

MODUL AJAR

**ELEKTRONIKA INDUSTRI DAN
OTOMATISASI**



**TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

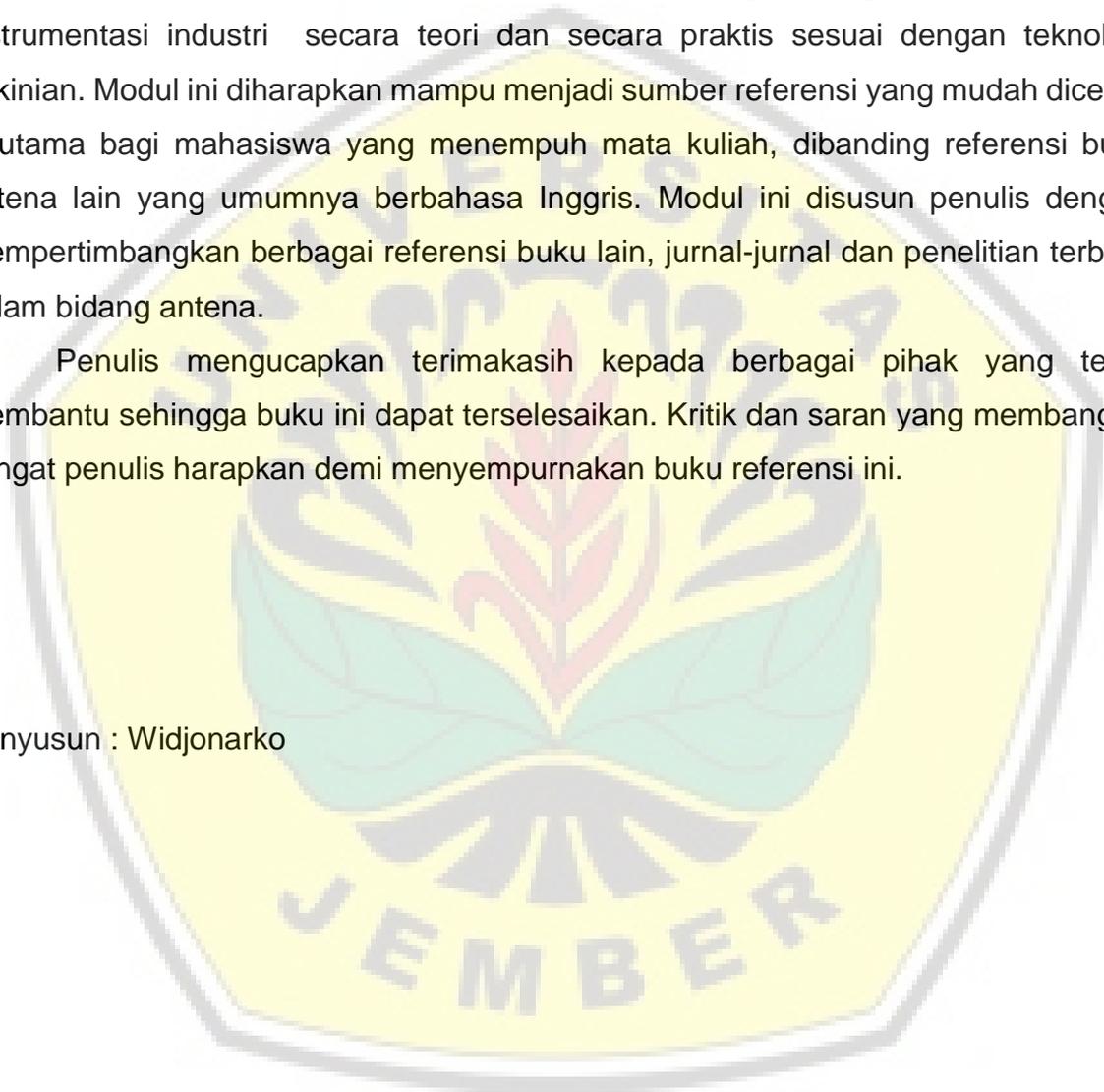
2020

PENGANTAR MODUL

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan modul ajar yang berjudul “Elektronika Industri dan Otomatisasi”. Modul ini dibuat sebagai salah satu bahan referensi bagi mahasiswa maupun praktisi dalam bidang elektronika dan otomatisasi industri untuk mempelajari terkait sebuah perancangan rangkaian elektrik dan instrumentasi industri secara teori dan secara praktis sesuai dengan teknologi kekinian. Modul ini diharapkan mampu menjadi sumber referensi yang mudah dicerna terutama bagi mahasiswa yang menempuh mata kuliah, dibanding referensi buku antenna lain yang umumnya berbahasa Inggris. Modul ini disusun penulis dengan mempertimbangkan berbagai referensi buku lain, jurnal-jurnal dan penelitian terbaru dalam bidang antenna.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga buku ini dapat terselesaikan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan buku referensi ini.

Penyusun : Widjonarko



DAFTAR ISI

Pengantar Modul

Daftar Isi

Tinjauan Mata Kuliah

- **Deskripsi singkat**
- **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah**
- **Peta Konsep CP dan KAD**

Pengantar Rangkaian Elektrik

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Dasar Satuan, Besaran dan Pengukuran Listrik

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Dasar Sistem Kelistrikan

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Teknologi Sensor dan Tranduser

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Teknologi Aktuator

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman

F. Latihan dan Tugas

Kontroller Industri

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Konsep Teknologi dan Komunikasi pada Perangkat Elektrik

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas

Studi Kasus Rangkaian Elektrik

- A. KAD
- B. Uraian Konsep dan Teori
- C. Metode Pembelajaran
- D. Daftar Pustaka
- E. Rangkuman
- F. Latihan dan Tugas



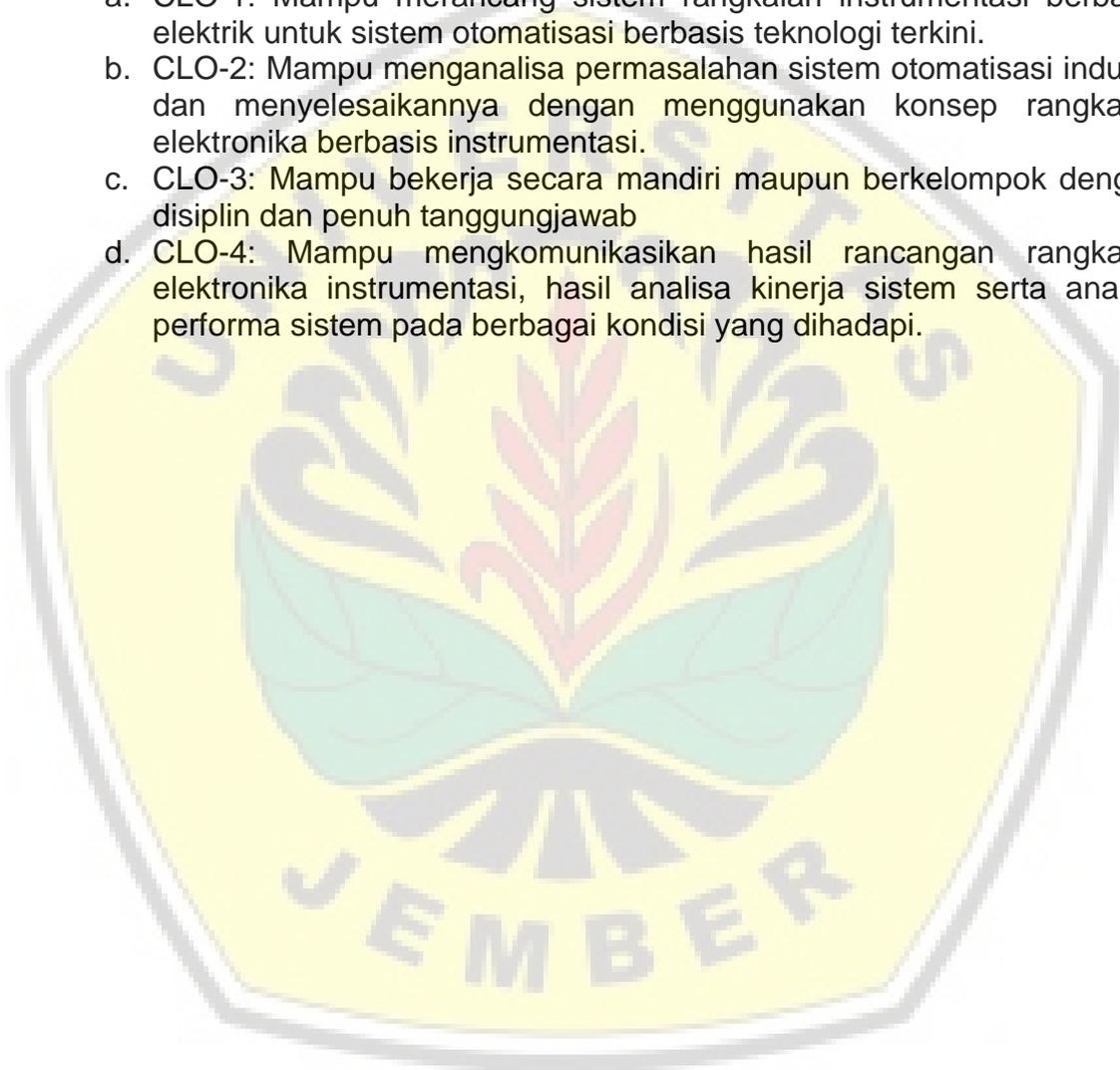
Tinjauan Mata Kuliah

- **Deskripsi singkat**

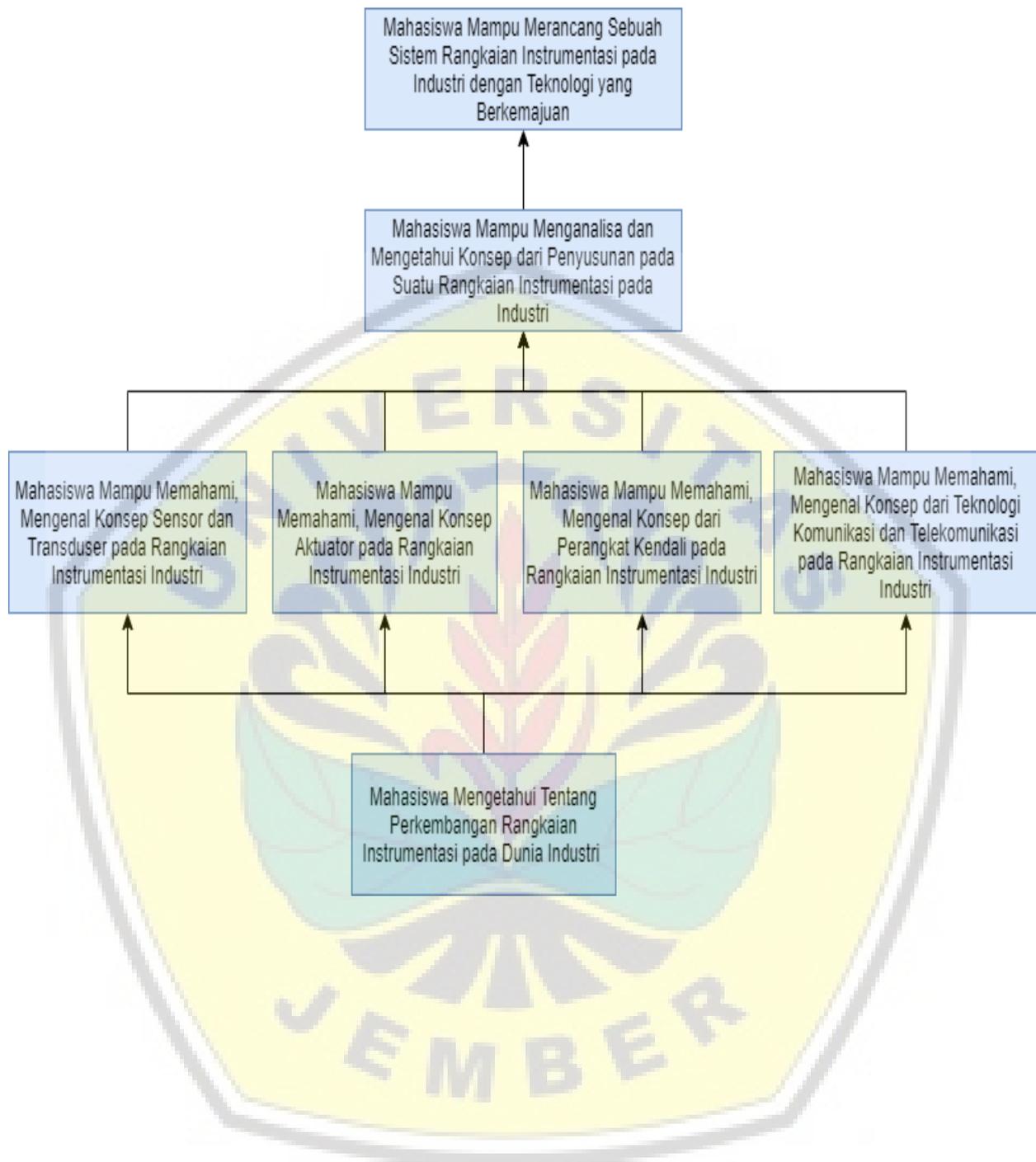
Mata kuliah ini menjelaskan tentang cara kerja tentang beberapa pengetahuan dasar yang dapat digunakan untuk memahami, merancang dan mengimplementasikan rangkaian elektrik dibidang instrumentasi dan dunia industri.

- **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah**

- a. CLO-1: Mampu merancang sistem rangkaian instrumentasi berbasis elektrik untuk sistem otomatisasi berbasis teknologi terkini.
- b. CLO-2: Mampu menganalisa permasalahan sistem otomatisasi industri dan menyelesaikannya dengan menggunakan konsep rangkaian elektronika berbasis instrumentasi.
- c. CLO-3: Mampu bekerja secara mandiri maupun berkelompok dengan disiplin dan penuh tanggungjawab
- d. CLO-4: Mampu mengkomunikasikan hasil rancangan rangkaian elektronika instrumentasi, hasil analisa kinerja sistem serta analisa performa sistem pada berbagai kondisi yang dihadapi.



- **Peta Konsep dan Kemampuan Akhir yang Diharapkan (KAD)**



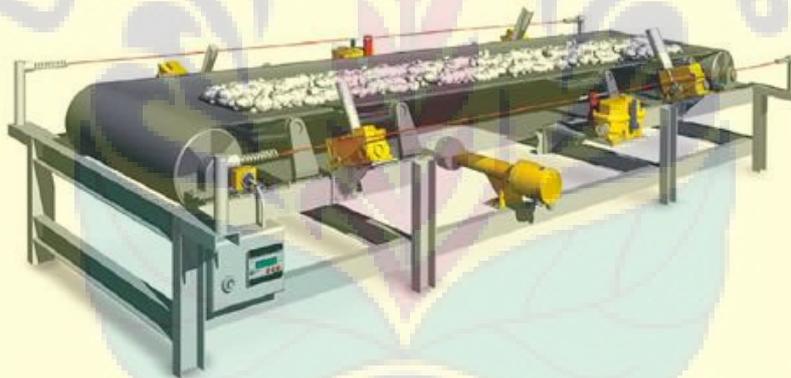
A. KAD

Memahami bagaimana korelasi hubungan antara perkembangan teknologi dan instrumentasi industri dengan kebutuhan manusia tiap masa. Mempelajari kenapa sebuah rangkaian instrumentasi industri sangat penting dalam dunia industri.

B. Uraian Konsep dan Teori

1.1. Rangkaian Elektrik

Secara umum, rangkaian elektrik didefinisikan sebagai sebuah jalur listrik ataupun rangkaian listrik yang didalamnya dialiri oleh listrik. Namun secara khusus rangkaian elektrik dapat diartikan sebagai sebuah susunan dari komponen kelistrikan yang memiliki tugas khusus untuk diselesaikan, sehingga tidak sebatas pada perlengkapan elektronik yang biasa kita pegang saat ini. Beberapa aplikasi dari rangkaian elektrik yang diterapkan didunia industri diantara lain adalah seperti sistem sortir barang dengan kamera, sistem robot penghantar otomatis, sistem lampu merah, sistem pengapian bahan bakar kereta otomatis dan masih banyak yang lainnya. Tetapi lebih luasnya lagi diaplikasikan didunia industri. Bahkan apabila dibandingkan teknologi yang sering kita pegang, apabila dilihat dari sisi kemajuan teknologi, justru di dunia industri kemajuan itu sangat pesat. Hal inilah yang kemudian mengundang kepada kita sebuah istilah yang disebut dengan revolusi industri.



Gambar 1.1. Rangkaian Elektrik Konveyor

(Sumber: <http://insauin.blogspot.com/2014/12/pengertian-belt-konveyor-dan-bagian.html>)

Dengan semakin banyaknya populasi manusia, tentu membuat proses pertumbuhan industri juga semakin berkembang secara cepat. Hal ini disebabkan karena manusia memiliki kebutuhan yang hanya bisa di selesaikan dengan produksi yang dilakukan oleh skala industri, seperti kebutuhan bahan makanan, pakaian, peralatan elektronik, peralatan rumah tangga dan lain sebagainya. Oleh karena itu, dengan adanya permasalahan tersebut, para teknokrat berinisiatif untuk mengembakan skema industrialisasi dengan produksi yang sangat besar atau massal.

1.2. Sejarah Perkembangan Teknologi Rangkaian Elektrik

Kebutuhan akan teknologi elektrik pada industri tidak lain dan tidak bukan karena didorong oleh pertumbuhan industri yang kini semakin meningkat. Selain itu, tuntutan produksi yang harus semakin cepat juga menuntut diterapkannya teknologi industri yang juga semakin maju yang tentu juga diarahkan menuju hal tersebut. Oleh karena itu, sebelum kita memasuki bagaimana dasar teori dari suatu rangkaian elektrik dan memahami beberapa implementasinya, maka mari kita ulas beberapa perkembangan

A. KAD

Memahami tentang beberapa besaran dalam dunia listrik, konsep kerja dari pengukuran tiap – tiap besaran listrik dan fenomena yang terjadi apabila dihubungkan dengan konsep dari besaran listrik.

B. Uraian Konsep dan Teori

2.1. Pengantar Dasar Besaran dan Pengukuran Listrik

Untuk dapat merangkai sebuah rangkaian listrik terutama di dunia industri, tentu kita tidak serta merta dapat begitu saja merangkai tanpa memperhatikan beberapa dasar ilmu pengetahuan yang paling fundamental untuk dapat merangkai rangkaian elektrik. Pasalnya, ilmu tersebut adalah ilmu yang paling dasar yang tanpa adanya pengetahuan sedikitpun dari pengetahuan tersebut, tentu kita sama sekali tidak akan pernah bisa membuat dan bahkan menyusun sebuah konsep yang benar tentang bagaimana rangkaian elektrik tersebut dapat bekerja dengan baik.

2.2. Besaran Listrik

Besaran merupakan segala sesuatu yang dapat diukur dengan menggunakan satuan tertentu. Besaran selalu didefinisikan dengan angka ataupun nilai dan tentunya mempunyai satuan yang berbeda – beda tiap sesuatu tersebut. Jika kemudian pengertian ini diarahkan ke besaran listrik, maka yang dimaksud dengan besaran listrik adalah segala sesuatu besaran yang terdapat pada listrik, diantaranya adalah tegangan, arus, daya, tahanan, dan beberapa satuan tambahan seperti faktor daya atau lebih dikenal dengan *cosphi* dan juga frekuensi. Semua besaran tersebut adalah besaran yang wajib diketahui keberadaannya. Baik dalam pengertian serta cara pengukurannya.

Tegangan adalah besaran listrik yang mendefinisikan besar jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu muatan listrik dari satu titik ke titik yang lain yang dinotasikan V . Tegangan sendiri terbagi menjadi dua jenis dalam listrik. Yang pertama adalah tegangan bolak – balik atau *alternating current* (AC) dan yang kedua adalah tegangan searah atau *direct current* (DC). Yang membedakan secara spesifik dari kedua jenis tegangan tersebut adalah pada bentuk gelombang tegangannya. Pada tegangan AC gelombang yang terbentuk adalah berbentuk sinyal sinus, sedangkan sinyal DC lurus.



Gambar 2.1. Bentuk Gelombang Tegangan AC dan Simbolnya
(Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-tegangan-listrik-electric-voltage/>)

A. KAD

Memahami tentang beberapa teori kelistrikan yang ada dalam dunia listrik. Memanfaatkan teori tersebut untuk kemudian dapat digunakan sebagai sumber energi dalam rangkaian listriknya.

B. Uraian Konsep dan Teori

3.1. Pengantar Dasar Kelistrikan

Didalam sistem kelistrikan yang ada, terdapat beberapa jenis sumber energi listrik yang secara umum dapat digunakan untuk menyuplai rangkaian elektrik yang kita gunakan. Jenis – jenis tegangan tersebut mempunyai karakteristik dan kegunaan masing – masing, sehingga tidak serta merta dapat kita gunakan secara bebas untuk dapat diaplikasikan kepada rangkaian elektrik kita. Oleh karena itu perlu kita memahami beberapa jenis dari kelistrikan tersebut. Mulai dari namanya atau jenisnya, fungsinya, sifatnya dan tentu kelebihan dan kegunaan. Hal ini penting untuk diperhatikan karena tanpa kita tahu fungsi dari sistem kelistrikan yang ada, justru akan menimbulkan kekacauan pada rangkaian elektrik yang hendak kita bentuk

3.2. Sistem Kelistrikan AC dan DC

Pertama adalah tegangan AC atau *alternating current*. Tegangan AC adalah tegangan bolak – balik dimana selalu akan terjadi kutub positif dan negatif didalam satu siklusnya yang bergantian. Tegangan AC identik dengan frekuensi karena terdapat perbedaan kutub tersebut. Oleh karena itu, inilah ciri khas dari tegangan AC bahwa selama masih terdapat polaritas dan frekuensi pada tegangan tersebut, maka tegangan tersebut disebut dengan tegangan AC.



Gambar 3.1. Bentuk Sinyal Tegangan AC

(Sumber: <https://engineeringmasakini.wordpress.com/2017/10/11/pengertian-arus-listrik-ac-dan-dc/>)

Jika dilihat kelebihan dan kekurangan tegangan AC, maka akan kita temui beberapa poin, diantaranya adalah:

a. Kelebihan Arus Listrik AC (*Alternating Current*)

1. Arus Listrik AC adalah arus yang mudah diatur untuk dinaikan dan diturunkan secara mudah dengan menggunakan perangkat transformator. Oleh karena itu, AC dipilih sebagai tegangan sumber utama penranmisian.
2. Arus AC sangat mudah untuk dihasilkan dari generator dibandingkan dengan tegangan DC.

A. KAD

Mengetahui tentang beberapa jenis komponen sensor dan transduser beserta dengan besaran fisis yang diukurinya. Mengerti konsep dari penggunaan sensor pada sebuah sistem instrumentasi industri, baik berkaitan dengan cara sinkronisasi dan cara kalibrasi. Dapat memilih jenis sensor apa dan tipe sensor apa yang tepat untuk instrumentasi yang hendak disusunnya.

B. Uraian Konsep dan Teori

4.1. Pengantar Teknologi Sensor dan Transduser

Sensor dan otomasi ibarat surat dengan perangko. Dua hal tersebut adalah hal yang tidak dapat dipisahkan fungsi dan tujuannya. Hal ini disebabkan karena sensor merupakan sebuah perangkat untuk mendeteksi besaran fisis yang berada dilingkungan tempat sensor ataupun transduser itu berada. Dengan besaran fisis yang dideteksi oleh sensor dan kemudian diubah ke sebuah informasi yang dapat dibaca oleh perangkat kontrol, maka secara otomatis sensor merupakan mata bagi perangkat kontrol. Dengan data tersebutlah sistem kendali pada industri dapat bekerja sesuai dengan logika – logika yang telah diprogramkan pada dirinya.

4.2. Pengertian Sensor dan Transduser

Sensor dan transduser secara penggunaan memiliki kesamaan, yaitu sama – sama sebagai alat indra yang digunakan sebuah perangkat untuk mengetahui adanya perubahan lingkungan pada salah satu parameter yang dideteksi.

Sensor adalah sebuah perangkat yang mengubah besaran fisis ke bentuk energi listrik. Sedangkan transduser adalah sebuah perangkat yang mengubah suatu besaran fisis ke bentuk energi yang lain. Ciri yang khas yang membedakannya adalah terletak pada kebutuhannya akan sumber energi. Jika suatu perangkat dikatakan sensor, maka perangkat tersebut membutuhkan energi listrik sebagai sumber suplainya. Sedangkan jika suatu perangkat dikatakan sebagai transduser, maka perangkat tersebut tidak membutuhkan energi listrik sebagai suplai perangkatnya.

Sekalipun secara fungsi sama, namun perlu adanya persyaratan umum yang harus dimiliki oleh sensor ataupun transduser agar dapat digunakan dengan baik. Beberapa faktor tersebut diantaranya adalah:

1. Linearitas. Linearitas merupakan syarat yang mutlak yang harus dimiliki oleh peralatan sensor dan transduser. Sensor dan transduser harus memiliki perubahan sinyal keluaran yang berubah secara kontinu sebagai respon terhadap perubahan salah satu parameter lingkungan. Untuk dapat mengetahui linearitas sensor, maka dapat dilakukan dengan melakukan pengujian pada sensor tersebut. Caranya adalah dengan memberikan stimulus pada besaran fisis yang diubah dan kemudian dicatat setiap perubahan tersebut. Catatan tersebut harus berisikan besaran fisis yang terdeteksi serta keluaran yang diberikan sensor. Contohnya adalah seperti yang terdapat pada gambar berikut.

A. KAD

Mengetahui tentang beberapa jenis komponen aktuator beserta dengan jenis gerakan yang dihasilkannya. Memahami konsep dari penggunaan aktuator pada sebuah sistem instrumentasi industri, baik berkaitan dengan cara sinkronisasi. Dapat memilih jenis aktuator apa dan tipe aktuator apa yang tepat untuk instrumentasi yang hendak disusunnya.

B. Uraian Konsep dan Teori

5.1. Pengantar Aktuator

Komponen terpenting selain dari sensor dalam sebuah rangkaian elektrik untuk industri adalah bagaian *end user*, yaitu bagian penggerak yang lebih dikenal dengan aktuator. Aktuator ini merupakan peralatan yang lebih bersifat mekanis seperti gerakan memutar, mendorong, menarik dan lain sebagainya, ataupun fisis seperti menghasilkan api, air dan lain sebagainya yang dapat dikendalikan oleh sebuah rangkaian elektrik.

5.2. Motor Listrik

5.2.1. Motor AC/DC

Motor AC atau motor DC adalah beberapa motor yang paling banyak digunakan didunia industri dan juga pada beberapa rangkaian elektrik. Hal ini disebabkan karena kedua motor tersebut memiliki cara pengendalian yang sederhana. Disamping itu, motor jenis ini juga banyak difungsikan dalam berbagai jenis pekerjaan manusia yang hanya membutuhkan aktuator yang sederhana.



Gambar 5.1. Bentuk Fisik Motor DC

(Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2017/05/08/motor-dc-dan-jenis-jenisnya/>)

A. KAD

Mengetahui tentang beberapa jenis kontroller pada industri dan bagaimana kriteria atau spesifikasinya. Mengerti konsep dasar yang perlu dipahami dari penggunaan kontroller pada dunia industri.

B. Uraian Konsep dan Teori

6.1. Pengantar Kontrol Industri

Pada setiap industri, tentu akan dikenal sebuah istilah sistem otomasi. Sistem otomasi adalah sebuah sistem yang dapat mengendalikan semua aktivitas pada sebuah garis sistem yang bekerja berdasarkan logika – logika tertentu. Logika – logika ini tentu akan bekerja berdasarkan nilai masukan yang berasal dari sensor dan kemudian diolah kedalam sebuah otak yang bernama pengendali. Pengendali ini akan mengambil semua masukan yang berasal dari sensor dan merespon dengan aktuator sesuai dengan logika yang diprogramkan kepadanya. Dan pengendali ini banyak jenisnya.

6.2. Mikrokontroller

6.2.1. Pengertian Mikrokontroller

Mikrokontrol adalah sebuah komputer kecil yang terbentuk atau sudah terintegrasi kedalam satu *chip*. Mikrokontrol secara arsitektur memiliki beberapa beberapa komponen layaknya PC, seperti *processor* (CPU), Memori : RAM, ROM, serta perangkat *input* dan *output* yang dapat diprogram agar sesuai dengan kehendak *programmer*. Dikarenakan ukurannya yang mini, baik dari segi performa, konsumsi daya dan ukuran apabila dibandingkan dengan PC, maka mikrokontrol hanya akan melakukan tugas – tugas yang ringan saja dan lebih bersifat *tiny, embedded and portable*. Konsep dasar dari penggunaan mikrokontrol pada beberapa aplikasi yang telah dijelaskan adalah sebagai *main processor* yang memproses seluruh informasi yang berasal dari sensor dan kemudian menggerakkan aktuator sesuai dengan alur logika yang diatur oleh *programmer*. Disamping itu, alasan yang paling signifikan kenapa kebanyakan aplikasi tersebut menggunakan mikrokontroller dikarenakan beberapa aspek. Diantaranya adalah portabilitas (kecil dan mudah dibawa kemana saja), daya yang kecil, dan harga yang lebih murah apabila dibandingkan dengan mini PC. Selain itu, di era kekinian, sudah banyak sekali modul – modul yang *support* dengan mikrokontrol.

a. Kelebihan:

1. Mikrokontrol dinilai ringkas karena tidak membutuhkan banyak instalasi dan beberapa komponen tambahan layaknya mikrokomputer karena mikrokontrol sudah terkemas dalam satu *chip* IC dan sudah banyak yang menyediakan *board* yang bersifat *plug and play*.
2. Mengurangi biaya karena tidak ada komponen tambahan.
3. Sangat cocok untuk konsep kendali sederhana karena tidak perlu membutuhkan perangkat yang ekstra untuk menjaga performa.
4. Dapat mudah diprogram secara portable.

b. Kekurangan:

1. Hanya dapat bekerja dengan tugas yang sederhana, sehingga tugas – tugas yang bersifat komputasi tinggi akan membuat mikrokontroller hang dan bahkan tidak bekerja.

A. KAD

Mengetahui tentang beberapa jenis, penggunaan dan kombinasi dari teknologi komunikasi pada perangkat elektrik dan instrumentasi industri.

B. Uraian Konsep dan Teori

7.1. Pengantar Teknologi dan Komunikasi pada Perangkat Elektrik

Dengan kemajuan teknologi sekarang, tentu sebuah rangkaian elektrik tak hanya bekerja secara *stand-alone* atau sendirian. Kini, rangkaian elektrik telah dilengkapi dengan beberapa teknologi yang mampu membuatnya untuk dapat berkomunikasi baik satu arah dan dua arah. Jadi sistem komunikasi tersebut mampu menjadi fungsi pengawas (satu arah) dan pengawas serta pengendali (dua arah). Kemampuan ini tidak lain dan tidak bukan karena munculnya beberapa permasalahan yang ada didunia industri. Permasalahan tersebut seperti instalasi perangkat yang sangat rumit dan membutuhkan kabel yang panjang, luasnya area implementasi rangkaian elektrik, pengawasan peralatan yang harus datang ke tempat rangkaian bekerja, begitu pula pada saat hendak melakukan pengaturan ulang perangkat, dan masih banyak beberapa alasan yang melatarbelakanginya. Oleh karena itu, pada bab ini akan dibahas terkait beberapa konsep dan teknologi dari komunikasi perangkat elektrik yang telah digunakan secara luas untuk mengatasi problematika yang telah dijelaskan sebelumnya.

7.2. *Internet of Things* (IoT)

7.2.1. Pengertian IoT

Internet of Things atau yang dikenal dengan istilah IoT adalah sebuah konsep dimana suatu objek mempunyai kemampuan untuk saling berkomunikasi dan berkoordinasi tanpa memerlukan adanya manusia sebagai perantaranya. Komunikasi tersebut terjalin dengan beberapa arah diantaranya adalah komputer dengan komputer atau komputer dengan manusia. Jalur yang digunakan adalah jalur internet. IoT memiliki beberapa kemampuan yang dapat digunakan, diantaranya yang sering digunakan adalah kemampuan sebagai *monitoring* dan *remote control*.



Gambar 7.1. Visualisasi *Internet of Things*

(Sumber: <https://www.inloox.es/empresa/blog/articles/the-importance-of-the-internet-of-things-iot-for-project-management/>)

IoT tidak akan terlepas oleh beberapa hal. Diantaranya adalah:

A. KAD

Memahami tentang beberapa kasus yang umum dan sering ditemui dalam dunia industri. Mengerti konsep dari penggunaan beberapa teori dasar dalam menyusun sebuah solusi dari rangkaian instrumentasi pada suatu masalah. Mengerti beberapa cara yang sering digunakan dalam proses sinkronisasi dan kalibrasi pada perangkat sensor ataupun aktuator yang digunakan.

B. Uraian Konsep dan Teori

8.1. Pengantar Studi Kasus Rangkaian Elektrik

Salah satu cara untuk tercepat dalam memahami dan belajar tentang bagaimana sebuah sistem dapat dibentuk, baik dari proses pendesainan sistem, pemilihan sensor, sinkronisasi I/O (*Input/Output*) dan sebagainya adalah dengan belajar dari studi kasus. Dengan mempelajari studi kasus, memungkinkan kita untuk mendapatkan pengalaman yang belum pernah kita dapatkan sebelumnya dan pengalaman tersebut merupakan salah satu cara cepat atau trik yang sangat berguna bagi kita. Berbagai trik tersebut memang jarang sekali kita temui pada pembahasan materi berupa teori dasar yang kita dapatkan dibangku sekolah atau perkuliahan.

Beberapa urutan tersebut juga dapat dikembangkan lebih jauh tergantung bagaimana seseorang tersebut dapat menyelesaikan permasalahan. Namun cara ini adalah cara yang sering digunakan penulis untuk dapat menyelesaikan berbagai problematika yang dihadapi saat melakukan pendesaianan sistem. Beberapa langkah tersebut diantaranya adalah:

1. Melakukan investigasi sistem kendali yang akan dirancang untuk mendapatkan gambaran jelas tentang permasalahan yang akan dihadapi. Mulai dari menyusun skema sistem secara ilustrasi dan penyusunan diagram blok I/O.
2. Pencarian sensor dan aktuator yang sesuai dengan kasus yang dihadapi dengan menampilkan beberapa opsi yang tepat. Kemudian melakukan list sensor dengan memperhatikan beberapa aspek seperti jumlah pin, jenis keluaran sensor dan aktuator, jenis komunikasi yang digunakan serta parameter lain seperti butuh kalibrasi atau tidak.
3. Penentuan sistem kendali yang tepat berdasarkan informasi yang ada pada investigasi pencarian sensor dan aktuator yang tepat.
4. Sinkronisasi apabila terdapat satu sensor yang memang menjadi opsi paling baik namun memiliki permasalahan dalam hal komunikasi data.

Dengan berdasarkan urutan tersebut, pada bab kali ini akan dibahas beberapa topik yang paling sering digunakan baik dalam sensor ataupun aktuatornya. Sehingga dengan pembahasan ini akan memberikan gambaran kepada kita bahwa dalam setiap proses penyusunan ada beberapa pertimbangan sehingga membuat kita dapat lebih efektif dan efisien dalam penentuan aspek sistem yang dibentuk. Aspek tersebut baik aspek performansi sistem, finansial dan aspek lainnya.

8.2. Desain Sistem Instrumentasi *Packing* Apel untuk Industri

Studi kasus pertama adalah pada permasalahan yang terdapat pada dunia industri, yaitu pada sistem *packing* apel. Pada permasalahan ini disajikan permasalahan dimana terdapat dua motor yang harus dikendalikan oleh sebuah sistem. Pertama adalah motor box yang digunakan untuk menggeser box dan kedua adalah motor apel yang digunakan untuk menggeser apel. Jadi sistem tersebut berfungsi untuk memasukkan buah apel dengan jumlah tertentu kepada suatu box secara otomatis. Sedangkan dari fitur yang disediakan oleh pengguna, pengguna hanya menginginkan