LAPD 2

KELAS XI | FASE F | SEMESTER GASAL

Pembakaran Hidrokarbon

Penyusun:
Wanda Hanna Sajida
Dosen Pembimbing:
Dr. Rusly Hidayah, S.Si., M.Pd.

Nama : .....

No. Absen : .....

Kelompok : .....

LIVEWORKSHEETS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penyusunan Lembar Aktivitas Peserta Didik Elektronik (E-LAPD) ini dapat terselesaikan. E-LAPD ini disusun sebagai bentuk implementasi pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dalam pembelajaran materi hidrokarbon untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Melalui rangkaian kegiatan yang dirancang secara sistematis berdasarkan tahap SSI yang meliputi analisis masalah, klarifikasi masalah, melanjutkan isu permasalahan sosial, diskusi dan evaluasi, serta metarefleksi. Diharapkan peserta didik mampu menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, melakukan inferensi, menjelaskan, serta mengembangkan regulasi diri secara optimal.

Dalam penyusunan E-LAPD ini, penulis berusaha dengan sebaik-baiknya, namun penulis mengharapkan saran dan kriik dari berbagai pihak demi memperbaiki dan menyempurnakan pada pengembangan selanjutnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang membantu dalam penyusunan, serta terwujudnya E-LAPD ini.

Semoga E-LAPD ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua pihak umumnya, serta dapat memberikan kontribusi positif bagi pendidikan. Demikian atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, 30 Januari 2026

Wanda Hanna Sajida

LIVEWORKSHEETS

PENDAHULUAN

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan Menganalisis hubungan struktur atom dengan sistem periodik unsur; membandingkan jenis ikatan kimia serta kaitannya dengan bentuk molekul dan gaya intermolekuler dalam memprediksi sifat fisik materi; mengaitkan perubahan entalpi standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar; menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi; menganalisis kesetimbangan kimia dan penerapannya; menjelaskan daya hantar listrik dan sifat koligatif larutan; menjelaskan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari; dan **menjelaskan senyawa karbon** dan makromolekul.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik menganalisis hubungan antara peningkatan kadar gas SO_2 dan NOx di udara dengan aktivitas pembakaran bahan bakar hidrokarbon di lingkungan perkotaan.
2. Peserta didik mampu menjelaskan prinsip reaksi kimia yang terjadi selama proses pembakaran hidrokarbon sempurna dan tidak sempurna.
3. Peserta didik mampu mengevaluasi dampak lingkungan dari pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem.

Alur Tujuan Pembelajaran

1. Melalui isu yang telah disajikan, peserta didik mengetahui proses pembakaran pada bahan bakar yang menyebabkan polusi udara di perkotaan.
2. Melalui grafik data emisi di perkotaan, peserta didik mampu membedakan jenis hasil reaksi pembakaran berdasarkan ketersediaan oksigen.
3. Melalui diskusi kelompok dan diskusi kelas, peserta didik mampu mengusulkan solusi dari isu yang telah disajikan secara logis disertai alasan ilmiahnya.

Petunjuk Penggunaan LAPD

1. Bacalah LAPD berikut dengan seksama
2. Ikuti langkah kerja dengan tepat
3. Diskusikan permasalahan yang ada di LAPD secara berkelompok
4. Tanyakan pada guru jika ada yang kurang dipahami

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR ISI

Cover

Kata Pengantar..... 2

Pendahuluan..... 3

Daftar Isi..... 4

Peta Konsep..... 7

Tahap 1: Analisis Masalah..... 9

Tahap 2: Klarifikasi Masalah..... 10

Tahap 3: Melanjutkan Isu Permasalahan Sosial..... 10

Tahap 4: Diskusi dan Evaluasi..... 11

Tahap 5: Metarefleksi..... 14

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK UMUM

Lembar Aktivitas Peserta Didik (E-LAPD) berbasis *Socio Scientific Issues* dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada submateri pembakaran hidrokarbon. Rangkaian aktivitas pembelajaran yang disajikan dalam E-LAPD ini dirancang secara sistematis sesuai dengan tahapan pembelajaran pada strategi *Socio Scientific Issues.*

INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Interpretasi

Pada tahap ini, Anda diminta untuk menjelaskan data atau peristiwa dengan tepat

Analisis

Pada tahap ini, Anda diminta untuk mengidentifikasi hubungan antar konsep dan mengenali struktur logis di balik sebuah pernyataan atau argumen

Evaluasi

Pada tahap ini, Anda diminta untuk menilai relevansi bukti atau argumen yang diajukan sebelum menarik kesimpulan

Inferensi

Pada tahap ini, Anda diminta untuk menarik kesimpulan secara logis

Eksplanasi

Pada tahap ini, Anda diminta untuk menguraikan keputusan yang telah dibuat dengan bukti dan data pendukung

Regulasi Diri

Pada tahap ini, Anda diminta untuk meninjau kembali asumsi yang digunakan serta memperbaiki kesalahan pemahaman.

LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN PADA TAHAP *SOCIO SCIENTIFIC ISSUES* (SSI)

Tahap Analisis Masalah

Peserta didik diperkenalkan dengan masalah sosial yang relevan dengan kehidupan nyata mereka. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menarik perhatian peserta didik dan menumbuhkan kesadaran awal mereka tentang aspek sosial dan ilmiah dari masalah yang diangkat.

Tahap Klarifikasi Masalah

Peserta didik mengidentifikasi dan memahami aspek-aspek ilmiah yang mendasari masalah. Tahap ini bertujuan untuk memberi peserta didik landasan konseptual yang memadai agar dapat menganalisis masalah secara objektif dan berdasarkan data ilmiah.

Tahap Melanjutkan Isu Permasalahan Sosial

Peserta didik diberi instruksi untuk memeriksa kembali masalah dengan mempertimbangkan konsekuensi sosial, moral, dan kontroversi yang terkait dengannya. Tahap ini bertujuan agar peserta didik memperoleh pemahaman kritis tentang bagaimana ilmu pengetahuan memengaruhi masyarakat

Tahap Diskusi dan Evaluasi

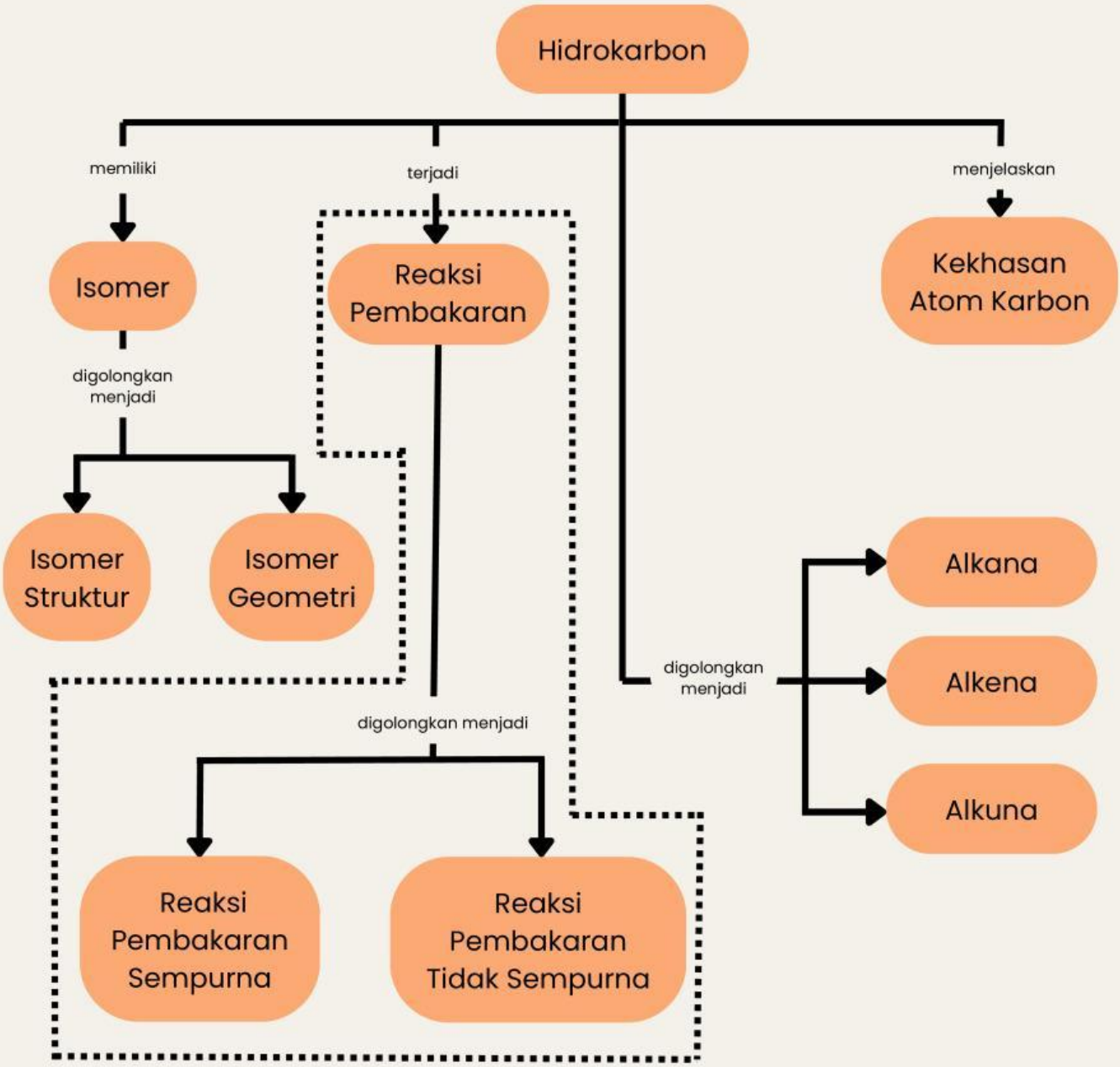
Peserta didik diminta untuk berpartisipasi dalam negosiasi mengenai masalah yang disajikan. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berempati dan melatih pemahaman tentang berbagai perspektif yang muncul dalam diskusi.

Tahap Metarefleksi

peserta didik diminta untuk merenungkan kembali apa yang telah mereka pelajari selama pembelajaran.

LIVEWORKSHEETS

PETA KONSEP



LIVEWORKSHEETS

Isu kontroversial

Bacalah informasi di bawah ini dengan seksama!

Sederet Penyebab Anjloknya Kualitas Udara Jakarta Saat Ini, Apa Saja?

Gambar 1. Kondisi udara di DKI Jakarta
sc: Tirto.id

Direktur Perlindungan dan Pengelolaan Mutu Udara Kementerian Lingkungan Hidup Edward Nixon Pakpahan memaparkan beberapa faktor yang paling mempengaruhi kualitas udara di Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Jabodetabek). Selain karena peralihan dari musim hujan ke kemarau, kualitas udara merosot karena faktor musim, cuaca, dan aktivitas manusia. Kementerian Lingkungan Hidup sebelumnya menyatakan kualitas udara di Jabodetabek tidak sehat selama satu bulan terakhir. Nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ (partikel halus yang berukuran 2,5 mikron) tercatat menembus 100 parts per million (ppm) menurut Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), padahal standarnya adalah 55.

Aktivitas industri yang tidak memenuhi persyaratan teknis juga berkontribusi terhadap pencemaran udara. Ada juga faktor emisi transportasi hingga aktivitas pembakaran terbuka yang mengganggu lingkungan. Merujuk kajian Kementerian Lingkungan Hidup, sektor transportasi merupakan penyumbang utama emisi, dengan porsi 42-52 persen. Kontribusi dari kegiatan industri sekitar 14-17 persen, dari pembakaran terbuka 7 persen, sedangkan dari kegiatan konstruksi 13 persen. Sektor transportasi menjadi kontributor emisi terbesar karena kandungan sulfur pada bahan bakar minyak. Bensin di Indonesia, kata Nixon, mengandung 350 sampai 550 ppm sulfur, sedangkan solarnya 1.200 ppm. Angka ini jauh dari standar Euro 4 yang membatasi sulfur hanya 50 ppm.

Konversi dari batu bara ke bahan bakar ramah lingkungan juga urgen di sektor industri. Emisi dari batu bara tergolong besar mengingat penggunaannya tidak hanya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), namun juga industri skala kecil dan menengah. “Kita harus mengurangi, kalau boleh menghilangkan,” tuturnya.

LIVEWORKSHEETS

Yuk cari tahu bahaya dari Sulfur/Belerang

Sumber: Youtube/Beritahu

Tahap: Analisis Masalah

KBK: Interpretasi & Analisis

Setelah membaca isu dan melihat video di atas, mari diskusikan mengenai masalah tersebut dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa saja penyebab utama menurunnya kualitas udara di jakarta menurut berita pada halaman 8 tersebut?

LIVEWORKSHEETS

2. Menurut video diatas, Tuliskan reaksi terbentuknya gas SO_2 dan bahaya apa saja yang ditimbulkan oleh gas SO_2 ! (Silahkan mencari sumber yang lain seperti artikel, jurnal ilmiah, buku kimia, dan sebagainya)

Tahap: Klarifikasi Masalah

KBK: Eksplanasi & Analisis

1. Menurut kamu, mengapa penting memahami konsep pembakaran hidrokarbon sebelum membuat keputusan terkait polusi udara?

2. Menurut kamu, mengapa proses pembakaran pada bahan bakar kendaraan bermotor (seperti bensin dan diesel/solar) dapat menyebabkan pencemaran udara?

Tahap: Melanjutkan Isu Sosial

KBK: Eksplanasi & Analisis

1. Menurut kamu, mengapa isu mengenai dampak pembakaran bahan bakar harus menjadi perhatian pemerintah?

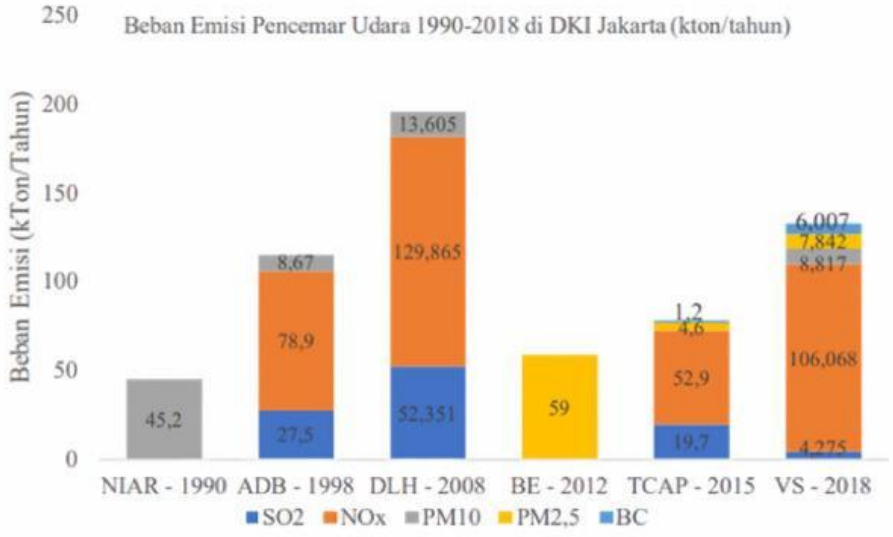
LIVEWORKSHEETS

2.Berdasarkan berita yang disajikan pada halaman 8, disebutkan bahwa salah satu penyumbang polusi udara adalah emisi dari batu bara. Menurut kamu, alternatif apa yang paling memungkinkan untuk menggantikan batu bara pada sektor industri. Jelaskan pula keunggulan dan kelemahan dari alternatif tersebut! (Silahkan mencari sumber di internet seperti artikel atau jurnal ilmiah)

Tahap: Diskusi dan Evaluasi

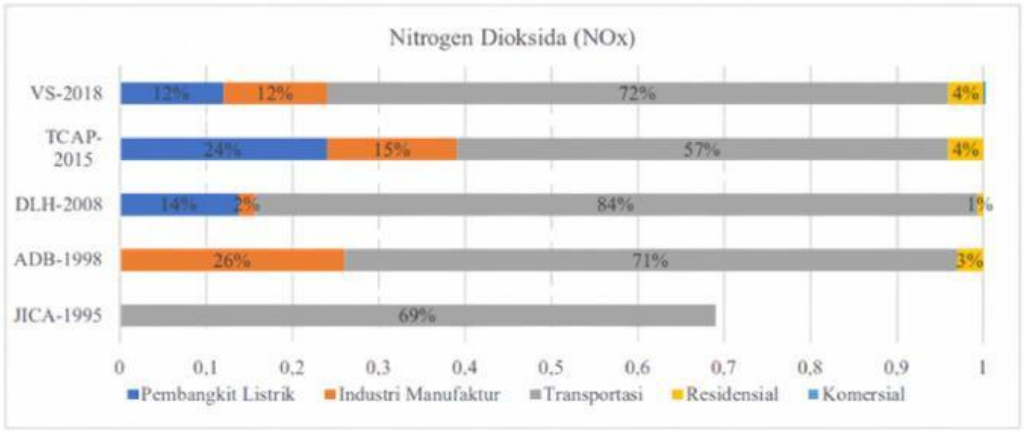
KBK: Evaluasi

Studi mengenai beban emisi pencemar udara di DKI Jakarta telah dilakukan sejak 1996 oleh *Norwegian Institute for Air Research* (NIAR) yang menggunakan data aktivitas tahun 1990. Studi terkini dilakukan oleh *Vital Strategies* di tahun 2021 dengan data tahun 2018. Hasil inventarisasi beban emisi dari berbagai studi dalam kton/tahun dirangkum pada Gambar 2. Berdasarkan gambar 2, gas NOx menghasilkan beban emisi yang terbesar, diikuti oleh beban emisi SO_2. Beban emisi debu, baik itu PM_{10}, $PM_{2.5}$ ataupun komponen spesifiknya seperti BC (Black Carbon) memiliki porsi yang relatif kecil dibandingkan dengan NOx dan SO_2 (DLH DKI Jakarta, 2021).



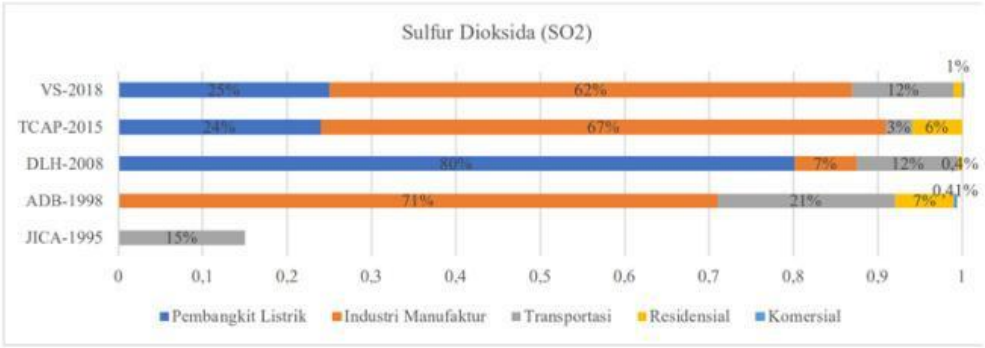
Gambar 2. profil beban emisi pencemar udara dari tahun 1998 hingga 2018 di DKI Jakarta
Sumber: DLH DKI Jakarta, 2021

LIVEWORKSHEETS



Gambar 3. Persen kontribusi NOx dari tahun 1995-2018
Sumber: DLH DKI Jakarta, 2021

Gambar 3. menunjukkan bahwa sumber terbesar NOx adalah transportasi dengan proporsi bervariasi antara 57% hingga 84%. Sumber utama NOx dari sektor transportasi adalah penggunaan diesel pada truk sebesar 66,7% dan sebesar bus 12,8%. Sepeda motor meskipun umumnya berbahan bakar bensin juga merupakan penyumbang emisi NOx yang signifikan akibat dari jumlahnya yang besar yaitu 75% dari total jumlah kendaraan di DKI Jakarta. Sektor industri hanya menyumbangkan antara (2 – 26)% dan sektor pembangkit berkisar (12 – 24)%.



Gambar 4. Persen kontribusi SO_2 dari tahun 1995-2018
Sumber: DLH DKI Jakarta, 2021

Berkebalikan dengan emisi NOx, pada studi yang dilakukan DLH DKI Jakarta pada tahun 2008 dilaporkan kontributor Sulfur Dioksida (SO_2) terbesar umumnya adalah industri manufaktur yaitu di atas 62%. Pembangkit listrik menempati posisi kedua dengan proporsi berkisar 24% hingga 80%. sedangkan transportasi hanya memiliki proporsi kecil antara (3 – 21)%.

LIVEWORKSHEETS

1. Berdasarkan gambar 2, buatlah solusi yang kamu anggap paling realistis untuk menurunkan kadar NOx di Jakarta dalam jangka panjang!

2. Berdasarkan gambar 3, sektor transportasi berkontribusi paling besar terhadap emisi NOx. Apa solusi efektif untuk mengatasi masalah ini? Jelaskan!

3. Berdasarkan pada gambar 4. Mengapa sektor industri manufaktur dan pembangkit listrik cenderung menghasilkan emisi SO_2 lebih besar dibandingkan sektor transportasi, jika ditinjau dari jenis bahan bakar yang digunakan? (Silahkan mencari sumber di internet seperti artikel, jurnal ilmiah, laporan resmi lembaga pemerintah, dan sebagainya)

4. Berikan solusi atau kebijakan-kebijakan untuk mengendalikan emisi SO_2 pada sektor manufaktur dan sektor pembangkit listrik! (Silahkan mencari sumber di internet seperti artikel, jurnal ilmiah, laporan resmi lembaga pemerintah, dan sebagainya)

LIVEWORKSHEETS

Tahap: Metarefleksi

KBK: Inferensi dan Regulasi Diri

Buatlah kesimpulan mengenai apa yang kamu pelajari hari ini!

Petunjuk Pengisian:

1. Bacalah setiap pernyataan dengan cermat.
2. Beri tanda ceklis (✓) pada kolom "Ya" jika kamu merasa sudah memahami atau melakukan hal tersebut.
3. Beri tanda ceklis (✓) pada kolom "Tidak" jika kamu belum yakin atau belum memahaminya.
4. Gunakan hasil refleksi ini untuk memperbaiki pemahaman dan sikap kamu terhadap materi pembakaran hidrokarbon dan dampaknya terhadap lingkungan

Pernyataan	Ya	Tidak
Saya memahami isi berita tentang kualitas udara di Jakarta yang disajikan pada awal pembelajaran.		
Saya memahami penjelasan dalam video mengenai gas sulfur dioksida (SO_2) dan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan.		
Saya mampu mengidentifikasi penyumbang emisi polutan udara terbesar adalah NOx dan SO_2 berdasarkan grafik yang disajikan.		
Saya menyadari bagian materi yang belum saya pahami dengan baik terkait penyebab dan dampak polusi udara.		
Saya termotivasi untuk belajar lebih dalam mengenai teknologi ramah lingkungan setelah mempelajari topik ini		

LIVEWORKSHEETS

Daftar Pustaka

LIVEWORKSHEETS