



PT. RADJA INTERCONTINENTAL
PUBLISHING

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS

INQUIRY

DENGAN KESIAPAN BELAJAR

Kiki Ledy, S.Si.,M.T.

Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.



PT. RADJA INTERCONTINENTAL
PUBLISHING

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS

INQUIRY

DENGAN KESIAPAN BELAJAR

Kiki Ledy, S.Si.,M.T.

Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

1. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
2. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan Karya Ilmiah ilmu pengetahuan;
3. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
4. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS INQUIRY DENGAN KESIAPAN BELAJAR

Penulis

Kiki Ledy, S.Si.,M.T.
Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

Penerbit

PT. Radja Intercontinental Publishing



Diterbitkan oleh:

PT. Radja Intercontinental Publishing

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS INQUIRY DENGAN KESIAPAN BELAJAR

PENERBIT

PT. RADJA INTERCONTINENTAL PUBLISHING
(Grup Publikasi RADJA PUBLIKA)

SERTIFIKAT IKAPI



No.032/DIA/2023

Alamat Redaksi:

Jl. Cempaka Putih, Sp. Tiga Blang Rayeuk, Dsn. Angsana,
Kota Lhokseumawe
Telp. 081269223511

Email:

pt.radja.intercontinental.publis@gmail.com

Isi diluar tanggung jawab percetakan
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang Dilarang
memperbanyak karya tulis dalam bentuk dan dengan
cara apapun, tanpa ijin tertulis dari penerbit

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS INQUIRY DENGAN KESIAPAN BELAJAR

ISBN :
978-623-89445-3-8

Penulis :
Kiki Ledy, S.Si.,M.T.
Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.
Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

Editor :
Muhammad Multazam, S.E., M.S.M., CPRM

Penyunting :
Rahmat Idhami, S.Tr.t

Desain sampul dan tata letak:
Rahmat Idhami, S.Tr.t
(Sumber Gambar: Freepik.com)

Tanggal Terbit:
Oktober 2024

Jumlah Halaman :
146

Penerbit:



**PT. Radja Intercontinental
Publishing**

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah buku refleksi ormawa ini dapat diselesaikan, terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga dapat terbitnya buku refleksi ormawa ini.

Buku ini merupakan hasil penelitian yang berbasis pendidikan kimia. Buku ini merupakan hasil dari pengembangan model yang dikembangkan secara ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Buku pengembangan model berbasis inquiry dengan kesiapan belajar ini yang dipersiapkan khusus kepada siswa agar melaksanakan pembelajaran lebih aktif. Buku ini diberi judul “Buku Model Siswa”.

Dalam Penulisan buku ini, Penulis menyadari bahwa masih jauh dari kesempurnaan baik isi maupun penyajiannya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun bagi penulis. Akhirnya atas segala bantuan yang telah penulis terima, semoga mendapat balasan dari Allah SWT, dan penulis berharap Buku ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya bagi pembaca pada umumnya.

Lhokseumawe, Oktober 2024

Kiki Ledy, S.Si.,M.T.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Peraturan Hak Cipta	ii
Halaman Sampul.....	iii
Halaman Penerbit.....	iv
Balik Halaman Judul.....	v
Alamat Redaksi.....	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Bab I Reaksi Oksidasi dan Reduksi (REDOKS)	1
Bab II Sel Volta.....	38
Bab III Elektrolisis dan Hukum Faraday.....	72
Bab IV Korosi dan Pencegahannya.....	116
Daftar Pustaka	143
Profil Penulis.....	145



BAB I
REAKSI OKSIDASI DAN
REDUKSI (REDOKS)

A. PETA KONSEP



B. DESKRIPSI MATERI

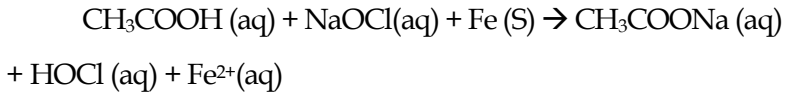
Reaksi redoks dalam bahan ajar ini dimulai dari penentuan biloks, pengertian reaksi redoks berdasarkan tiga konsep, dan penyetaraan reaksi berdasarkan metode setengah reaksi dan metode bilangan oksidasi. Kemampuan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik sebelum memulai pembelajaran ini yaitu: mengetahui aturan biloks, memahami cara penentuan biloks unsur dalam suatu senyawa serta semangat untuk belajar. Pada pembelajaran ini akan dirangsang kemampuan berfikir tingkat tinggi peserta didik melalui video pembelajaran. Silahkan ikuti secara seksama dan link video pembelajaran dapat diakses dimana saja. KD. 3.3 menyetarakan persamaan reaksi redoks dan KD. 3.4

menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data percobaan. Peserta didik dapat menyelesaikan persamaan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode bilangan oksidasi. Pada KD keterampilan peserta didik mampu merancang prosedur percobaan untuk menentukan daya desak logam berdasarkan hasil percobaan menggunakan bahan sekitar.

Pada pertemuan pertama disajikan video dua percobaan yaitu: 1) Betadin dan vitamin C, 2) Pembersih pakaian, cuka dan paku. Kedua reaksi ini merupakan contoh penerapan reaksi redoks yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pada percobaan 1 campuran Antara vitamin C + betadin menghasilkan perubahan warna larutan dari kuning keemasan menjadi bening kembali melalui reaksi:



Dari persamaan diatas kalian dapat menentukan unsur mana yang mengalami reaksi oksidasi dan unsur apa yang mengalami reaksi reduksi. Begitu juga pada percobaan kedua yaitu campuran cuka dan bayclin yang menghasilkan aroma yang menyengat dicelupkan paku menghasilkan perubahan paku dari paku baru menjadi berkarat (warna paku kecoklatan). Persamaan reaksinya:



Dari reaksi tersebut silahkan tentukan yang mana zat yang mengalami oksidasi dan yang mana zat yang mengalami reduksi. Untuk materi lengkap silahkan baca teori yang terdapat pada bagian LKPD yang dibagikan guru atau sumber lain yang relevan.

Untuk pengembangan keterampilan, disediakan Video pembelajaran mengamati daya desak logam menggunakan bahan sekitar. Adapun bahan yang digunakan yaitu air aki yang mengandung asam kuat H_2SO_4 sebagai pelarut dan tiga zat lain yang akan dilarutkan yaitu: aluminium foil yang mengandung logam Al, lempeng seng yang mengandung logam Zn serta kabel listrik ukuran kecil yang diambil tengahnya yang mengandung logam tembaga. Ketiga logam ini dicelupkan dalam larutan air aki lalu dihitung waktu yang diperlukan ketiga logam tersebut melarut. Dari percoaan ini dapat ditarik kesimpulan mengenai daya desak logam atau kereaktifan logam. Dimana logam-logam tersebut disusun berdasarkan deret kereaktifannya dimulai dari logam teraktif (letaknya paling kiri) atau tereaktif hingga logam paling tidak reaktif (diletakkan paling kanan) atau dikenal dengan deret kereaktifan logam atau deret volta. Untuk materi lengkapnya

disajikan dalam LKPD atau literasi sumber lainnya yang relevan.

Pengembangan model pembelajaran proyek terintegrasi STEM disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan. Dimana pembelajaran berfokus pada peserta didik dengan mengaktifkan sumber belajar sesuai dengan perkembangan zaman. Dengan pengembangan model ini peserta didik diharapkan mampu mengembangkan keterampilan berfikir tingkat tinggi dengan bantuan dan support dari guru, sehingga mampu bertahan menyongsong kehidupan dimasa yang akan datang.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dikembangkan dalam KD. 3.3 dan 3.4 terdiri atas tiga kali pertemuan tatap muka, dijabarkan sebagai berikut :

KEGIATAN PEMBELAJARAN UNTUK KD. 3.3 DAN 3.4

- a) Kompetensi Dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 1.1 KD dan Indikator 3.3 dan 3.4

Kompetensi Dasar	Indikator
3.3 Menyetarakan persamaan reaksi redoks	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi benda-benda yang menggunakan baterai sebagai sumber energi. • Menjelaskan cara menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks. • Menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi.
4.3 Menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data hasil percobaan	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis (daya desak logam) urutan kekuatan pengoksidasi dan pereduksi berdasarkan bahan sekitar

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Mengidentifikasi benda-benda yang menggunakan baterai sebagai sumber energi.
- Menjelaskan cara menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks.

- Menyetarakan persamaan kimia reaksi redoks dengan menggunakan metode setengah reaksi dan metode perubahan bilangan oksidasi.
- Menganalisis (daya desak logam) kekuatan pengoksidasi dan pereduksi berdasarkan bahan sekitar

Pertemuan Pertama (2 JP x 45 Menit)

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM sudah dilengkapi dengan Video pembelajaran dengan link pembelajaran pada pertemuan pertama mengenai contoh reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari pada link berikut:

<https://youtu.be/6oDX7Y7yWQE?feature=shared>

Berikut adalah langkah kegiatan pembelajaran yang akan diikuti selama proses belajar mengajar dikelas.

Tabel 1.2 Rincian kegiatan peserta didik Pembelajaran pertemuan 1

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
Awal	Fase 1 : <i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan berdoa serta bersiap-siap untuk mengikuti pembelajaran • Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran • Peserta didik memperhatikan dengan seksama reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 2 : <i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik duduk dalam kelompok dan mengamati video pembelajaran 	60 Menit

		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menelaah video pembelajaran dan berdiskusi dalam kelompok dengan bimbingan guru 	
	Fase 3 : <i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menuliskan reaksi redoks yang terjadi dalam video pembelajaran 	
	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mampu mengidentifikasi reaksi redoks lainnya di dalam sekitar • Peserta didik mengingat kembali aturan biloks dan belajar bersama menyetarakan reaksi redoks • Peserta didik berlatih menyelesaikan reaksi redoks dalam LKPD yang dibagikan guru 	
	Fase 5 : <i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya • Peserta didik menerima masukan dari guru 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merangkum materi pembelajaran • Peserta didik melaksanakan tugas baca tentang urutan kekuatan logam 	15 Menit

Pertemuan Kedua (2 JP x 45 Menit)

Pada pembelajaran kedua disajikan video pembelajaran tentang praktikum daya desak logam. Untuk pertemuan kedua kalian dapat mengakses video pembelajaran melalui link berikut:

<https://youtu.be/OwrWIVewZ4Y?feature=shared>

Silahkan ikuti langkah pembelajaran seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1.3 Kegiatan peserta didik pada pembelajaran pertemuan 2

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Awal	Fase 1 : <i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan memberi laporan kehadiran (sudah duduk dalam kelompok) 	15 Menit

		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengetahui tujuan pembelajaran • Peserta didik berusaha menjawab pertanyaan yang diajukan guru mengenai pemilihan logam untuk perpipaan yang berhubungan dengan materi daya desak logam • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran 	
Kegiatan Inti	Fase 2 : <i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menelaah video pembelajaran tentang daya desak logam • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk memulai proyek penyelidikan daya desak logam serta mengerjakan LKPD 	60 Menit
	Fase 3 : <i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengisi data pengamatan di LKPD dan memulai rancangan proyek daya desak 	
	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk mengurutkan daya logam dari reduktor lemah ke redukt kuat • Peserta didik mampu mengurutkan daya desak logam 	
	Fase 5 : <i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil diskusii kelompoknya • Peserta didik menerima masukan dari guru 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merangkum materi pembelajaran tentang daya desak logam • Peserta didik mengerjakan laporan proyek 	15 Menit

D. TUGAS KELOMPOK DAN TUGAS MANDIRI

Tugas kelompok berupa LKPD diselesaikan bersama dengan teman dalam kelompok dibawah bimbingan guru, baik di sekolah atau di rumah. LKPD ini memudahkan kalian dalam memahami penyetaraan reaksi redoks serta merancang proyek pembelajaran yang ditugaskan guru dalam mencapai tujuan pembelajaran. Untuk menambah pemahaman konsep peserta didik juga dapat mengerjakan

soal latihan dalam bentuk pilihan ganda pada akhir sub bab materi yang dipelajari.

a) LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) - 01

**PENYETARAAN REAKSI REDOKS DAN APLIKASINYA DALAM
KEHIDUPAN SEHARI-HARI (LKPD-01)**

Kompetensi Dasar dan Indikator Kompetensi

Tabel 1.4 KD 3.3 dan Indikator pada LKPD-01

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.3.	Pengetahuan: Menyetarakan persamaan reaksi redoks	3.3.1. Menyetarakan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode perubahan biloks dalam suasana asam dan basa.

Tujuan :

- a) Menganalisis penerapan reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari
- b) Dapat Menyetarakan reaksi redoks dengan dua metode yaitu metode setengah reaksi dan metode perubahan biloks dalam suasana asam dan basa

E. DASAR TEORI

Pengetahuan dasar yang harus diperoleh peserta didik sebelum belajar tentang penyetaraan reaksi redoks adalah mengetahui aturan biloks dan menentukan

biloks unsur dalam senyawa. Aturan Biloks ini sudah dipelajari di kelas X materi reaksi oksidasi dan reduksi.

Aturan Biloks

1. Spesi yang berbiloks nol:
 - Unsur Bebas, seperti: Na, Mg, Ca, Al, Fe dan seterusnya
 - Molekul Unsur, seperti: F₂, Cl₂, O₂, O₃, P₄ dan seterusnya
 - Molekul Netral, seperti: NaCl, NaOH, KBr dan seterusnya

2. Biloks H = +1, kecuali pada senyawa Hidrida (H = -1) atau senyawa dengan atom H yang berikatan langsung dengan logam.
Contoh: HCl dan
NaH Biloks +1 -1
+1 -1

3. Biloks O = -2, kecuali pada:
 - Peroksida (O = -1) yakni H₂O₂, Na₂O₂

$$\begin{array}{c} 1-1 \quad +1-1 \\ \text{H}_2\text{O}_2 \quad \text{Na}_2\text{O}_2 \end{array}$$
 - Superoksida (O = $-\frac{1}{2}$) yakni KO₂, RbO₂, CsO₂

$$\begin{array}{c} +4-1 \\ \text{K} \end{array}$$
 - Oksiflorida (O = +2) yakni OF₂

$$\begin{array}{c} +2-1 \\ \text{O} \end{array}$$

4. Biloks Ion logam utama = golongan (IA – IIIA),
contoh: Na⁺ → Gol. IA, maka biloks ion = +1
Mg²⁺ → Gol. IIA, maka biloks ion = +2
Al³⁺ → Gol. IIIA, maka biloks ion = +3

5. Biloks ion = muatan, misalnya.
 - ; Fe²⁺, maka biloks Fe = +2
 - Cl⁻, maka biloks Cl = -1
 - SO₄²⁻, maka biloks SO₄ = -2

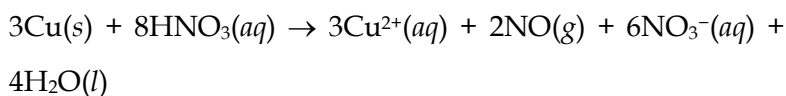
6. Perhitungan Biloks (untuk unsur yang memiliki biloks bervariasi). Misalnya:
 - a. MnO₄⁻, maka pada ion ini biloks yang harus dihitung adalah biloks Mn karena tidak termasuk dalam 4 syarat pertama.
Metode 1:
 $(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = \text{muatan ion}$
 $(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = -1$
 $\text{Biloks Mn} + (4 \times (-2)) = -1$
 $\text{Biloks Mn} + (-8) = -1$
 $\text{Biloks Mn} = -1 + 8$
 $\text{Biloks Mn} = +7$
 - Metode 2:

$$\begin{array}{c} +1-8 \\ \text{MnO}_4^- \\ -2 \end{array}$$

Sumber: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN (2020)

Konsep reaksi redoks adalah untuk menyetarakan persamaan reaksi kimia yang rumit. Persamaan reaksi yang sudah memenuhi kedua persyaratan itu disebut dengan *persamaan reaksi setara*, dan untuk membuat suatu reaksi yang belum setara menjadi setara disebut dengan *penyetaraan persamaan reaksi*.

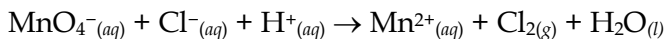
Contoh persamaan reaksi setara:



Penyetaraan persamaan reaksi dapat dilakukan dengan menggunakan konsep reaksi redoks, yaitu *cara bilangan oksidasi* dan *cara ion elektron*.

Penyetaraan persamaan reaksi dengan cara bilangan oksidasi memerlukan keterampilan menghitung bilangan oksidasi secara tepat dan cepat. Cara ini mempunyai tahapan yang lebih sederhana, tetapi ada langkah yang harus dilakukan secara berurutan.

Contoh:



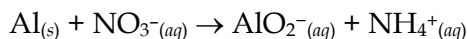
➤ **penyetaraan persamaan reaksi redoks dengan cara Ion Elektron atau Setengah Reaksi**

Pada penyetaraan dengan cara ion elektron, persamaan reaksi dipecah menjadi dua persamaan reaksi yang masing-masing disebut *setengah reaksi reduksi* dan

setengah reaksi oksidasi. Setelah itu, kedua persamaan reaksi dijumlahkan dengan memperhatikan jumlah elektron yang diikat dan dilepas.

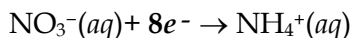
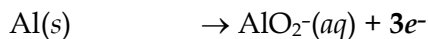
Contoh :

Reaksi dalam lingkungan basa:



Langkah persamaan reaksinya adalah :

1. Persamaan reaksi dipecah menjadi dua buah setengah reaksi dan tentukan jumlah elektron yang diikat atau dilepas.

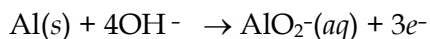


Catatan:

Untuk mempermudah perhitungan jumlah elektron, digunakan pedoman sebagai berikut.

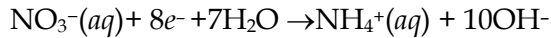
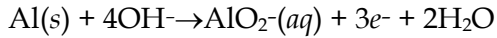
- *Jumlah kenaikan bilangan oksidasi sama dengan jumlah elektron yang dilepas.*
- *Jumlah penurunan bilangan oksidasi sama dengan jumlah elektron yang diikat.*

2. Setarakan muatan dengan menambahkan H^+ (suasana asam) atau OH^- (suasana basa). Pada contoh ini suasananya basa sehingga:

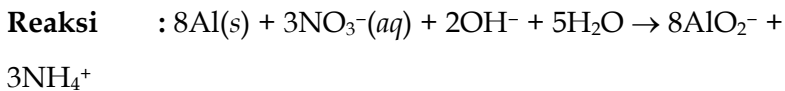
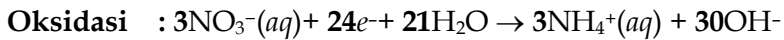
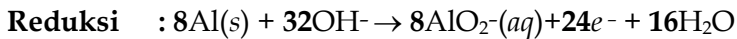




3. Menyetarakan jumlah atom H dengan menambahkan H₂O pada ruas yang kekurangan atom H.

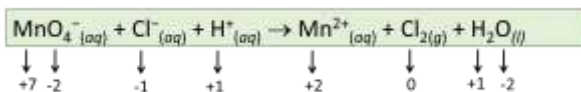


4. Menyetarakan jumlah elektron yang diikat dan dilepas, kemudian dijumlahkan.

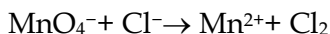


➤ **Penyetaraan reaksi redoks melalui cara Bilangan Oksidasi**

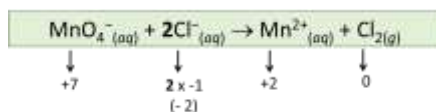
1. Tentukan bilangan oksidasi atom-atom yang terlibat dalam reaksi, kemudian tuliskan rumus kimia dari zat yang di dalamnya terdapat atom yang berubah bilangan oksidasinya.



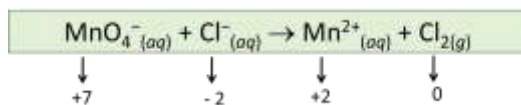
Atom yang berubah bilangan oksidasinya adalah Mn dan Cl, maka yang dituliskan adalah MnO_4^- , Cl^- , Mn^{2+} , dan Cl_2 .



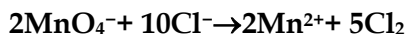
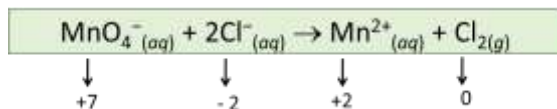
2. Setarakan jumlah yang berubah bilangan oksidasinya dengan mengubah koefisiennya, kemudian tentukan berapa jumlah bilangan oksidasi dari atom-atom tersebut.



3. Setarakan jumlah kenaikan dan jumlah penurunan bilangan oksidasi dengan cara mengubah koefisien (jumlah atom atau molekul) dari atom-atom yang berubah bilangan oksidasinya.



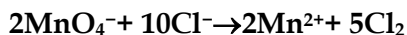
4. Tentukan jumlah kenaikan dan jumlah penurunan bilangan oksidasi.



5. Hitung jumlah muatan, jika belum setara disetarakan dengan menambah:

- ion H^+ jika reaksi dalam lingkungan asam.
- ion OH^- jika reaksi dalam lingkungan basa.

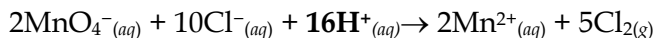
Pada contoh diatas, lingkungan reaksinya adalah asam (ditandai dengan adanya ion H^+).



Jumlah muatan ruas kiri = -12

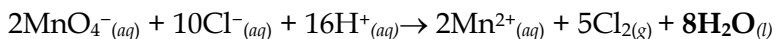
Jumlah muatan ruas kanan = +4

Oleh karena lingkungan reaksinya asam, maka agar setara ditambahkan ion H^+ di ruas kiri sebanyak 16.



6. Setarakan jumlah atom hidrogen (H) dengan menambahkan H_2O pada ruas yang kekurangan atom H.

Pada contoh di atas, ruas kanan kekurangan 16 buah atom H sehingga di ruas kanan ditambahkan 8 buah molekul H₂O (mengandung 16 buah atom H).



Sumber: Unggul Sudarmo, 2016

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Pernahkan kalian memperhatikan reaksi yang terjadi di sekitar kita? Misal besi berkarat, potongan apel dan potongan terong yang dibiarkan di ruang terbuka. Perhatikan video pembelajaran yang diputarkan guru di dalam kelas atau boleh dilihat pada link berikut:

<https://youtu.be/6oDX7Y7yWQE?feature=shared>. Reaksi apa yang terjadi? Bagaimana reaksi terjadi?

2. Research

Berdasarkan video tersebut, lengkapi isian di bawah ini:

Alat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....
.....
.....

Adakah alat atau bahan lain dari bahan sekitar kita yang bisa membuktikan adanya reaksi redoks?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja:

a) Vitamin C dan betadin.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

b) Pemutih pakaian, cuka dan paku

.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya untuk membuktikan reaksi redoks?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, reaksi apa yang terjadi

Tabel 1.5 Data pengamatan LKPD-01

Jenis bahan	Kandungan bahan kimia	Reaksi kimia yang terjadi	Reduksi	Oksidasi
Vitamin C			
Betadin			
Vitamin C + Betadin				
Pemutih Pakaian			
Cuka			
Paku			

Pemutih Pakaian+Cuka+pa ku				
----------------------------------	--	--	--	--

4. Application

Berdasarkan sumber bacaan buku kimia, searching internet dan bahan lainnya yang relevan tentang bagaimana tata cara persamaan reaksi redoks. Diskusikan dalam kelompok cara menyetarakan reaksi redoks antara vitamin C dan betadin juga antara pemutih pakaian, cuka dan paku dan beberapa latihan soal lainnya.

Hasil Diskusi Kelompok:

a) Vitamin C dan betadin

.....

b) Pemutih pakaian, cuka dan paku

.....

c) Setarakan reaksi berikut dalam suasana asam menggunakan metode setengah reaksi
 $MnO_4^- (aq) + S^{2-} (aq) \rightarrow Mn^{2+} (aq) + S (aq)$

.....

.....
.....
Setarakan reaksi berikut dalam suasana basa menggunakan metode biloks



d) Setarakan reaksi berikut dalam suasana basa menggunakan metode setengah reaksi



.....
.....
.....
.....

5. Communication

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, komunikasikan kesimpulan yang diperoleh!

Kesimpulan :

.....
.....
.....

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD-02)

Pada LKPD-02, setelah melihat contoh video pembelajaran tentang daya desak logam, kemudian peserta didik memulai pembelajaran proyek terintegrasi STEM. Setiap kelompok menyelesaikan LKPD dan menyiapkan rancangan proyek yang akan dikembangkan dibawah bimbingan guru. Berikut LKPD-02 yang harus diselesaikan peserta didik sebelum memulai kegiatan perancangan proyek.

DAYA DESAK LOGAM MENGGUNAKAN BAHAN SEKITAR (LKPD-02)

a) Kompetensi Dasar

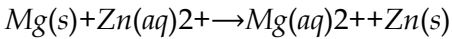
Tabel 1.6 KD 4.3 dan Indikator LKPD-02

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
4.3	Keterampilan: Menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data hasil percobaan	4.3.1. Menganalisis urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi daya desak logam. 4.3.2 Melakukan tugas proyek dan menyajikan hasil penerapan reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari melalui rancangan percobaan sederhana yang dirancang dengan menggunakan bahan sekitar yang dapat menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan analisis data hasil percobaan

b) Tujuan : Menganalisis daya desak logam berdasarkan reaksi redoks menggunakan bahan sekitar kita.

Dasar Teori

Daya desak logam atau sering disebut kereaktifan logam adalah kemampuan suatu logam untuk bereaksi melepaskan elektron, dan mengalami reaksi oksidasi. Pada sel elektrokimia, reaksi redoks bisa terjadi jika logam yang dicelupkan mendesak ion logam yang ada dalam larutan. Misalnya, logam magnesium yang dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion Zn^{2+} akan terjadi reaksi.



Logam magnesium lebih reaktif daripada zink, sehingga magnesium mendesak ion Zn^{2+} dari larutannya. Logam magnesium mereduksi ion Zn^{2+} dan ion Zn^{2+} mengoksidasi logam magnesium. Dari reaksi tersebut dapat dinyatakan pula bahwa magnesium mempunyai daya reduksi yang lebih kuat daripada zink, dan zink mempunyai daya oksidasi yang lebih kuat daripada magnesium.

Daya desak logam berkaitan erat dengan deret volta. Suatu logam bisa mendesak logam-logam lain yang berada di sebelah kanannya. Berikut urutan unsur dalam deret Volta:

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Sb Bi Cu Hg Ag

Pt Au

Potensial Elektrode Standar serta Daya Oksidasi dan Daya Reduksi

Nilai potensial elektrode dapat digunakan untuk mengetahui daya oksidasi dan daya reduksi suatu zat. Semakin positif nilai potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami reduksi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi *oksidator kuat*. Sebaliknya, semakin negatif nilai potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami oksidasi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi *reduktor kuat*. Jadi, semakin positif nilai potensial reduksi standar suatu zat semakin kuat daya oksidasinya (*oksidator kuat*) dan sebaliknya, semakin negatif nilai potensial reduksi standar suatu zat semakin kuat daya reduksinya (*reduktor kuat*). (Unggul Sudarmo, 2016)

Langkah Kerja

1. Reflection

Pernahkan kalian mengamati kebocoran pipa air di rumah atau lingkungan sekitar? Kira-kira logam apa yang tepat digunakan untuk melapisi pipa tersebut? Apa dasar pemilihan logam untuk melapisi logam yang lainnya? Perhatikan video pembelajaran yang diputarkan guru di dalam kelas. Reaksi apa yang terjadi antara logam yang diamati?

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis daya desak logam?

Alat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Adakah alat atau bahan lain dari bahan sekitar kita yang bisa bisa kita gunakan untuk membuktikan daya desak logam?

.....
.....
.....
.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, reaksi apa yang terjadi?

Tabel 1.7 Data Pengamatan LKPD-02

Jenis bahan	Kandungan bahan kimia	Waktu reaksi yang dibutuhkan (menit)	Persamaan reaksi (jika air aki ditambah salah satu jenis bahan yang digunakan)
Air Aki		
Aluminium foil		
Lempeng seng		
Kabel listrik		
.....		

4. Application

Berdasarkan sumber bacaan buku kimia kelas XII, searching internet dan bahan lainnya yang relevan tentang bagaimana daya desak logam. Diskusikan dalam kelompok kekuatan logam, lalu analisislah penerapan redoks pada proses terjadinya daya desak logam. Serta urutkan logam dari yang reduktor lemah ke reduktor kuat

Hasil Diskusi Kelompok :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Buatlah rancangan percobaan daya desak logam setelah menyelesaikan LKPD ini menggunakan bahan sekitar lainnya dengan pengembangan dan ide lainnya dalam kelompok secara kreatif.

5. *Comunication*

Berdasarkan hasil diskusi kelompok, komunikasikan kesimpulan yang diperoleh!

Kesimpulan :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Teknologi :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Engineering :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Matematika :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. SOAL LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat serta lampirkan alasan dari pemilihan jawaban tersebut!

Tabel 1.7 Soal tes evaluasi

No	Pertanyaan Soal	Skor
1	<p>Berapakah koefisien tiap spesi abcdef dari persamaan reaksi redoks berikut jika berada dalam suasana basa:</p> $a\text{MnO} + b\text{PbO} + c\text{H}^+ \rightarrow d\text{MnO}_4^- + e\text{Pb}^{2+} + f\text{H}_2\text{O}$ <p>A. 5,8,2,5,4,2 B. 8,2,5,4,2,5 C. 2,5,8,2,5,4 D. 2,5,4,2,5,8 E. 4,2,5,8,2,5</p>	20
2	<p>Perhatikan reaksi redoks berikut :</p> $a\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + b\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow c\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + d\text{CO}_2(\text{aq})$ <p>Berapakah koefisien a,d,c, dan d dari reaksi diatas jika direaksikan dalam suasana asam...</p> <p>A. 0,1,2,3 B. 0,3,2,4 C. 0,3,2,6 D. 1,2,3,5 E. 1,3,2,6</p>	20
3	<p>Jika memperhatikan lingkungan sekitar, begitu banyak penerapan reaksi redoks kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari mulai dari proses korosi, fotosintesis dan lainnya. Reaksi redoks terjadi dalam dua keadaan yaitu asam dan basa. Berdasarkan reaksi dibawah ini, berapa banyak elektron yang dihasilkan dalam keadaan asam:</p> $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + \text{S}^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + \text{S} (\text{aq})$ <p>A. 10 B. 8 C. 6 D. 5 E. 2</p>	20
4	<p>Reaksi redoks berikut :</p> $\text{Zn}(\text{aq}) + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{ZnO}_2^{2-} + \text{NH}_3$ <p>jika direaksikan dalam suasana basa berapakah koefisin ion hidroksida yang harus ditambahkan</p>	20

	<p>A. 3 B. 4 C. 5 D. 6 E. 7</p>	
5	<p>Aluminium merupakan salah satu bahan kimia yang berlimpah di alam. Ada banyak kegunaan aluminium yang sering kita jumpai seperti alat rumah tangga panci, botol minuman, aluminium foil, bahkan badan pesawat terbang yang digunakan oleh industri penerbangan dan banyak lainnya. Unsur aluminium banyak juga terjadi dalam reaksi redoks, berapakah koefisien aluminium dalam reaksi redoks berikut ...</p> $\text{Al (s) + NO}_3^- \text{(aq)} \rightarrow \text{AlO}_2^- \text{(aq) + NH}_4^+ \text{(aq)}$ <p>A. 2 B. 3 C. 5 D. 7 E. 8</p>	20

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan. Kriteria masing-masing penilaian sebagai berikut:

Tabel 1.9 Aspek penilaian KD 3.3 dan 4.3

Aspek Penilaian	Teknik	Bentuk instrument	Waktu Penilaian
1. Sikap	Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri	Lembar observasi, Format penilaian	Pertemuan 1 & 2
2. Pengetahuan	Latihan soal pada LKPD	Soal uraian	Pertemuan 1 & 2

	Latihan soal tes (Lampiran 2)	Soal pilihan ganda	Pertemuan akhir
3. Keterampilan	Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio	Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek	Setiap pertemuan

Instrumen penilaian

1) Penilaian Sikap

a. Penilaian diri

Silahkan isi penilaian diri dibawah ini secara jujur berdasarkan hasil belajar yang kalian capai pada akhir pembelajaran. Penilaian diri dilakukan setelah pembelajaran redoks dan dan melaksanakan tugas proyek daya desak logam.

<u>Penilaian Diri</u>			
Topik :	.....	Nama :	.....
		Kelas :	.....
Setelah mempelajari materi redoks dan proyek daya desak logam, peserta didik akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (/) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.			
No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Memahami konsep redoks		
2	Memahami penyetaraan reaksi redoks dalam suasana asam dan basa		
3	Memahami konsep daya desak logam		
4	Mampu merancang percobaan daya desak logam		
5	Mampu mengurutkan oksidator lemah dan reduktor kuat dan sebaliknya		
6	Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM		
7	Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek		
8	Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama		
9	Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta		
10	Sebelum melakuakn tugas terlebih dahulu membaca literasi yang menukung tugas pembelajaran		
Rubrik penilaian		Kriteria nilai	Nilai
Jika menjawab ya, skor=2		$nilai = \frac{jumlah\ skor}{2 \times jumlah\ pernyataan} \times 4$	.....
Jika menjawab tidak, skor=1			

Kriteria penilaian sikap meliputi: Disiplin, Tanggung jawab, teliti, kreatif melalui skala berikut:

Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Inquiry Dengan Kesiapan Belajar | 33

- 4= Sangat Baik (SB)
 3 = Baik (B)
 2 = Cukup (C)
 1 = Kurang (K)

2) Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

Penilaian kinerja setiap proyek yang kerjakan sebagai berikut:

a. Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 1.10 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.3 dan 4.3

Kriteria HOTS	Rubrik penilaian	Tagihan	Skor	skor /kriteria
Analytical thinking	benar menuliskan alat dan bahan, cara kerja berdasarkan video	LKPD dan Proposal	1-12	25
	benar dalam menyetarakan redoks dan dapat menyimpulkan pereduksi kuat dan lemah	LKPD dan Laporan	13-25	
Evaluate d thinking	dapat menyelesaikan persamaan reaksi redoks dengan metode biloks dan setengah reaksi	LKPD	26-55	50
	dapat memprediksi urutan kekuatan daya desak logam dalam deret volta	LKPD dan Laporan	56-85	
Created Thinghin g	adanya ide baru dalam membuat percobaan daya desak logam	Proposal dan Laporan	86-100	25

Keterangan: Nilai proposal: gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton serta nilai presentasi

Nilai laporan akhir: gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

b. Penilaian proposal penelitian

Tabel 1.12 Format penilaian proposal penelitian

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Judul	Judu ditulis jelas dan mudah dipahami	10 point
2.	Tujuan	Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi	10 point
3.	Alat dan bahan	Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang	20 point
4.	Cara kerja	Cara kerja singkat, padat dan jelas	20 point
5.	Gambar disain set rancangan penelitian	Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik	40 point

c. Laporan akhir Proyek

Tabel 1.12 Format penilaian laporan akhir proyek

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Cover	jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun.	5 point
2.	Bab 1 Pendahuluan	jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan	15 point
3.	Bab 2 Landasan teori	jika lengkap berisi minimal 3 tori yang mendukung percobaan yang dilakukan	20 point
4.	Bab 3 Metodelogi	jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci	20 point

5.	Bab 4 Hasil dan pembahasan	jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung	25 point
6.	Bab 5 Kesimpulan	jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan	5 point
7.	Daftar pustaka	jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload .	10 point

d. Presentasi

Rubrik penilaian presentasi:

Tabel 1.13 Rubrik penilaian presentasi

No	Indikator penilaian	Kriteria penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat baik
1	Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan tidak runut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara kurang runut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara runut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi disajikan secara runut dan sistematis
2	Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian	Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele
3	Kebenaran konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar

Sumber : (Modifikasi Devi, Popi Keumala., dkk, 2018)

F. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN DALAM PEMBELAJARAN

Penutup dari kegiatan pembelajaran menggunakan model proyek terintegrasi STEM adalah peserta didik memahami konsep STEM dalam pembelajaran yang bahwa topik ini saling keterkaitan antar sains, teknologi, teknik dan matematika. Domain STEM yang diharapkan dalam pembelajaran proyek pada materi ini dapat dilihat pada Tabel berikut:

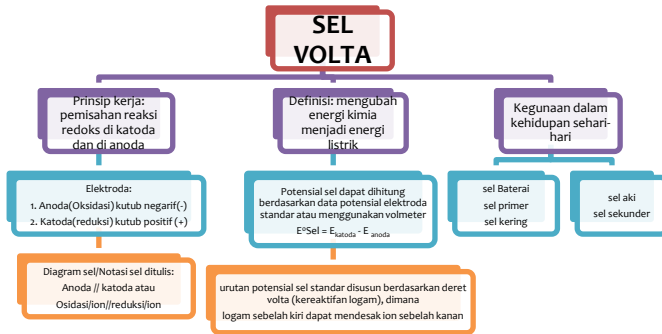
Tabel 1.14 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.3 dan 4.3

Aktivitas proyek	Objek pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Math
Daya desak logam 'menganalisis pengoksidasi dan pereduksi menggunakan bahan sekitar'	- Memahami reaksi redoks - Menyetarakan reaksi redoks dalam suasana asam dan basa - Menganalisis daya desak logam berdasarkan reaksi redoks menggunakan bahan sekitar	- Faktual: daya desak dapat dianalisis melalui data maupun hasil percobaan - Konseptual: daya desak logam - Prosedural: membuktikan daya desak logam berdasarkan percobaan menggunakan bahan sekitar.	Rangkaian alat menggunakan bahan sekitar dan Pemilihan pelarut yang sesuai serta penggunaan logam dari bahan sekitar pada proyek yang dikerjakan	Merangkai set percobaan dan prosedur kerja dalam proyek daya desak logam dengan sistematis menggunakan bahan sekitar	Menentukan pereduksi dan pengoksidasi berdasarkan data hasil percobaan maupun berdasarkan potensial sel

BAB II SEL VOLTA



A. PETA KONSEP



B. DESKRIPSI MATERI

Pembelajaran menggunakan model pembelajaran proyek teritegrasi STEM untuk KD 3.4 dan 4.4 materi sel volta, sebagai prasyarat peserta didik telah memiliki pengetahuan tentang daya desak logam pada pembelajaran sebelumnya dan mengetahui reaksi oksidasi dan reaksi reduksi. Reaksi redoks spontan menghasilkan arus listrik yang dapat digunakan sebagai sumber listrik dalam elektrokimia atau lebih dikenal dengan sel volta. Alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani. Sel volta terdiri dari elektroda (katoda dan anoda) dan elektrolit. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Potensial sel volta dapat ditentukan

melalui eksperimen atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.

Contoh sel volta dalam kehidupan sehari-hari seperti: baterai yang digunakan pada jam, senter, remot tv, remote AC dan lain sebagainya yang menggunakan pasta elektrolit didalamnya. Sifat elektrolit ini juga dimiliki oleh buah-buahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energy listrik melalui proses elektrokimia. Baterai alternative dapat dibuat menggunakan buah-buahan yang mengandung larutan elektrolit. Pada sub materi sel volta ini peserta didik akan belajar mengenai prinsip kerja sel volta yang mengalami reaksi redoks pada bagian kutub-kutubnya, dimana reaksi redoks ini akan menghasilkan arus listrik. Buah dan sayur merupakan bahan alam yang mudah didapat di sekitar kita. Buah dan sayur merupakan konduktor ionik yang menghasilkan ion yang bermuatan positif dan negative dimana tegangan listrik akan muncul jika ion yang berlainan muatan bersinggungan.

Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energy kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energy listrik. Bagaimana suatu bahan alam seperti buah-buahan menghasilkan arus listrik, prinsip kerja yang digunakan dan

reaksi yang berlangsung. Pemahaman peserta didik akan sel volta dapat dijawab melalui pembelajaran proyek terintegrasi STEM, dimana peserta didik belajar langsung dengan praktik menggunakan bahan sekitar yang mudah diperoleh. Pembelajaran ini dilengkapi dengan video pembelajaran yang merangsang peserta didik untuk berfikir tingkat tinggi dalam memecahkan masalah. Materi lengkap tentang sel volta juga sudah terangkum jelas pada LKPD dibawah ini.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN KD 3.4 DAN 4.4

Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 2.1 KD dan Indikator 3.4 dan 4.4

Kompetensi Dasar	Indikator
3.4 Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan notasi sel Volta dan kespontanan reaksi. • Menjelaskan cara menghitung potensial sel Volta • Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya. • Membahas penerapan sel Volta dalam kehidupan..
4.4 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar • Menyajikan rancangan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar

a) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan notasi sel Volta dan kespontanan reaksi.
- Menjelaskan cara menghitung potensial sel Volta
- Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya.
- Membahas penerapan sel Volta dalam kehidupan.
- Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar
- Menyajikan rancangan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar

Pertemuan Ketiga (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan ketiga disajikan video percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar, peserta didik juga dapat mengakses video pembelajaran melalui link :

https://youtu.be/M_beCyYHJbM?feature=shared

Tabel 2.2 Kegiatan pembelajaran pertemuan ketiga

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Awal	Fase 1 : <i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik bersemangat untuk memulai pelajaran• Peserta didik mengingat kembali materi redoks• Peserta didik berfikir apa saja bahan sekitar yang dapat menghasilkan arus listrik	15 Menit

		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik membangunketerampilan berfikir dengan menjawab pertanyaan guru • Peserta didik menonton video pembelajaran 	
Kegiatan Inti	Fase 2 : <i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengkaji literasi sel volta dalam menjawab LKPD • Peserta didik berdiskusi sesama teman mempelajari konsep sel volta meliputi: reaksi sel, • Peserta didik menuliskan reaksi yang terjadi pada sel volta 	60 Menit
	Fase 3 : <i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab bahan sekitar yang dapat menghasilkan arus listrik berdasarkan video pembeajaran • Peserta didik mencari informasi tentang proses sel volta dan reaksi redoks yang terjadi 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran • Peserta didik mengerjakan tugas yang diberikan guru 	15 Menit

Pertemuan Keempat (2 JP x 45 Menit)

Tabel 2.3 Kegiatan Pembelajaran pertemuan keempat

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil perkembangan tugas• Peserta didik bertanya tentang sel volta yang belum diketahui	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mendemonstrasikan hasil rancangan• Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan• Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai sel volta• Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan• Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mereview hasil kerjanya• Peserta didik peserta didik menyiapkan alat bahan untuk memulai percobaan sel volta	15 Menit

Pertemuan Kelima (2 JP x 45 Menit)

Tabel 2.4 Kegiatan Pembelajaran pertemuan kelima

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
-----------------------	---------------------------	--------------------	----------------

Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik sudah menyiapkan alat bahan berdasarkan hasil rancangan proyek yang dilakukan dan bersiap untuk melakukan percobaan 	15 Menit
Kegiatan Inti	<i>Fase 5 : Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menciptakan dan membangun ide untuk memecahkan masalah yang teridentifikasi dalam percobaan sel volta. • Peserta didik mendapat bimbingan dari guru dalam percobaan sel volta dan menyiapkan laporan 	60 Menit
	<i>Fase 5 : Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil kerja 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menganalisis hasil kerja dan mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari melalui diskusi kelas. • Peserta didik membuat laporan secara sistematis dan benar 	15Menit

D. TUGAS MANDIRI DAN TUGAS KELOMPOK

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-03)

Peserta didik wajib menyelesaikan LKPD sebelum memulai proyek yang ditugaskan oleh guru. Video pembelajaran disajikan untuk menambah wawasan peserta didik dalam memulai proyek pembelajaran. Berikut LKPD pada sub materi sel volta:

**PENERAPAN SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI
MENGUNAKAN BAHAN SEKITAR
(LKPD-03)**

a) Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi
Tabel 2.5 KD 3.4 dan Indikator pada LKPD-03

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.4	Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya	3.4.1 Menjelaskan prinsip sel volta 3.4.2 Menganalisis rangkaian sel volta dengan jembatan garam 3.4.3 Menentukan notasi sel Volta 3.4.4 Menghitung potensial sel volta 3.4.5 Menjelaskan penerapan sel volta dalam kehidupan

b) Tujuan : Menganalisis penerapan sel volta dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita. Serta menganalisis rangkaian sel volta, menentukan notasi sel dan menghitung potensial sel.

c) **DASAR TEORI**

Sel Volta

Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik. Sel Volta terdiri dari: Anode, katode, elektrolit, rangkaian dalam, jembatan garam. Pemisahan reaksi redoks menjadi 2 bagian,

yaitu setengah reaksi oksidasi di anode dan setengah reaksi reduksi di katode. Anode dan katode diletakkan dalam suatu elektrolit dihubungkan oleh rangkaian luar berupa kawat. Maka elektron akan mengalir dari anode ke katode, Aliran ini adalah arus listrik.

Arus listrik ini disebabkan adanya beda potensial antara anode dan katode, yang dapat diketahui dari pengukuran menggunakan voltmeter. Sel Volta pada Anode terjadi reaksi oksidasi dan bermuatan negative (-) sedangkan Pada Katode terjadi reaksi reduksi dan bermuatan positif (+). Atau disingkat dengan istilah KAREPO dan ANONE

Notasi Sel

Notasi sel digunakan untuk menuliskan reaksi redoks yang terjadi secara singkat dan ringkas. Tata cara penulisan reaksi redoks dengan urutan sebagai berikut:

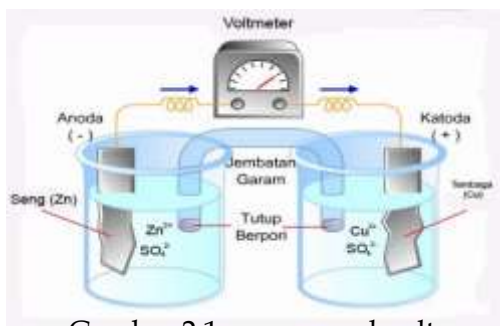
ABC (Anoda - Bridge - Catoda)

Susunan suatu sel volta dinyatakan dengan suatu notasi singkat yang disebut **diagram sel**.

Contoh: $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$

- Anode biasanya digambarkan di sebelah kiri, sedangkan katode di sebelah kanan, pada anode terjadi oksidasi Zn menjadi Zn^{2+} .
- Di katode terjadi reduksi ion Cu^{2+} menjadi Cu.
- Dua garis sejajar (| |) yang memisahkan anode dan katode menyatakan jembatan garam, sedangkan garis tunggal menyatakan batas antar fase.

Susunan sel volta



Gambar 2.1 susunan sel volta

Jembatan garam berisi larutan garam (NaCl atau $NaNO_3$) berfungsi menetralkan muatan ion di kedua gelas reaksi.

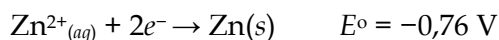
Pengukuran Potensial Elektrode Standar (E°)

Elektroda, yaitu zat yang menghantarkan listrik antara sel dan lingkungan dan dicelupkan dalam elektrolit (campuran ion) yang terlibat dalam reaksi atau yang membawa muatan.

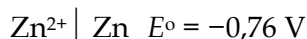
Pengukuran nilai potensial suatu elektrode dilakukan dengan menyusun elektrode tersebut menjadi suatu sel elektrokimia dengan elektrode standar (hidrogen-platina), dan besarnya potensial dapat terbaca pada voltmeter yang dipasang pada rangkaian luar. Potensial elektrode yang diukur dengan menggunakan elektrode standar disebut dengan *potensial elektrode standar* (E°).

Besarnya beda potensial yang terbaca pada voltmeter adalah 0,76 volt. Berdasarkan perjanjian, potensial elektrode hidrogen adalah nol, dan fakta pengukuran menunjukkan bahwa potensial hidrogen lebih tinggi (karena arus listrik mengalir dari elektrode hidrogen ke elektrode seng), sehingga besarnya potensial elektrode seng adalah -0,76 volt.

Penulisan persamaan reaksinya adalah:



atau notasi setengah sel elektrode seng adalah:



Nilai standar (E°) dari beberapa elektrode potensial elektrode dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 2.6 Data potensial reduksi standar

Reaksi reduksi	E°_{sel}
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}(\text{s})$	-3,04
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$	-2,38
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$2\text{H}_2\text{O}(\ell) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0,83
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{s})$	-0,74
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,41
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{s})$	-0,40
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$	-0,23
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,04
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	0,15
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+(\text{aq})$	0,16
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	0,34
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	0,52
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$	0,54
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	0,77
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	0,80
$\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}(\ell)$	0,85
$2\text{Hg}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2(\text{aq})$	0,90
$\text{Br}_2(\ell) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(\text{aq})$	1,07
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$	1,23
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	1,36
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$	1,78
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	2,01
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(\text{aq})$	2,87

Potensial elektrode standar (E°) Menyatakan kecenderungan teroksidasi atau tereduksi.

Pengukuran Potensial Elektrode Standar (E°)

Potensial sel (E°_{sel}) merupakan selisih antara nilai potensial electrode dari anode dan katode suatu sel elektrokimia. Fakta bahwa arus listrik bergerak dari katode ke anode menunjukkan bahwa katode mempunyai potensial lebih tinggi dari pada anode (listrik mengalir dari kutub dengan potensial tinggi ke rendah). Oleh karena itu,

nilai potensial sel merupakan selisih nilai potensial katode dikurangi anode, atau:

$$E^{\circ}_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{katode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

atau

$$E^{\circ}_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}}$$

E^osel	Reaksi redoks
$E^{\circ}_{\text{sel}} > 0$ (E°_{sel} = positif)	Spontan
$E^{\circ}_{\text{sel}} < 0$ (E°_{sel} = negatif)	Tidak spontan

Salah satu contoh penggunaan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai (sumber arus searah). Sumber arus searah

- Sel Primer: Sel yang reaksinya tidak dapat balik (*irreversible*), sehingga jika sudah habis, tidak dapat isi ulang. Contoh: Sel kering, Sel *alkaline*, Sel perak oksida
- Sel sekunder: Sel yang reaksinya dapat balik, sehingga dapat diisi kembali (*reversible*). contoh : Aki, Baterai Ni - Cd, Baterai litium

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Perhatikan lingkungan sekitar kita? Tahukah kamu jika buah-buahan dan beberapa tanaman menghasilkan arus listrik? Mengapa bahan tersebut menghasilkan arus listrik? Bagaimana Proses yang terjadi agar menghasilkan arus

listrik? Analisis video pembelajaran yang diputarkan guru di dalam kelas.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis sel volta? :

Alat :

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

Kira-kira menurut kalian, buah apalagi yang dapat menghantarkan arus listrik? Selain tomat yang ada dalam video tersebut? Kandungan apakah yang terdapat didalamnya?

Coba tuliskan pada kolom berikut:

Tabel 2.7 Data pengamatan LKPD-03

Nama Buah	Kandungan	Sifat zat yang terkandung

Mengapa bahan tersebut dapat menghasilkan arus listrik?

.....
.....

3. *Discovery*

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....
.....
.....
.....
.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, berapa volt yang dihasilkan untuk masing-masing percobaan?

Tabel 2.8 Data pengamatan LKPD-03

Jumlah buah	Kandungan bahan kimia	Jumlah volt yang dihasilkan	Katoda	Anoda
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			

Elektroda apa yang digunakan dalam percobaan tersebut?
 Sebutkan elektroda lainnya yang dapat digunakan dalam percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar kita?

.....

Apa yang terjadi dengan penambahan tomat yang digunakan dalam percobaan?

.....

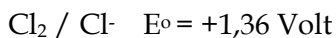
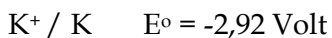
Bagaimana menulis notasi sel dari percobaan dalam video yang kamu amati?

.....
.....
.....
.....

Dari data potensial sel berdasarkan elektroda yang digunakan, hitunglah berapa E^0 Sel yang dihasilkan dari percobaan yang diamati!

.....
.....
.....
.....

Bagaimana reaksi potensial sel yang terjadi antara Kalium dan clor berdasarkan potensial reduksi standar dari data berikut :



.....
.....
.....
.....

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan sumber bacaan lainnya, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD- 04)

Untuk LKPD-04 merupakan lanjutan dari LKPD sebelumnya, disini peserta didik merancang sendiri percobaan yang akan dilakukan dengan bekerja dalam kelompok untuk berfikir rancangan terbaik yang akan dibuat.

Pembangkit listrik menggunakan bahan sekitar, sebagai alternatif Arus Listrik Menggunakan Buah-Buahan Dalam Penerapan Sel Volta (LKPD-03)

a) Kompetensi Dasar

Tabel 2.9 KD dan indicator pada LKPD-04

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
4.4	Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar	4.4.1 Merancang dan melakukan percobaan sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar, misalnya agar-agar sebagai jembatan garam serta menyajikan hasilnya.

- b) Tujuan : Merancang penerapan sel volta dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.
- c) **Dasar Teori**

Prinsip Kerja Sel Volta

Prinsip elektrokimia yaitu sel volta bekerja pada baterai yang ada di sekitar kita. Baterai mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Elektroda pada baterai terdiri dari kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kebanyakan baterai yang kita gunakan sekarang bersifat portable. Baterai biasa terdiri dari satu atau lebih sel volta yang di susun secara seri (katoda yang satu ditempelkan langsung pada anoda yang lainnya). Baterai digolongkan dalam dua jenis yaitu: sel primer dan sel sekunder. Sel primer adalah baterai yang tidak

dapat diisi ulang saat tegangan/voltasenya menjadi nol. Sedangkan sel sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang dengan dari sumber lain.

Alternative penggunaan sel volta bada buah-buahan didasarkan pada jenis buah yang digunakan mengandung larutan elektrolit dan elektroda yang akan digunakan di anoda dan di katoda. Silahkan modifikasi rancangan set pembangkit listrik yang dibuat dalam tugas proyek kelompok sehingga menghasilkan arus listrik.

d) Langkah Kerja

4. Aplication

1. Diskusikan dalam kelompok mengenai video percobaan sel volta pada minggu lalu, kemudian utarakan pemikiran kalian dalam pertanyaan berikut:
 - a. Bagaimana konsep yang dapat digunakan dalam membuat model alat sel volta menggunakan alternafit buah-buahan?
 - b. Jenis elektroda apa yang dapat digunakan untuk menghasilkan potensial sel yang besar? Jelaskan!
2. Perhatikan alat dan bahan yang tersedia untuk membuat model rangkaian sel volta menggunakan

bahan sekitar kita. Apa yang terfikir oleh kalian pada pertanyaan berikut:

- a. Buah apa saja yang digunakan untuk menghasilkan arus listrik?
- b. Elektroda apa saja yang digunakan untuk dapat menghantarkan arus listrik?
- c. Berapa volt arus listrik yang dihasilkan?

Rancanglah prosedur sel volta dengan judul Rancangan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar dengan menggunakan elektroda yang bervariasi.

Buat rancangan di Karton lalu berdasarkan urutan pertanyaan dibawah ini.

1. Bagaimana mendesain rangkaian awal proposal percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar berdasarkan hasil diskusi kelompok dibawah ini :
 - a. Diskusikan rancangan yang telah kamu buat kemudian presentasikan!
 - b. Segera perbaiki rancangan jika ada masukan dari guru dan temanmu untuk perbaikan rancangan yang telah dibuat!

5. Application dan Communication

1. setelah anda membuat rancangan proposal awal, lakukanlah percobaan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar
2. catat data-data hasil percobaan laporkan hasil
3. rancang ulang kembali desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan
4. Buat laporan percobaan sel volta dari bahan sekitar sesuai dengan format yang tersedia dan presentasikan
5. Selamat mencoba mudah-mudahan bahan yang kamu gunakan dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Semangat.
6. Setelah melakukan ujicoba, silahkan berdiskusi tentang biaya produksi! Bila anda ingin mengecas HP menggunakan arus listrik dari bahan sekitar, perkirakan berapa biaya produksi yang harus disiapkan?

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini:

Sains:

.....
.....

.....
.....
.....

Teknologi :

.....
.....
.....
.....

Engineering :

.....
.....
.....
.....

Matematika :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Soal Latihan

Tabel 2.10 soal tes evaluasi

No	Pertanyaan Soal	Skor
1	<p>Baterai Litium atau disebut Li-ion merupakan baterai yang banyak digunakan dalam peralatan elektronik, seperti pada HP, laptop, tablet dan perangkat elektronik lainnya. Untuk penggunaan pada perangkat elektronik, Litium akan digabungkan dengan Mangan dimana akan terbentuk reaksi redoks. Berikut diketahui harga potensial reduksi standar sel elektrode :</p> <p>$\text{Li}^+ + e^- \leftrightarrow \text{Li} \quad E = -3,04 \text{ Volt}$</p> <p>$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad E = +1,51 \text{ Volt}$</p> <p>Berapakah harga potensial sel yang tersusun dari data diatas ...</p> <p>A. + 5,55 B. - 4,55 C. + 4,55 D. - 1,53 E. + 1,53</p>	20
2	<p>Jika diketahui :</p> <p>$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$</p> <p>$E^\circ = +1,10 \text{ Volt}$</p> <p>$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}$</p> <p>$E^\circ = - 0,14 \text{ Volt}$</p> <p>$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$</p> <p>$E^\circ = + 0,34 \text{ Volt}$</p> <p>Maka potensial standar bagi reaksi</p> <p>$\text{Zn} + \text{Sn}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Sn}$ adalah.....</p> <p>A. +1,44 Volt B. +1,24 Volt C. +0,96 Volt D. +0,76 Volt</p>	20

	E. +0,62 Volt	
3	<p>Pupuk sangat bermanfaat bagi tumbuhan. Salah satu jenis pupuk yang bisa digunakan adalah Kalium Clor. Penggunaan pupuk kalium clorida digunakan saat tanamann memasuki masa berbunga, hal ini dikarenakan pupuk tersebut mampu meningkatkan aktivitas pembentukan biji atau buah pada tanaman sehingga bisa menghasilkan biji atau buah yang sempurna. Bagaimana reaksi potensial sel yang terjadi antara Kalium dan Clor pada pupuk tersebut berdasarkan potensial reduksi standar dari data berikut :</p> <p>$K^+ / K \quad E^\circ = -2,92 \text{ Volt}$</p> <p>$Cl_2 / Cl^- \quad E^\circ = +1,36 \text{ Volt}$</p> <p>A. $Cl_2(g) + 2K(s) \rightarrow 2Cl(aq) + 2K^+(aq) \quad E^\circ = -4,28 \text{ V}$ B. $Cl_2(g) + 2K(s) \rightarrow 2Cl(aq) + 2K^+(aq) \quad E^\circ = +4,28 \text{ V}$ C. $2Cl(aq) + 2K^+(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2K(s) \quad E^\circ = -4,28 \text{ V}$ D. $2Cl(aq) + 2K^+(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2K(s) \quad E^\circ = +4,28 \text{ V}$ E. $Cl_2(g) + 2K(s) \rightarrow 2Cl(aq) + 2K^+(aq) \quad E^\circ = +1,56 \text{ V}$</p>	20
4	<p>Jika diketahui harga potensial reduksi standart:</p> <p>$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \quad E^\circ = +0,34 \text{ V}$</p> <p>$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg \quad E^\circ = -2,34 \text{ V}$</p> <p>$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E^\circ = -0,76 \text{ V}$</p> <p>$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al \quad E^\circ = -1,66 \text{ V}$</p> <p>$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe \quad E^\circ = -0,44 \text{ V}$</p> <p>Notasi sel dengan harga potensial sel terbesar terdapat pada ...</p> <p>A. $Al / Al^{3+} // Zn^{2+} / Zn$ B. $Cu / Cu^{2+} // Al^{3+} / Al$ C. $Fe / Fe^{2+} // Cu^{2+} / Cu$ D. $Mg / Mg^{2+} // Cu^{2+} / Cu$ E. $Zn / Zn^{2+} // Fe^{2+} / Fe$</p>	20
5	<p>Pada reaksi :</p> <p>$Ni(aq) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Ni(NO_3)_2(aq) + 2Ag(aq)$</p> <p>Menurut reaksi diatas bagan sel volta dapat dituliskan dengan:</p> <p>A. $Ni | Ni^{2+} || Ag^+ | Ag$ B. $Ag | Ag^+ || Ni^{2+} | Ni$ C. $Ni | Ag^+ || Ni^{2+} | Ag$</p>	

	D. $\text{Ag} \mid \text{Ni}^{2+} \parallel \text{Ag}^+ \mid \text{Ni}$	20
	E. $\text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni} \parallel \text{Ag} \mid \text{Ag}^+$	

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan.

Tabel 2.11 Aspek penilaian KD 3.4 dan 3.5

Aspek Penilaian	Teknik	Bentuk instrument	Waktu Penilaian
1. Sikap	Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri	Lembar observasi, Format penilaian	Pertemuan 3,4 & 5
2. Pengetahuan	Latihan soal pada LKPD	Soal uraian	Pertemuan 3,4 & 5
	Latihan soal tes (Lampiran 2)	Soal pilihan ganda	Pertemuan 5
3. Keterampilan	Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio	Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek	Pertemuan 3,4 & 5

a) Instrumen penilaian

1. Penilaian Sikap

a. Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran sel volta dan melaksanakan tugas proyek sel volta menggunakan bahan sekitar.

Penilaian Diri

Topik :

Nama

Kelas :

Setelah mempelajari materi sel volta dan proyek sel volta menggunakan bahan sekitar, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Memahami konsep sel volta		
2	Memahami notasi sel		
3	Memahami potensial sel		
4	Mampu merancang percobaan sel volta menggunakan bahan sekitar		
5	Mampu menghitung E ⁰ sel dan menulis notasi sel dengan benar		
6	Mampu mengaitkan konsep kimia sel volta dengan pembelajaran STEM		
7	Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek		
8	Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama		
9	Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta		
10	Sebelum melakukan tugas terlebih dahulu membaca literasi yang mendukung tugas pembelajaran		

Rubrik penilaian	Kriteria nilai	Nilai
Jika menjawab ya, skor=2 Jika menjawab tidak, skor=1	$\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{2 \times \text{jumlah pernyataan}} \times 4$	.....

b) Penilaian Sikap

Kriteria penilaian sikap meliputi: Disiplin, Tanggung jawab, teliti, kreatif melalui skala berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

2. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 2.12 penialain HOTS peserta didik

No	Nama	Penilaian proses belajar HOTS			proposal	Laporan akhir
		analitical	evaluated	Created		
1						
2						
3						
	Dst					

Tabel 2.13 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.4 dan 4.4

Kriteria HOTS	Rubrik penilaian	Tagihan	Skor	skor /kriteria
Analytical thinking	benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan	LKPD	1-5	20
	benar membuat perancangan proyek sel volta di karton	Proposal	6-10	
	benar membuat cara kerja perancangan proyek	Laporan	11-15	
	benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan	Laporan & video	15-20	
Evaluative thinking	alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori	LKPD	21-30	50
	dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video	LKPD	31-40	
	dapat menentukan kutub positif dan negatif pada perancangan	Proposal	41-50	
	dapat menghitung E0 Sel dan menulis notasi sel berdasarkan telaah video	Laporan	51-60	
	dapat menghitung E0 sel dan menulis notasi sel berdasarkan bahan sekitar yang digunakan dalam percobaan	Laporan & video	61-70	
Creative Thinking	adanya ide baru dalam membuat percobaan sel volta	Proposal	71-85	30

	Menginovasi percobaan sel volta dengan cara baru yang sesuai teori	Laporan & video	86-100	
--	--	-----------------	--------	--

Keterangan: Nilai proposal: gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir: gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

2) Penilaian proposal proyek

Tabel 2.14 Format penilaian proposal proyek

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Judul	Judul ditulis jelas dan mudah dipahami	10 point
2.	Tujuan	Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi	10 point
3.	Alat dan bahan	Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang	20 point
4.	Cara kerja	Cara kerja singkat, padat dan jelas	20 point
5.	Gambar disain set rancangan penelitian	Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik	40 point

3) Laporan akhir Proyek

Tabel 2.15 Format penilaian laporan akhir proyek

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Cover	jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama	5 point

		anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun.	
2.	Bab 1 Pendahuluan	jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan	15 point
3.	Bab 2 Landasan teori	jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan	20 point
4.	Bab 3 Metodelogi	jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci	20 point
5.	Bab 4 Hasil dan pembahasan	jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung	25 point
6.	Bab 5 Kesimpulan	jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan	5 point
7.	Daftar pustaka	jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload .	10 oint

4) Presentasi

Rubrik penilaian presentasi dilihat pada Tabel 2.17

Tabel 2.16 Rubrik penilaian presentasi

No	Indikator penilaian	Kriteria penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat baik
1	Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan tidak	Materi presentasi disajikan secara kurang runut	Materi presentasi disajikan secara runut tetapi	Materi presentasi disajikan secara

		runut dan tidak sistematis	dan tidak sistematis	kurang sistematis	runut dan sistematis
2	Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian	Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele
3	Kebe naran konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar

Tabel 2.17 rubrik penilaian video yang diupload ke youtube

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1	Tampilan/Disain video	Video jelas, angle gambar bagus	20
2	Keruntutan materi	Ada pengenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan	25
3	Durasi waktu	Kurang dari 5 menit	15
4	Bahasa	Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami	20
5	Keterkaitan konsep STEM	Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika	20

F. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

Pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dirancang diharapkan peserta didik mampu menghubungkan konsep pembelajaran dengan materi yang diajarkan dan keterkaitan antar konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam proyek sel volta yang dikerjakan. Adapun yang menjadi domain STEM dalam

pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu menghubungkan keterkaitan antar konsep seperti pada Tabel dibawah ini.

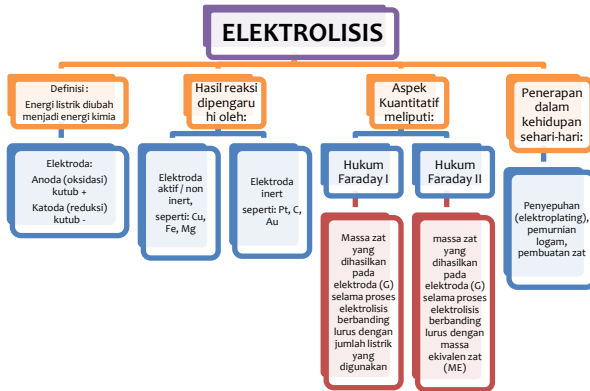
Tabel 2.21 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.4 dan 4.4

Aktivitas proyek	Objek pembelajaran	Science	Technology	Engineerin g	Math
Sel volta 'pembangkit listrik dengan bahan sekitar (PLBS)'	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu menulis notasi sel - Memahami kutub positif dan negative serta katoda dan anoda dalam sel volta - Memahami potensial sel - Menghitung E^0 sel - Menganalisis sel volta menggunakan bahan sekitar 	<ul style="list-style-type: none"> - Faktual : Bahan sekitar dapat menghasilkan arus listrik - Konseptual : Sel volta - Prosedural : Melakukan percobaan sel volta dengan menggunakan bahan sekitar 	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan rangkaian alat (berbagai bahan sekitar) - Menggunakan sumber arus dari bahan sekitar - Menggunakan lampu LED - Menggunakan komputer untuk analisis data 	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang prosedur percobaan sel volta dengan berbagai bahan sekitar dan Merancang set alat PLBS 	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung potensial sel serta - Mengkalkulasi biaya PLBS



BAB III ELEKTROLISIS DAN HUKUM FARADAY

A. PETA KONSEP



B. DISKRIPSI MATERI

Elektrolisis merupakan bagian dari materi Elektrokimia, dimana kemampuan prasyarat yang harus dimiliki meliputi konsep reaksi redoks dan reaksi tidak spontan. Reaksi elektrolisis merupakan reaksi redoks yang melibatkan energi listrik dari luar sel karena sel elektrolisis adalah proses tidak spontan. Reaksi elektrolisis terjadi di dalam sel elektrolisis. Sel elektrolisis terdiri dari dua elektroda yaitu anode dan katode yang dicelupkan dalam lelehan garam atau larutan garam, menggunakan sumber energi berupa baterai. Detail tentang materi elektrolisis dapat dilihat pada LKPD bagian dasar teori.

Pada materi KD 3.6 dan KD 4.6, peserta didik akan mempelajari reaksi elektrolisis dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Penyepuhan merupakan salah satu penerapan elektrolisis melalui proses electroplating. Aneka barang hasil sepuhan sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti pada perhiasan, peralatan rumah tangga, aksesoris mobil dan lain sebagainya. Electroplating merupakan proses pelapisan logam menggunakan logam pelapis, peserta didik dilatih untuk berfikir tingkat tinggi bagaimana proses penyepuhan bisa terjadi? Bahan alam apa saja yang dapat digunakan dalam proses electroplating? kemudian, jika ingin melapisi dengan ketebalan tertentu apa yang harus dilakukan? Proses ini diperlukan model pembelajaran yang merangsang keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik. Pembelajaran dengan proyek dalam pengembangan model STEM dapat merangsang kegiatan berfikir peserta didik, karena peserta didik berlatih membuat larutan elektrolit, menentukan kutub, jenis elektroda, hingga melapisi logam yang ingin dilapisi dengan logam lainnya. Pada proyek yang dilakukan oleh peserta didik terdapat konektivitas antar ilmu pengetahuan yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Pembelajaran KD 3.6 dan 4.6

- a) Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 3.1 KD dan Indikator 3.6 dan 4.6

Kompetensi Dasar	Indikator
3.6 Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday • Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.
4.6 Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu • Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday
- Menggunakan hukum Faraday untuk menentukan hubungan antara muatan listrik yang digunakan dengan banyaknya hasil reaksi.
- Membuat rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

- Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

Pertemuan keenam (2 JP x 45 Menit)

Untuk pertemuan keenam, guru menayangkan video pembelajaran tentang elektrolisis menggunakan elektroda inert melalui link berikut:

<https://youtu.be/xOy4VDiFDhs?feature=shared>

Tabel 3.2 Kegiatan pembelajaran pertemuan keenam

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Awal	Fase 1 : <i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan bersiap untuk memulai pelajaran • Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran tentang elektrolisis menggunakan bahan sekitar • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk mengidentifikasi alat bahan, cara kerja dan reaksi yang terjadi pada video pembelajaran 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 2 : <i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi materi elektrolisis dalam kelompok masing-masing • Peserta didik memperhatikan reaksi elektrolisis yang terjadi menggunakan elektroda inert dari video pembelajaran dan mengajukan contoh lain dari elektrolisis (jika ada) • Peserta didik mencari informasi dan tentang jenis elektroda baik inert maupun non inert yang mempengaruhi hasil reaksi redoks pada proses elektrolisis • Peserta didik menyelesaikan LKPD yang telah dibagikan 	60 Menit

Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan hasil pembelajaran • Peserta didik mengerjakan tugas yang diberikan guru 	15 Menit
---------	--	----------

Pertemuan Ketujuh (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan ketujuh video pembelajaran contoh proses electroplating menggunakan bahan sekitar dapat diakses melalui link video berikut:

<https://youtu.be/ce8iNn9H1OA?feature=shared>

Tabel 3.3 Kegiatan pembelajaran pada pertemuan ketujuh

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam dan melapor kehadiran • Peserta didik ingin menambah rasa ingin tahu bagaimana proses penyepuhan terjadi 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 3 : <i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengamati video pembelajaran dan berdiskusi dalam kelompok tentang tentang alat bahan yang dapat digunakan pada penerapan elektrolisis pada proses elektroplating • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok bagaimana menghubungkan variable penelitian seperti kuat arus terhadap massa endapan yang dihasilkan • Peserta didik mendiskusikan LKPD dan menanyakan hal yang belum dipahami 	60 Menit

Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menyepakati rancangan yang akan diuji coba• Peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek dibimbing guru meliputi: jadwal disain Perencanaan proyek, Pelaksanaan tugas proyek, Pelaporan hasil tugas proyek.	15 Menit
---------	---	----------

Pertemuan Kedelapan (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.4 Kegiatan pembelajaran pertemuan kedelapan

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil rancangan alat elektroplating • Peserta didik bertanya tentang elektroplating 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merumuskan rancangan proposal proposal proyek electroplating ditulis di karton lengkap dengan gambar set alat yang akan dirancang • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai elektroplating • Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan 	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan 	15 Menit

Pertemuan Kesembilan (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.5 Kegiatan pembelajaran pertemuan kesembilan

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
		Peserta didik	
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor tugas proyek elektroplating • Peserta didik bertanya tentang elektroplating yang belum dipahami 	15 Menit

Kegiatan Inti	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menguji hasil rancangan • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik menemukan metode yang tepat dan efisien dalam merangkai elektroplating • Peserta didik melakukan percobaan dan mencatat hasil pengamatan serta menghubungkan dengan hukum Faraday 	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan • Peserta didik menyelesaikan tugas untuk mengkalkulasi biaya produksi pada penyepuhan 	15 Menit

Pertemuan Kesepuluh (2 JP x 45 Menit)

Tabel 3.6 Kegiatan pertemuan kesepuluh

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil percobaan elektroplating • Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 5 : <i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan • Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru • Peserta didik memperhatikan video praktikum yang telah dibuat 	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan • Peserta didik menyelesaikan tugas untuk mengkalkulasi biaya produksi pada penyepuhan 	15 Menit

D. TUGAS MANDIRI DAN TUGAS KELOMPOK

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-05)

Peserta didik dipandu untuk mengasah keterampilan berfikir tingkat tinggi dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dengan memberikan LKPD pada masing-masing kelompok. Diharapkan dengan LKPD ini menjadi acuan peserta didik dalam mempelajari dan memudahkan peserta didik memahami konsep elektrolisis. Silahkan berdiskusi dalam kelompok dalam memecahkan masalah yang terdapat di LKPD ini. Berikut adalah LKPD-05 yang akan menuntun peserta didik untuk belajar berkolaborasi sesama teman.

**KONSEP ELEKTROLISIS DAN REAKSI SEL YANG TERJADI
DENGAN BERBAGAI ELEKTRODE (LKPD-05)**

a) Kompetensi Dasar

Tabel 3.7 KD 3.6 dan indicator pada LKPD-05

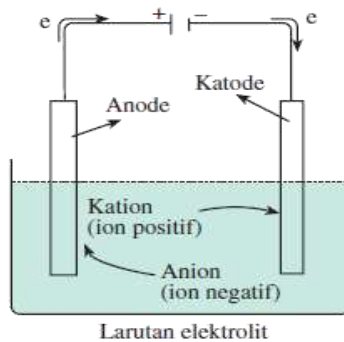
KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.6	Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis	3.6.1 Menjelaskan prinsip sel elektrolisis 3.6.2 Menjelaskan proses reaksi pada sel elektrolisis

- b) Tujuan : Menganalisis proses redoks pada larutan sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.

DASAR TEORI

ELEKTROLISIS

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia dimana energi listrik digunakan untuk menghasilkan reaksi redoks tidak spontan.



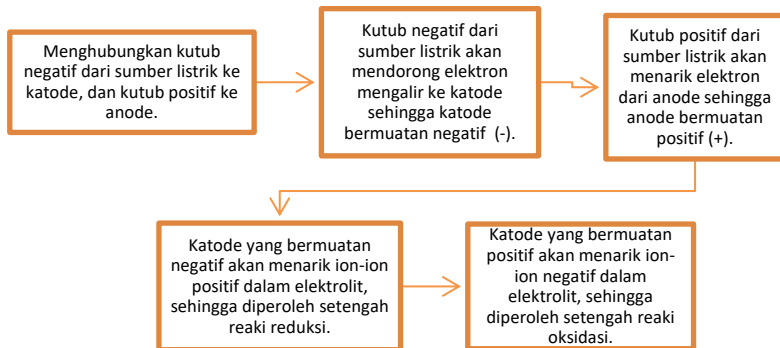
Gambar 3.1 aliran sel elektrolisis

Pada elektrolisis terjadi: pada katoda terjadi reaksi reduksi dengan kutub negative sedangkan di anoda terjadi reaksi oksidasi dengan kutub positif. Untuk lebih mudah mengingat berikut diberikan singkatan yaitu:

KARENE = Katode Reduksi Negatif

ANOPO = Anode Oksidasi Positif

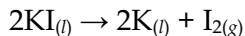
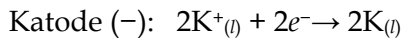
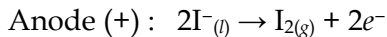
Diagram alir arus listrik dan kutub dalam elektrolisis dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 diagram arus listrik dan kutub pada proses elektrolisis

Pada anode, ion-ion disekitar anode yang memiliki E° lebih negatif yang akan mengalami oksidasi. Pada katode, ion-ion di sekitar katode yang memiliki E° lebih positif yang akan mengalami reduksi.

Elektrolisis leburan KI dengan elektrode grafit.



Hasil elektrolisis leburan KI dengan elektrode grafit adalah gas I_2 di anode dan logam kalium cair di katode.

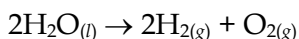
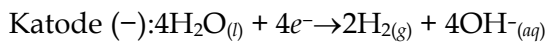
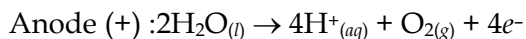
Jika di sekitar elektrode tidak aktif (inert) hanya terdapat satu jenis zat atau ion, maka zat atau ion tersebut yang akan mengalami oksidasi atau reduksi.

Dalam elektrolisis jenis bahan pada Elektrode mempengaruhi reaksi redoks yang terjadi. Berikut pengaruh jenis bhan elektroda terhadap reaksi redoks yang terjadi:

- Jika bahan elektrode terbuat dari grafit (C) atau logam inert (misalnya Pt atau Au), elektrode tidak mengalami oksidasi atau reduksi. Jadi, yang mengalami oksidasi atau reduksi adalah spesi-spesi yang ada di sekitar elektrode.
- Jika elektrodanya (terutama anode) dari logam aktif maka anode tersebut yang akan mengalami oksidasi.

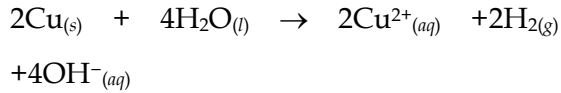
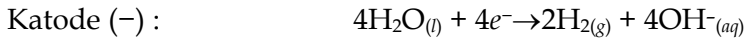
Contoh:

1. Reaksi elektrolisis larutan Na_2SO_4 encer dengan elektrode grafit



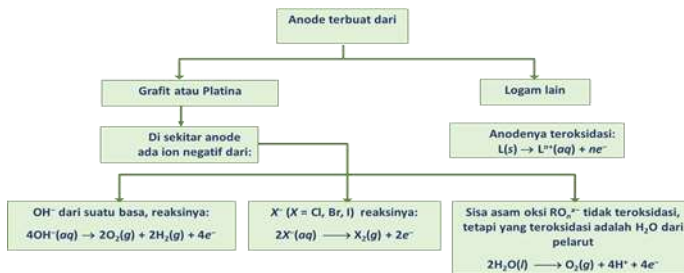
Hasil elektrolisisnya adalah gas oksigen di anode dan gas hidrogen di katode.

2. Reaksi elektrolisis larutan Na_2SO_4 encer dengan elektrode tembaga



Oleh karena anodena dari Cu (anode aktif), maka anode Cu tersebut mengalami oksidasi dan hasilnya adalah ion Cu^{2+} di anode dan gas hidrogen di katode.

Reaksi di Anode (berdasarkan bahan elektroda)



Gambar 3.3 jenis reaksi yang terjadi di anoda dengan berbagai jenis elektroda

Reaksi di Katode (berdasarkan bahan elektroda)



Gambar 3.4 jenis reaksi yang terjadi di Katoda dengan berbagai jenis elektroda

Langkah Kerja

1. Reflection

Coba perhatikan video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. Larutan apa yang digunakan dalam percobaan tersebut? Tahukah kamu mengapa terjadi gelembung di kedua runcingan pilsil tersebut? Apakah fungsi baterai yang digunakan pada percobaan dalam video tersebut ? bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan yang kamu tonton pada video tersebut?.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis sel elektrolisis?:

Alat :

.....

.....

.....

.....

Bahan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kira-kira menurut kalian, bahan lain apalagi yang dapat di gunakan untuk melihat mengetahui reaksi yang terjadi dalam elektrolisis?

.....

.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....
.....
.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 3.8 Data pengamatan pada LKPD-05

Larutan yang digunakan	Sumber arus	Elektroda yang digunakan	Reaksi di Katoda	Reaksi di Anoda
.....	

Elektroda apa yang digunakan dalam percobaan tersebut? Sebutkan elektroda lainnya yang dapat digunakan dalam percobaan sel elektrolisis menggunakan bahan sekitar kita?

.....
.....
.....

Garam yang digunakan pada percobaan tersebut merupakan larutan atau lelehan?

.....
.....
.....

Bagaimana reaksi yang terjadi di katoda dan di anoda dari percobaan sel elektrolisis tersebut?

Katoda:

.....
.....
.....

Anoda:

.....
.....
.....

Reaksi yang terjadi di anoda dan di katode pada sel elektrolisis tergantung dari jenis elektroda dan bahan yang digunakan. Maka tuliskan reaksi yang terjadi antara:

1. Elektrolisis leburan NaCl dengan elektroda grafit

.....
.....
.....
.....
.....

2. Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda grafit

.....

.....

.....

.....

.....

3. Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda tembaga(Cu)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektroda Fe

Katoda :

.....
.....

Anoda :

.....
.....

Reaksi Total :

.....
.....

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan sumber bacaan lainnya, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-06)

Setelah mempelajari prinsip elektrolisis dan reaksi sel yang terjadi dengan berbagai elektroda, peserta didik kemudian mempelajari LKPD-06 tentang Hukum Faraday dan perhitungannya. Untuk memudahkan pemahaman penerapan hukum Faraday dalam proses elektrolisis, silahkan berkolaborasi dengan teman dibawah bimbingan guru untuk menyelesaikan permasalahan pada LKPD ini. Berikut LKPD-06:

ELEKTROLISIS DALAM PROSES ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN BAHAN SEKITAR DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI SERTA PENERAPAN HUKUM FARADAY DALAM PERHITUNGANNYA (LKPD-06)

a) Kompetensi Dasar

Tabel 3.9 KD 3.6 dan indicator pada LKPD-06

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.6	Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis	3.6.3 Menghitung jumlah zat hasil reaksi pada proses elektrolisis menggunakan hukum Faraday I 3.6.4 Menghitung arus yang digunakan i pada proses elektrolisis menggunakan hukum Faraday I 3.6.5 Menghubungkan antara arus dengan jumlah zat hasil reaksi dalam proses elektrolisis 3.6.5 Menentukan massa zat yang diendapkan dalam sel elektrolisis berdasarkan hukum Faraday II 3.6.6 Menjelaskan penerapan elektrolisis dalam industri

b) Tujuan : 1) Menganalisis penerapan hukum Faraday (menghitung jumlah zat hasil reaksi, kuat arus yang digunakan serta waktu yang diperlukan)

pada sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari menggunakan bahan sekitar kita.

c) **DASAR TEORI**

Hukum Faraday

Hukum Faraday membahas hubungan berbanding lurus antara jumlah listrik yang melalui sel terhadap jumlah zat yang mengalami reaksi, baik reduksi maupun oksidasi selama proses elektrolisis. Elektron yang terlibat dalam reaksi elektrolisis dapat berperan sebagai “reagen” atau “produk” sehingga konsep mol berlaku pada perhitungan dalam hukum Faraday.

Hukum Faraday I

Menghitung massa zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis:

$$m = \frac{A_r}{n} \cdot \frac{(i \times t)}{96.500} \text{ gram}$$

dengan:

m = massa zat yang dihasilkan (gram)

i = kuat arus (ampere)

A_r = massa atom relatif

n = jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi (muatan ion)

t = waktu (detik)

Hukum Faraday II

Jika kedalam beberapa larutan yang berisi ion logam dialirkan muatan listrik yang sama jumlahnya, massa logam yang

mengendap berbanding lurus dengan massa ekivalennya. Massa ekivalen suatu ion logam merupakan perbandingan massa atom relatif dengan muatan ionnya (A_r/n). Jadi, jika kedalam larutan Ag^+ , Cu^{2+} , dan Cr^{3+} dialirkan muatan listrik dengan jumlah yang sama, massa yang diendapkan adalah:

$$m\text{Ag} : m\text{Cu} : m\text{Cr} = \frac{A_r\text{Ag}}{1} : \frac{A_r\text{Cu}}{2} : \frac{A_r\text{Cr}}{3}$$

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Apakah kamu pernah melihat perhiasan atau benda lainnya yang merupakan hasil elektroplating atau dilapisi logam lain?

Coba tuliskan pada kolom berikut:

Tabel 3.10 Data pengamatan LKPD-06

Nama Benda	Logam Asli	Logam Pelapis

Coba perhatikan video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. Mengapa suatu logam bisa melapisi logam yang lain? Bagaimana cara melapisinya? Untuk apa tujuan logam dilapisi? bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan yang kamu tonton pada video tersebut?

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam proses elektroplating?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kira-kira menurut kalian, bahan lain apalagi yang dapat di gunakan dalam proses elektroplating? rancanglah alat bahan dalam kelompok kamu yang akan kamu elektroplating!

Alat:.....
.....
.....
.....
.....

Bahan:.....
.....
.....
.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

1. Pembuatan Larutan Elektrolit

.....
.....
.....
.....

2. Proses Elektroplating

.....

.....

.....

.....

.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....

.....

.....

.....

.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 3.10 Data pengamatan LKPD-06

Larutan yang digunakan	Penyepuh	Benda yang disepuh	Massa sebelum penyepuhan	Massa setelah penyepuhan
.....

Buatlah reaksi lengkap yang terjadi pada proses elektroplating dalam video tersebut?

Anoda (+) :

Katoda (-) :

Reaksi Total :

Produk apa yang terdapat di katoda dan anoda dari reaksi pada video tersebut?

Anoda :

Katoda :

Mengapa hasil penyepuhan ada yang terlapisi dengan tebal dan ada yang tipis?

.....
.....
.....
.....
.....

Apakah pemberian arus listrik menyebabkan perbedaan pada hasil penyepuhan?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Apa tujuan melakukan elektroplating?

.....
.....
.....

Jika kamu ingin melapisi peniti/paku dengan massa awal 7 gram, setelah dilapisi oleh tembaga massa paku menjadi 8 gram. Berapa lama waktu yang diperlukan dalam proses elektroplating yang terjadi dalam larutan Tembaga (II) Sulfat (CuSO_4) pada pelapisan paku oleh tembaga, jika arus yang dialirkan 4 Ampere ($\text{Ar Cu}=65$; $F=96.500 \text{ C}$)?

.....

.....

.....

.....

Berapa waktu yang diperlukan untuk elektrolisis larutan AgNO_3 menggunakan arus listrik 1,49 A agar diperoleh 0,1 gram endapan Ag? ($\text{Ar Ag}=108 \text{ g/mol}$)?

.....

.....

.....

.....

Pada proses praktikum elektrolisis menggunakan bahan sekitar yaitu elektroda grafit (ujung pensil) dan larutan garam (NaCl), jika pada percobaan tersebut dialirkan arus listrik sebesar 2 Ampere ke dalam larutan garam selama satu jam, berapa jumlah volume gas hidrogen yang terbentuk di katoda?

.....

.....

Kesimpulan

Berdasarkan video dan pembelajaran hari ini, kesimpulan apa yang dapat kamu ambil?

.....

.....

.....

.....

3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-07)

Peserta didik di tuntut untuk merancang secara berkelompok proses electroplating menggunakan bahan sekitar setelah melihat video pada pertemuan sebelumnya. Dalam merancang sel electroplating peserta didik diberikan kesempatan mengeksplorasi kemampuan berfikir tingkat tinggi yang dimiliki dengan berbagai cara seperti merangkat set electroplating menggunakan alat bahan yang dikembangkan sendiri tidak berpaku pada contoh yang telah diberikan oleh Guru. Berikut LKPD-07 yang akan membimbing peserta didik dalam merancang set elektroplating yang sesuai standar.

**PENERAPAN ELEKTROLISIS MELALUI PROSES ELEKTROPLATING
DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI MENGGUNAKAN BAHAN
SEKITAR LKPD – 07**

Tabel 3.11 KD 4.6 dan indicator pada LKPD-07

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
4.6	Merancang dan melakukan penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu	4.6.1 Merancang dan melakukan percobaan reaksi redoks pada sel elektrolisis 4.6.2 merancang dan melakukan percobaan penyepuhan logam

b) **Tujuan** : 1) Merancang dan melakukan percobaan elektroplating.

c) DASAR TEORI

Eletroplating merupakan salah satu aplikasi elektrolisis yang digunakan untuk mencegah korosi, memberikan penampilan yang menarik pada perhiasan sehingga meningkatkan nilai ekonomis. Karena elektrolisis memberikan hasil lapisan tipis yang terdeposit pada logam yang akan di lapiasi. Elektroplating : merupakan Penerapan konsep elektrolisis, dengan Konsep penyepuhan benda dari logam. Kriteria pemilihan anoda dan katoda sebagai berikut:

Anoda : logam penyepuh murni, pilihlah logam yang E°_{red} lebih besar dari logam yang disepuh

Katoda : Logam yang disepuh

Larutan elektrolit : harus sama kationnya dengan logam anodenya.

Contoh :

Elektroplating logam Ni pada kepingan baja

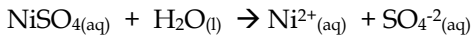
Anoda : logam nikel murni yang akan melapisi lempeng baja

Katoda : baja yang akan dilapisi

Larutan elektrolit : Larutan NiSO₄

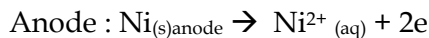
Prinsip kerja yang terjadi: Anoda yang dicelupkan dalam larutan NiSO₄ saat tegangan listrik dijalankan, maka atom0atom logam Ni sebagai anode mengalami oksidasi menghasilkan ion Ni²⁺. Ion ini akan tereduksi dan membentuk lapisan tipis yang menempel pada katode yaitu kepingan baja.

Reaksi redoks:



Anode (kutub positif):

- Spesi yang pergi ke anode: Anode Ni, H₂O, SO₄²⁻
- Spesi yang menang: Ni (spesi yang mengalami reaksi oksidasi)
- Reaksi yang terjadi:



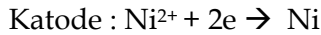
- Produk : deposit Ni yang menempel pada katode sementara anodenya menipis.

Katode (kutub negatif):

- Spesi yang pergi ke Katode: Katode: H₂O, Ni²⁺

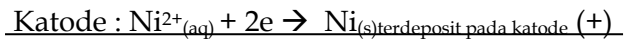
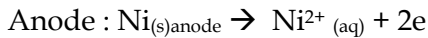
➤ Spesi yang menang: Ni^{2+} (spesi yang mengalami reaksi reduksi)

➤ Reaksi yang terjadi:



➤ Produk : dikatode terdapat endapan logam Ni

Reaksi Total :



d) Langkah Kerja

4. Application

- ✓ Melalui diskusi kelompok, konsep apa saja yang diperlukan untuk merancang penyepuhan logam?
- ✓ Amati alat dan bahan yang kamu sepuh, untuk membuat model alat penyepuhan logam. Pikirkan pertanyaan berikut:
 - a. Logam apa saja yang akan digunakan untuk menyepuh peniti/kunci/paku?
 - b. Elektrolit apa saja yang akan digunakan dalam menyepuh kunci?
 - c. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyepuh logam?

- ✓ Rancanglah prosedur elektroplating dengan judul *Penyepuhan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu*
- ✓ Buat desain rangkaian alat berdasarkan hasil diskusi kelompok di bawah ini.



- a. Diskusikan rancangan yang kamu buat lalu presentasikan?
- b. Catat masukan-masukan dari guru dan temanmu untuk perbaikan rancangan dan perbaiki!

5. Application dan Comunication

- ✓ Setelah Anda membuat rancangan, lakukanlah percobaan penyepuhan benda yang ingin disepuh!
- ✓ Catat data-data hasil percobaan laporkan hasil
- ✓ Rancang ulang kembali desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan
- ✓ Variasikan waktu penyepuhan, misal 1 jam, 2 jam kemudian timbang massa setelah penyepuhan. Bersihkan dan simpan benda yang telah disepuh!

- ✓ Buat laporan percobaan penyepuhan dengan format yang tersedia dan presentasikan
- ✓ Selamat mencoba, mudah-mudahan benda yang kamu sepuh berhasil dengan baik. Semangat
- ✓ Setelah melakukan uji coba, silahkan berdiskusi tentang biaya produksi bila anda ingin menyepuh plat seng dengan ukuran 2x3 cm dengan logam tembaga 1mm, berapa biaya bahan yang harus disiapkan?

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

.....

.....

.....

.....

.....

Teknologi :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Engineering :

.....

.....

.....

.....

Matematika :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Soal Latihan

Untuk mendalami konsep elektrokimia lebih lanjut, silahkan di isi pertanyaan dibawah ini dengan pilihan alasan yang tepat!

Tabel 3.12 Soal tes evaluasi

No	Pertanyaan Soal	Skor
1	<p>Grafrit merupakan salah satu unsur kimia yang terdapat pada pensil. Dalam proses elektrolisis larutan garam dengan batang pensil akan mengalami reaksi redoks. Reaksi yang terjadi pada anoda adalah</p> <p>A. $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4 OH^-(aq)$ B. $H_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + 2e^-$ C. $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ D. $2Na(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2e^-$ E. $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$</p>	20
2	<p>Dalam proses elektrolisis, larutan Tembaga sulfat dapat dibuat dari air aki dan lempengan tembaga dihubungkan dengan arus listrik menghasilkan larutan berwarna biru. Larutan tembaga sulfat tersebut direaksikan dengan paku besi yang merupakan elektroda non inert. Maka reaksi kimia yang terjadi pada Anoda dalam proses tersebut adalah...</p> <p>A. $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ B. $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ C. $H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + O_2(g)$ D. $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ E. $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4 OH^-(aq)$</p>	20
3	<p>Elektroplating/penyepuhan merupakan salah satu aplikasi dari sel elektrolisis. Penyepuhan biasanya dilakukan pada perhiasan, alat rumah tangga dan lainnya untuk menambah nilai estetika dari bahan tersebut, selain itu juga dipencegahan korosi. Jika kamu ingin melapisi peniti/paku dengan massa</p>	20

	<p>awal 7 gram, setelah dilapisi oleh tembaga massa paku menjadi 8 gram. Berapa lama waktu yang diperlukan dalam proses elektroplating yang terjadi dalam larutan Tembaga (II) Sulfat (CuSO_4) pada pelapisan paku oleh tembaga, jika arus yang dialirkan 4 Ampere ($\text{Ar Cu}=65$; $F=96.500 \text{ C}$)?</p> <p>A. 11.134 detik B. 5.938 detik C. 5196 detik D. 2.960 detik E. 742 detik</p>	
4	<p>Pada proses praktikum elektrolisis menggunakan bahan sekitar yaitu elektroda grafit (ujung pensil) dan larutan garam (NaCl), jika pada percobaan tersebut dialirkan arus listrik sebesar 2 Ampere ke dalam larutan garam selama satu jam, berapa jumlah volume gas hidrogen yang terbentuk di katoda?</p> <p>A. 0,00835 liter B. 0,08355 liter C. 0,83552 liter D. 8,3552 liter E. 83,525 liter</p>	20
5	<p>Dalam suatu sel elektrolisis, ion perak akan direduksi menjadi perak pada katode dan tembaga dioksidasi menjadi ion tembaga(II) pada anode. Bila arus sebesar 13,5 ampere dilewatkan pada sel ini selama 60 menit, maka berat tembaga ($\text{Ar Cu}=63,3$) yang melarut adalah ...</p> <p>A. 0,01 gram B. 0,5 gram C. 16,0 gram D. 32,0 gram E. 63,5 gram</p>	20

E. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan, dilaksanakan ketika proses pembelajaran seperti pada Tabe dibawah ini.

Tabel 3.113 Aspek penilaian KD 3.6 dan 4.6

Aspek Penilaian	Teknik	Bentuk instrumen	Waktu Penilaian
1. Sikap	Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri	Lembar observasi, Format penilaian	Pertemuan 6 - 10
2. Pengetahuan	Latihan soal pada LKPD	Soal uraian	6,7,8
	Latihan soal tes (Lampiran 2)	Soal pilihan ganda	10
3. Keterampilan	Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio	Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek	6-10

Instrumen penilaian

a. Penilaian Sikap

1) Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran elektrolisis dan melaksanakan tugas proyek electroplating

Penilaian Diri			
Topik :	.....	Nama :	.....
		Kelas :	.....
Setelah mempelajari materi elektrolisis dan proyek electroplating, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.			
No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Memahami konsep elektrolisis		
2	Mampu menulis reaksi redoks elektrolisis lelehan, larutan menggunakan elektroda inert dan non inert		
3	Memahami konsep hukum faraday		
4	Mampu merancang percobaan daya electroplating		
5	Mampu menerapkan perhitungan/stoikiometri hukum faraday dalam electroplating		
6	Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM		
7	Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek		
8	Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama		
9	Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta		
10	Sebelum melakukan tugas terlebih dahulu membaca literasi yang menunjang tugas pembelajaran		
Rubrik penilaian	Kriteria nilai	Nilai	
Jika menjawab ya, skor=2	$\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{2 \times \text{jumlah pernyataan}} \times 4$	.....
Jika menjawab tidak, skor=1			

2) Kriteria penilaian sikap

Adapun Kriteria penilaian sikap meliputi: disiplin, tanggungjawab, teliti, dan kreatif, dengan skala sebagai berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

b. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 3.14 Rangkuman penilaian HOTS peserta didik

No	Nama	Penilaian proses belajar HOTS			proposal	Laporan akhir
		Analytical	Evaluated	Created		
1						
2						
3						
	Dst					

Tabel 3.15 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.6 dan 4.6

Kriteria HOTS	Rubrik penilaian	Tagihan	Skor	skor /kriteria
Analytical thinking	benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan	LKPD	1-5	20
	benar membuat perancangan proyek elektroplating di karton	Proposal	6-10	
	benar membuat cara kerja perancangan proyek	Laporan	11-15	
	benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan	Laporan & video	15-20	
Evaluative thinking	alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori	Proposal	21-30	50
	dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video dan soal lainnya	LKPD	31-40	
	dapat menentukan kutub positif dan negatif pada perancangan	Proposal	41-50	
	Laporan ditulis sesuai teori dan format penulisan hingga kesimpulan	Laporan	51-60	
	dapat menerapkan hukum faraday pada perhitungan dalam percobaan dan menghubungkan dengan pembelajaran STEM	Laporan & video	61-70	
Creative Thinking	adanya ide baru dalam membuat percobaan elektroplating sebagai penerapan sel elektrolisis	Proposal	71-85	30
	Menginovasi percobaan elektroplating dengan cara baru yang sesuai dengan teori	Laporan & video	86-100	

Keterangan: Nilai proposal : gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir : gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

2) Penilaian proposal penelitian

Tabel 3.16 Format penilaian proposal penelitian

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Judul	Judu ditulis jelas dan mudah dipahami	10 point
2.	Tujuan	Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi	10 point
3.	Alat dan bahan	Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang	20 point
4.	Cara kerja	Cara kerja singkat, padat dan jelas	20 point
5.	Gambar disain set rancangan penelitian	Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik	40 point

3) Laporan akhir Proyek

Tabel 3.17 Format penilaian laporan akhir proyek

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Cover	jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun.	5 point
2.	Bab 1 Pendahuluan	jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan	15 point

3.	Bab 2 Landasan teori	jika lengkap berisi minimal 3 tori yang mendukung percobaan yang dilakukan	20 point
4.	Bab 3 Metodelogi	jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci	20 point
5.	Bab 4 Hasil dan pembahasan	jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung	25 point
6.	Bab 5 Kesimpulan	jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan	5 point
7.	Daftar pustaka	jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload .	10 point

4) Presentasi

Penilaian presentasi meliputi:

Tabel 3.18 Rubrik penilaian presentasi

No	Indikator penilaian	Kriteria penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat baik
1	Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan tidak runut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara kurang runut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara runut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi disajikan secara runut dan sistematis
2	Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian	Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele
3	Kebenaran konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep	Menjelaskan 2 dari 4 konsep	Menjelaskan 3 dari 4 konsep	Menjelaskan seluruh konsep

		esensial dengan benar	esensial dengan benar	esensial dengan benar	esensial dengan benar
--	--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Tabel 3.19 rubrik penilaian video yang diupload ke youtube

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1	Tampilan/Disain video	Video jelas, angle gambar bagus	20
2	Kerunutan materi	Ada pengenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan	25
3	Durasi waktu	Kurang dari 5 menit	15
4	Bahasa	Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami	20
5	Keterkaitan 4 konsep STEM	Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika	20

F. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

Tabel 3.20 Aktivitas proyek dan kompetensi STEM pada KD 3.6 dan 4.6.

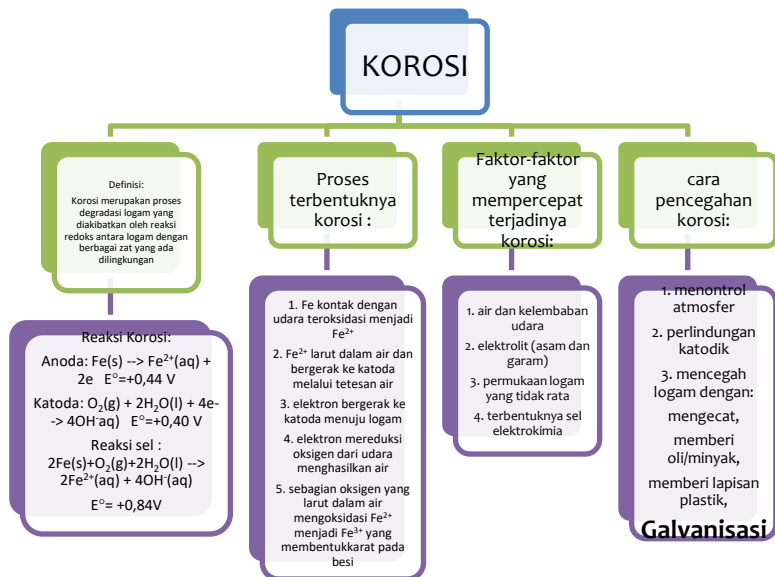
Aktivitas proyek	Objek pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Math
Elektrolisis 'proses penyepuhan logam/Elektroplating'	- Memahami konsep Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday - Merancang prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu	- Faktual: suatu logam dapat melapisi logam lain dengan cara elektrolisis - Konseptual: Elektrolisis, Elektroplating, Hukum Faraday - Prosedural: prosedur memecahkan masalah perhitungan elektroplating, prosedur melakukan Elektroplating	- Menggunak rangkaian alat (berbagai larutan dan logam /elektrode dalam proses pelapisan logam) - Menggunakan sumber arus (power supply/	- Merancang prosedur pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu - Merancang set alat pelapisan logam dengan berbagai model	- Menghitung g massa logam yang diperlukan pada pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu - Menghitung g arus listrik yang digunakan untuk melapisi

batere	logam
dalam	dengan
proses	ketebalan
pelapisan	lapisan dan
logam	luas
- Dan	- Mengkalku
Mengguna	lasi biaya
kan	pelapisan
komputer	logam
untuk	
analisis	
data	



BAB IV KOROSI DAN PENCEGAHANNYA

A. PETA KONSEP



B. DESKRIPSI MATERI

Pada sub materi korosi dan pencegahannya yang merupakan KD 3.5 dan 4.5 yang menjadi prasyarat dalam mempelajari materi ini adalah telah memahami reaksi redoks, serta mekanisme reaksi redoks.

Korosi merupakan reaksi kimia spontan yang terjadi di alam dan sangat mudah untuk diamati. Korosi dapat dilihat disekitar kita misalnya pintu pagar yang berkarat, peralatan mekanik, peralatan masak dan lainnya. Ada banyak factor yang mempengaruhi korosi dan ada berbagai macam cara pencegahannya. Setelah peserta didik memahami proses korosi,

faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dan cara pencegahannya, materi lebih lanjut tersedia di LKPD pada dasar teori. Pada bagian KD 4.5 yang merupakan KD keterampilan peserta didik diberikan proyek untuk membuat percobaan tentang galvanisasi yang merupakan salah satu cara pencegahan korosi. Melalui amatan video pembelajaran peserta didik memulai proyek pencegahan korosi melalui proses galvanisasi menggunakan bahan sekitar yang mudah diperoleh. Dengan proyek yang dikerjakan diharapkan akan mengasah keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik melalui proyek yang dikerjakan tersebut. Peserta didik juga mengetahui keterikatan konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam satu topic pembelajaran yang dipelajari. Berikut adalah keterikatan konsep sains, teknologi, teknik dan matematika pada kegiatan pembelajaran materi korosi dan pencegahannya.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1. Kegiatan Pembelajaran KD 3.5 dan 4.5.

- a) Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian kompetensi

Tabel 4.1 KD dan indicator 3.5 dan 4.5

Kompetensi Dasar	Indikator
3.5 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi. Menjelaskan upaya pencegahan dan mengatasi terjadinya korosi.

4.5 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi	<ul style="list-style-type: none"> • Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi • Merancang percobaan galvanisasi sebagai upaya pencegahan korosi
---	--

b) Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Menjelaskan proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi.
- Menjelaskan upaya pencegahan dan mengatasi terjadinya korosi.
- Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi
- Merancang percobaan galvanisasi dalam upaya pencegahan korosi

Pertemuan Kesebelas (2 JP x 45 Menit)

Pada pertemuan kesebelas peserta didik dapat mengakses video pembelajaran tentang proses galvanisasi yang merupakan salah satu cara untuk mencegah korosi dengan link video sebagai berikut:

<https://youtu.be/UI3jiymhx3o?feature=shared>

Tabel 4.2 kegiatan pembelajaran pertemuan kesebelas

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Awal	Fase 1 : <i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam • Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran • Peserta didik memperhatikan dengan seksama fenomena alam tentang terjadinya korosi 	15 Menit

		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memperhatikan video pembelajaran 	
Kegiatan Inti	Fase 2 : <i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok menyelesaikan LKPD • Peserta didik memulai identifikasi factor-faktor yang menyebabkan terjadinya korosi dan pencegahannya. 	60 Menit
	Fase 3 : <i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menelaah video pembelajaran dan kemudian membuat rancangan proposal proyek galvanisi • Peserta didik merancang proyek set alat galvanisasi di karton 	
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan set perancangan galvanisasi • Peserta didik menerima feedback dari guru • Peserta didik mencatat tugas dari guru 	15 Menit

Pertemuan Keduabelas (2 JP x 45 Menit)

Tabel 4.3 Kegiatan pembelajaran pertemuan keduabelas

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil rancangan alat Galvanisasi 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 4 : <i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik merumuskan rancangan proposal proyek Galvanisasi • Peserta didik berkreasi menyelesaikan proyek yang ditugaskan • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok • Peserta didik mencatat hasil pengamatan 	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya • Peserta didik merefeksi hasil rancangan 	15 Menit

Pertemuan Ketigabelas (2 JP x 45 Menit)

Tabel 4.4 Kegiatan pembelajaran pertemuan ketigabelas

Kegiatan Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Estimasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab salam, dilanjutkan melapor hasil percobaan Galvanisasi • Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan 	15 Menit
Kegiatan Inti	Fase 5 : <i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan • Peserta didik menampilkan kinerja terbaik untuk dinilai oleh guru • Peserta didik memperlihatkan video praktikum yang telah dibuat 	60 Menit
Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mereview hasil kerjanya 	15 Menit

D. TUGAS KELOMPOK DAN TUGAS MANDIRI

Tugas kelompok berupa LKPD yang dikerjakan secara bersama-sama dengan teman, sedangkan untuk latihan soal dikerjakan sendiri untuk mengecek pemahaman tentang materi yang telah dipelajari.

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD-08)

Untuk melatih peserta didik berfikir tinggi melalui pengerjaan LKPD secara kelompok. Selain pengetahuan tentang korosi, peserta didik juga diharapkan mampu

mencegah korosi melalui proses galvanisasi menggunakan bahan-bahan sederhana yang mudah diperoleh disekitar kita. Berikut LKPD-08:

**GALVANISASI PENCEGAH KOROSI
LKPD-08**

a) Kompetensi Dasar

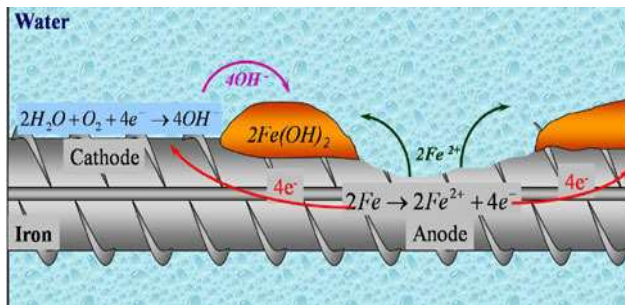
Tabel 4.5 KD dan indicator 3.5 serta 4.5

KD	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.5	Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya	3.5.1 Menganalisis gejala terjadinya korosi 3.5.2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi
4.5	Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi	3.5.2 Menganalisis cara pencegahan korosi 4.5.1 Merancang dan melakukan percobaan,faktor-faktor yang mempengaruhi korosi 4.5.2 mengumpulkan data hasil percobaan

b) Tujuan : Menganalisis gejala korosi dan merancang percobaan galvanisasi untuk pencegahan korosi.

c) DASAR TEORI

Korosi adalah rusaknya benda-benda logam akibat pengaruh lingkungan. Proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi: $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$. Ditinjau secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara.

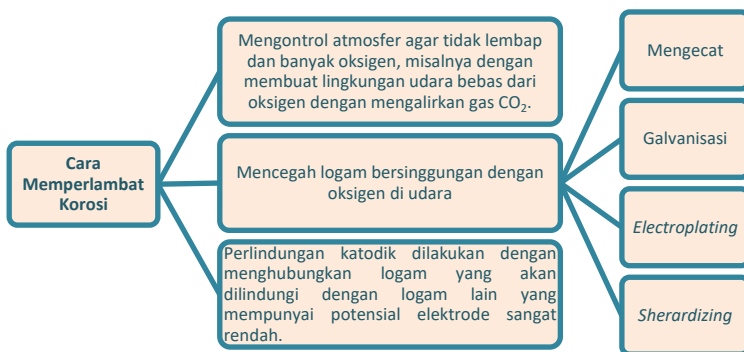


Gambar 4.1 Mekanisme terjadinya korosi
 Sumber: Unggul Sudarmo 2018

Faktor-faktor yang Mempercepat Korosi

1. Air dan kelembaban udara
2. Elektrolit
3. Permukaan logam yang tidak rata
4. Terbentuknya sel elektrokimia

Cara Memperlambat korosi



Gambar 4.2 Diagram cara memperlambat proses korosi

Perlindungan katoda atau proteksi katodik, dimana besi mengadakan kontak dengan logam yang lebih aktif misalnya seng

(Zn) besi menjadi katode dan Zn sebagai Anode sehingga Zn kehilangan elektron melapisi baja dengan lapisan Zn yang “dikorbankan” adalah konsep galvanisasi. Tujuannya adalah untuk menghalangi katode kontak fisik udara, air dan gas oksigen. Dalam hal ini logam Zn dioksidasi terlebih dahulu ketimbang besi. Dalam reaksinya dengan oksigen, logam Zn membentuk lapisan yaitu campuran karbonat oksida. Zn lebih reaktif daripada besi dapat dibuktikan melalui data potensial oksida standar yaitu : $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$ $E^{\circ}_{\text{oks}} 0,44 \text{ V}$ dan $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$ $E^{\circ}_{\text{oks}} 0,76 \text{ V}$ Proses Galvanisasi merupakan salah satu konsep reaksi elektrolisis yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia.

d) Langkah Kerja

1. Reflection

Coba perhatikan disekeliling kamu, ada pagar berkarat, jendela besi yang berkarat dan banyak lainnya. Kira-kira faktor apa saja yang menyebabkan perkaratan tersebut? bagaimana reaksi perkaratan besi? Bagaimana cara pencegahannya? Kemudian saksikanlah video pembelajaran yang di tayangkan oleh guru dalam kelas. proses apakah yang ada dalam video tersebut? Bagaimana reaksi redoks yang terjadi dalam percobaan tersebut?.

2. Research

Berdasarkan video tersebut, alat bahan apa yang digunakan dalam menganalisis proses galvanisasi? :

Alat :

.....
.....
.....
.....

Bahan :

.....
.....
.....
.....
.....

Kira-kira menurut kalian, bahan lain apalagi yang dapat di gunakan untuk pencegahan korosi dengan proses galvanisasi?

.....
.....
.....
.....

3. Discovery

Bagaimana langkah kerja percobaan dalam video yang kamu amati?

Cara Kerja :

1. Pembuatan larutan elektrolit

.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

2. Proses galvanisasi

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Adakah cara lain yang bisa kamu tambahkan, jika menggunakan bahan sekitar yang lainnya?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Data Pengamatan

Dari amatan video pembelajaran, lengkapi tabel berikut:

Tabel 4.6 Data Pengamatan LKPD-08

Larutan yang digunakan	Bahan pelapis	Benda yang dilapisi	massa zat sebelum dilapisi	Massa zat setelah dilapisi
.....

Buatlah reaksi lengkap yang terjadi pada proses galvanisasi dalam video tersebut?

Anoda (+) :

Katoda (-) :

Reaksi Total :

Produk apa yang terdapat di katoda dan anoda dari reaksi pada video tersebut?

Anoda :

Katoda :

Logam yang akan dilapisi ditempatkan sebagai kutub?

.....

Sedangkan logam pelapis ditempatkan sebagai kutub?

.....

Apakah tujuan dari proses galvanisasi?

.....

.....

.....

Tuliskan reaksi perkaratan besi

.....
.....
.....

4. Aplication

- ✓ Melalui diskusi kelompok, konsep apa saja yang diperlukan untuk merancang proses galvanisasi?
- ✓ Amati alat dan bahan yang kamu lapisi, untuk membuat model alat penyepuhan logam. Pikirkan pertanyaan berikut:
 - a. Logam apa saja yang akan digunakan untuk melapisi paku berkarat?
 - b. Elektrolit apa saja yang akan digunakan dalam proses galvanisasi?
 - c. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk melapisi paku tersebut?
- ✓ Rancanglah prosedur elektroplating dengan judul ***Galvanisasi anti korosi***
- ✓ Buat desain rangkaian alat berdasarkan hasil diskusi kelompok di bawah ini.
 - a. Diskusikan rancangan yang kamu buat lalu presentasikan?
 - b. Catat masukan-masukan dari guru dan temanmu untuk perbaikan rancangan dan perbaiki!

5. Application dan Communication

- ✓ Setelah Anda membuat rancangan, lakukanlah percobaan Galvanisasi benda yang ingin dilapisi!
- ✓ Catat data-data hasil percobaan laporkan hasil
- ✓ Rancang ulang kembali desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan
- ✓ Bersihkan dan simpan benda yang telah lapisi
- ✓ Buat laporan percobaan Galvanisasi dengan format yang tersedia dan presentasikan
- ✓ Selamat mencoba, mudah-mudahan benda yang kamu lapisi berhasil dengan baik. Semangat
- ✓ Setelah melakukan uji coba, silahkan berdiskusi tentang biaya produksi bila anda ingin mencegah korosi paku berkarat dengan ukuran 2x3 cm dengan logam seng (Zn) 1 mm, berapa biaya bahan yang harus disiapkan?

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, kesimpulan apa yang dapat diambil pada pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....

Hubungkan materi pembelajaran yang di peroleh dengan konsep STEM di bawah ini :

Sains :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Teknologi :

.....
.....
.....
.....



Engineering :

.....
.....
.....

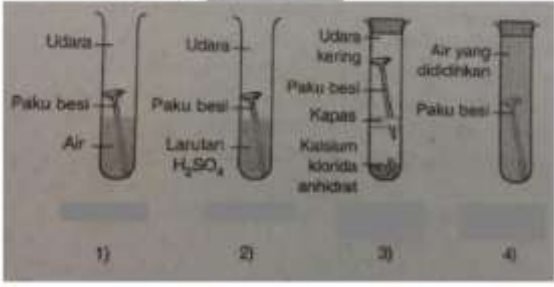
Matematika :.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Soal Latihan

Untuk melatih pemahaman kalian tentang korosi dan pencegahannya, silahkan kerjakan soal latihan berikut dengan pilihan alasan yang tepat.

Tabel 4.7 soal tes evaluasi

No	Pertanyaan Soal	Skor
1	<p>Korosi akan mengakibatkan kerusakan benda-benda logam sekitar kita seperti pada pagar rumah, atap, galangan kapal dan lainnya. Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara. Bagaimanakah reaksi yang terjadi di anoda pada proses perkaratan besi tersebut...</p> <p>A. $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ B. $2\text{Fe(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{e}^-$ C. $2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{Fe(s)}$ D. $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$ E. $2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$</p>	20
2	<p>Dibawah ini merupakan contoh percobaan tentang perkaratan Besi :</p> 	20

	<p>Dengan catatan : 1) air mendidih mengandung lebih sedikit gas oksigen terlarut, 2) senyawa anhidrat mempunyai sifat mudah menyerap air.</p> <p>Berdasarkan data gambar dan catatan diatas urutan terjadinya korosi dari yang paling lambat ke yang paling cepat adalah.....</p>	
3	<p>Jika diketahui data potensial elektroda standar sebagai berikut :</p> <p>$\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{e} \rightarrow \text{Al}(\text{s}) \quad E^\circ = +0,80 \text{ volt}$</p> <p>$\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) \quad E^\circ = +0,34 \text{ volt}$</p> <p>$\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{e} \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) \quad E^\circ = -0,44 \text{ volt}$</p> <p>$\text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) \quad E^\circ = -0,76 \text{ volt}$</p> <p>$\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{e} \rightarrow \text{Al}(\text{s}) \quad E^\circ = -1,66 \text{ volt}$</p> <p>Dari data diatas pasangan logam manakah yang dapat mencegah terjadinya korosi pada besi...</p> <p>A. Al dan Cu B. Zn dan Cu C. Zn dan Al D. Zn dan Ag E. Cu dan Ag</p>	20
4	<p>Salah satu cara yang dilakukan untuk menghambat terjadinya korosi yaitu dengan menghubungkan pipa besi yang dipendam dalam tanah dengan dihubungkan pada logam yang lebih reaktif seperti magnesium. Mengapa hal tersebut bias terjadi? Bagaimana mekanisme reaksi yang terjadi dalam system tersebut...</p> <p>A. Electron mengalir dari besi ke magnesium B. Besi berfungsi sebagai anode C. Besi melepaskan electron D. Magnesium berfungsi sebagai katode E. Magnesium mengalami oksidasi</p>	20
5	<p>Penggunaan pipa bawah tanah yang digunakan untuk penyaluran air PDAM maupun distribusi BBM oleh Pertamina</p>	

	<p>yang cenderung terkorosi oleh lingkungan yang bersifat korosif. Reaksi korosi secara keseluruhan melibatkan ...</p> <p>A. Oksidasi besi menjadi ion Fe²⁺ B. Reduksi besi C. Oksidasi oksigen menjadi ion OH⁻ D. Oksidasi besi dengan asam dari gas CO₂ terlarut E. Reduksi oksigen menjadi uap air</p>	20
--	--	----

D. KRITERIA PENILAIAN

Penilaian yang dilakukan dalam pembelajaran proyek terintegrasi STEM yaitu: penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan.

Tabel 4.8 Aspek penilaian KD 3.5 dan 4.5

Aspek Penilaian	Teknik	Bentuk instrumen	Waktu Penilaian
1. Sikap	Observasi kegiatan diskusi dan Penilaian diri	Lembar observasi, Format penilaian	Pertemuan 11,12,13
2. Pengetahuan	Latihan soal pada LKPD	Soal uraian	Pertemuan 11,12
	Latihan soal tes (Lampiran 2)	Soal pilihan ganda	Pertemuan 13
3. Keterampilan	Penilaian praktik Penilaian proyek Penilaian portopolio	Lembar pengamatan Rubrik penilaian tugas proyek	Pertemuan 11,12,13

Instrumen penilaian

a. Penilaian Sikap

1) Penilaian diri

Penilaian diri setelah melakukan pembelajaran korosi dan melaksanakan tugas proyek galvanisasi.

Penilaian Diri			
Topik :	.....	Nama :	.....
		Kelas :	.....
Setelah mempelajari materi korosi dan proyek galvanisasi untuk pencegahan korosi, peserta didik/i akan melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.			
No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Memahami konsep korosi		
2	Memahami factor-faktor yang mempengaruhi korosi		
3	Memahami cara pencegahan korosi		
4	Mampu merancang percobaan galvanisasi		
5	Mampu menuliskan reaksi perkaratan dalam proses korosi		
6	Mampu mengaitkan konsep kimia dengan pembelajaran STEM		
7	Bekerja sama dalam kelompok dalam menyelesaikan tugas proyek		
8	Saya melakukan tugas proyek sesuai perancangan dan jadwal yang telah disepakati bersama		
9	Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai fakta		
10	Sebelum melakuakn tugas terlebih dahulu membaca literasi yang menukung tugas pembelajaran		
Rubrik penilaian	Kriteria nilai	Nilai	
Jika menjawab ya, skor=2 Jika menjawab tidak, skor=1	$nilai = \frac{jumlah\ skor}{2 \times jumlah\ pernyataan} \times 4$	.....

2) Penilaian Sikap

Kriteria penilaian sikap meliputi aspek disiplin, tanggungjawab, teliti, dan kreatif dengan skala sebagai berikut:

4= Sangat Baik (SB)

3 = Baik (B)

2 = Cukup (C)

1 = Kurang (K)

b. Penilaian Kinerja

Aspek penilaian kinerja meliputi:

1) Kegiatan pembelajaran berbasis proyek

Tabel 4.9 Rangkuman penilaian HOTS peserta didik

No	Nama	Penilaian proses belajar HOTS			Proposa 1	Laporan akhir
		analitical	evaluated	Created		
1						
2						
3						
	Dst					

4.10 Kriteria rubrik HOTS untuk KD. 3.5 dan 4.5

Kriteria HOTS	Rubrik penilaian	Tagihan	Skor	skor /kriteria
Analitical thinking	benar menuliskan alat bahan dan cara kerja dari video yang ditampilkan	LKPD	1-5	20
	benar membuat perancangan proyek galvanisasi di karton	Proposal	6-10	
	benar membuat cara kerja perancangan proyek	Laporan	11-15	

	benar menyimpulkan proyek yang dikerjakan	Laporan & video	15-20	
Evaluative thinking	alat dan bahan yang dipilih tepat dan sesuai teori	Proposal	21-30	50
	dapat menentukan kutub positif dan negatif dalam menelaah video dan soal lainnya	LKPD	31-40	
	dapat menentukan kutub positif dan negatif pada perancangan	Proposal	41-50	
	Laporan ditulis sesuai teori dan format penulisan hingga kesimpulan	Laporan	51-60	
	dapat menerapkan hukum faraday pada perhitungan dalam percobaan dan menghubungkan dengan pembelajaran STEM	Laporan & video	61-70	
Creative Thinking	adanya ide baru dalam membuat percobaan galvanisasi untuk pencegahan korosi	Proposal	71-85	30
	Menginovasi percobaan galvanisasi dengan cara baru yang sesuai dengan teori	Laporan & video	86-100	

Keterangan: Nilai proposal : gabungan nilai penyelesaian LKPD dan perancangan di karton

Nilai laporan akhir : gabungan nilai laporan akhir dan upload youtube kegiatan proyek yang dilakukan bersama

2) Penilaian proposal penelitian

Tabel 4.11 Format penilaian proposal penelitian

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Judul	Judu ditulis jelas dan mudah dipahami	10 point
2.	Tujuan	Tujuan ditulis jelas sesuai intruksi	10 point
3.	Alat dan bahan	Alat dan bahan mencerminkan set penelitian yang dirancang	20 point
4.	Cara kerja	Cara kerja singkat, padat dan jelas	20 point
5.	Gambar disain set rancangan penelitian	Desain set rancangan penelitian jelas dan dipahami dengan baik	40 point

3) Laporan akhir Proyek

Tabel 4.12 Format penilaian laporan akhir proyek

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1.	Cover	jika lengkap berisi judul, nama kelompok, nama anggota kelompok, logo sekolah, asal sekolah, kabupaten tempat sekolah dan tahun.	5 point
2.	Bab 1 Pendahuluan	jika lengkap berisi latar belakang masalah dan tujuan percobaan	15 point
3.	Bab 2 Landasan teori	jika lengkap berisi minimal 3 teori yang mendukung percobaan yang dilakukan	20 point
4.	Bab 3 Metodologi	jika lengkap berisi alat bahan dan prosedur kerja secara rinci	20 point
5.	Bab 4 Hasil dan pembahasan	jika dilengkapi gambar, tabel atau data hasil percobaan dan pembahasan dengan teori yang mendukung	25 point
6.	Bab 5 Kesimpulan	jika dilengkapi dengan uraian kesimpulan hasil percobaan	5 point
7.	Daftar pustaka	jika menuliskan daftar pustaka yang dikutip dalam laporan serta link youtube yang telah diupload .	10 point

4) Presentasi

Rubrik penilaian presentasi:

Tabel 4.13 Tabel rubric penilaian presentasi

No	Indikator penilaian	Kriteria penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat baik
1	Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan tidak runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara kurang runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut dan sistematis
2	Penggunaan Bahasa dan kejelasan penyampaian	Menggunakan Bahasa yang baik dan tidak baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan kurang baku, penggunaan Bahasa tidak jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa kurang jelas dan bertele-tele	Menggunakan Bahasa yang baik dan baku, penggunaan Bahasa jelas dan tidak bertele-tele
3	Kebenaran konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar

Tabel 4.14 rubrik penilaian video yang diupload ke youtube

No	Aspek	Kriteria	Nilai
1	Tampilan/Disain video	Video jelas, angle gambar bagus	20
2	Kerunutan materi	Ada perkenalan,tujuan, alat bahan, cara kerja, hasil dan pembahasan dan kesimpulan	25
3	Durasi waktu	Kurang dari 5 menit	15
4	Bahasa	Kalimat yang digunakan baku dan mudah dipahami	20
5	Keterkaitan 4 konsep STEM	Mengaitkan konsep sains, teknologi, engineering, dan matematika	20

E. DOMAIN STEM YANG DIHARAPKAN

Setelah mempelajari materi korosi melalui model pembelajaran proyek terintegrasi STEM yang dirancang diharapkan peserta didik mampu menghubungkan konsep pembelajaran dengan materi yang diajarkan dan keterkaitan antar konsep sains, teknologi, teknik dan matematika dalam proyek galvanisasi yang dikerjakan. Adapun yang menjadi domain STEM yang diharapkan dalam pembelajaran ini dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.15 Aktivitas proyek dan Domain STEM dalam pembelajaran KD 3.5 dan 4.5

Aktivitas proyek	Objek pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Math
Korosi 'pencegahan korosi	- Memahami proses korosi yang melibatkan reaksi redoks dan faktor-	- Faktual : adanya bahan sekitar yang dapat dimanfaatkan untuk mencegah	Merangkai set galvanisasi menggunakan bahan sekitar (larutan	Merakit alat percobaan Galvanisasi dengan variasi luas permukaan	Menerapkan hukum Faraday dalam menghitung pengaruh

dengan Galvanisasi	faktor penyebabnya - Mengajukan gagasan untuk pencegahan korosi - Merancang percobaan Galvanisasi sebagai upaya pencegahan korosi	terjadinya korosi melalui proses Galvanisasi - Konseptual: Galvanisasi dan hukum Faraday - Prosedural : merancang set Galvanisasi dalam upaya pencegahan korosi	maupun logam/ variasi elektroda yang dipakai) menggunakan arus listrik dalam tugas proyek	n logam pelapis dengan model yang efektif dan sistematis	luas permukaan logam pelapis dan yang akan dilapisi. Menghitung arus listrik yang diperlukan untuk melapisi logam sesuai proyek yang ditugaskan
--------------------	---	---	---	--	---

DAFTAR PUSTAKA

- Caprora. Mary Margaret. 2013. STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. Second Edition. Texas. SENSE PUBLISHER
- Devi, Poppy, K., Karyana, S., Nulhakim, L. 2018. Unit Pembelajaran STEM Mata Pelajaran Kimia SMA Kelas XII Materi Elektroplating. SEAMEO Regional Center For QITEP in Science.
- Setiana. 2020. Sel Volta dan Aplikasinya dalam Kehidupan Kimia Kelas XII MIA. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Situmorang, M., Purba, J., & Silaban, R. .2020. Implementation of an innovative learning resource with project to facilitate active learning to improve students' performance on chemistry. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 54(4), 905–914. <https://doi.org/10.5530/ijper.54.4.184>
- Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J., Daulay, S. I., Simorangkir, M., Sitorus, M., & Sudrajat, A. 2018. Implementation of innovative chemistry learning material with guided tasks to improve students' competence. Journal of Baltic Science Education, 17(4), 535–550. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.535>

- Situmorang, M., Sinaga, M., Sitorus, M., & Sudrajat, A. 2022. Implementation of Project-based Learning Innovation to Develop Students ' Critical Thinking Skills as a Strategy to Achieve Analytical Chemistry Competencies. 56(1), 41-51. <https://doi.org/10.5530/ijper.56.1s.41>
- Vinsiah, Rananda. 2020. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Kimia Kelas XII. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Wiyati, Arni. 2020. Korosi Pada logam. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Wiyati, Arni. 2020. Sel Elektrolisis. @2020, Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Unggul, Sudarmo. 2013. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII. Jakarta; Erlangga.

BIODATA PENULIS



Kiki Ledy, lahir di Banda Aceh, 30 mei 1981. Merupakan anak ke-1 dari empat bersaudara dari pasangan Ayah bernama (Alm) Ahmad Husen dan Ibu bernama Husnidar Adilla. Memulai pendidikan dari TK Aisyiah Muhammadiyah lulus Tahun 1987. Melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar SD Negeri 1 Lhokseumawe lulus Tahun 1993, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Lhokseumawe 1996 dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Lhokseumawe jurusan IPA lulus Tahun 1999. Penulis melanjutkan kuliah ke Universitas Syiah Kuala (USK) Banda Aceh, Jenjang Strata-1(S1) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Jurusan Kimia lulus Tahun 2004 dan jejang Strata-2 (S2) Fakultas Teknik Jurusan Kimia lulus Tahun 2013 di Universitas Syiah Kuala (USK) Banda Aceh. Penulis adalah guru kimia yang memiliki pengalaman mengajar di SMA Negeri 1 Lhokseumawe (2004-2006), di SMA Swasta Sukma Bangsa Bireuen (2006-2010) dan menjadi Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Lingkungan Pemerintah Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh sebagai Guru Kimia di SMA Negeri 2 Lhokseumawe dari Tahun 2010 hingga saat ini. Penulis lulus sebagai penerima Beasiswa Tugas Belajar program Strata-3 (S3) dari Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM) Aceh pada Tahun 2021 dan diterima sebagai Mahasiswa program Doktor Pendidikan Kimia Universitas Negeri Medan (UNIMED)

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS **INQUIRY** DENGAN KESIAPAN BELAJAR

Buku ini merupakan hasil penelitian yang berbasis pendidikan kimia. Buku ini merupakan hasil dari pengembangan model yang dikembangkan secara ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Buku pengembangan model berbasis inquiry dengan kesiapan belajar ini yang dipersiapkan khusus kepada siswa agar melaksanakan pembelajaran lebih aktif. Buku ini diberi judul "Buku Model Siswa". Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa di era abad 21. Buku pedoman ini memudahkan guru dan siswa untuk menjalankan pengajaran kimia yang terintegrasi model berbasis inquiry dengan kesiapan belajar di kelas. Buku ini juga dapat dijadikan referensi bagi guru dan siswa dalam mengembangkan bahan ajar pada proses pembelajaran. Bagi siswa buku ini dapat dijadikan skenario pembelajaran dalam menjalankan proses pembelajaran dengan baik sesuai arahan guru dan aktivitas siswa yang seharusnya dijalankan siswa sesuai model pembelajaran.



YAYASAN
PENELITI PRIMA
INDONESIA



DIREKTORAT JENDERAL KEMAHAN INTELEKTUAL
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



Penerbit
PT. Radja Intercontinental Publishing
Jl. Cempaka Putih, Sp. Tiga Blang Rayeuk,
Desa. Angsana, Kota Lhokseumawe

www.radjapublika.org
<https://radjapustaka.com>

ISBN 978-623-89445-3-8 (PDF)



9 786238 944538