



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XII



KOROSI PADA LOGAM
KIMIA KELAS XII

PENYUSUN
Arni Wiyati, S.Pd
SMA NEGERI 6 SURABAYA

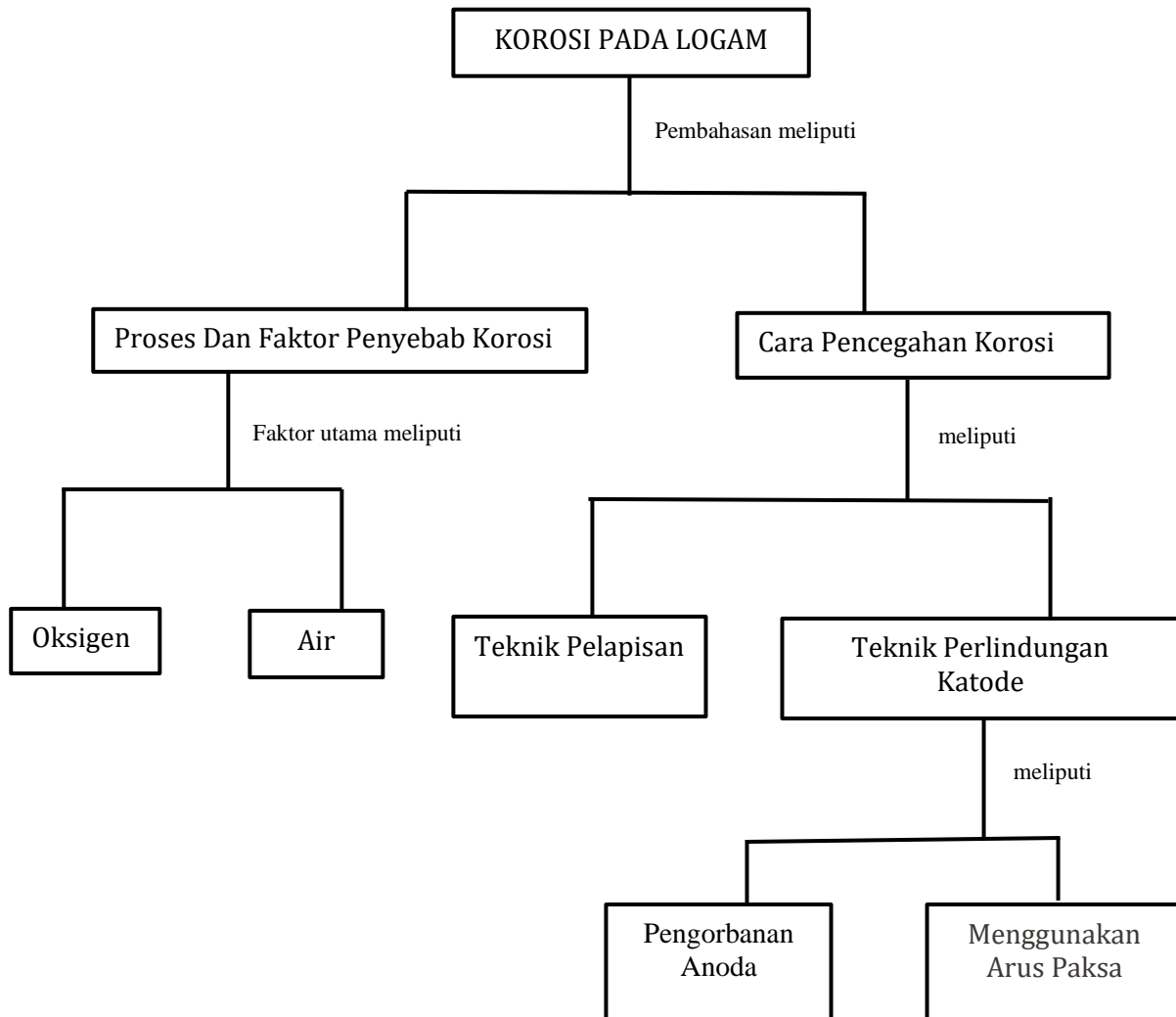
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES KOROSI.....	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	10
D. Penugasan Mandiri	10
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	16
CARA PENCEGAHAN KOROSI	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Uraian Materi	16
C. Rangkuman	18
D. Penugasan Mandiri	18
E. Latihan Soal	19
F. Penilaian Diri	22
EVALUASI	23
DAFTAR PUSTAKA	27

GLOSARIUM

Korosi	: adalah peristiwa rusaknya logam karena mengalami reaksi redoks dengan lingkungannya.
Oksidasi	: adalah reaksi peningkatan bilangan oksidasi atau pengikatan oksigen, atau melepaskan elektron.
Reduksi	: adalah reaksi penurunan bilangan oksidasi atau pengurangan oksigen, atau penerimaan elektron.
Sel Galvani	: adalah sel elektrokimia yang terjadi secara spontan menghasilkan potensial sel positif.
Kereaktifan logam	: dipengaruhi oleh nilai potensial reduksi. Semakin kecil nilai potensial reduksi logam maka semakin reaktif logam tersebut.
Katalis	: adalah zat yang dapat mempercepat reaksi.
Katoda	: adalah elektroda tempat terjadi reduksi.
Anoda	: adalah elektroda tempat terjadi oksidasi.
Pelapisan logam	: adalah melapisi logam dengan lainnya.
Perlindungan katoda	: adalah teknik perlindungan logam dengan cara logam tersebut dijadikan sebagai katoda.
Tin plating	: adalah pelapisan logam menggunakan timah.
Chrome plating	: adalah pelapisan logam menggunakan logam krom.
Galvanisasi	: adalah teknik pelapisan logam menggunakan logam seng (Zn)
Pengorbanan anoda	: adalah teknik mencegah perkaratan menggunakan mempunyai potensial reduksi lebih kecil sebagai anoda.
Arus paksa	: adalah aliran elektron yang berasal dari sumber arus, menuju anoda kemudian diteruskan ke katoda melalui elektrolit di sekitarnya.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran
Judul Modul	: Korosi

B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya.
- 4.5 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi.

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul berikut memaparkan proses terjadinya korosi pada logam. Mengingat logam besi adalah logam yang banyak digunakan dalam bidang kehidupan, maka modul berikut secara khusus membahas tentang proses korosi besi atau perkaratan besi, faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan serta cara pencegahan perkaratan besi.

Faktor utama dalam peristiwa perkaratan adalah gas oksigen dan air, sedangkan faktor pendukung meliputi keberadaan elektrolit (asam, basa dan garam), permukaan besi yang tidak merata dan pemanasan.

Paparan tentang cara pencegahan perkaratan pada besi meliputi teknik pelapisan logam dan teknik perlindungan katoda. Teknik perlindungan katoda meliputi cara pengorbanan anoda dan cara penggunaan arus paksa.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar proses belajar kalian lebih efektif dan bisa mendapatkan hasil belajar yang maksimal maka berikut diberikan petunjuk penggunaan modul.

Hal yang perlu kalian lakukan adalah:

1. Untuk mempelajari materi tentang korosi, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep reaksi redoks, sel Volta/Galvani serta potensial reduksi unsur.
2. Lihatlah peta konsep untuk melihat lingkup bahasan materi dan keterkaitannya.
3. Senantiasa perhatikan tujuan pembelajaran agar apa yang kita pelajari menjadi lebih fokus.
4. Pelajari kegiatan belajar sesuai urutan dalam modul, dengan mengembangkan rasa ingin tahu, berpikir kritis dan kreatif.
5. Kerjakan tugas mandiri dengan sungguh-sungguh dan bertanggung jawab untuk melatih ketrampilan berpikir.
6. Senantiasa kerjakan latihan soal secara mandiri kemudian kalian bisa kros cek jawaban dan pembahasannya.
7. Isilah tabel penilaian diri dengan jujur agar benar-benar dapat mengukur ketercapaian kalian dalam belajar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, Penugasan mandiri, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi

Kedua : Cara mengatasi korosi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES KOROSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, kalian akan dapat menemukan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya proses korosi, juga akan bisa membandingkan kecepatan proses perkaratan logam berdasarkan kondisi lingkungannya.

B. Uraian Materi

Coba kalian perhatikan alat apa saja disekitar kita yang terbuat dari logam dan dari jenis logam apa alat tersebut di buat? Mungkin ada alat tulis kalian yang terbuat dari logam, atau peralatan ibu memasak, atau peralatan ayah. Kita akan mendapatkan banyak jenis alat yang terbuat dari logam. Mulai dari keperluan perorangan, rumah tangga, transportasi sampai konstruksi bangunan. Faktanya banyak peralatan dari logam kita yang mengalami kerusakan akibat berkarat. Bagaimana pandangan kalian jika melihat alat-alat tersebut berkarat. Apa masih memenuhi fungsinya?

Apa itu karat pada logam? Proses perkaratan logam lebih dikenal dengan istilah korosi. Korosi adalah proses rusaknya logam akibat logam tersebut berubah menjadi senyawa lain melalui reaksi redoks dengan lingkungannya, sehingga nilai fungsi serta estetikanya tidak sesuai harapan. Istilah perkaratan lebih dikhususkan untuk logam besi yang mengalami korosi. Peralatan yang terbuat dari besi jika mengalami perkaratan akan menjadi tidak kuat, karena senyawa karat besi bersifat rapuh dan warna yang tidak menarik.

Coba kalian perhatikan ilustrasi berikut! gambar pertama mengilustrasikan sebagian anjungan lepas pantai dan gambar kedua adalah gambar knalpot motor yang berkarat. Lihatlah bahwa kerusakan besi pada anjungan berkarat dimulai dari besi bagian bawah atau kontak dengan air. Sedangkan pada motor bagian knalpot akan mengalami perkaratan terlebih dahulu dibanding bagian lainnya.



Gambar 1.1 Anjungan lepas pantai



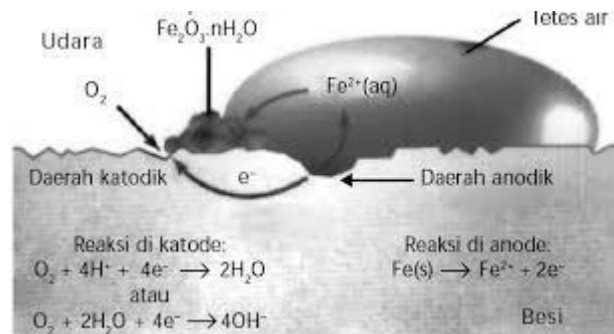
Gambar 1.2 knalpot sepeda motor

Pada kasus lain, pernahkah kalian memperhatikan bahwa kran air yang dipasang ayah diluar rumah cenderung lebih cepat berkarat di banding kran air di dalam kamar mandi kita? Kalian pasti tahu bahwa kran diluar rumah mendapat pengaruh lingkungan yang lebih banyak dibanding yang berada di dalam rumah. Salah satunya adalah pengaruh air hujan yang relatif bersifat asam karena pengaruh polusi udara.

Dari beberapa kasus di atas, bagaimana kalian menjelaskan proses perkaratan tersebut bisa terjadi? Dan faktor apa saja yang mempengaruhi perkaratan? Dari fakta tersebut apakah faktor air dan panas dan larutan elektrolit asam dapat mempengaruhi proses perkaratan pada besi? Jawabnya tentu iya kan?

1. Mekanisme proses reaksi perkaratan besi

Agar kalian lebih memahami proses perkaratan kita akan memperhatikan gambar dan penjelasan berikut:

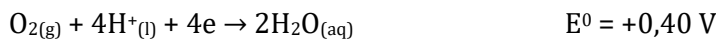


Gambar 1.3 Proses reaksi perkaratan besi

Pada gambar diilustrasikan ada tetesan air yang menempel pada sepotong besi. Dari peristiwa tersebut akhirnya terbentuk suatu sel galvani alami. Dimana besi akan menjadi anode dan mengalami oksidasi menjadi Fe^{2+} menurut reaksi:

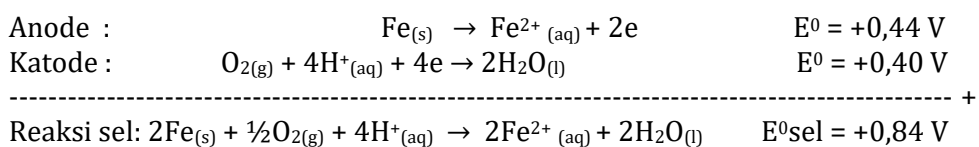


Mulai saat itu kita akan melihat permukaan potongan besi menjadi tidak merata, sehingga luas permukaan bidang sentuh antara air dan besi juga semakin luas. Elektron dari hasil oksidasi besi (Fe) akan berlari ke arah molekul oksigen (O_2) yang berada di pertemuan antara besi dengan air, kemudian mereduksi molekul oksigen tersebut menurut reaksi:



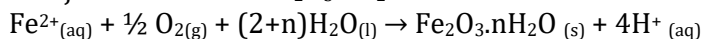
Lihatlah bahwa keberadaan air dalam reaksi juga menentukan keberlangsungan reaksi.

Secara redoks maka keseluruhan reaksi diberikan sebagai berikut:

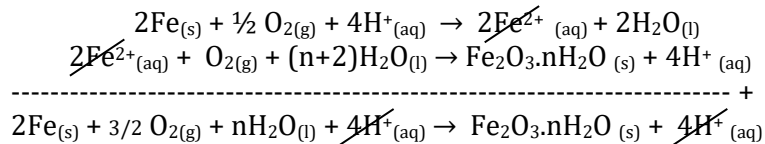


Lihat pula bahwa potensial sel bernilai positif yaitu +0,84 V. Ini menjelaskan bahwa perkaratan besi terjadi secara spontan.

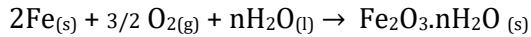
Kemudian Fe^{2+} akan mengalami oksidasi lebih lanjut sedemikian rupa sehingga menjadi karat besi $2Fe_2O_3.nH_2O$. Menurut reaksi:



Ion H^+ dalam reaksi tersebut terbentuk kembali dalam hasil akhir reaksi menunjukkan bahwa ion tersebut merupakan katalis dalam proses perkaratan. Untuk lebih jelasnya perhatikan reaksi berikut:



atau



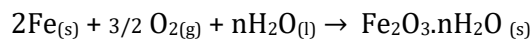
$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ merupakan senyawa oksida besi yang berwarna coklat kemerahan dan bersifat rapuh.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi

Jika kalian mencermati beberapa kasus perkaratan besi dan reaksi-reaksi pada proses perkaratan besi, maka faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan dapat dibagi 2 yaitu faktor utama dan faktor pendukung. Faktor utama adalah faktor yang terlibat langsung pada reaksi dan sebagai penentu utama berlangsungnya reaksi tersebut. Faktor utama meliputi gas oksigen dan air. Sedangkan faktor pendukung adalah zat-zat lain atau kondisi lain yang secara langsung mempengaruhi proses perkaratan, faktor ini meliputi keterlibatan zat elektrolit (asam, basa, garam), permukaan besi yang tidak merata, serta pemanasan.

C. Rangkuman

Peristiwa korosi merupakan sel galvanik alami, yang mana logam teroksidasi oleh faktor lingkungannya. Reaksi perkaratan pada besi secara keseluruhan dituliskan dalam reaksi berikut:



Faktor yang mempengaruhi proses perkaratan pada besi meliputi faktor utama dan faktor pendukung.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi meliputi:

1. Faktor utama :
 - gas oksigen
 - air
2. Faktor pendukung :
 - keberadaan elektrolit, baik asam, basa dan garam
 - Permukaan besi yang tidak merata
 - Pemanasan

D. Penugasan Mandiri

Untuk membuktikan faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi, sebaiknya kalian melakukan kegiatan praktikum berikut.

Tujuan Praktikum : menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi.

Alat dan bahan :

1. 6 buah paku
2. 6 gelas plastik
3. air biasa
4. larutan asam cuka (CH_3COOH), terbuat dari 2 sendok makan cuka makan + air sampai gelas agak penuh.

5. larutan garam (NaCl) terbuat dari 1 sendok makan garam dapur + air sampai gelas agak penuh.
6. plastik dan karet gelang
7. air panas

Prosedur:

1. Beri tanda berbeda A, B, C, D, E dan F pada masing-masing gelas plastik
2. Masukkan air biasa pada gelas A, air panas pada gelas B, larutan asam cuka pada gelas C, larutan garam pada gelas D, dan biarkan gelas E dan F kosong
3. Masukkan paku pada masing-masing gelas, dengan setiap gelas berisi 1 paku
4. Tutup gelas F dengan plastic dan ikat dengan karet agar rapat.
5. Amati dan catat perubahan selama 1 minggu

Untuk mempermudah analisis data gunakan tabel berikut untuk mencatat hasil pengamatan.

No.	Perlakuan	Pengamatan Hari ke ...						
		1	2	3	4	5	6	7
A	Air biasa							
B	Air panas							
C	Larutan cuka							
D	Larutan NaCl							
E	Kosong dan terbuka							
F	Kosong dan tertutup							

Keterangan pengamatan :

- tidak berkarat
- + sedikit berkarat
- ++ berkarat
- +++ sangat berkarat

Pertanyaan

1. Pada gelas mana paku berkarat?
2. Pada gelas mana paku belum berkarat?
3. Pada gelas mana paku paling cepat berkarat?
4. Pada gelas mana paku paling lambat berkarat?
5. Berikan kesimpulan faktor apa saja yang mempengaruhi perkaratan besi!

E. Latihan Soal

Untuk melihat penguasaan kalian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi, kerjakan latihan soal berikut.

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Mudah atau tidaknya logam berkarat tergantung pada ...
 - A. Banyaknya air
 - B. Kereaktifan logam
 - C. Suhu lingkungan
 - D. Tingkat kebasaaan
 - E. Banyaknya oksigen

2. Berikut ini yang merupakan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah ...
 - A. Air dan oksigen
 - B. Oksigen dan tanah
 - C. Tanah dan minyak
 - D. Minyak dan larutan asam
 - E. Minyak dan air

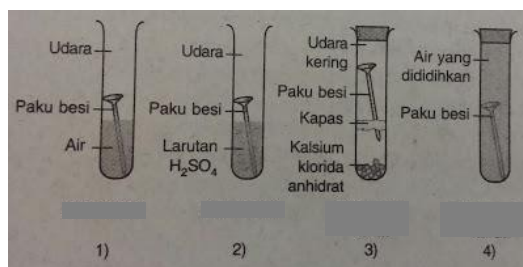
3. Faktor-faktor yang berasal dari lingkungan berikut ini dapat mempengaruhi korosi kecuali
 - A. Suhu
 - B. Udara
 - C. Keasaman
 - D. Kelembaban
 - E. Struktur bahan

4. Dalam proses perkaratan besi, besi bertindak sebagai ...
 - A. katoda
 - B. anoda
 - C. katalis
 - D. jembatan garam
 - E. elektrolit

5. Berdasarkan reaksi redoks pada proses perkaratan, lingkungan seperti apa yang menyebabkan besi mudah berkarat?
 - A. kering
 - B. lembab
 - C. vakum
 - D. berminyak
 - E. panas

6. Jika diketahui larutan A, B, C, D dan E berturut-turut mempunyai pH = 4, 6, 7, 8 dan 9, manakah dari larutan tersebut yang paling cepat menyebabkan perkaratan pada besi?
 - A. Larutan A
 - B. Larutan B
 - C. Larutan C
 - D. Larutan D
 - E. Larutan E

7. Diketahui gambar percobaan tentang korosi besi berikut:



Catatan :

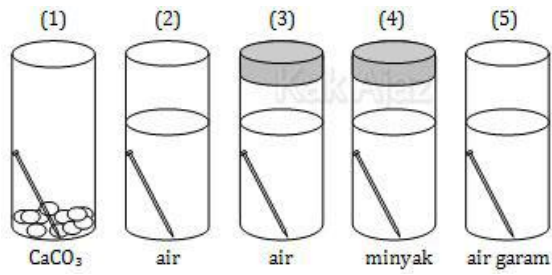
- Air mendidih mengandung lebih sedikit gas oksigen terlarut.
- Senyawa anhidrat mempunyai sifat mudah menyerap air.

Berdasarkan data tersebut urutan terbentuknya korosi dari yang paling cepat adalah ...

- A. 1 - 2 - 4 - 3
- B. 2 - 1 - 4 - 3
- C. 3 - 1 - 2 - 4

- D. 3 - 4 - 1 - 2
- E. 4 - 2 - 1 - 3

8. Perhatikan gambar proses korosi berikut!



Proses korosi yang berlangsung paling lambat adalah

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

Pembahasan Latihan soal kegiatan 1:

1. Pertanyaan nomor 1 terkait kecenderungan logam dalam mengalami perkaratan atau reaksi oksidasi bukan terkait faktor yang mempercepat terjadinya perkaratan. Kecenderungan suatu logam dalam mengalami oksidasi bergantung dari besar kecil nilai potensial reduksi logam tersebut. Semakin kecil potensial reduksi logam, maka semakin mudah logam mengalami oksidasi atau semakin reaktif.

Jawab : B

2. Faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah:

- Gas oksigen
- Air
- Zat asam
- Zat elektrolit

Jawab : A

3. Faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah:

- Gas oksigen terdapat pada udara
- Air menentukan kelembaban.
- Zat asam memiliki ion H^+ sebagai katalis dalam perkaratan.
- Zat elektrolit

Struktur bahan kondisi tataletak partikel-partikel dari bahan, hal ini tidak mempengaruhi proses perkaratan.

Jawab : E

4. Dalam perkaratan besi, besi mengalami oksidasi, sehingga besi bertindak sebagai anoda.

Jawab : B

5. Lingkungan yang menyebabkan besi mudah berkarat adalah lingkungan yang kondisinya mengandung faktor-faktor yang mempercepat reaksi perkaratan.

- kering : lingkungan kering diasumsikan sedikit mengandung uap air.
- lembab : lingkungan basah diasumsikan banyak mengandung uap air.
- vakum : lingkungan vakum diasumsikan tidak mengandung gas oksigen.
- berminyak : lingkungan berminyak dapat menutup permukaan logam sehingga tidak kontak dengan lingkungan luar.
- panas: lingkungan panas dapat menyebabkan uap air menguap atau berkurang dari sekitar logam.

Jawab : B

6. Dalam reaksi perkaratan ion H^+ adalah spesi yang bertindak sebagai katalis, jadi semakin kecil pH semakin banyak mengandung ion H^+ .

Jawab : A

7. Larutan H_2SO_4 karena bersifat asam. Kita tahu $pH < 7$ akan mempercepat terjadinya reaksi korosi karena adanya reaksi reduksi tambahan dari ion H^+ yang berasal dari asam.

Air. Karena air mengandung banyak oksigen terlarut yang mempercepat terjadinya korosi.

Air yang dididihkan. Karena jumlah oksigen terlarut dalam air menjadi sedikit.

CaCl_2 dan udara kering. Kristal CaCl_2 anhidrat berfungsi sebagai media yang dapat menyerap uap air yang ada di udara sehingga memperkecil kontak dengan paku.

Jawab : B

8. Keterangan masing-masing gambar pada nomor 8 di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Paku berada pada tabung terbuka sehingga O_2 dapat masuk. Tetapi di dalam tabung terdapat CaCO_2 yang bersifat menyerap H_2O sehingga udara tetap kering. [lambat korosi]
- 2) Paku berada pada tabung terbuka yang berisi air atau paku berada pada medium yang mengandung O_2 dan H_2O [cepat korosi]
- 3) Paku berada pada tabung tertutup yang berisi air. Meskipun tabung tertutup tetapi di dalamnya masih tersisa udara sehingga masih memungkinkan paku berkarat. [agak lambat korosi]
- 4) Paku berada pada medium tertutup yang berisi minyak. Berarti jumlah O_2 dalam tabung terbatas dan H_2O tidak dapat menembus minyak. [sangat lambat korosi]
- 5) Paku berada pada tabung terbuka yang berisi air garam. Sedangkan air garam bersifat elektrolit yang dapat mempercepat reaksi oksidasi. [sangat cepat korosi]

Jawab : D

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan proses terjadinya korosi?		
2.	Dapatkah kalian menemukan faktor lingkungan apa saja yang mempengaruhi proses perkaratan besi?		
3.	Dapatkah kalian memprediksi kecepatan proses perkaratan besi berdasarkan kondisi lingkungannya?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi!. Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan pada kegiatan belajar berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

CARA PENCEGAHAN KOROSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian akan dapat menguraikan cara-cara pencegahan korosi pada logam serta akan dapat menjelaskan mekanisme pencegahan korosi pada logam.

B. Uraian Materi

Dalam kegiatan belajar sebelumnya sudah dipelajari bahwa proses perkaratan pada besi merupakan proses yang spontan. Jika kalian sebagai perancang konstruksi bangunan apa kalian akan membiarkan kejadian ini berlangsung? Tentu tidakkan? Kalian pasti akan mengutamakan faktor keselamatan pengguna serta faktor ekonomi untuk penghematan dana regenerasi alat atau rekonstruksi bangunan.

Kalau kalian lihat dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi Langkah apa yang akan kalian lakukan untuk proses pencegahan perkaratan pada besi. Tentunya secara umum adalah langkah-langkah untuk menghindari kontak besi dengan faktor-faktor pemicu terjadinya reaksi perkaratan yang meliputi gas oksigen, air, elektrolit serta mengupayakan permukaan besi lebih rata. Cara-cara umum yang digunakan untuk pencegahan perkaratan besi meliputi 2 cara yaitu teknik pelapisan logam dan teknik perlindungan katoda.

1. Teknik pelapisan logam.

Cara yang dapat dilakukan antara lain adalah:

a. Pengcatan.

Terdapat 2 bahan cat besi yaitu bahan dasar minyak dan bahan dasar lateks. Bahan ini cukup memberikan perlindungan terhadap logam besi dan memberi tambah nilai estetikanya.

b. Pelapisan dengan plastik.

Plastik merupakan bahan polimer dari hidrokarbon. Cara ini juga efektif untuk melapisi beberapa alat rumah tangga dan memberi nilai estetika.

c. Pelapisan dengan minyak atau oli

Cara mencegah korosi selanjutnya yaitu dengan pelumuran oli atau gemuk. Pelapisan besi baja dengan menggunakan oli atau gemuk ini bisa dilakukan untuk bahan-bahan yang tidak berhubungan dengan estetika karena akan merusak pemandangan.

d. Tin plating (pelapisan dengan timah)

Timah (Sn) ini termasuk logam tahan karat. Kaleng dari kemasan dari besi umumnya yang dilapisi dengan timah. Proses pelapisan dapat dilakukan secara elektrolisis. Lapisan pada timah akan melindungi besi selama lapisan itu masih utuh. Apabila terdapat goresan, maka timah ini justru mempercepat suatu proses korosi karena potensial elektrode timah lebih positif dari besi.

e. Chrome plating (pelapisan dengan krom)

Krom (Cr) memberi lapisan pelindung, sehingga besi yang sudah diberi lapisan krom akan mengkilap. Pelapisan dengan krom ini dilakukan dengan proses elektrolisis. Krom juga dapat memberikan perlindungan meskipun pada suatu lapisan krom tersebut ada yang rusak. Cara ini umumnya dapat dilakukan pada kendaraan bermotor, misalnya saja bumper mobil.

f. Pelapisan dengan Seng (Galvanisasi)

Seng (Zn) juga dapat melindungi besi meskipun lapisannya ada yang rusak. Hal ini karena potensial pada elektrode besi lebih negatif daripada seng, maka pada besi yang terkontak dengan seng akan membentuk sel elektrokimia dengan suatu besi sebagai katode dan seng yang akan mengalami oksidasi sehingga besi akan lebih awet.

2. Teknik perlindungan katoda atau proteksi katoda.

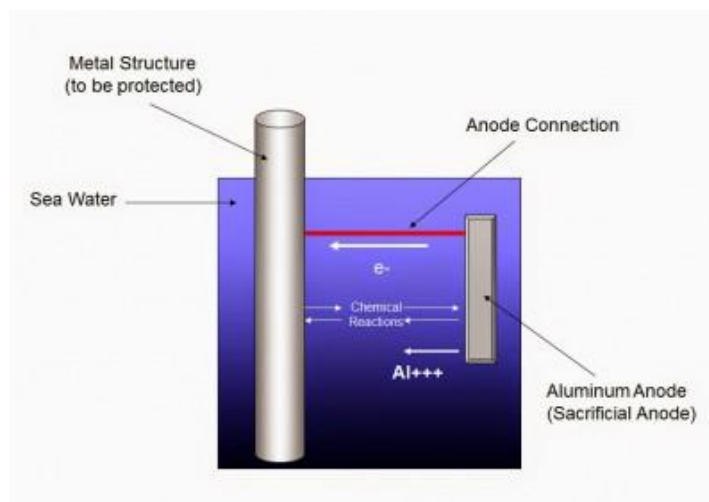
Cara yang digunakan dalam Teknik ini meliputi:

a. Pengorbanan anoda

Cara ini dilakukan dengan menggunakan logam lain yang lebih reaktif sebagai anoda. Kalian bisa memilih logam-logam yang mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari logam besi. Logam apa itu? Logam yang paling efektif tentunya yang mempunyai potensial reduksi jauh lebih kecil dari besi.

Perbaikan pada pipa bawah tanah yang terkorosi mungkin juga memerlukan perbaikan yang mahal biayanya. Hal ini dapat diatasi dengan sebuah teknik sacrificial anode, yaitu dengan cara menanamkan sebuah logam magnesium atau aluminium kemudian dihubungkan ke pipa besi melalui sebuah kawat.

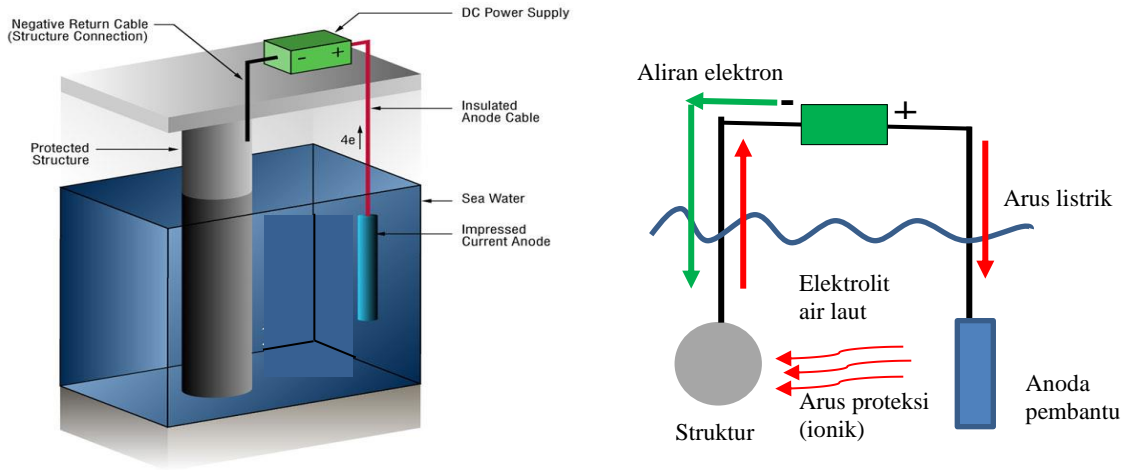
Lalu logam magnesium atau aluminium itu akan berkarat, sedangkan besi tidak karena magnesium atau aluminium merupakan suatu logam yang reaktif (lebih mudah berkarat)



Gambar 2.1 Pengorbanan anoda Aluminium

b. Menggunakan arus paksa (*Impressed current*)

Arus paksa atau *Impressed current protection cathode* adalah proteksi dengan menggunakan sumber arus yang berasal dari luar, biasanya dari arus AC yang dilengkapi dengan penyearah arus (*rectifier*) sehingga menjadi arus DC, dimana kutub negatif dihubungkan ke struktur yang dilindungi, dan kutub positif dihubungkan dengan anoda yang mempunyai potensial lebih tinggi dari struktur yang dilindungi. Pada *Impressed Current Protection Cathode*, arus listrik mengalir dari *rectifier* menuju anoda, lalu dari anoda melalui elektrolit ke permukaan struktur, kemudian mengalir sepanjang struktur dan kembali ke *rectifier* melalui konduktor elektrik. Karena struktur menerima elektron bukan malah melepaskan elektron, maka struktur menjadi terproteksi.



Gambar 2.2 Arus paksa (*Impressed current*) dan aliran elektronnya

C. Rangkuman

Pencegahan perkaratan dapat dilakukan dengan cara menghindari besi dari faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi. Ada 2 teknik pencegahan korosi pada besi, meliputi

1. Teknik Pelapisan logam
 - a. Cara pengecatan
 - b. Cara pelapisan dengan plastik.
 - c. Cara pelumuran minyak atau oli.
 - d. Cara pelapisan menggunakan logam lain diantaranya: Cr, Zn dan Sn
2. Teknik Perlindungan katoda, cara ini meliputi:
 - a. Cara pengorbanan anoda.
 - b. Cara menggunakan arus paksa.

D. Penugasan Mandiri

Berikan cara pencegahan yang mungkin digunakan untuk alat-alat berikut dan berikan alasanmu dalam memilih cara tersebut.

Tabel 2.1. Tabel alternatif cara pencegahan perkaratan besi.

No	Alat	Cara Pencegahan perkaratan	Alasan
1.	Paku besi		
2.	Kursi besi		
3.	Gelang arloji		
4.	Besi untuk konstruksi bangunan rumah		
5.	Mobil		
6.	Drum minyak		

E. Latihan Soal

Untuk melihat penguasaan kalian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi, kerjakan latihan soal berikut.

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Salah satu kelebihan pencegahan perkaratan pada besi dengan cara pengecatan adalah...
 - A. Tidak bisa rusak.
 - B. Tidak mudah patah.
 - C. Tidak mudah terbakar.
 - D. Mempunyai nilai estetika.
 - E. Tidak mudah tergores.
2. Berikut tentang cara pencegahan perkaratan dengan cara pelapisan logam menggunakan logam krom (Cr) kecuali ...
 - A. Dilakukan dengan elektrolisis.
 - B. Tidak mudah berkarat.
 - C. Memberikan penampilan mengkilat.
 - D. Biasa digunakan untuk melapisi bumper mobil.
 - E. Besi tidak berkarat meskipun sebagian lapisan crom rusak.
3. Salah satu kelemahan pada cat berbahan dasar minyak adalah...
 - A. Mudah terbakar.
 - B. Mudah berkarat.
 - C. Lengket.
 - D. Mudah meleleh.
 - E. Mudah patah.
4. Pencegahan perkaratan menggunakan pelumuran oli atau minyak lebih cocok untuk benda ...
 - A. Gear pada mesin motor.
 - B. Pagar.
 - C. Kompor.
 - D. Kawat.
 - E. paku
5. Berikut tentang cara pencegahan perkaratan dengan cara pelapisan logam menggunakan logam timah (Sn) kecuali ...
 - A. Biasa untuk melapisi kaleng.
 - B. Memberikan lapisan yang tahan karat.
 - C. Dilakukan dengan elektrolisis.
 - D. Besi tetap tahan karat walau sedikit lapisan timah rusak.
 - E. Memberikan warna mengkilat.
6. Berikut cara yang paling jitu untuk menyimpan paku besi agar tidak mudah berkarat adalah dengan ...
 - A. Diletakkan dalam kantung kain.
 - B. Dijemur.
 - C. Direndam air.
 - D. Disimpan dalam kaleng seng.
 - E. Disimpan dalam guci tembaga.

7. Pada Teknik perlindungan katodik, logam besi yang dilindungi bertindak sebagai ...
- A. Katoda
 - B. Anoda
 - C. Elektrolit
 - D. Penghantar
 - E. Penyedia elektron
8. Pada Teknik perlindungan katodik, anoda dipilih dari logam yang memenuhi spesifikasi berikut ...
- A. lebih murah dari besi
 - B. lebih kuat dari besi
 - C. lebih tahan karat dari besi.
 - D. potensial reduksi lebih kecil dari pada besi.
 - E. lebih mudah memuai dari pada besi

Pembahasan latihan soal kegiatan belajar 2

1. Kelebihan pengecatan adalah untuk pencegahan perkaratan besi dan menambah nilai estetika
Jawab : D
2. Chrome plating (pelapisan dengan krom)
Krom (Cr) memberi lapisan pelindung, sehingga besi yang sudah diberi lapisan krom akan mengkilap. Pelapisan dengan krom ini dilakukan dengan proses elektrolisis. Krom juga dapat memberikan perlindungan meskipun pada suatu lapisan krom tersebut ada yang rusak.
Jawab : E
3. Minyak mempunyai sifat mudah terbakar.
Jawab : A
4. Pelumuran dengan oli untuk mencegah perkaratan lebih cocok untuk alat-alat bagian dalam dari permesinan.
Jawab : A
5. Tin plating (pelapisan dengan timah)
Lapisan pada timah akan melindungi besi selama lapisan itu masih utuh. Apabila terdapat goresan, maka timah ini justru mempercepat suatu proses korosi karena potensial elektrode timah lebih positif dari besi.
6. Untuk menyimpan paku, kita upayakan dengan cara gampang dan murah. Tidak perlu mengupayakan dengan reaksi kimia. Cukup dengan menghindarkan paku dari faktor penyebab perkaratan diantaranya gas oksigen, air, larutan elektrolit, permukaan besi.
Kantung kain masih memungkinkan kontaknya paku dengan pemacu perkaratan, demikian juga dengan dijemur atau direndam air.
Jika disimpan dalam guci tembaga, maka akan cenderung terjadi oksidasi besi (paku) karena besi mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari tembaga.
Jika disimpan dalam kaleng seng (Zn), maka akan terjadi oksidasi seng, karena seng mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari besi.
Jawab : D
7. Istilahnya saja perlindungan katodik, jadi apa yang dilindungi? Pasti katodanya. Sehingga katoda adalah bahan yang dilindungi dari perkaratan.
Jawab : A
8. Pada cara perlindungan katodik ada acara pengorbanan anoda. Dalam cara ini dipilih anode dari bahan yang mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari besi agar anode tersebut yang mengalami oksidasi bukan besi
Jawab : D

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang cara pencegahan korosi pada besi.

Tabel Penilaian Diri

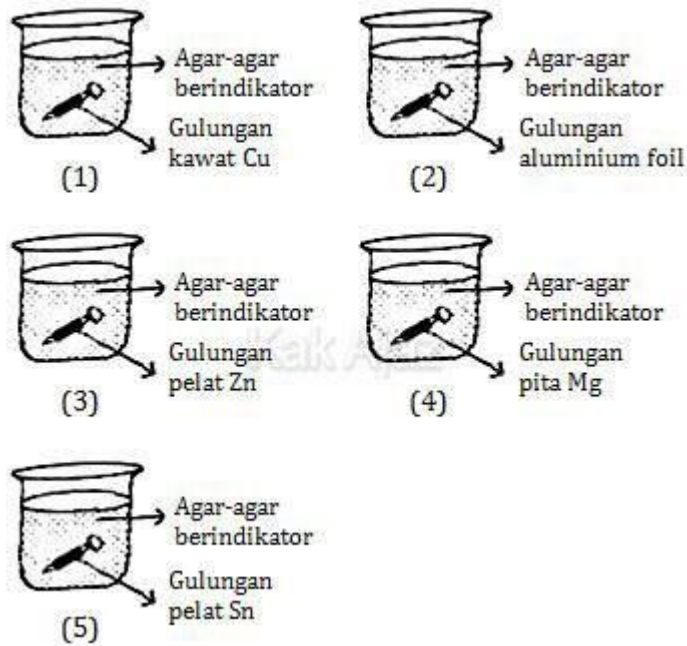
No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan mekanisme dari setiap cara untuk pencegahan korosi ?		
2.	Dapatkah kalian meramalkan cara pencegahan yang tepat pada alat yang terbuat dari besi berdasarkan fungsinya?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi!. Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan pada kegiatan belajar berikutnya

EVALUASI

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Logam-logam berikut yang paling tahan terhadap korosi adalah ...
 - A. Cr
 - B. Ni
 - C. Zn
 - D. Fe
 - E. Cu
2. Faktor utama dalam proses perkaratan besi adalah ...
 - A. Zat asam
 - B. Gas oksigen
 - C. Ion H^+
 - D. Besi
 - E. udara
3. Souvenir dari bahan logam yang paling awet tidak mengalami korosi adalah terbuat dari
 - A. Aluminium
 - B. Besi
 - C. Tembaga
 - D. Perak
 - E. Paduan logam perunggu
4. Dalam peristiwa perkaratan besi, gas oksigen bertindak sebagai ...
 - A. Anoda
 - B. Katoda
 - C. Jembatan garam
 - D. Elektrolit
 - E. Katalis
5. Peristiwa perkaratan logam merupakan sel galvanik alami karena ...
 - A. Menghasilkan potensial sel negatif.
 - B. Merupakan reaksi spontan oleh alam
 - C. Terdapat kation dan anion.
 - D. Terjadi reaksi redoks.
 - E. Disebabkan oleh lingkungan.
6. Tingkat kerusakan struktur bangunan akibat perkaratan besi lebih banyak terjadi pada ...
 - A. Bangunan daerah rawa
 - B. Bangunan daerah kota
 - C. Bangunan daerah mangrove
 - D. Bangunan daerah gunung
 - E. Bangunan daerah hutan
7. Perhatikan percobaan tentang perkaratan logam besi berikut



Peristiwa perkaratan paling lambat terjadi pada percobaan nomor ...

- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
8. Salah satu cara mencegah terjadinya reaksi korosi pada menara adalah
- A. Dilapisi timah.
 - B. Direndam dengan air.
 - C. Dibakar lalu ditempa.
 - D. Dicelupkan pada larutan asam.
 - E. Dihubungkan dengan lempeng magnesium.
9. Seng dipilih sebagai pelapis besi untuk mencegah terjadinya korosi karena
- A. Besi menjadi anode.
 - B. Seng menjadi katode.
 - C. Harga E^0 besi lebih besar.
 - D. Harga E^0 besi dan seng sama.
 - E. Besi menjadi mudah teroksidasi.
10. Diketahui :
- | | |
|--|---------------------|
| $Fe^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Fe_{(s)}$ | $E^0 = - 0,44$ Volt |
| $Ni^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Ni_{(s)}$ | $E^0 = - 0,25$ Volt |
| $Mg^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Mg_{(s)}$ | $E^0 = - 2,37$ Volt |
| $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Cu_{(s)}$ | $E^0 = + 0,34$ Volt |
| $Ag^+_{(aq)} + e \rightarrow Ag_{(s)}$ | $E^0 = + 0,80$ Volt |
| $Pb^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Pb_{(s)}$ | $E^0 = - 0,13$ Volt |
- Logam yang dapat melindungi besi dari perkaratan dengan perlindungan katodik adalah
- A. Ni
 - B. Mg
 - C. Cu
 - D. Ag
 - E. Pb

11. Perlindungan korosi yang paling tepat dilakukan untuk melindungi logam pada bagian mesin yang berputar adalah
- A. Mengecat
 - B. dibuat paduan logam
 - C. perlindungan katodik
 - D. melumuri dengan oli
 - E. dibalut dengan emas
12. Di daerah industri, gas-gas yang dapat menyebabkan korosi adalah ...
- A. O_2 dan N_2
 - B. CO dan H_2O
 - C. CO dan N_2
 - D. SO_2 dan NO_2
 - E. CO_2 dan CO
13. Pada peristiwa korosi, besi mengalami oksidasi, sedangkan yang mengalami reduksi adalah ...
- A. H^+
 - B. O_2
 - C. Fe^{2+}
 - D. OH^-
 - E. H_2O
14. Untuk kepentingan konstruksi jembatan, dibutuhkan logam besi yang kuat. Maka Teknik pelapisan logam besi yang tepat adalah menggunakan ...
- A. Timah
 - B. Nikel
 - C. Seng
 - D. Crom
 - E. Tembaga
15. Pelapisan besi menggunakan plastik lebih cocok digunakan pada alat ...
- A. Alat rumah tangga
 - B. Onderdil sepeda motor
 - C. Kerangka jembatan
 - D. Alat memasak
 - E. Kerangka rumah

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Kunci jawaban soal evaluasi

1. E
2. B
3. D
4. B
5. B
6. C
7. D
8. E
9. C
10. B
11. D
12. D
13. B
14. C
15. A

DAFTAR PUSTAKA

Sutrisna, Nana. 2018. Aktif dan Kreatif Belajar Kimia. Jakarta : Grafindo

Watoni, A. Haris. 2015. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Jakarta : YramaWidya

<https://amaldoft.wordpress.com/2015/11/29/korosi-redoks-dan-elektrokimia>

<https://blo.ruangguru.com/cara-pencegahan-korosi>

<https://sestech.in/corrcad.html>