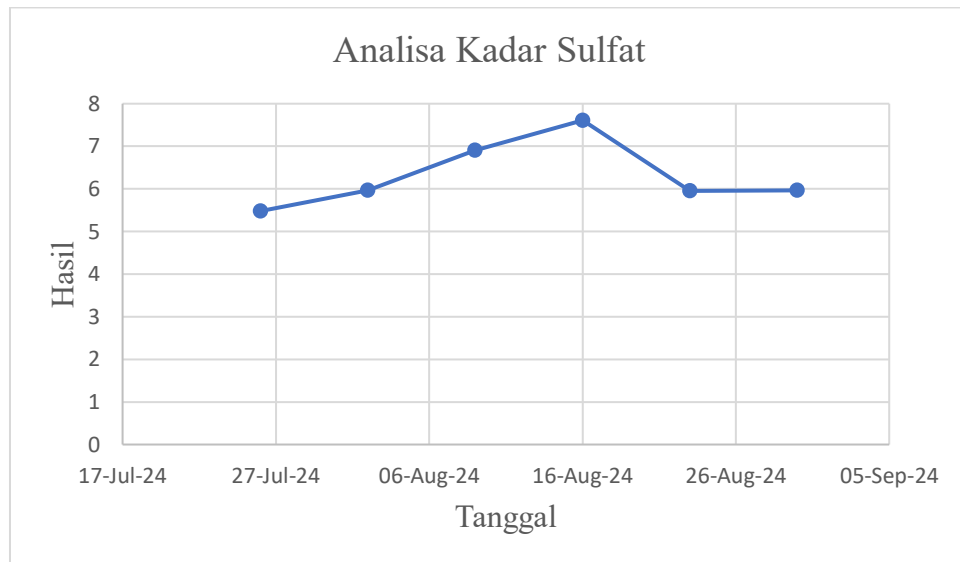


Gambar IX. 8 Analisa Kadar Besi

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kadar besi yang terkandung dalam solution masih tergolong normal dengan kisaran 254,88 ppm/Kg hingga 302,15 ppm/Kg. Hal ini dikarenakan pada teori katalis besi dapat bekerja dengan baik apabila jumlahnya berkisaran 550 ppm/Kg. Dengan data diatas maka dapat disimpulkan bahwa kandungan besi yang ada di solution masih dapat berkerja dengan baik untuk mengikat H_2S sehingga diperoleh sweet gas yang lebih baik dengan kadar H_2S yang rendah. Namun kadar besi dalam solution bisa saja berubah, dimana hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kurangnya injeksi larutan besi, pompa yang mengalirkan larutan besi terlalu rendah, dan kurangnya penyucian pada area filter.

g. Penentuan kadar sulfat di larutan LO-CAT

Penentuan kadar sulfat pada solution digunakan untuk mengetahui kesetimbangan antara thiosulfat dan sulfat. Dimana pada analisa ini menggunakan alat spektrofotometri uv-Vis untuk mengetahui kadar sulfat. Untuk sampel yang digunakan sama seperti penentuan kadar besi dimana sampel akan diencerkan di labu ukur 250 ml untuk mengencerkan supaya konsentrasi tidak terlalu pekat dan dapat dibaca oleh spektrofotometri uv-Vis saat dilakukan analisa. Setelah itu masukkan sampek ke dalam sampel cell 25 ml dimana sampel cell 1 ditambahkan dengan sulfa Ver 4 sulfate reagent powder pillows dan ditunggu selama 5 menit. Penambahan reagen ini bertujuan untuk meningkatkan kadar sulfat dalam solution sehingga mempermudah untuk pembacaan saat dianalisa. Sedangkan untuk sampel cell 2 digunakan sebagai blanko atau pembanding. Dari data penentuan kadar sulfat yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.



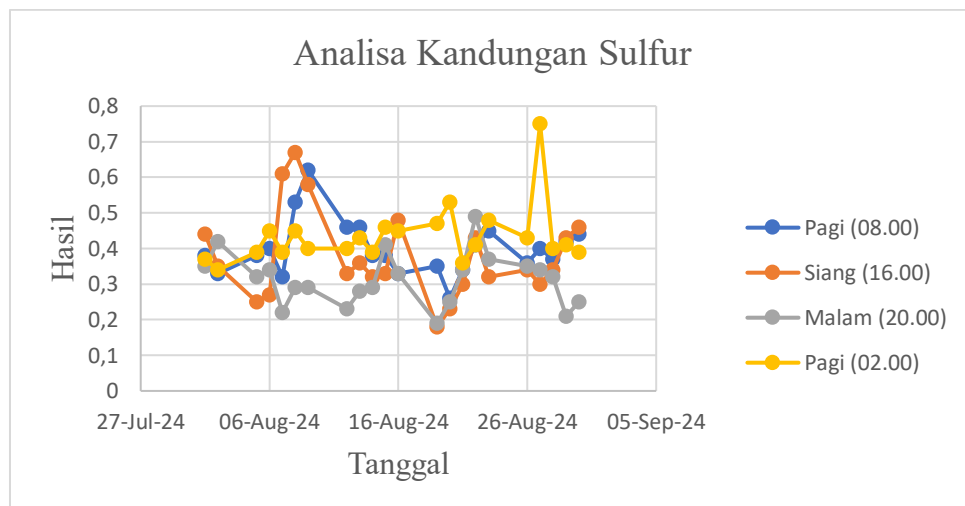
Gambar IX. 9 Analisa Kadar Sulfat

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kadar sulfat yang terdapat dalam solution oxidizer selama bulan Agustus yaitu berkisaran 5,48 g/Kg hingga 7,61 g/Kg. Nilai ini masih berada dibawah maksimum karena berdasarkan teori nilai maksimum untuk kadar sulfat yang terkandung yaitu sebesar 55 g/Kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar sulfat dalam solution masih normal. Namun kadar sulfat dapat naik karena beberapa faktor diantara yaitu karena adanya garam-garam yang mengakibatkan sebagian garam tersebut menjadi sulfat.

h. Penentuan kandungan sulfur di larutan LO-CAT

Penentuan kandungan sulfur pada larutan bertujuan untuk mengetahui jumlah produksi sulfur yang dihasilkan dari proses absorpsi. Kadar H_2S yang diperoleh dari seumurannya yang cukup tinggi sehingga diperlukan pengontrolan produksi sulfur tiap harinya. Kandungan sulfur yang ada di SRU dapat ditentukan dengan cara menyaring cairan atau sampel yang diambil dari degass dan reaction chamber dengan beaker glass 100 ml. Dimana analisa ini dilakukan tiap hari dengan 4 kali analisa pada waktu yang berbeda-beda yakni pada jam 02.00, 08.00, 14.00 dan 20.00 WIB. sampel yang diperoleh akan didinginkan sampai suhu ruang ($23\text{--}25^\circ\text{C}$) lalu ditimbang berat sampel dan timbangan kertas saring. Setelah itu

dilakukan penyaringan dengan vakum filter menggunakan kertas saring 0.45 mikron. Setelah sulfur yang ada di sampel telah disaring maka kertas saring dan beaker glass akan dikeringkan di oven hingga sulfur yang diperoleh menjadi kering, setelah diperoleh sulfur kering maka ditimbang untuk menghitung berat sulfur bersih. Dari data penentuan kandungan sulfur yang diperoleh selama tanggal 1-30 Agustus 2024 maka diperoleh grafik dibawah ini.



Gambar IX. 10 Analisa Kandungan Sulfur

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jumlah produksi sulfur selama bulan Agustus 2024 yaitu antara 0,26 g/Kg hingga 0,46 g/Kg pada jam 08.00 WIB, pada jam 14.00 WIB berkisara 0,18 g/Kg hingga 0,67 g/Kg, pada jam 20.00 berkisara 0,19 g/Kg hingga 0,42 g/Kg dan pada jam 02.00 berkisara 0,34 g/Kg hingga 0,75 g/Kg. Menurut teori kandungan sulfur tidak boleh melebihi 6 g/Kg, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sulfur yang diproduksi selama bulan Agustus masih jauh dibatas maksimum. Hal ini bisa disebabkan karena jumlah gas H_2S yang terlalu banyak sehingga proses absorpsi kurang maksimal ataupun karena kurangnya maintenance dari alat yang digunakan.

IX.3 Tugas Khusus

A. Tugas Konversi Mata Kuliah Utilitas dan PLP

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang besar dimana memiliki cukup banyak penduduk, tercatat pada BPS (Badan Pusat Statistik) menyatakan bahwa pada tahun 2024 terdapat 281.603,8 jiwa penduduk yang ada di Indonesia. Padatnya jumlah penduduk di Indonesia mengakibatkan kemacetan yang sering terjadi di kota-kota besar. Kemacetan yang berkepanjangan akan memberi dampak buruk bagi lingkungan, hal ini dikarenakan limbah gas yang dihasilkan yaitu emisi CO dan CO₂ pada sepeda motor dan mobil secara berturut-turut yaitu sebesar 14 g/km, 3180 g/kg dan 40 g/km, 3180 g/kg, yang diperoleh dari sisa pembakaran bahan bakar fosil akan menumpuk dan dapat mencemari lingkungan (Nasikah, Affiuddin, & Sophia, 2023). Tidak adanya media untuk mengelola emisi CO₂ yang cukup banyak dikarenakan 1 liter bahan bakar bensin akan diperoleh emisi CO₂ sebanyak 2,31 kg, pada 1 liter bahan bakar solar diperoleh emisi CO₂ sebesar 2,68 kg jumlah yang cukup banyak dalam 1 kendaraan bisa dikalikan dengan jumlah kendaraan yang ada di Indonesia menurut (BPS, 2024) menyatakan bahwa 148.261.817 jumlah kendaraan pada tahun 2022. Menurut (Nurdjanah, 2014) yang menjelaskan bahwa kendaraan bermotor menyumbang emisi CO₂ sebanyak 71 juta ton serta berdasarkan survei yang telah dilakukan di Denpasar pada tahun 2011 diperoleh jumlah emisi sebanyak 283.650,43 ton/tahun dimana jenis kendaraan yang sangat berkontribusi dalam pertumbuhan emisi CO₂ yaitu mobil dan sepeda motor.

Keberadaan industri di Indonesia memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian nasional. Namun, seiring dengan pertumbuhan industri masalah polusi udara terutama emisi CO₂ di atas ambang batas normal (400-1000 ppm) dapat merusak lingkungan, terutama di perkotaan yang minim ruang hijau. Padahal CO₂ penting untuk fotosintesis namun kelebihanannya justru berbahaya. Akumulasi CO₂ di atmosfer dapat menyebabkan efek rumah kaca dan perubahan iklim menjadi semakin serius, berdasarkan data (BPS, 2022) menyatakan pada tahun 2019 limbah emisi CO₂ mencapai 134.119 ribu ton. Hal ini tentu menjadi



cukup sulit untuk mengolah limbah emisi CO₂ yang dihasilkan. Diperkuat dengan data dari (Annur, 2023) yang menyatakan bahwa Indonesia merupakan penghasil emisi karbon terbesar kedua didunia setelah Brasil yaitu sekitar 930 juta per tahun nya dimana ini termasuk 19,9% dari total karbon yang dihasilkan dunia.

Emisi CO₂ memiliki beberapa dampak yang cukup berbahaya baik dari segi kesehatan maupun lingkungan. Dampak yang ditimbulkan dari CO₂ pada Kesehatan manusia menurut (Safitri, 2022) seiring tingginya kadar CO₂ di tubuh akibat emisi dapar menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius, seperti gangguan pernapasan, kerusakan ginjal, dan peningkatan risiko diabetes. Kondisi ini dapat menurunkan kualitas hidup dan bahkan mengancam nyawa. Selain itu, emisi CO₂ juga berdampak pada lingkungan yaitu dapat meningkatkan pemanasan global dikarenakan terus bertambahnya konsentrasi emisi CO₂ ke atmosfer yang menyebabkan bumi menjadi lebih panas. Menurut (Irma & Gusmira, 2024) menyatakan bahwa Pemanasan global ini dapat memberi dampak yang cukup signifikan seperti perubahan iklim ekstrim, kenaikan permukaan laut dan gangguan ekosistem. Untuk mengurangi emisi CO₂ harus dilakukan inovasi pada transportasi, sumber energi, memperbanyak tanaman atau taman pada perkotaan serta mengolah sampah dengan prinsip *reduce*, *reuse*, dan *recycle* (3R). Dari upaya tersebut dapat mempengaruhi jumlah produksi emisi CO₂. Diharapkan dengan banyaknya inovasi pada aspek tersebut dapat memberikan dampak baik bagi lingkungan untuk melindungi bumi dari beberapa ancaman ataupun konsekuensi buruknya.

Peningkatan emisi CO₂ akibat aktivitas industri, pembakaran sampah dan penggunaan bahan bakar fosil dapat mengancam lingkungan dan kesehatan masyarakat. Kesadaran masyarakat akan bahaya emisi CO₂ semakin meningkat, namun tindakan nyata untuk mengurangi emisi seperti mengurangi pembakaran sampah dan beralih ke energi bersih masih terbatas. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk ketersediaan dan harga energi alternatif. Oleh karena itu, diperlukan upaya bersama untuk mewujudkan lingkungan sehat dan berkelanjutan,

kerja sama dalam mendorong pengelolaan sampah yang lebih baik. Sehingga dapat mengurangi polusi udara dan menciptakan lingkungan hidup yang nyaman.

Tabel 1. Jenis Kendaraan dan Konsumsi Bahan Bakar

Jenis kendaraan bermotor	Konsumsi BBM (Km/Liter)	Konsumsi BBM (Liter/Km)
Sepeda Motor	51	0,0196
Mobil	9,35	0,1069
Truk	3,825	0,2614
Bis	2,835	0,3527

(Sudarti, Yushardi, & Kasanah, 2022)

Pada tabel tersebut menunjukkan masih banyak masyarakat yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari fosil dimana jumlahnya juga cukup banyak, sehingga data tabel diatas dapat meningkatkan emisi CO₂ seperti tabel berikut

Tabel 2. Jumlah Emisi Yang Dihasilkan Dari Kendaraan

Jenis	Emisi CO ₂ Rata-rata (g/30 menit.Km)	(%)
Sepeda Motor	67,568.26	44%
Mobil	63,040.45	42%
Truk	17,585.08	12%
Bis	3,094.83	2%

(Sudarti, Yushardi, & Kasanah, 2022)

Mengingat jumlah populasi yang semakin besar, mengandalkan sumber daya alam semata sudah tidak mencukupi. Perlu adanya inovasi baru untuk mengatasi permasalahan ini, seperti meningkatkan produksi energi bersih dan diversifikasi sumber bahan bakar hijau. Selain itu, diperlukan pula peningkatan

layanan transportasi umum untuk mengurangi emisi dan kemacetan, terutama bagi pekerja kantoran dan industri yang menjadi kontributor utama lalu lintas.

Tabel 3. Jumlah Emisi Yang Dihasilkan Dari Industri

Nama Perusahaan Industri	Produksi Emisi CO ₂
CV. Merapi	2,5%
PT. Tri Sinar Purnama	3,1%
PT. Rimba Partikel Indonesia	6,5%
PT. Sinar Bahari Agung	7,5%
PT. Raberindo Pratama	0,8%
PT. Kayu Lapis Indonesia	4,2%
PT. Asia Pasific Fiber	4,1%
PT. Tossa Shakti Deviasi Glass	5,4%
PT. Abadi Jaya Manunggal	4,5%

(Labiba & Pradoto, 2018)

Pada tabel ini terlihat bahwa jumlah emisi yang diperoleh dari kendaraan pekerja cukup banyak untuk per harinya. Belum lagi aktivitas industri yang intensif dan penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi berkontribusi besar terhadap peningkatan emisi CO₂. Meskipun inovasi transportasi umum dapat mengurangi kemacetan, emisi dari proses industri dan kendaraan tetap menjadi masalah utama. Akumulasi emisi CO₂ di atmosfer menyebabkan penipisan lapisan ozon dan memperparah efek rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi emisi dan melindungi lingkungan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melakukan adsorpsi dengan teknologi membran, seperti pendapat (Prihatingtyas & Tamrin, 2023) mengklaim bahwa teknologi membran merupakan teknologi untuk memisahkan campuran bahan, seperti air limbah, air garam, dan gas buang yang mengandung polutan udara. Selain itu, teknologi membran juga memiliki keunggulan yang cukup menonjol dibandingkan dengan teknologi lainnya, dimana teknologi membran memiliki efisiensi pemisahan yang tinggi, hemat energi, beroperasi pada suhu normal dan tidak menimbulkan kerusakan sekunder. Membran yang bisa diimplementasikan untuk mengikat emisi CO₂ yaitu membran

keramik. Seperti teori (Hasanah & Z, 2019) yang menyatakan bahwa membran keramik memiliki kemampuan yang baik dalam proses pemisahan serta memiliki



stabilitas termal dan mekanik sehingga lebih kuat pada suhu dan tekanan tinggi. Untuk menangkap CO_2 maka perlu ditambahkan kapur tohor di sekitar lubang membran keramik seperti teori (Ramli, Suryanto, & Yani, 2019) yang menjelaskan bahwa kapur tohor memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap CO_2 . Pemberian kapur tohor akan dilapisi dengan PVA (Polivinil alkohol) yang kuat dalam suhu tinggi.

Teknologi membran ini lebih gencar dalam inovasi, Selain itu juga membran keramik ini membutuhkan energi yang relatif lebih sedikit daripada teknologi pemisahan lainnya sehingga bisa menjadi alternatif yang ramah lingkungan dalam pengelolaan emisi CO_2 . Membran keramik dapat dibuat dari silika dioksida dimana senyawa ini sering ditemui dan mudah didapatkan seperti pada kaolin, kuarsa dan limbah padat (Hasanah & Z, 2019). Serta kapur tohor

Gambar 1. Membran Keramik



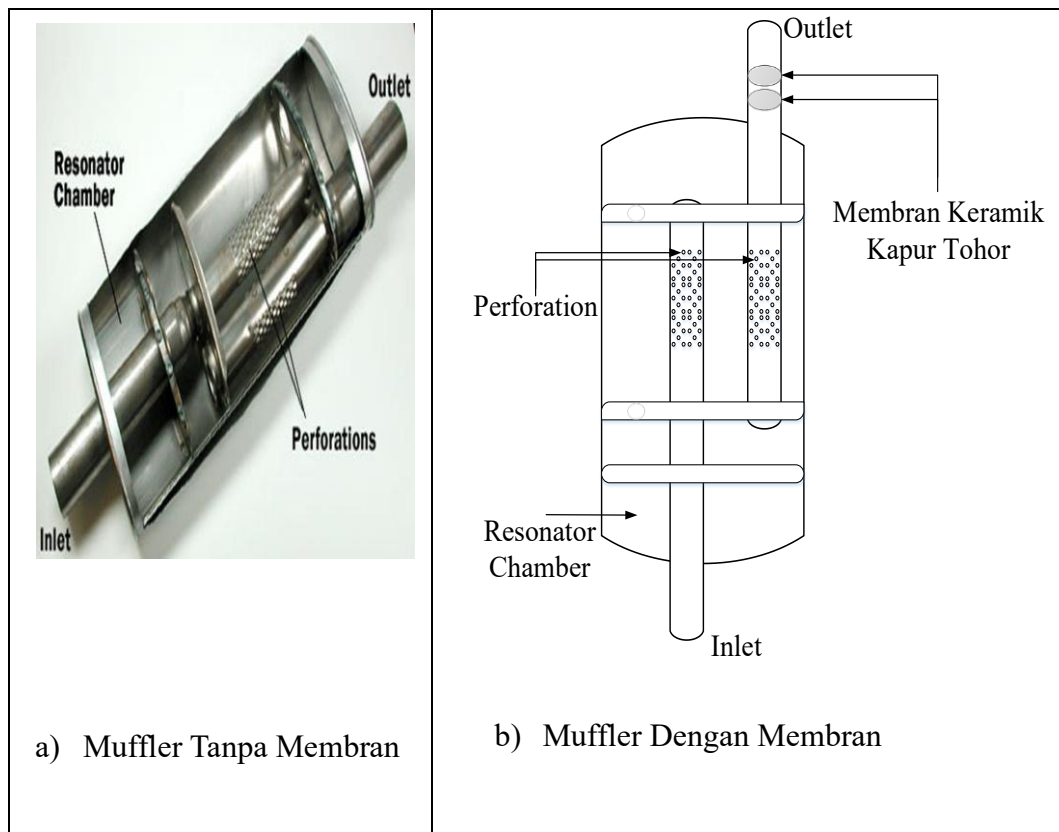
Gambar 2. Kapur Tohor

merupakan salah satu adsorben yang cukup banyak sumber dayanya di Indonesia

dan dengan keefektifan adsorpsinya maka dapat digunakan untuk menangkap emisi CO₂ (Ramli, 2019).

Kesimpulan

Peningkatan emisi CO₂ di Indonesia menjadi ancaman serius bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pemerintah telah mengambil langkah penting dengan mengeluarkan regulasi yang mengatur emisi pada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengatur tentang pengelolaan limbah, namun upaya lebih lanjut masih diperlukan. Teknologi membran keramik dan muffler kendaraan berteknologi membran yang kami tawarkan dapat menjadi bagian dari solusi komprehensif untuk mengatasi masalah ini. Kemudahan pengoperasian teknologi membran ini diharapkan dapat digunakan juga pada industri sebagai implementasi dari *green energy*.





Oleh karena itu, dengan mengadopsi teknologi ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan bagi generasi mendatang tanpa adanya emisi CO₂ .