



CAMPUS  
DES MÉTIERS  
ET DES  
QUALIFICATIONS

Auto'Mobilités  
Auvergne-Rhône-Alpes



# BATERAI DAN PENGISIAN DAYA

Modul Pelatihan

*Dokumen ini diberikan kepada Anda secara pribadi. Reproduksi, adaptasi atau penggunaan seluruh atau sebagian dokumen ini diizinkan untuk penggunaan pribadi, tidak termasuk bentuk penggunaan komersial apa pun. Dalam hal berbagi dan/atau adaptasi, Anda setuju untuk memberikan rujukan dan untuk menunjukkan jika perubahan telah dilakukan.*

# CARA



AUVERGNE-RHÔNE-ALPES  
EUROPEAN CLUSTER  
FOR MOBILITY SOLUTIONS

## PENGANTAR

Campus des Métiers et des Qualifications Auto'Mobilités (Auvergne-Rhône-Alpes) dengan bangga mempersembahkan e-book pelatihan dengan tema baterai dan pengisian daya berikut.

Disusun bersama oleh para pengajar profesional, personil dari industri, peneliti dan pelajar, buklet ini menawarkan berbagai modul yang mencakup kebutuhan kompetensi utama dalam tema terkait.

Setiap e-book menawarkan :

1. Tinjauan untuk tujuan pembelajaran dengan mempertimbangkan kebutuhan lapangan
2. Pembagian yang jelas dalam tiap modul dan bab
3. Pengetahuan utama untuk setiap bab
4. Saran dan pertanyaan untuk evaluasi

Setiap pengajar atau trainer bisa mempergunakan dan menyesuaikan bahan ajar berikut untuk praktek pengajarannya.

Kampus juga menyediakan peralatan ajar baik secara fisik maupun digital yang dikembangkan secara kolaboratif.

Jangan ragu untuk menghubungi kami untuk mendapatkan pelatihan yang disusun untuk tema lain, untuk saran atau pertanyaan tentang isi dan peralatan ajar.

**UNTUK INFORMASI LEBIH LANJUT**

**[Kunjungi situs internet CMQ Auto'Mobilités](#)**

**Hubungi manager operasional kampus : [Bapak David BENECH](#)**

# DAFTAR ISI

---

Modul 1 – Berbagai teknologi baterai dan stasiun pengisian daya

Modul 2 – Prinsip kerja baterai

Modul 3 – Peraturan dan prosedur keamanan

Modul 4 – Pelaksanaan dan penggunaan baterai dan stasiun pengisian daya

Modul 5 – Dampak lingkungan

Evaluasi modul – Pertanyaan Pilihan Berganda

## TUJUAN

- Memahami berbagai teknologi baterai dan stasiun pengisian daya
- Mengimplementasikan baterai dan stasiun pengisian daya dengan keamanan penuh
- Mengetahui isu lingkungan terkait baterai dan stasiun pengisian daya

# MODUL 1

## BERBAGAI TEKNOLOGI BATERAI DAN STASIUN PENGISIAN DAYA

---

Bagaimana energi disimpan dalam sebuah kendaraan listrik?

- Bab 1** Apa saja istilah yang perlu diketahui dalam kajian dan penggunaan baterai ?
- Bab 2** Terbuat dari apa sebuah baterai itu ?
- Bab 3** Apa saja teknologi baterai dan apa karakteristik setiap teknologi tersebut ?
- Bab 4** Baterai apa untuk penggunaan yang mana ?
- Bab 5** Apa sarana yang digunakan untuk mengisi daya baterai ?
- Bab 6** Apa evolusi teknologi baterai dan sarana pengisian daya ?

**3 level pembelajaran :**

-  Pengantar
-  Pendalaman
-  Ahli

# MODUL 1

## BERBAGAI TEKNOLOGI BATERAI DAN STASIUN PENGISIAN DAYA

### Bab 1

**Apa saja istilah yang perlu diketahui dalam kajian dan penggunaan baterai ?**

- Istilah dasar tersebut yaitu :
- Tegangan arus,
- Sel, modul, pak,
- Impedansi, ampere .h, watt.h, seri //
- SOC, SOH.
- Penyimpanan primer, sekunder (baterai)



Menguasai istilah dasar

### Bab 2

**Terbuat dari apa sebuah baterai itu ?**

- Sebuah baterai memiliki dua kutub (+, -) :
- Memiliki rakitan sel dasar yang terhubung secara seri atau /
- Setiap sel terdiri dari dua elektroda + & - dipisahkan oleh pemisah dan bersentuhan dengan elektrolit
- Keseluruhannya berada dalam pembungkus yang ketat



Mengetahui berbagai elemen konstitutif sebuah baterai

### Bab 3

**Apa saja teknologi baterai dan karakteristik setiap teknologi tersebut ?**

- Berbagai jenis baterai yaitu Pb / NiCd / NiMH / Lithium ion / Li polimer logam ... ,
- Baterai digolongkan berdasarkan kekuatannya, energinya, keamanannya, protokol pengisian dayanya, masa pakainya ... ,
- Diagram Ragone memungkinkan untuk memposisikan teknologi yang berada dalam rencana Daya Energi.



Membuat daftar teknologi baterai

Mengetahui bahwa setiap baterai memiliki kinerjanya sendiri

Membedakan antara baterai daya dan baterai energi

# MODUL 1

## BERBAGAI TEKNOLOGI BATERAI DAN STASIUN PENGISIAN DAYA

### Bab 4

#### Baterai apa untuk penggunaan yang mana ?

- Baterai timbal digunakan sebagai *service battery* di sebagian besar kendaraan.
- Untuk baterai traksi, NiMH digunakan pada kendaraan hybrid dan, Lithium ion pada kendaraan hybrid dan *full electric*.



Mengetahui teknologi mana yang digunakan untuk tiap kendaraan

### Bab 5

#### Apa sarana yang digunakan untuk mengisi daya baterai ?

- Semua kendaraan dengan *powertrain* listrik menerapkan pengisian regenerative selama pengereman / perlambatan.
- Kendaraan *hybrid plug-in* atau *full electric* juga dapat diisi dayanya melalui stasiun pengisian daya.



Mengetahui berbagai kemungkinan pengisian daya kendaraan

### Bab 6

#### Apa evolusi teknologi baterai dan stasiun pengisian daya?

- Untuk stasiun pengisian, evolusi menyangkut daya, waktu pengisian dan pengisian induktif dinamis,
- Untuk baterai, evolusi menyangkut komposisi kimia
- Sistem pemulihan energi juga berkembang,
- Sejauh menyangkut baterai, masalah yang mendorong teknologi untuk berkembang ada berbagai jenis : biaya, masa pakai, kemandirian



Mengetahui bahwa teknologi baterai dan sarana pengisian daya terus berevolusi tanpa henti  
Mengetahui alasan mengapa sistem ini terus berevolusi

## MODUL 2

# PRINSIP KERJA BATERAI

---

### Bagaimana prinsip kerja sebuah sel lithium ion ?

**Bab 1** Apa fenomena fisik yang terlibat dalam sel lithium ion ?

**Bab 2** Apa sifat kelistrikan sel dan karakteristiknya ?

**Bab 3** Apa faktor yang menyebabkan penuaan sel lithium ion ?

**3 level pembelajaran :**

 Pengantar

 Pendalaman

 Ahli

## MODUL 2

# PRINSIP KERJA BATERAI

### Bab 1



#### Apa fenomena fisik yang terlibat dalam sel lithium ion ?

- Mekanisme fisik utama yang terlibat yaitu mekanisme pengisian ion lithium yang berpindah dari satu bahan elektroda ke yang lain,
- Perbedaan potensial elektrokimia mengatur tegangan sel,
- Elektroda negative terbuat dari grafit atau titanat,
- Elektroda positif terdiri dari lithium oksida, yang sifatnya tergantung pada varian teknologi (misalnya NMC, LFP, LMO, dll.)



Mampu menyebutkan dan menjelaskan fenomena fisik yang terlibat dalam sel Li-ion  
Mengetahui sifat kimia elektroda

### Bab 2



#### Apa sifat kelistrikan sel dan karakteristiknya ?

- Protokol pengisian daya baterai Li-ion disebut CCCV (*constant current, constant voltage*).
- Dimulai dengan fase muatan arus konstan diikuti dengan fase muatan tegangan konstan. Secara klasik berlangsung sekitar 1 jam.
- Tegangan internal bervariasi sesuai dengan status pengisian.
- Daya dan impedansi sel bervariasi sesuai dengan status pengisian, suhu dan penuaan.
- Untuk sel Li-ion energi yang dikeluarkan (kapasitas) tidak tergantung pada arus pelepasan, tidak seperti baterai Pb, tetapi sangat bergantung pada suhu.
- Baterai Li-ion memiliki *self-discharge* 1 atau 2 % per bulan.



Mengetahui protokol pengisian daya sebuah sel Li-ion  
Mengetahui karakteristik listrik sel yang bervariasi menurut perlintasan yang berbeda  
Memisahkan *self-discharge* (fenomena reversibel) dari penuaan (ireversibel)



## MODUL 2

# PRINSIP KERJA BATERAI

### Bab 3



#### Apa faktor yang menyebabkan penuaan sel lithium ion ?

- 2 jenis penuaan baterai adalah penuaan siklik dan kalender (saat tidak digunakan).
- Untuk penuaan kalender, faktornya adalah : suhu dan status pengisian (SOC)
- Untuk penuaan siklik, faktornya sama dengan penuaan kalender ditambah bentuk arus dan profil SOC.
- Untuk membatasi penuaan, perlu untuk menghindari kondisi beban tinggi, suhu ekstrem (panas untuk penuaan kalender dan dingin untuk siklik)
- Efek penuaan ditentukan oleh SOH (*state of health*).
- Dihitung baik dari hilangnya kapasitas (= hilangnya kemandirian), maupun dari peningkatan resistensi (= hilangnya daya).



Mengetahui bahwa terdapat 2 jenis penuaan  
Mengetahui faktor penuaan dan bagaimana membatasinya  
Mengetahui efek dari penuaan

## MODUL 3

# PERATURAN DAN PROSEDUR KEAMANAN

---

**Bagaimana cara menyalakan baterai dengan aman ?**

**Bab 1** Apa risiko dan konsekuensinya saat bekerja dengan baterai ?

**Bab 2** Siapa yang dapat melakukan pekerjaan dan dalam kondisi apa ?

**Bab 3** Bagaimana menjamin keamanan orang dan harta benda ?

**3 level pembelajaran :**

 Pengantar

 Pendalaman

 Ahli

## MODUL 3

# PERATURAN DAN PROSEDUR KEAMANAN

### Bab 1



#### Apa risiko dan konsekuensinya saat bekerja dengan baterai ?

- Risikonya berbeda tergantung pada jenis kendaraan dan tegangan yang terlibat.
- Berbagai jenis intervensi adalah : penggantian, perbaikan, daur ulang.
- Risikonya bermacam-macam : listrik, kimia, luka bakar, ledakan, polusi
- Risiko memiliki konsekuensi fisik, material dan lingkungan



Mampu mengidentifikasi risiko menurut tipe pekerjaan  
Mengetahui konsekuensi terkait risiko tersebut

### Bab 2



#### Siapa yang dapat melakukan pekerjaan dan dalam kondisi apa ?

- Ada berbagai tingkat izin yang diperlukan tergantung pada sifat pekerjaan.
- Otorisasi personil adalah tanggung jawab pemimpin perusahaan di Prancis.
- Aturan, nama dan tingkat izin mungkin berbeda dari satu negara ke negara lainnya.



Memasangkan otorisasi dengan intervensi  
Mengetahui prosedur untuk mendapatkan otorisasi

### Bab 3



#### Bagaimana menjamin kewanitaan orang dan harta benda ?

- Untuk setiap jenis pekerjaan, pabrikan menyediakan prosedur yang harus diikuti.
- Setiap prosedur menentukan peralatan yang akan digunakan oleh operator dengan keamanan lengkap.
- Tidak perlu membatasi diri pada perlindungan pekerja tetapi memperhitungkan lingkungan global pekerjaan.



Meneliti dan mengaplikasikan prosedur intervensi yang sesuai  
Menggunakan peralatan yang sesuai

## MODUL 4

# PELAKSANAAN DAN PENGGUNAAN BATERAI DAN STASIUN PENGISIAN DAYA

---

**Bagaimana menjamin kinerja baik dari sebuah baterai ?**

**Bab 1** Apa saja mode operasi yang digunakan baterai dan stasiun pengisian daya ?

**Bab 2** Apa saja elemen yang memastikan kinerjanya baik ?

**Bab 3** Apa saja sarana diagnosis nya ?

**3 level pembelajaran :**

 Pengantar

 Pendalaman

 Ahli

# MODUL 4

## PELAKSANAAN DAN PENGGUNAAN BATERAI DAN STASIUN PENGISIAN DAYA

### Bab 1

#### Apa saja mode operasi yang digunakan baterai dan stasiun pengisian daya ?

- Setiap baterai memiliki protocol pengisian dan pengosongan tersendiri (Cmax, Tmax, Umax) yang harus diikuti untuk menjamin protocol untuk setiap sel
- Baterai harus dipantau oleh system elektronik yang mengontrol suhu dan tegangan tiap sel, yang disebut BMS
- BMS mengontrol pertukaran informasi dan energi antara stasiun pengisian daya dan baterai



Menjelaskan bagaimana baterai terisi / berkurang dayanya  
Mengetahui protokol pengisian / pengosongan dan sarana komunikasi antara BMS dan stasiun pengisian

### Bab 2

#### Apa saja elemen yang memastikan kinerjanya baik ?

- Kinerja yang baik dipastikan oleh BMS dan instrumentasinya yang mengendalikan setiap komponen.
- Tidak berfungsinya baterai dapat disebabkan oleh kegagalan salah satu elemen baterai itu sendiri, atau BMS, atau ECU kendaraan
- Penting untuk mengetahui cara mengidentifikasi penyebab kegagalan: baterai, BMS, ECU, stasiun pengisian daya, tergantung pada arsitekturnya



Connaitre les différents éléments et leurs fonctions  
Connaitre les causes possibles de défaillance

### Bab 3

#### Apa saja sarana diagnosis nya?

- Ada beberapa pengukuran : tegangan, arus, suhu
- Pengukuran dilakukan di stasiun pengisian, di sel (saat pengisian daya dan saat tanpa beban)
- Jumlahnya ditentukan oleh pabrikan
- Alat pengukuran berupa multimeter, osiloskop, pengukuran suhu dan peralatan diagnostik



Mengetahui berbagai pengukuran dan di mana mengambilnya  
Mengetahui urutan besarnya referensi / penggunaan  
Memilih alat yang sesuai

## MODUL 5 DAMPAK LINGKUNGAN

---

### Bagaimana meminimalisir jejak lingkungan dari baterai ?

**Bab 1** Apa dampak lingkungan utama ?

**Bab 2** Apa kendala regulasi ?

**Bab 3** Apa solusinya ?

**3 level pembelajaran :**

 Pengantar

 Pendalaman

 Ahli

# MODUL 5

## DAMPAK LINGKUNGAN

### Bab 1

#### Apa dampak lingkungan utama ?

- Dampak lingkungan hadir di seluruh siklus hidup baterai (dari ekstraksi, pengangkutan, pemrosesan bahan hingga daur ulang)
- Rusaknya ekosistem, pencemaran tanah, air dan udara, konsumsi energi (fosil, nuklir, dll.) dan bahan baku
- Isu geopolitik yang terkait dengan pembuatan baterai berdampak pada lingkungan



Mengetahui berbagai dampak lingkungan sepanjang siklus hidup baterai

### Bab 2

#### Apa kendala regulasi ?

- Terdapat implementasi yang terkendala dengan peraturan, seperti transportasi, daur ulang, penggantian, penyimpanan...
- Penting untuk mengetahui bagaimana menemukan teks peraturan yang terkait dengan setiap kasus.



Mengetahui bahwa terdapat peraturan yang berlaku untuk baterai

Mengetahui cara menemukan sumber yang menetapkan batasan peraturan untuk suatu pengaplikasian

### Bab 3

#### Apa solusinya ?

- Jika baterai tidak lagi dapat digunakan sesuai tujuan awalnya, baterai kendaraan dapat direkondisi untuk digunakan kembali di penggunaan lain sebelum daur ulang terakhirnya.
- Baterai dapat memiliki kehidupan kedua di Retrofit, atau dalam penyimpanan energi stasioner.



Mengetahui solusi yang ada

# EVALUASI MODUL

Berikut ini contoh pertanyaan pilihan berganda yang bisa digunakan untuk tema ini

1. Apa dua jenis baterai yang digunakan untuk kendaraan ?
  - Baterai hybrid dan baterai listrik
  - Baterai tegangan tinggi dan baterai tegangan rendah
  - Baterai energi dan baterai daya
2. Kekhasan baterai energi terdapat pada
  - Elektroda tipisnya
  - Elektroda tebalnya
  - Warnanya
  - Bentuknya
3. Apa arti dari BMS ?
  - Battery Management System
  - Battery Monitoring Service
  - Battery Management Surveillance
4. Urutkan komponen berikut dari yang paling kecil ke paling besar :
  - Modul, Sel, Pak
  - Sel, Modul, Pak
  - Sel, Pak, Modul
5. Apa yang tidak diawasi oleh BMS ?
  - Suhu sel
  - Status kesehatan sel
  - Penjajaran sel
6. Mengapa sekarang daur ulang baterai begitu rumit ?
  - Karena tidak ada proses tunggal daur ulang
  - Karena "kehidupan kedua" baterai merupakan solusi istimewa
  - Karena transportasi yang dihasilkannya menyebabkan terlalu banyak dampak
7. Jika sebuah mesin listrik berdaya 80 kW ditenagai oleh baterai 40kWh, berapa rasio Daya/Energinya?
  - $P/E = 2$
  - $P/E = 0,5$
  - $P/E = 40$



8. Baterai energi cenderung digunakan untuk digunakan untuk
  - Kendaraan hybrid
  - Kendaraan listrik
  - Kendaraan termal
9. Untuk memberi daya skuter listrik, dibutuhkan
  - Satu pak baterai
  - Satu modul baterai
  - Beberapa sel dalam rangkaian seri dan paralel
10. Dalam sebuah sel lithium-ion, elektroda positif terdiri dari :
  - lithium oksida
  - grafit
  - titanat
11. Untuk membatasi penuaan sel lithium-ion, perlu menghindari :
  - Status pengisian daya tinggi
  - Status pengisian daya rendah
  - Suhu panas yang ekstrim
  - Suhu dingin yang ekstrim
12. Penuaan sel lithium-ion ditandai dengan :
  - Berkurangnya kapasitas
  - Berkurangnya resistensi
  - Peningkatan resistensi
  - Kelelahan
13. Tiap baterai memiliki protokol pengisiannya sendiri.
  - Benar
  - Salah
14. Baterai harus diawasi oleh sebuah alat elektronik, yang mengontrol suhu dan tegangan tiap elemen.
  - Benar
  - Salah
15. Kita bisa mengukur tegangan baterai dengan :
  - Multimeter
  - Osiloskop
  - Pemeriksaan suhu
  - Alat diagnostik
16. Jika baterai kendaraan tidak lagi dapat digunakan seperti pada penggunaan awalnya, dapatkah digunakan kembali pada penggunaan lain sebelum daur ulang terakhir ?
  - Ya
  - Tidak







Modul ini dibuat berkat bantuan dana dari *Programme d'investissement d'avenir*  
(Program Investasi Masa Depan)

