



Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,
Riset, dan Teknologi
2021

LOKASI
KUAT, MENGUATKAN
INDONESIA

SMK BISA. HEBAT.
SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF



Modul Ajar

DASAR-DASAR TEKNIK
KETENAGALISTRIKAN

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI
DAN ISU-ISU GLOBAL TERKAIT
INDUSTRI KETENAGALISTRIKAN

SMK
FASE E
(KELAS X)



I. IDENTITAS MODUL

TAHUN DISUSUN	: 2021
JENJANG SEKOLAH	: SMK
KELAS	: X (SEPULUH) Teknik Ketenagalistrikan
JUDUL ELEMEN	: Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global Terkait Industry Ketenagalistrikan
ALOKASI WAKTU	: 540 Menit
JUMLAH PERTEMUAN	: 12 JP (6 X 45 Menit)
KATA KUNCI	: Teknologi dan Isu Global
JUMLAH PESERTA DIDIK	: Siswa/ Kelas
METODE PEMBELAJARAN	: Discovery Learning
MODA PEMBELAJARAN	: Daring/Kombinasi
FASE	: E
TARGET PESERTA DIDIK	: Reguler/Tipikal
KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK	<ol style="list-style-type: none">1. Siswa mengetahui tentang perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait industry ketenagalistrikan (pada aspek intelektual).2. Siswa cenderung memiliki energi yang besar, emosi berkobar-kobar, sedangkan pengendalian diri belum sempurna (pada aspek emosional).3. Penghayatan dan pelaksanaan kehidupan keagamaan sehari-hari mulai dilakukan atas dasar kesadaran dan pertimbangan hati nuraninya serta mulai menemukan pegangan hidup dan jati diri yang definitive (aspek spiritual).

II. PROFIL PELAJAR PANCASILA

- A. Beriman bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak Mulia
- B. Mandiri
- C. Bernalar Kritis
- D. Kreatif

III. TUJUAN PEMBELAJARAN

- A. Peserta didik dapat mengetahui dan menjelaskan tentang teknologi baru dalam ketenagalistrikan dan peralatan-peralatan cerdas dalam kegiatan presentasi.
- B. Peserta didik dapat mengenal teknologi baru dalam ketenagalistrikan dan peralatan-peralatan cerdas dengan baik dan benar dalam kegiatan representasi.



IV. STRATEGI PEMBELAJARAN

- A. Moda Pembelajaran : Blended /Kombinasi
- B. Metode Pembelajaran : Discovery Learning
- C. Sarana Prasarana :
 - 1. Video Pembelajaran tentang perkembangan teknologi dan isu global di bidang ketenagalistrikan.
 - 2. Materi Pelajaran berupa PPT.
 - 3. Guru tamu dari industry
 - 4. Papan tulis
 - 5. Kapur/spidol
 - 6. LCD proyektor
 - 7. Jaringan internet
 - 8. Komputer/laptop
- D. Kegiatan :
 - 1. Diskusi
 - 2. Video
 - 3. Kunjungan

V. MATERI AJAR

Alam yang semakin berubah dan dunia yang semakin berkembang membuat banyak hal terjadi dan manusia harus menyesuaikan. Isu besar pada abad ini adalah pemanasan global yang mengakibatkan perubahan iklim. Pemanasan global terjadi karena efek rumah kaca yang dihasilkan dari banyaknya gas karbondioksida. Gas karbondioksida bersumber dari aktivitas manusia yang menggunakan transportasi, kegiatan industri, dan penggundulan hutan.

Salah satu bidang yang terkait dengan pemanasan global adalah listrik. Pembangkitan listrik ada yang bersumber dari bahan bakar fosil. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil maka pembangkitan listrik akan diprioritaskan ke energi terbarukan. Gerakan elektrifikasi diberbagai bidang pun digalakkan, mulai bidang transportasi dengan mengubah moda transportasi berbahan bakar fosil menjadi energi listrik, penggunaan solar cell untuk penerangan jalan, serta efisiensi penggunaan alat elektronik yang ditingkatkan. Penggunaan lampu pijar digantikan oleh lampu LED yang menggunakan energi listrik lebih rendah dengan tingkat pencahayaan yang sama. Selain itu dengan efisiensi energi, penggunaan media hantar dan proteksi bisa dihemat. Dunia bekerja keras untuk menemukan alternatif sumber energi lain yang tidak menghasilkan karbondioksida.

Begitu pentingnya listrik dalam isu global, maka berbagai bidang di kelistrikan akan berdampak dan menuntut selalu berubah dan berkembang. Sisi baiknya adalah pekerjaan di berbagai bidang kelistrikan akan menimbulkan kesempatan-kesempatan baru untuk profesi



ketenagalistrikan. Maka bersemangatlah kalian dalam mempelajari ketenagalistrikan dan cintailah bidangmu. Kalian akan menjadi bagian membangun negeri ini lebih maju dan berkembang.

Dalam bidang ketenagalistrikan terdapat teknologi dan isu global diantaranya meliputi :

A. Electricity 4.0 dan Digitalisasi di berbagai bidang

Electricity 4.0 muncul seiring dengan era Industri 4.0. Era ini membawa era baru dalam ketenagalistrikan dengan mengarah kelistrikan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan tangguh. Semakin berubahnya kelistrikan, maka akan ada transformasi kelistrikan akan terjadi. Tenaga kelistrikan harus selalu memperbaharui ilmunya karena dunia akan bergeser dan tenaga manusia akan berganti peran menjadi pelayan mesin dan pengendali.

Dahulu kala pengukuran energi listrik di rumah pelanggan PLN menggunakan KWH meter dengan sistem kerja induksi magnet. Sekarang ini sudah mulai banyak berganti ke arah digital dan sistem Prabayar. Apa yang bisa dipetik dari perubahan itu?

Bukan hanya sekedar perubahan alat ukur, namun lebih dari itu perubahan sistem yang terjadi. Dari segi alat ukur yang awalnya alat bekerja menggunakan prinsip induksi medan magnet dimana medan magnet yang tercipta akan menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut lalu akan menggerakkan angka pada counter digit sebagai tampilan jumlah penggunaan KWH-nya. Perhatikan KWH meter dengan sistem pulsa sekarang, sistem kerjanya pun sekarang berbeda. Terdapat mikroprosesor dengan diisi program di dalamnya. Program dan data disimpan di memori. Alur program bekerja dengan cara mendeteksi besaran konsumsi energi melalui sensor kemudian mengolah dan menampilkannya dalam bentuk digital pada tampilan. Selain itu terdapat indikasi LED dan bunyi sebagai penanda. Pelanggan dapat memasukkan pulsa melalui *keypad*. Jika pulsa telah habis, maka KWH ini secara pintar akan memutuskan aliran listrik ke pelanggan. Tampilan tidak hanya menampilkan konsumsi energi namun juga menampilkan nilai pulsa. Pelanggan dapat memasukkan token pada KWH meter untuk menambah nilai energi yang dapat dikunsumsinya.

Secara garis besar, sistem KWH meter sekarang berkembang dari awalnya bersifat mekanis menjadi suatu sistem digital dimana didalamnya terdapat input berupa sensor, pemroses berupa mikroprosesor, dan penampil berupa tampilan digital. Sistem tersebut juga pintar karena dapat memutuskan apakah aliran listrik terputus atau tidak berdasarkan nilai pulsa. Selain itu mulai ada interaksi antara pelanggan dan perangkat kwh meter saat memasukan token. Lebih dari itu semua, yang berubah adalah sistem kerja keseluruhan. Token yang merupakan kunci untuk menambah pulsa KWH meter diperjualbelikan secara online dan dapat dibeli melalui internet. Data-data pelanggan dikumpulkan dan dapat tercatat pola konsumsi pelanggan. Toko penjual barang dan jasa berkembang dengan sistem yang baru yaitu internet.



Ciri utama era sekarang adalah ada bagian kontroler yang mengatur, sensor yang mengindera, memori yang menyimpan data, interaksi ke pengguna, koneksi ke server pusat, kemudahan pada pelanggan dan lain sebagainya. Apakah berhenti sampai situ? Tidak, dan akan terus berkembang. Sekarang lihatlah sekelilingmu, apakah sudah ada yang berubah dengan ciri seperti itu seperti itu? Mulai banyak hal yang telah berubah di era digitalisasi ini? Lihatlah televisi, bagaimana dulu televisi digunakan dan bagaimana sekarang dengan adanya *smart TV*? Sepeda motor jaman dahulu dengan sepeda motor sekarang yang sudah menggunakan sistem injeksi? Semua berubah di era digitalisasi ini.

B. Internet of things

The Revolusi Industri Keempat (atau *Industry 4.0*) adalah yang sedang berlangsung otomasi manufaktur tradisional dan praktek industri, menggunakan teknologi *smart modern*. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) dan internet of things (IoT) skala besar terintegrasi untuk peningkatan otomatisasi, peningkatan komunikasi dan pemantauan mandiri, serta produksi mesin pintar yang dapat menganalisis dan mendiagnosis masalah tanpa perlu campur tangan manusia

Revolusi Industri Keempat adalah keadaan industri abad ke-21 saat perubahan besar-besaran di berbagai bidang lewat perpaduan teknologi yang mengurangi sekat-sekat antara dunia fisik, digital, dan biologi. Revolusi ini ditandai dengan kemajuan teknologi dalam berbagai bidang, khususnya kecerdasan buatan, robot, *blockchain*, teknologi nano, komputer kuantum, bioteknologi, *Internet of Things*, percetakan 3D, dan kendaraan tanpa awak.

Sebagaimana revolusi terdahulu, revolusi industri keempat berpotensi meningkatkan kualitas hidup masyarakat di seluruh dunia. Namun, kemajuan di bidang otomatisasi dan kecerdasan buatan telah menimbulkan kekhawatiran bahwa mesin-mesin suatu hari akan mengambil alih pekerjaan manusia. Selain itu, revolusi-revolusi sebelumnya masih dapat menghasilkan lapangan kerja baru untuk menggantikan pekerjaan yang diambil alih oleh mesin, sementara kali ini kemajuan kecerdasan buatan dan otomatisasi dapat menggantikan tenaga kerja manusia secara keseluruhan yang digantikan oleh teknologi dan robotik.

C. Peralatan-peralatan cerdas

Manusia selalu berinovasi untuk kehidupan yang lebih mudah lebih baik dan lebih bermanfaat. Itulah maka selalu akan diciptakan kedaulatan peralatannya selalu akan lebih mudah dengan berbagai kecanggihan teknologi terutama di zaman revolusi industri ke-4 ini maka alat-alat tersebut akan saling dikombinasikan dengan berbagai fasilitas sehingga membantu kehidupan manusia sebagai contoh zaman dulu Sering kita temui peralatan seperti jam tangan yang konvensional



digerakkan secara mekanik ternyata sekarang sudah menjadi jam "pintar", yang tidak hanya berlaku sebagai penunjuk waktu tetapi juga bisa berlaku untuk mencatat langkah, menyimpan data, berkomunikasi dengan telepon pintar, mencatat langkah serta kemampuan lain yang disematkan.

Salah satu contoh peralatan cerdas adalah sebuah alat yang bisa mengendalikan aliran listrik yang ada di rumah kita dengan cara mengendalikan on/off secara remote dari jarak jauh melalui smartphone maupun tablet dengan system operasi Android dan Ios.

D. Smart meter

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan sebanyak satu juta pelanggan listrik akan terpasang *smart meter* pada tahun 2022. (Satu Juta Pelanggan Listrik Terpasang Smart Meter Pada 2022 n.d.). *Smart meter* adalah pengganti meter listrik konvensional, yang merupakan bagian dari pembangunan jaringan tenaga listrik atau *smart grid*. *Smart grid* diproyeksikan pemerintah dapat membuat sistem tenaga listrik secara optimal dan efisien dengan memanfaatkan interaksi dua arah baik antara produsen listrik dengan konsumen. Semakin canggihnya alat ukur yang digunakan, maka semua aktivitas penggunaan energi listrik akan termonitor dan dapat memantau secara *realtime* sehingga dapat meningkatkan pelayanan.

Smart meter tidak hanya diterapkan oleh PLN, namun juga diterapkan di industri-industri dalam memantau pengukuran. *Smart meter* kadang diberikan fasilitas untuk komunikasi dengan perangkat lain secara 2 arah sehingga data dapat diakuisisi di server. Dengan adanya data pengukuran secara *realtime* maka aktivitas produksi dapat diketahui lebih dini jika terjadi ketidaknormalan dan dapat dijadikan data acuan untuk mengefektifkan aktifitas produksi didalam industri.



Gambar 1 Smart meter

Sumber: dokumentasi pribadi



E. Smart sensor

Jika kalian pernah melihat di tayangan *video streaming*, berupa iklan atau film, mungkin kalian pernah melihat sensor gerak pintar, sensor yang menjaga keamanan suatu rumah? *Smart sensor* berkembang pesat dengan adanya Internet of Things (IoT) menjadikan lebih efisien dan mudah. Lalu apa artinya *smart sensor*?

Smart sensor adalah perangkat yang dapat mengambil informasi dari lingkungan sekitar dan menggunakan mikroprosesor/mikrokontroler serta menggunakan komunikasi untuk memantau, memeriksa, dan memelihara berbagai sistem. *Smart sensor* memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar dengan lebih akurat. *Smart sensor* digunakan di berbagai variasi aplikasi dan sering digunakan pada pekerjaan pemantauan (monitoring) seperti *smart grid*, kebutuhan ilmiah, industri, serta sistem keamanan.



Gambar 2 Sistem smart sensor

Sumber : <https://www.fierceelectronics.com/electronics/what-are-smart-sensors>

Smart sensor bekerja menggunakan mikroprosesor untuk menjalankan berbagai fungsi seperti pengolahan digital, pengolahan kode, konversi analog ke digital, fungsi antarmuka, dan perhitungan. *Smart sensor* memiliki 4 fungsi utama, yaitu pengukuran, konfigurasi, verifikasi dan komunikasi. Fungsi pengukuran dilakukan dengan cara mendeteksi besaran di lingkungan dan mengubahnya menjadi besaran listrik. Fungsi konfigurasi digunakan sensor untuk mendeteksi bila terjadi kesalahan. Fungsi verifikasi digunakan untuk melakukan pengawalan secara terus menerus pada sensor. Fungsi komunikasi digunakan untuk berhubungan dengan perangkat lain.

F. Smart appliances and devices

Sudahkah kalian menemui *smart appliance and device* di kehidupan sehari-hari? Kadang kita menemui sebuah peralatan atau perangkat yang dapat terhubung dengan telepon pintar atau *tablet* untuk pengendalian yang lebih baik, lebih nyaman, serta dapat mengumpulkan informasi. Biasanya di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pusat pengendali peralatan sehingga semakin pintar.



Smart appliance and device diartikan sebagai peralatan dan perangkat pintar. *Smart appliance and device* dapat berhubungan dengan perangkat lain dan juga internet untuk mengakses informasi, menjalankan perintah atau mengirimkan data. Sebagai contoh, dengan dukungan dari Alexa atau Google Assistant, sebuah saklar pintar dapat kalian matikan atau nyalakan menggunakan perintah suara.

Sekarang ini bukanlah hal yang aneh jika kalian dapat menyalakan dan mematikan lampu dengan menggunakan telepon pintar. Tidak hanya itu, kalian juga mendapat laporan penggunaan listrik harian dan lampu mana saja yang sedang dalam keadaan menyala atau mati, serta konsumsi dayanya. Setelah diketahui ada yang tidak efisien, bahkan kalian dapat mengatur dan menjadwalkan lampu mana saja yang akan menyala dan mati sesuai dengan sensor cahaya yang dipasang di rumah saat gelap. Bayangkan, betapa canggihnya kan? Mirip seperti itulah SCADA yang akan kita bahas sekarang ini.

SCADA merupakan singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. SCADA merupakan suatu sistem yang dapat mengumpulkan informasi dari perangkat di lapangan yang berasal dari sensor-sensor, kemudian dikirimkan ke pusat kendali untuk dilakukan pengendalian dan pengolahan data tersebut.



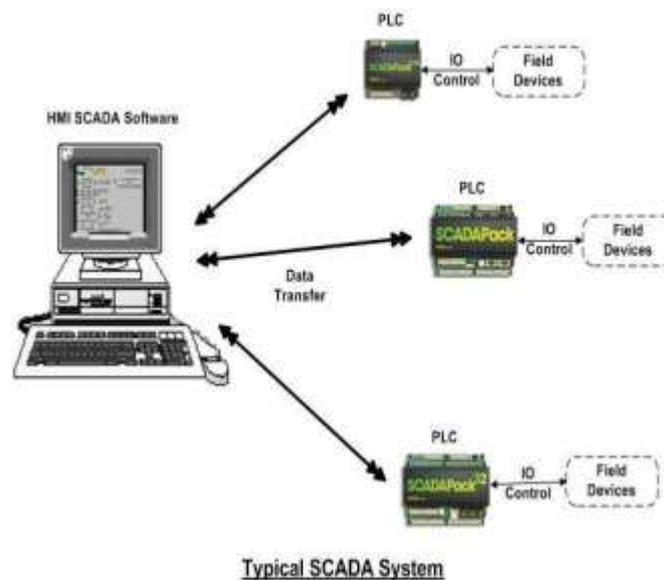
Gambar 3 scada control centre

Sumber <http://inspektur.djk.esdm.go.id/uploads/event/large-3gtvWbSOKhVn2w7fa48fMwLbJFN0BnYU.jpeg>

Dalam sistem SCADA terdiri dari *field devices*, *Remote Terminal Unit (RTU)*, *Master Terminal Unit (MTU)*, komputer sebagai server pusat kendali, dan *Human Machine Interface (HMI)*. Bagian-bagian tersebut terpisah jauh sehingga untuk menghubungkannya menggunakan jalur komunikasi. *Field device* berupa aktuator dan sensor yang berhubungan dengan RTU. RTU akan mengumpulkan data sensor dan mengirimkannya ke pusat kendali (MTU) dan juga dapat diperintah MTU. MTU



sebagai pengendali utama dan disinilah terjadi proses pengolahan data untuk dilaporkan dan diawasi. Semua aktifitas MTU tercatat. Sebagai contoh sebuah mesin pemanas yang dipantau suhunya di MTU, diberikan penyetingan suhu pemanasan sampai suhu 70 derajat celcius. Maka di sistem SCADA, pemanas akan dinyalakan sampai suhu tersebut dan dijaga sesuai penyetingan dan bersifat otomatis. Semua data suhu terdapat grafiknya dan data tersebut terlihat di HMI. Operator dapat melihat dan dapat memerintahnya secara manual. Operator dapat melaporkan proses yang terjadi secara komplit menggunakan data yang telah berada di MTU.



Gambar 4. Sistem Scada

Sumber: <https://learnautomation.files.wordpress.com/2009/02/scada3-good.jpg>

G. Human Machine Interface (HMI)

HMI kepanjangan dari *human machine interface*, dimana dapat diartikan perangkat yang menghubungkan manusia dan mesin dengan cara menampilkan grafis dan juga memberikan fasilitas pengendalian dari mesin yang dioperasikan. Pada sistem SCADA HMI terdapat pada sisi operator di pusat kendali dimana HMI terdapat pada komputer dengan fungsi:

1. Menampilkan simbol-simbol yang terlihat di
2. Menampilkan menu pengendalilian, data, dan grafik dari keadaan di lapangan (*plant*)
3. Mengkonfigurasi nilai-nilai pengendalian mesin di lapangan
4. Memberikan peringatan jika terjadi kesalahan berupa alarm bahaya



VI. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN

PEMBELAJARAN

A. PERTEMUAN Ke 1

Kegiatan Awal (30 Menit)

1. Peserta didik dan Guru memulai dengan berdoa bersama.
2. Peserta didik disapa dan melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru.
3. Peserta didik bersama dengan guru membahas tentang kesepakatan yang akan diterapkan dalam pembelajaran
4. Peserta didik dan guru berdiskusi melalui pertanyaan pemantik:
 - a. Saat melihat lampu menyala di rumahmu, darimana energi listrik tercipta sehingga lampu rumahmu bisa menyala?

Kegiatan Inti (210 Menit)

1. Peserta didik mendapatkan pemaparan secara umum tentang ketenagalistrikan secara umum.
2. Dengan metode tanya jawab guru memberikan pertanyaan mengenai:
 - a. Menurut pendapatmu apa yang dimaksud dengan kelistrikan?
 - b. Siapa yang tahu tentang pembangkit tenaga listrik dan sistem transmisi?
 - c. Menurut pendapat dan analisis sederhanamu, bagaimana cara kerja pembangkit tenaga listrik dan sistem transmisi?
3. Siswa mengerjakan tugas yang diberikan guru.



Kegiatan Penutup (30 Menit)

1. Peserta didik dapat menanyakan hal yang tidak dipahami pada guru
2. Peserta didik mengkomunikasikan kendala yang dihadapi selama mengerjakan tugas
3. Peserta didik menerima apresiasi dan motivasi dari guru.

Referensi

Arianto, Eko. 2021. *Dasar-dasar teknik ketenagalistrikan*. Indonesia: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Agus Setyawan, Didih dan Djatmiko, Santo dan Eko Saputro, Kurniawan. 2019. *Kerja Bengkel dan Gambar Teknik*. Indonesia: Direktorat pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Atwell, Cabe. "What are Smart Sensor?", <https://www.fiercееlectronics.com/electronics/what-are-smart-sensors>, Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.

Indonesia, PT Siemens. 2019. "Knowledge Sharing : Scada Control Center". <http://inspektur.djk.esdm.go.id/uploads/event/large-3gtvWbSOKhVn2w7fa48fMwLbJFN0BnYU.jpeg>, Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.

Wicaksono, Handy. 2009. "Belajar PLC, HMI dan Scada". <https://learnautomation.files.wordpress.com/2009/02/scada3-good.jpg>, Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.



Refleksi

1. Apakah ada kendala pada kegiatan pembelajaran?
2. Apakah semua siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran?
3. Apa saja kesulitan siswa yang dapat diidentifikasi pada kegiatan pembelajaran?
4. Apakah siswa yang memiliki kesulitan ketika berkegiatan dapat teratasi dengan baik?
5. Apa level pencapaian rata-rata siswa dalam kegiatan pembelajaran ini?
6. Apakah seluruh siswa dapat dianggap tuntas dalam pelaksanaan pembelajaran?
7. Apa strategi agar seluruh siswa dapat menuntaskan kompetensi?

Lembar Kegiatan

1. Praktik kolaboratif
2. Lembar Aktivitas praktik



B. PERTEMUAN Ke 2

Kegiatan Awal (30 Menit)

1. Peserta didik dan Guru memulai dengan berdoa bersama.
2. Peserta didik disapa dan melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru.
3. Peserta didik bersama dengan guru membahas tentang kesepakatan yang akan diterapkan dalam pembelajaran
4. Peserta didik dan guru berdiskusi melalui pertanyaan pemantik:
 - a. ada yang tahu teknologi terbaru dari ketenagalistrikan?
 - b. kenapa lampu pijar diganti dengan LED?

Kegiatan Inti (210 Menit)

1. Peserta didik mendapatkan pemaparan secara umum tentang teknologi dan isu-isu global terkait industry ketenagalistrikan.
2. Dengan metode tanya jawab guru memberikan pertanyaan mengenai:
 - a. Menurut pendapatmu apa saja teknologi baru di bidang industry ketenagalistrikan?
 - b. Berikan contohnya?
3. Secara berkelompok mengamati!
4. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi untuk menjelaskan hasil dari pengamatan yang telah dilakukan

Kegiatan Penutup (30 Menit)

1. Peserta didik dapat menanyakan hal yang tidak dipahami pada guru
2. Peserta didik mengkomunikasikan kendala yang dihadapi selama mengerjakan tugas
3. Peserta didik menerima apresiasi dan motivasi dari guru.

Referensi

Arianto, Eko. 2021. *Dasar-dasar teknik ketenagalistrikan*. Indonesia: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Agus Setyawan, Didih dan Djatmiko, Santo dan Eko Saputro, Kurniawan. 2019. *Kerja Bengkel dan Gambar Teknik*. Indonesia: Direktorat pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Atwell, Cabe. "What are Smart Sensor?", <https://www.fierceelectronics.com/electronics/what-are-smart-sensors>, Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.

Indonesia, PT Siemens. 2019. "Knowledge Sharing : Scada Control Center". <http://inspektur.djk.esdm.go.id/uploads/event/large->



[3gtvWbSOKhVn2w7fa48fMwLbJFN0BnYU.jpeg](#), Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.

Wicaksono, Handy. 2009. "Belajar PLC, HMI dan Scada". <https://learnautomation.files.wordpress.com/2009/02/scada3-good.jpg>, Diakses tanggal 24 September 2021 pukul 15.40 WIB.

Refleksi

1. Apakah ada kendala pada kegiatan pembelajaran?
2. Apakah semua siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran?
3. Apa saja kesulitan siswa yang dapat diidentifikasi pada kegiatan pembelajaran?
4. Apakah siswa yang memiliki kesulitan ketika berkegiatan dapat teratasi dengan baik?
5. Apa level pencapaian rata-rata siswa dalam kegiatan pembelajaran ini?
6. Apakah seluruh siswa dapat dianggap tuntas dalam pelaksanaan pembelajaran?
7. Apa strategi agar seluruh siswa dapat menuntaskan kompetensi?

Lembar Kegiatan

1. Praktik pengamatan
2. Lembar Aktivitas praktik



VII. ASESMEN

Jenis Asesmen: A. Tertulis (formatif atau penugasan)

B. Praktik

VIII. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

A. PENGAYAAN

Siswa ditugaskan menyampaikan video tentang teknologi terbaru di bidang industri ketenagalistrikan beserta resume dan review. Misalnya, energi baru dan terbarukan, IoT, Smart Relay.

B. REMEDIAL

Siswa ditugaskan mengerjakan ulang tugas-tugas yang belum kompeten dengan model tutor sebaya

IX. GLOSSARIUM

HMI : Human Machine Interface

Sensor : Perangkat pengubah besaran tertentu menjadi besaran listrik sehingga bisa dideteksi oleh mikrokontroler.

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition



LAMPIRAN

SOAL TERTULIS

NO	SOAL
1	Jelakan secara singkat bagaimana listrik itu dihasilkan sampai bisa kalian gunakan di rumah!
2	Jelaskan apa itu SCADA!
3	Sebutkan peralatan listrik di sekitarmu yang sudah menggunakan konsep IoT!
4	Ingatlah dulu saat kamu kelas 6 SD, perubahan digital apa sajakah yang terjadi di sekitarmu sampai sekarang?



LEMBAR PRAKTIK

Bersama temanmu, sebutkan 5 buah peralatan yang ada versi digital dan manualnya. Sebagai contoh kalian bisa menemukan multimeter analog dan multimeter digital. Sebutkan juga perkembangan di era sekarang ini dengan menyebutkan ciri-ciri yang telah dibahas di atas.

No.	Sistem analog	Sistem digital	Ciri digitalisasi
1.	Mutimeter analog	Multimeter digital	<ul style="list-style-type: none">• Ada sensor untuk mendeteksi• Ada mikrokontroler ada penampil data
2.	TV analog	Smart TV	<ul style="list-style-type: none">• Ada sensor• Ada penampil data• Ada koneksi internet• Tampilan digital• Mengambil data ke server video streaming• Interaksi dan personalisasi pengguna
3.	...	...	...
4.	...	...	...
5.	...	...	...
6.	...	...	...
7.	...	...	...



LEMBAR AKTIVITAS PRAKTIK

Instruksi:

Kerjakan secara berkelompok yang terdiri dari 4 orang

1. Masing-masing anggota kelompok melakukan praktik memantau untuk mengisi table diatas.
2. Diskusikan hasilnya!
3. Buat laporan praktik, presentasikan

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok :

Kelas :



SISTIMATIKA LAPORAN

I. Identitas

- A. Nama**
- B. Kelas**
- C. Judul Praktik**
- D. Tanggal**

II. Tujuan Praktik

Setelah melakukan praktik/pengamatan siswa diharapkan bisa:

- A. Mengetahui.....**
- B. Membedakan.....**

III. Landasan Teori

Berisi tentang materi/teori yang mempermudah dan membantu siswa agar mudah melakukan praktik/pengamatan.

IV. Pengamatan

Berisi table hasil pegamatan yang dilakukan oleh siswa

V. Kesimpulan



RUBRIK ASSESMEN

Aspek	Belum Kompeten (0-5)	Cukup Kompeten (6-7)	Kompeten (8-9)	Sangat Kompeten (10)
Proses praktik pemantauan secara berkelompok	Peserta didik tidak terlibat dalam pemantauan	Peserta didik terlibat dalam pemantauan	Peserta didik terlibat dalam penyusunan hasil pemantauan secara aktif namun menutup diri untuk diskusi	Peserta didik terlibat dalam penyusunan hasil pemantauan secara aktif dan terbuka untuk diskusi
Proses Presentasi hasil	Peserta didik tidak mampu mempresentasikan hasil	Peserta didik mampu mempresentasikan hasil penyusunan namun dengan sikap yang kurang baik	Peserta didik mampu mempresentasikan hasil penyusunan dengan sikap yang baik namun tidak mampu berdiskusi	Peserta didik mampu mempresentasikan hasil penyusunan dengan sikap yang baik dan mampu berdiskusi
Hasil penyusunan laporan praktik	Peserta didik tidak menyusun laporan	Peserta didik kurang mampu mengidentifikasi permasalahan dan kurang mampu menyusun laporan praktik	Peserta didik mampu mengidentifikasi permasalahan tetapi tidak mampu menyusun hasil laporan praktik	Peserta didik mampu mengidentifikasi permasalahan dan menyusun laporan praktik dengan baik

Keterangan :

1. Siswa yang **BELUM KOMPETEN** maka harus mengikuti pembelajaran **REMEDIAL**.
2. Siswa yang **CUKUP KOMPETEN** diperbolehkan untuk memperbaiki pekerjaannya sehingga mencapai level yang kompeten **PENGAYAAN**.



Penilaian

NO URUT	NAMA SISWA	Nilai Proses praktik pemantauan secara berkelompok	Nilai Proses Presentasi hasil	Nilai Hasil penyusunan laporan praktik	Total Nilai	Keterangan

Keterangan :

1. Siswa yang mempunyai nilai < 8 = Belum Lulus
2. Siswa yang mempunyai nilai > 8 = Lulus