



BUKU PANDUAN

LABORATORIUM VIRTUAL INTERNET OF THINGS



LAB IOT

SISTEM INFORMASI VIRTUAL LAB MANAGER INTEGRASI LMS

MUH. NADZIRIN ANSHARI NUR



BUKU PANDUAN LABORATORIUM VIRTUAL INTERNET OF THINGS

DISUSUN OLEH
MUH. NADZIRIN ANSHARI NUR

KATA PENGANTAR

Selamat datang di dunia laboratorium virtual Internet of Things (IoT) ini! Buku panduan ini dirancang untuk memberikan pandangan mendalam tentang konsep-konsep dasar, teknologi, dan aplikasi yang berkaitan dengan Internet of Things.

Pada era digital ini, Internet of Things telah menjadi pendorong utama inovasi di berbagai sektor, mulai dari kesehatan hingga industri. Melalui buku panduan ini, pembaca akan diundang untuk memahami bagaimana perangkat terhubung dapat berinteraksi, berkomunikasi, dan menciptakan solusi cerdas untuk meningkatkan kehidupan sehari-hari.

Buku ini disusun sebagai panduan praktis untuk laboratorium virtual, yang dirancang untuk memungkinkan pembaca untuk mengaplikasikan pengetahuan teoritis ke dalam situasi praktis. Setiap bagian dilengkapi dengan cara menggunakan Virtual laboratorium IoT terdiri dari (1) Pendahuluan yang berisi tentang Teori dasar dan komponen pendukung Lab IoT (2) Penjelasan terkait Arsitektur Lab Virtual IoT (3) cara akses sistem Informasi Virtual Lab IoT (4) cara akses dan menggunakan virtual Lab Manager (5) Menggunakan Simulator (6) Integrasi LMS yang memungkinkan pembaca untuk eksplorasi mandiri dan untuk meningkatkan keterampilan abstrak, selain itu panduan ini berisi tata cara mengintegrasikan dengan LMS di perguruan tinggi.

Seiring kita memasuki era konektivitas yang semakin berkembang, pemahaman tentang Internet of Things menjadi semakin penting. Laboratorium virtual ini bukan hanya untuk mahasiswa dan profesional di bidang teknologi, tetapi juga untuk siapa pun yang ingin memahami bagaimana dunia yang terhubung dapat menciptakan perubahan positif dalam kehidupan sehari-hari kita.

Selamat belajar!

MUH. NADZIRIN ANSHARI NUR

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	3
Daftar Isi	4
Bagian 1 Pendahuluan	5
1. Laboratorium <i>Virtual</i>	5
2. <i>Internet of Things</i>	8
3. <i>Simulator</i>	10
4. <i>Remote Lab dan Platform IoT</i>	11
5. Multimedia	12
6. Modul	13
7. <i>Video Conference</i>	13
Bagian 2 Arsitektur Lab Virtual IoT	14
Bagian 3 Sistem Informasi Virtual Lab IoT	17
1. Pengenalan fitur Sistem Informasi Virtualab.IoT Online	17
2. Cara Akses Sistem Informasi Virtualab IoT	22
Bagian 4 Virtual Lab Manager	29
1. Cara akses ke halaman manajer melalui laman web	27
2. Cara akses ke halaman panduan manager lab	28
3. Cara akses ke halaman buku virtual lab manager	30
4. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT	33
5. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (ESP32	34
6. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Uno)	36
7. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Nano)	38
8. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Mega)	40
9. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Raspberry Pi)	43
Bagian 5 Menggunakan Simulator	46
1. Cara akses ke Perangkat Simulator IoT	46
2. Cara menambahkan komponen	47
3. Cara merangkai komponen	50
4. Cara menjalankan simulasi	51
5. Menu platform IoT	52
Bagian 6 Integrasi LMS	53
Daftar Pustaka	60

BAGIAN 1

PENDAHULUAN

1. Laboratorium *Virtual*

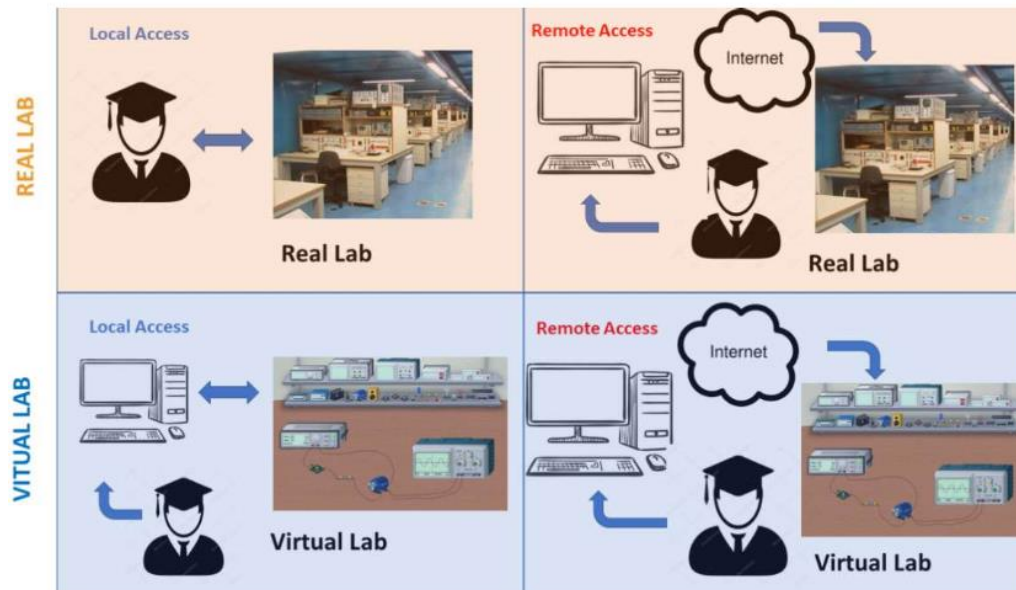
Laboratorium *virtual* berawal dari sebuah proyek yaitu “*of Life* (1830-1930). Proyek ini bertujuan untuk meneliti sejarah tentang *experimentalization of life* yang mencari hubungan antara ilmu kehidupan, seni, media, arsitektur serta teknologi dalam paradigma percobaan. Pada tahun 1997, versi pertama dari laboratorium *virtual* mulai dikembangkan. Pada saat itu, fokus utama ada pada pengembangan pra kondisi teknologi dari penelitian-penelitian fisiologis pada abad ke-19 (Nirwana, 2017), Laboratorium *virtual* merupakan cara lain untuk mengembangkan online laboratorium yang dapat terdiri dari perangkat lunak yang digunakan untuk pembelajaran praktikum (Ballu et al., 2016)

Terdapat penelitian untuk mengetahui pengaruh penerapan laboratorium *virtual* terhadap pemahaman konsep siswa pada materi laju reaksi. Hasil penelitian tersebut, menunjukkan hal positif pada penerapan laboratorium *virtual*. Hal ini menunjukkan pengaruh penerapan laboratorium *virtual* terhadap pemahaman siswa dalam meningkatkan keterampilan pada praktikum di laboratorium tanpa memerlukan bantuan pendamping dan tidak terikat dengan waktu dan tempat (Hikmah et al., 2017) (Susilawati, 2019).

Virtual laboratory terdiri dari beberapa bagian yaitu : *pre-tes*, *post-tes*, tugas, tutorial, simulasi serta dukungan *authoring tool* pada pembelajaran produktif

yang sangat penting. Laboratorium *virtual* harus interaktif, animatif, dinamis dan didukung oleh keinginan pengguna untuk belajar dan memahami pelajaran produktif. Laboratorium *virtual* dapat dipergunakan untuk meningkatkan kemampuan siswa (Jaya, 2013) (Kabiri and Wannous, 2017), selain itu laboratorium *virtual* menjadi solusi bagi lembaga pendidikan yang belum mampu membeli laboratorium standar (Okoyeigbo et al., 2020)(Budai and Kuczmann, 2018) sehingga dapat menjadi solusi alternatif dalam pembelajaran praktikum.

Manfaat nyata laboratorium *virtual* selain fisik juga sebagai sarana simulasi mahasiswa, sebagai sarana pembelajaran berbasis inkuiri yang berpusat kepada peserta didik, berbiaya rendah dibanding laboratorium fisik serta dapat mengurangi dampak kerusakan alat, dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran praktikum jarak jauh dan juga mendukung pembelajaran campuran (*blended learning*), Laboratorium *virtual* juga dapat digunakan sebagai pembelajaran pra-praktikum sebelum masuk di laboratorium fisik (Diwakar et al., 2016) (Bortnik et al., 2017) (Li et al., 2018)



Gambar 1.1. Laboratorium fisik dan laboratorium *virtual*

(Salmerón-Manzano and Manzano-Agugliaro, 2018)

Laboratorium *virtual* dapat didefinisikan sebagai lingkungan interaktif untuk membuat dan melakukan percobaan simulasi. Oleh karena itu, laboratorium *virtual* terdiri dari program simulasi, dengan objek yang terdiri dari data file, dan alat yang beroperasi. Tentu saja, tidak semua praktik laboratorium dapat dilakukan dengan komputer yang disimulasikan, dan semua keterampilan pekerjaan langsung tidak dapat diperoleh melalui pengujian *virtual*. Namun, laboratorium *virtual* dapat dimasukkan ke dalam tugas-tugas yang dirancang untuk memaksimalkan keterampilan yang perlu diperoleh, di mana mahasiswa dapat menghadapi situasi yang mungkin tidak layak dengan sarana yang dimiliki oleh sebuah lembaga. Laboratorium *virtual* lahir sebagai jawaban atas kebutuhan saat ini, di mana ICT (*Information Communication and Teknologi*) membuka berbagai cara dan metodologi baru untuk meningkatkan pembelajaran, serta untuk memperluas

kesempatan pendidikan kepada lebih banyak mahasiswa. (Salmerón-Manzano and Manzano-Agugliaro, 2018)

2. *Internet of Things*

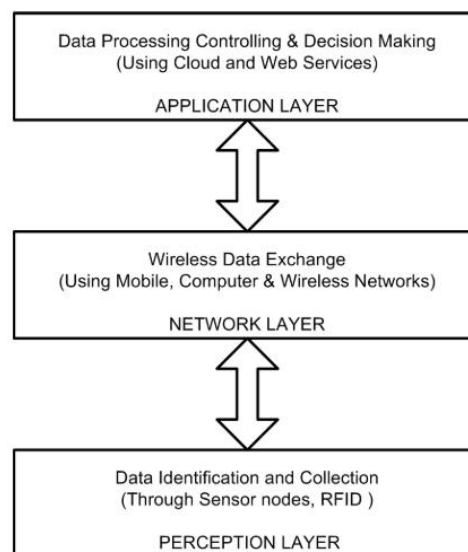
Caragas mendefinisikan bahwa *IoT* adalah infrastruktur jaringan international, yang dapat menghubungkan perangkat keras dan perangkat virtual melalui eksploitasi kemampuan penangkapan dan komunikasi data. Dalam Infrastruktur, terdiri dari jaringan yang ada dan internet dan pengembangan jaringannya. Dengan demikian, *IoT* ini menawarkan objek, sensor, dan kemampuan koneksi untuk menyediakan layanan dan aplikasi koperasi independen, *IoT* menggambarkan beragam objek dengan penginderaan dan perangkat penggerak yang mengumpulkan, menganalisis, dan berbagi data di seluruh objek, program, dan platform lain. *IoT* teknologi terbesar yang muncul saat ini, telah meluncurkan revolusi informasi yang belum pernah terjadi sebelumnya serta peluang berkembang dimasa yang akan datang. (Koohang et al., 2022)

Berdasarkan definisi tersebut, peranan *IoT* pada laboratoorim *virtual* sangat penting karena sumber koneksi antara seluruh aktivitas yang ada pada laboratorium *virtual* memanfaatkan sumber daya internet, jika laboratorium yang dirancang memerlukan fungsi monitoring jarak jauh maka kamera perlu terhubung dengan sistem *IoT*, jika menggunakan sensor maka sensor ini pula dapat dikendalikan dari jarak jauh serta beberapa fungsi-fungsi lainnya, **IoT** secara luas dianggap sebagai langkah menuju digitalisasi masyarakat, di mana objek dan orang saling berhubungan dan berinteraksi melalui jaringan internet. *IoT* sebagai salah satu

pendorong utama implementasi Industri 4.0 dan berdampak yang relevan dari teknologi ini diharapkan di berbagai sektor.

Difusi cepat teknologi *IoT* telah menciptakan tantangan pendidikan yaitu kebutuhan untuk melatih mahasiswa dan profesional yang mampu merancang dan mengelola ekosistem yang berkembang pesat dan kompleks. Dengan demikian, upaya penelitian penting dilakukan dalam teknologi inovatif (*simulator*, laboratorium *virtual* dan jarak jauh, aplikasi seluler, robotika, *platform e-learning*, *gamification*, analitik pembelajaran, dan lain-lain) yang diterapkan pada praktik pengajaran yang inovatif. (Martin, 2021)

Sebuah aplikasi *IoT* pada dasarnya memiliki 3 (tiga) lapisan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, untuk setiap layer ada satu atau banyak teknologi yang terlibat (digabungkan satu sama lain) dan bersama-sama teknologi tersebut menyatu ke sebuah aplikasi. (Rout et al., 2018)

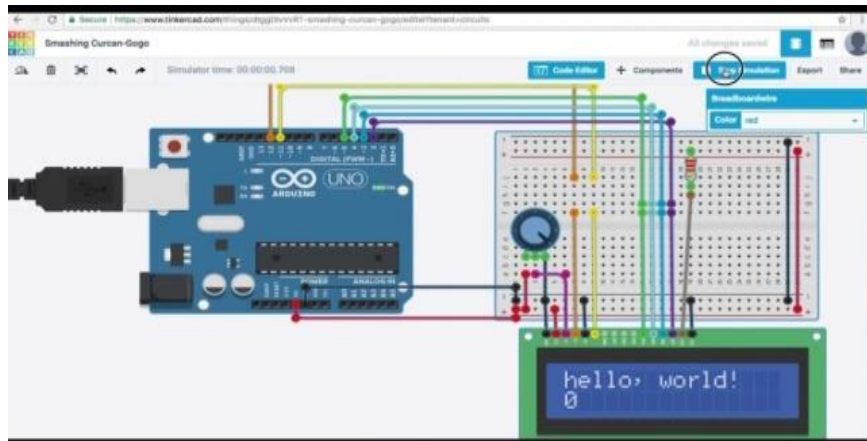


Gambar 1.2 Arsitektur Dasar IoT. (Rout et al., 2018)

Penerapan sistem *IoT* di mana semua peralatan elektronik ataupun mikrokontroler sebagai kendali sensor dan aktuator dapat terhubung ke internet sehingga dapat dikontrol atau dikendalikan dari tempat mana pun dan kapan pun selama dapat terhubung ke internet (Sabran, Purnamawati, 2020). Berdasarkan beberapa perguruan tinggi telah memasukkan *IoT* sebagai mata kuliah hal ini diperlukan untuk menjawab tantangan Revolusi Industri 4.0. (Hasanah et al., 2018) (Alharbi, 2020); (Luo and Yee, 2022) Selain itu, pengembangan kurikulum ke arah KKNI mengakibatkan ada penambahan dan pengurangan mata kuliah. Pada Program Vokasi Universitas Halu Oleo terdapat penambahan mata kuliah salah satunya *IoT* (Iskandar and Yulanto, 2020) seiring dengan itu kebutuhan akan penerapan *IoT* juga sangat meningkat sehingga peranan laboratorium *virtual* sangat penting, penggunaan sistem *IoT* juga merupakan cara melakukan koneksi antara seluruh aktivitas yang ada pada laboratorium *virtual* memanfaatkan sumber daya internet.

3. ***Simulator***

Simulator berupa *software* yang dapat menggantikan peran praktikum secara nyata melalui sebuah aplikasi, dapat pula berupa website yang dapat diakses serta dilakukan praktikum secara kolaborasi seperti contoh praktikum arduino melalui website <https://www.tinkercad.com/> atau <https://wokwi.com/> dengan menggunakan simulator siswa dapat peningkatan proses pembelajaran dan perluasan pengetahuan dengan cara yang mudah dipahami, karena memungkinkan ruang untuk membangun dan menguji berbagai jenis teknologi secara visualisasi. (Jovanović et al., 2016)



Gambar 1.3. Simulator menggunakan *Thinkecard*
(<https://www.tinkercad.com/>)



Gambar 1.4. Simulator menggunakan *Wokwi*
(<https://wokwi.com/>)

4. *Remote Lab dan Paltform IoT*

Remote laboratory ditandai dengan adanya jarak antara mahasiswa dengan eksperimen, mahasiswa mengoperasikan peralatan dan bahan praktikum secara jarak jauh, *Remote Lab* (Laboratorium Jarak Jauh) dirancang untuk memungkinkan siswa atau peneliti melakukan eksperimen nyata dari jarak jauh melalui internet,

dengan *remote lab*, proses kendali laboratorium dilakukan melalui mekanisme *Internet of Things* contohnya peralatan praktikum berada di laboratorium sedangkan mahasiswa berada di rumah, dosen juga berada di tempat yang berbeda, dengan model ini praktikum tetap dapat terlaksana, (Handayani and Satyadini, 2018) dengan penerapan *remote lab* dosen diharapkan dapat memfasilitasi mahasiswa untuk belajar tanpa terbatas ruang dan waktu (di mana saja dan kapan saja). Hal ini dimaksudkan agar metode *e-learning* dapat membuat siswa lebih aktif dan kreatif dalam belajar. (Purnamawati, R T Mangesa, Ruslan, 2021), pada penelitian ini Remote Lab menggunakan Platform IoT seperti Blynk Cloud.

5. Multimedia

Pengembangan laboratorium *virtual* yang terdiri aspek multimedia baik itu unsur video, gambar, animasi, audio, *augmented dan virtual reality* serta unsur multimedia lainnya, untuk laboratorium *virtual* objek animasi dapat diaplikasikan pada konten media pembelajaran. (Jaya, 2020) Selain itu, penggunaan konten animasi perlu memperhatikan kurikulum dan pengembangan bahan ajar sebagai konten pembelajaran pada laboratorium *virtual*, (Nur, 2018) selain aspek multimedia tersebut diatas hal yang perlu dilakukan kajian lebih lanjut adalah penggunaan *augmented dan virtual reality (AR dan VR)* pada laboratorium *virtual* perlu menjadi pertimbangan pada penelitian ini, *Augmented Reality (AR)* merupakan aplikasi penggabungan dunia maya dengan dunia nyata dalam bentuk dua dimensi secara bersamaan. (Usada, 2015) Dengan teknik *Augmented Reality* dapat menciptakan

berbagai *prototype* alat laboratorium berbentuk 3 (tiga) dimensi yang dapat diproyeksikan dalam bentuk yang sebenarnya.

6. Modul

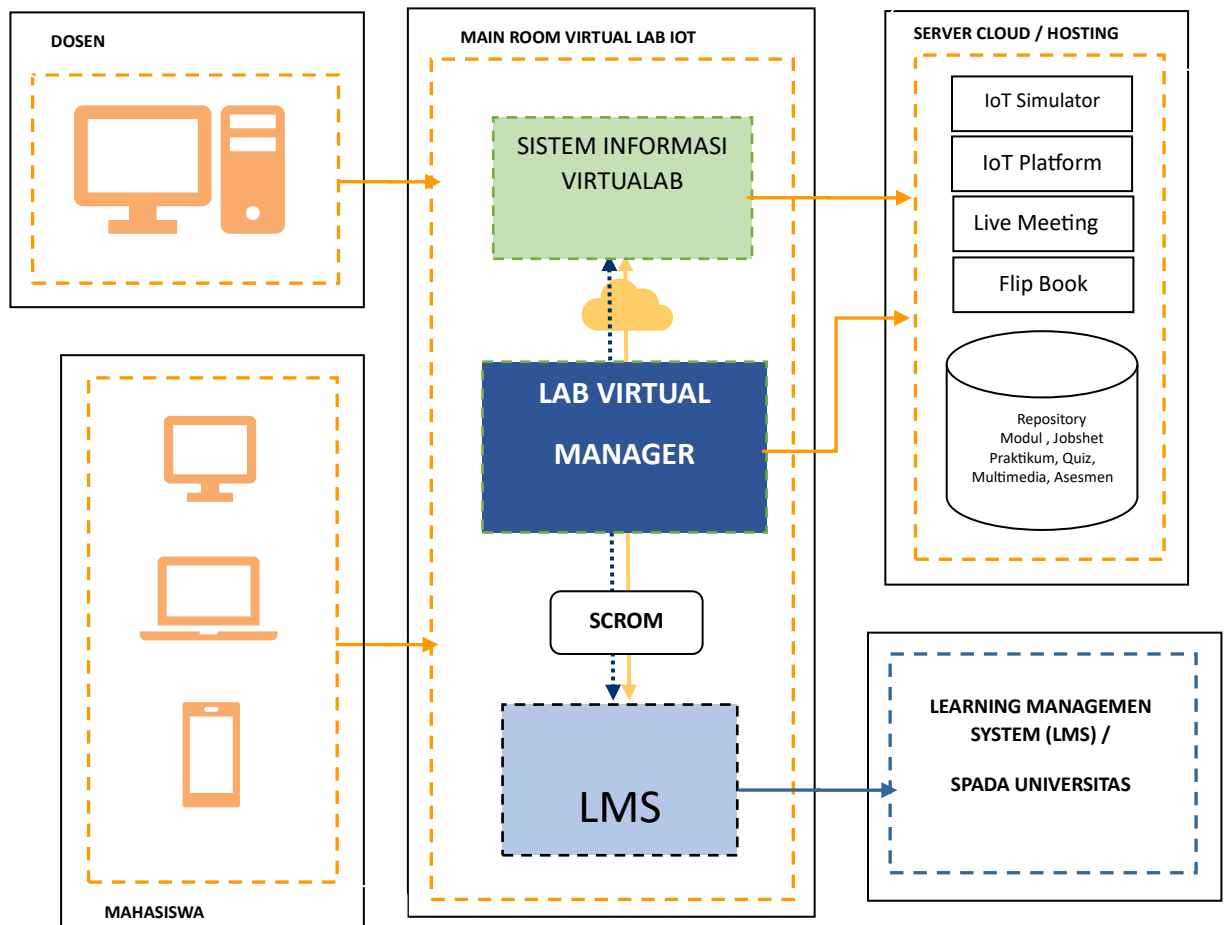
Modul adalah satu kesatuan bahan pembelajaran yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara mandiri. Didalamnya terdapat komponen dan petunjuk yang jelas sehingga peserta didik dapat mengikuti secara runtut tanpa campur tangan pengajar. Modul juga dikemas secara sistematis dan menarik dengan cakupan materi, metode, dan evaluasi yang dapat dipakai secara mandiri agar tercapai kompetensi yang diharapkan. (Dirto, 2021)

7. Video Conference

Video Conference merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dua arah secara visual, pada dunia pendidikan seringkali di gunakan untuk proses pembelajaran tatap muka secara daring (Rustaman, 2020) penggunaan *video conference (vicon)* pada laboratorium *virtual* adalah untuk dapat melakukan monitoring langsung proses praktikum serta media komunikasi visual antara pendidik dengan peserta didik dan juga komunikasi sesama peserta didik lainnya, *vicon* digunakan juga sebagai media monitoring alat jika digunakan model *remote* laboratorium secara daring.

BAGIAN 2

ARSITEKTUR VIRTUAL LAB. IOT



Gambar 2.1 Desain Arsitektur Lab Virtual IoT

Lab Virtual Manager merupakan induk dari arsitektur laboratorium virtual IoT dimana pada Lab Virtual Manager merupakan ruang utama laboratorium virtual, kemudian terdapat antarmuka tampilan yang dapat diakses secara terbuka melalui sistem informasi virtualab selanjutnya dari lab virtual manager dapat

menghasilkan paket sistem dalam bentuk SCROM (*Sharable Content Object Reference Model*) merupakan protokol untuk sistem manajemen pembelajaran yang memungkinkan satu sistem untuk berkomunikasi dengan yang lain. Standar ini menyediakan metode komunikasi dan model data yang memungkinkan konten eLearning dan LMS dapat bekerja bersama, Dosen dan mahasiswa dapat mengakses ke main room maupun LMS yang telah terintegrasi dengan sistem virtualab, untuk layanan IoT Simulator, IoT Platform, Live Meeting dan Flipbook menggunakan sumberdaya Server cloud dan hosting termasuk repository Modul , Jobshet Praktikum, Quiz, Multimedia, Asesmen.

Internet of Things (IoT) simulator adalah perangkat lunak atau alat yang dirancang untuk mensimulasikan lingkungan IoT, di mana perangkat-perangkat yang terhubung dapat berinteraksi satu sama lain dan dengan sistem secara virtual. Simulasi IoT bertujuan untuk memungkinkan pengembang, peneliti, atau pengguna lain untuk menguji, mengembangkan, dan memvalidasi solusi IoT tanpa perlu menggunakan perangkat keras fisik sebenarnya dengan simulator dapat digunakan untuk memberikan pengalaman praktis serta meningkatkan keterampilan abstrak tanpa risiko penggunaan perangkat fisik.

Pada laboratorium virtual ini memanfaatkan IoT Platform yang merupakan sebuah infrastruktur perangkat lunak yang menyediakan berbagai layanan dan alat yang dibutuhkan untuk mengelola, menghubungkan, dan menganalisis data dari perangkat IoT (Internet of Things). Platform ini berfungsi sebagai perantara antara perangkat simulator yang terhubung dan aplikasi atau layanan yang menggunakan data dari perangkat tersebut.

Penggunaan live meeting untuk keperluan pembelajaran praktikum yang dilaksanakan secara asinkrnus atau daring sehingga laboratorium virtual ini dapat dijalankan pada kondisi daring maupun uring. Pada desain arsitektur terdapat flipbook yang fungsinya untuk menampilkan buku panduan, buku pengantar IoT, modul serta jobsheet sehingga lebih interaktif.

Lab virtual IoT dilengkapi dengan repository Modul , Jobshet Praktikum, Quiz, Multimedia, Asesmen fungsinya untuk menyimpan dan menampilkan berbagai sumberdaya pembelajaran dan dapat di update setiap saat sesuai kebutuhan, untuk integrasi ke LMS atau SPADA perguruan tinggi maka digunakan metode SCROM yaitu dengan mengupload atau mengintegrasikan dengan LMS seperti moodle pada perguruan tinggi.

BAGIAN 3

SISTEM INFORMASI VIRTUAL LAB.

IOT

1. Pengenalan fitur Sistem Informasi Virtualab.IoT Online

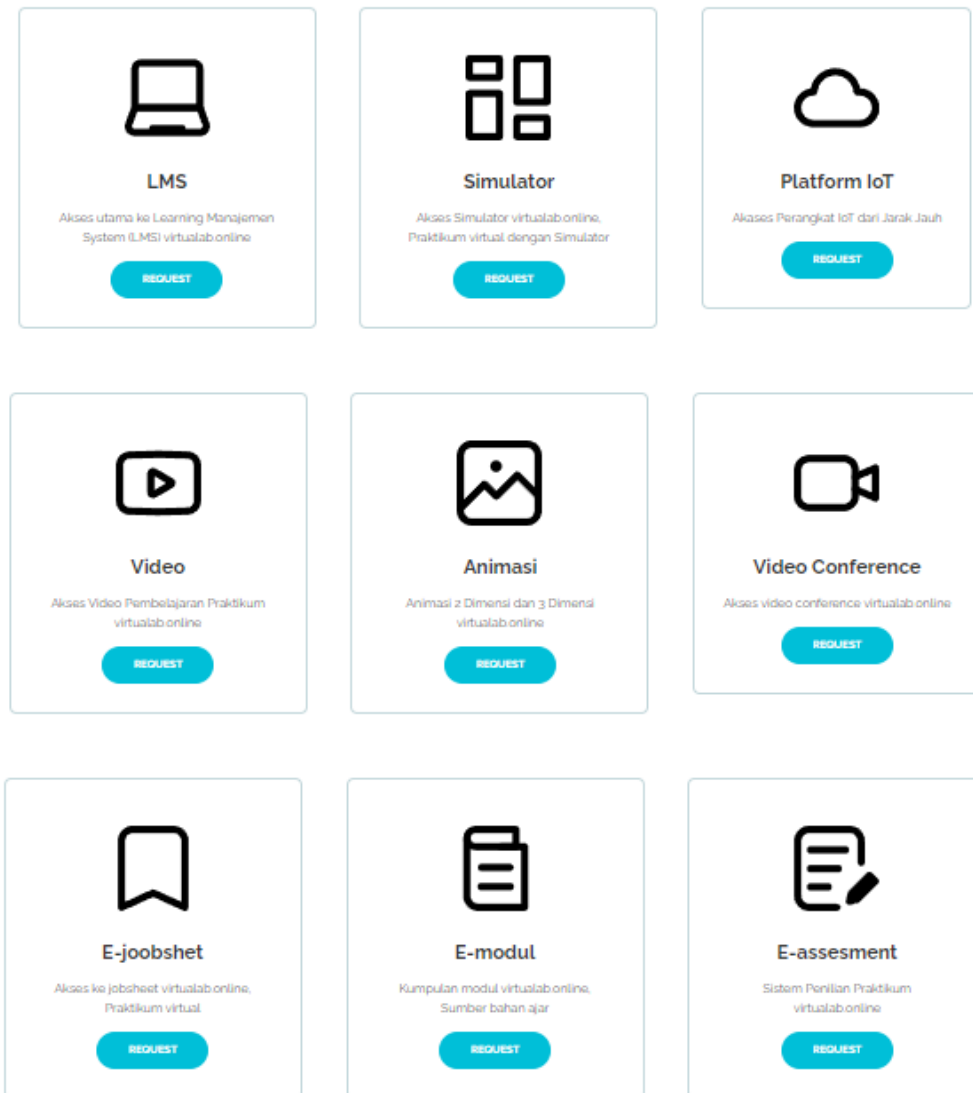


Gambar 3.1 Header web sistem informasi

Terdapat menu dibagian tengah *frontpage* sistem informasi lab virtual yang mempermudah untuk mengakses baik melalui browser maupun mobile, menu terdiri dari LMS, Simulator, Platform IoT, Video, Animasi, Video Conference, E-Jobsheet, E-Modul dan E-Asesment.

Virtual Laboratorium

Sistem Informasi Laboratorium Virtual Online Terintegrasi



Gambar 3.2 Menu web sistem informasi

Solusi Laboratorium Virtual

Kemajuan dalam teknologi dan jaringan komunikasi telah menciptakan kemungkinan untuk mengembangkan laboratorium virtual dan jarak jauh yang memberikan peluang baru bagi mahasiswa di kampus dan jarak jauh untuk menghindari keterbatasan laboratorium fisik tertentu.

LIGHTBOX



Keunggulan Virtual Lab

- ✓ Pelaksanaan Praktikum Kapan dan Dimana Saja
- ✓ Sebagai Alternatif Keterbatasan laboratorium Fisik
- ✓ Menjadi Solusi Pembatasan Tatap Muka
- ✓ Mendukung Program Kampus Merdeka Merdeka Belajar

LIGHTBOX

Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0

Di era industri 4.0 dan memasuki era society 5.0 menuntut lembaga pendidikan mempersiapkan lulusan untuk memasuki dunia kerja yang lebih kompetitif. Hal ini menuntut sarana dan prasarana pada lembaga pendidikan perlu dilengkapi dengan berbagai fasilitas termasuk penyediaan laboratorium virtual sebagai pendukung pembelajaran.

LIGHTBOX



Gambar 3.3 Informasi keunggulan lab virtual IoT

Pada gambar 3.3 Sistem informais menampilkan Informasi keunggulan lab virtual IoT, terdapat 3 (informasi) yaitu (1) terkait solusi lab virtual (2) keunggulan dan (3) terkait pernana lab virtual di era 4.0 dan 5.0.



Gambar 3.4 Video dan Informasi web sistem informasi

Contact Information

Hubungi Kami

Prodi S3 Pendidikan Vokasi Keteknikan, Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Makassar
 [+6281342713802](tel:+6281342713802)
nadzirina@gmail.com



☐ I have read and agree with Evolo's stated [Privacy Policy](#) and [Terms Conditions](#)

SUBMIT MESSAGE

Tentang Virtualab.Online

Virtualab.Online hadir sebagai bentuk inovasi pembelajaran praktikum era baru.

Important Links

- Lebih Lanjut <http://virtualab.online/>
- Read our [Terms & Conditions](#), [Privacy Policy](#)

Social Media



Copyright © 2021 [Virtualab.online](#) - All rights reserved

Gambar 3.5 Peta, Form kontak dan Footer web sistem informasi

Pada Gambar 3.4 menampilkan Video dan Informasi hasil survei web sistem informasi dan Gambar 3.5 Peta lokasi serta Form kontak dan Footer web sistem informasi .

2. Cara Akses Sistem Informasi Virtualab IoT

a. Buka halaman browser kemudian klik <https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/> maka akan masuk ke halaman web sistem informasi



Virtual Laboratorium

Gambar 3.6 Header dan menu

b. Pada bagian kanan atas terdapat menu Home, Service, SCORM, About dan Contact, klik pada menu untuk menuju halaman tersebut

Home : Menampilkan informasi halaman depan web sistem informasi

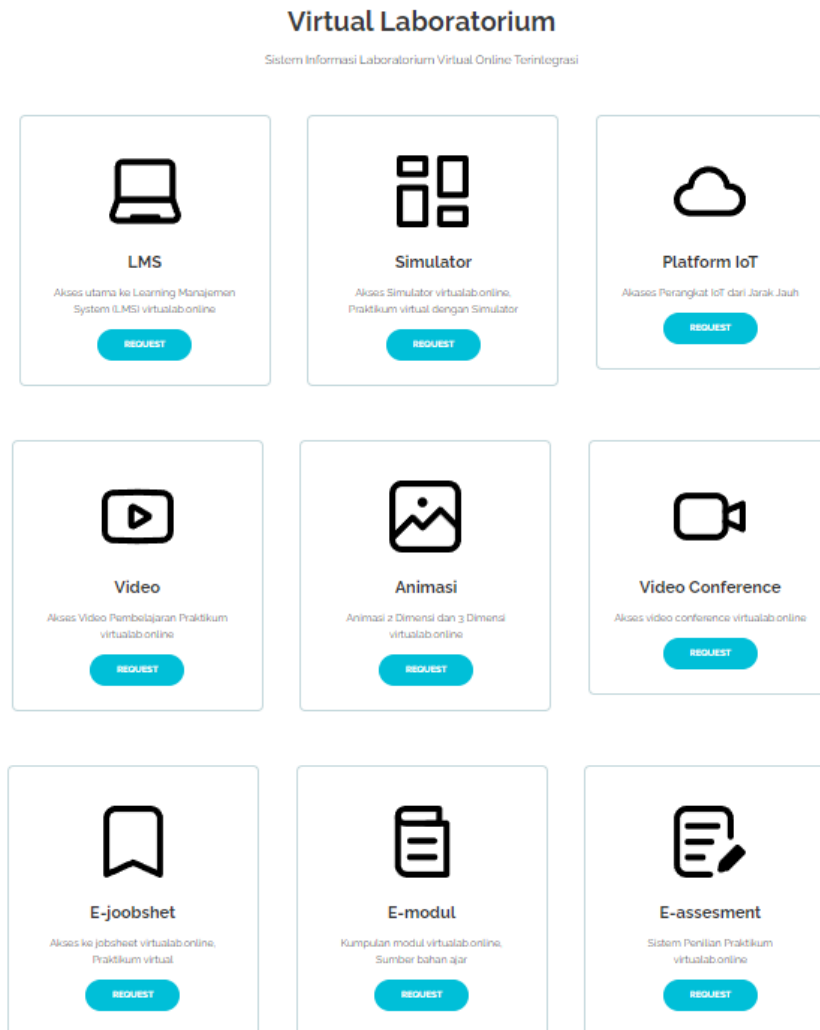
Service : Menu layanan virtuallab

SCORM : Menu download file package SCORM untuk integrasi LMS

About : Informasi detail tentang web system infomrasi

Contact : Alamat informasi lab virtual IoT

c. Langkah selanjutnya adalah, *scroll* halaman web maka akan masuk ke main menu virtual lab, maka akan tampil halaman menu web system informasi.



Gambar 3.7 Main menu

Terdapat menu dibagian tengah *frontpage* sistem informasi lab virtual yang mempermudah untuk mengakses baik melalui *browser* maupun *mobile*, menu terdiri dari LMS, Simulator, Platform IoT, Video, Animasi, Video Conference, E-Jobsheet, E-Modul dan E-Asesment.

Terdapat menu dibagian tengah *frontpage* sistem informasi lab virtual yang mempermudah untuk mengakses baik melalui browser maupun mobile, menu terdiri dari LMS, *Simulator*, *Platform* IoT, Video, Animasi, *Video Conference*, E-

Jobsheet, E-Modul dan E-Asesment, akses halaman web (*open access*) untuk menu web sistem informasi dapat diakses melalui

<https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/#services/>

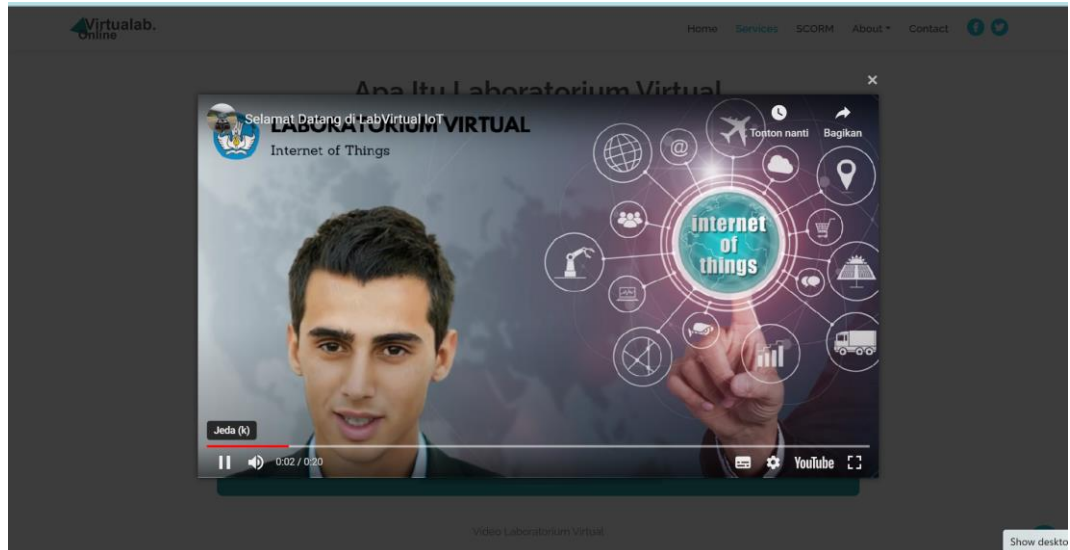
- 2) Fitur LMS merupakan fitur akses utama ke Learning Manajemen System (LMS) virtualab.online,
- 3) Fitur Simulator menampilkan Virtual Lab Manager, yang berisi simulator dan ruang utama lab virtual
- 4) Platform IoT akses Perangkat IoT dari Jarak Jauh menggunakan platform IoT seperti Blynk
- 5) Video, akses video pembelajaran praktikum virtualab.online,
- 6) Animasi merupakan fitur animasi 2 Dimensi dan 3 Dimensi virtualab.online,
- 7) Video *conference* merupakan fitur akses live meeting virtualab.online,
- 8) E-jobsheet merupakan fitur akses ke jobsheet virtualab.online. untuk pelaksanaan praktikum
- 9) E-modul merupakan fitur kumpulan modul virtualab.online, sumber bahan ajar.

d. Untuk akses ke Video virtual lab scroll ke bagian video



Gambar 3.8 Akses video

e. Untuk memutar video klik menu segitiga bagian tengah video maka akan tampil video tentang virtual lab



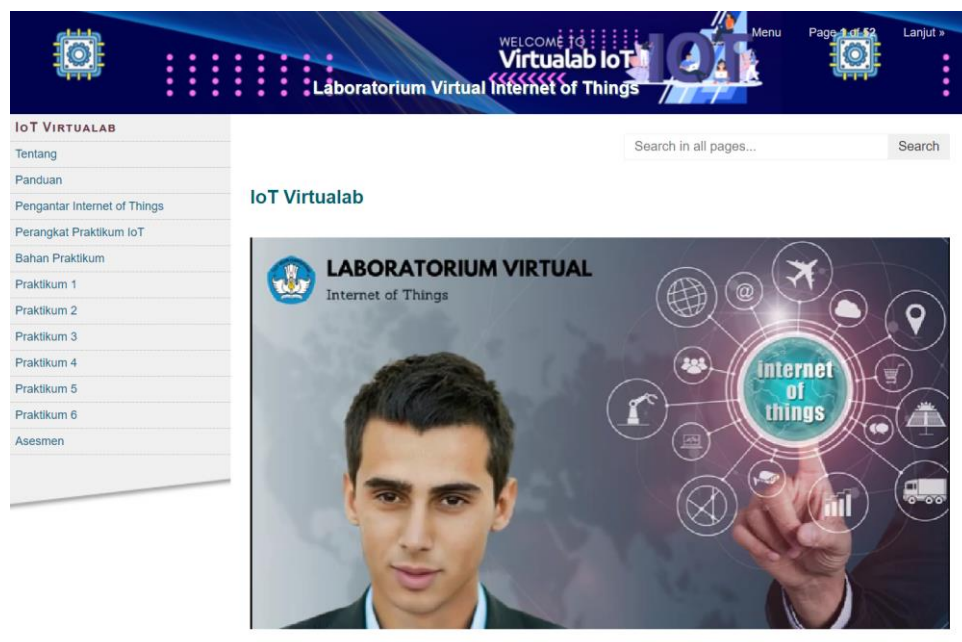
Gambar 3. Akses video virtual lab

Untuk menutup tampilan video klik tanda x (close) pada sudut kanan atas.

BAGIAN 4

VIRTUAL LAB MANAGER

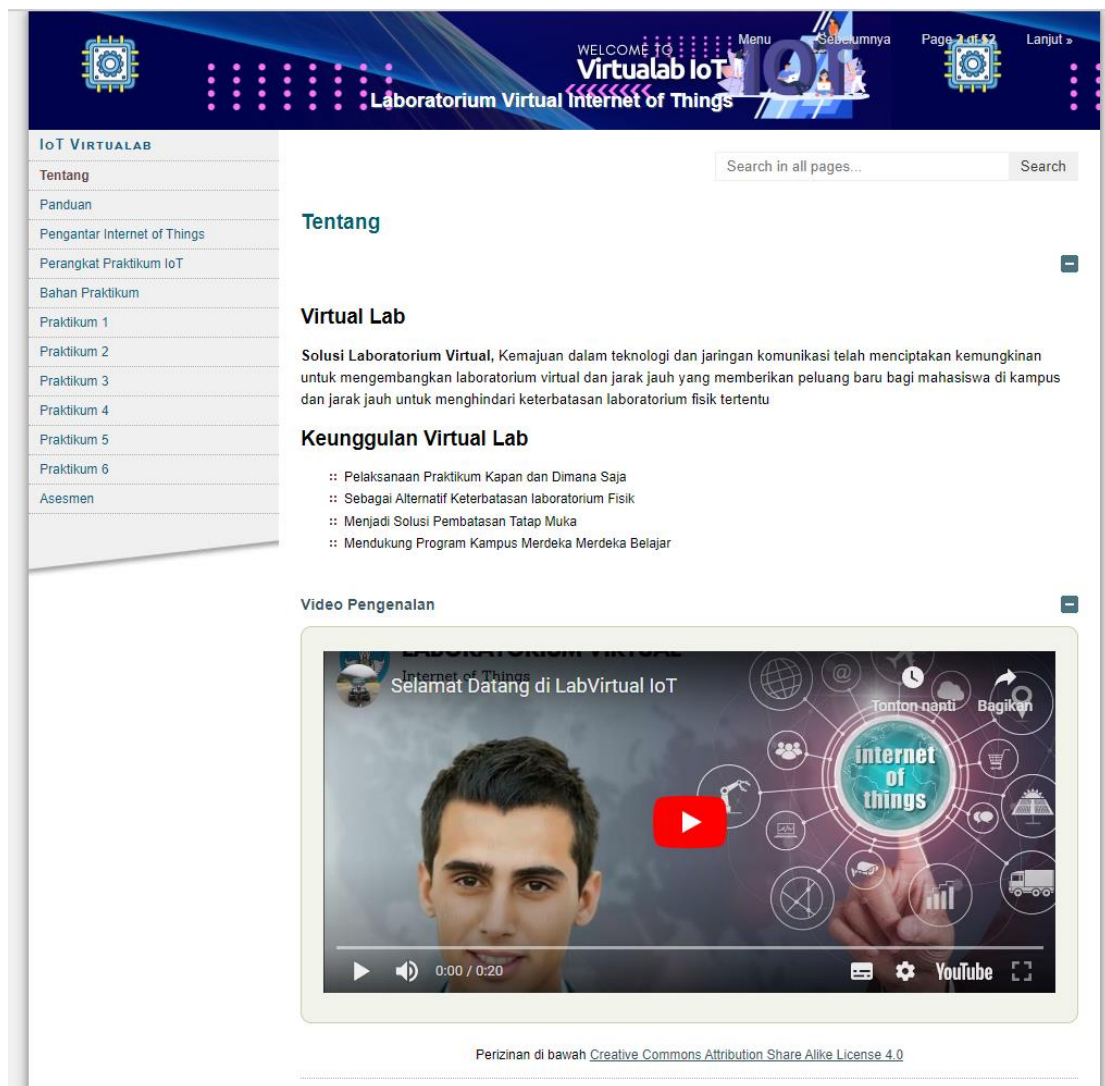
Lab Virtual Manager IoT merupakan perangkat lunak atau platform yang yang didesain untuk pembuatan, pengelolaan, dan pelaksanaan laboratorium virtual IoT. Ini bisa mencakup lingkungan pengujian untuk pengembangan perangkat lunak, simulasi jaringan dan platform pengajaran online yang mencakup simulasi perangkat keras IoT dan perangkat lunak untuk keperluan pelatihan, pengembangan, atau uji coba serta sistem yang mengelola dan menyediakan lab atau sumber daya pengujian di lingkungan cloud dan hosting dan memungkinkan pengguna untuk membuat dan mengelola lingkungan percobaan virtual untuk mengasah keterampilan abstrak.



Gambar 4.1 Halaman beranda lab virtual manager

1. Cara akses ke halaman manajer melalui laman web

Klik <https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager> maka akan tampil halaman virtual manager seperti pada gambar 4.2

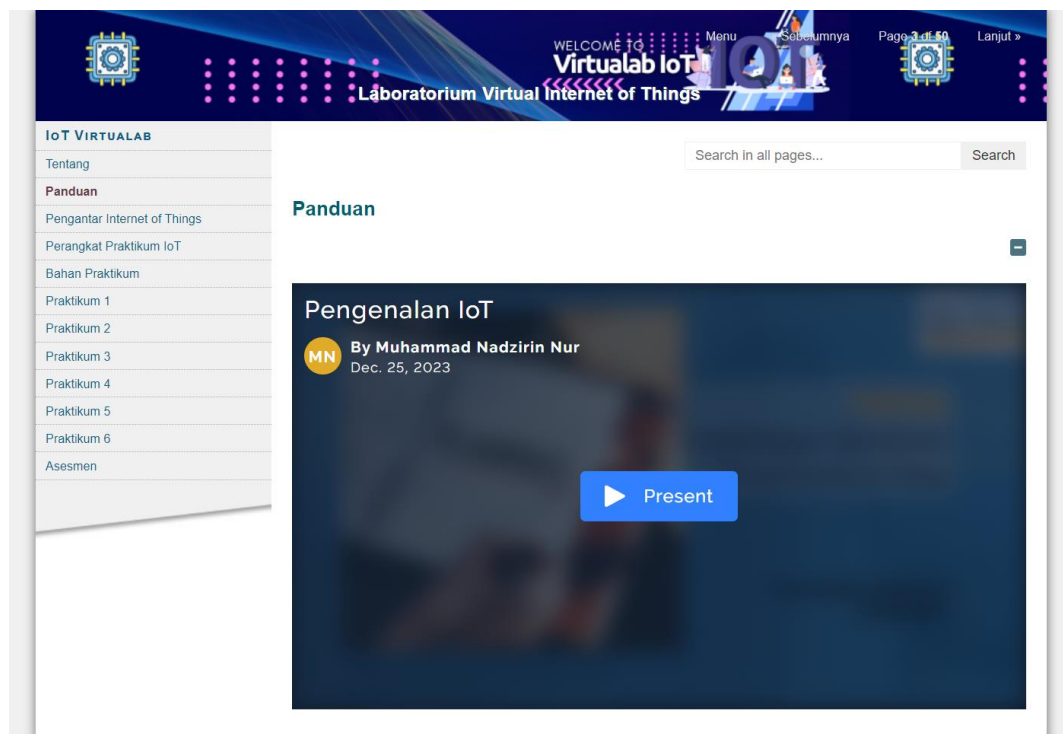


Gambar 4.2 Halaman Tentang lab virtual manager

Pada Lab virtual manager terdapat beberapa menu untuk mengolah lab virtual antara lain : Tentang , Pengantar Internet of Things, Perangkat Praktikum IoT, Bahan Praktikum, Pelaksanaan Praktikum , Modul, Jobsheet serta Asesmen.

2. Cara akses ke halaman panduan manager lab

Klik <https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/panduan.html> maka akan masuk ke halaman panduan



Gambar 4.3 Halaman panduan video

Untuk panduan terdiri dari 2 yaitu panduan dalam bentuk video dan panduan dalam bentuk flipbook, untuk membuka panduan dalam bentuk video klik menu **Present** maka akan tampil halaman video. Klik pada bagian menu yang akan diakses, maka akan ada penjelasan dan panduan singkat terkait penggunaan virtual lab

Panduan



Gambar 4.5 Halaman panduan video

Klik salah satu menu contohnya , menu APA itu ? maka akan tampil halaman penjelasan terkait informasi yang di minta.

Panduan



Gambar 4.5 Halaman apa itu ?

3. Cara akses ke halaman buku virtual lab manager, Klik

https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/pengantar_internet_of_things.html

Maka akan tampil halaman berikut ini , untuk memilih Bab atau pokok bahasan klik bagian kanan mulai Bab 1 – Bab 16.



Gambar 4.6 Halaman Buku lab virtual manager

Pada gambar 4.6 merupakan halaman buku IoT yang merupakan buku referensi Mata kuliah IoT sebagai pengantar dan bahan bacaan terdiri dari 16 Bab antara lain : Bab 1 Pengantar Internet Of Things (IoT), Bab 2 Sejarah Internet Of Things (IoT), Bab 3 Konsep Dasar Internet Of Things (IoT), Bab 4 Arsitektur

Internet Of Things, Bab 5 Standarisasi Internet Of Things (IoT), Bab 6 Evolusi Internet Of Things, Bab 7 IoT Hari Ini, Bab 8 Aplikasi Internet Of Things (IoT), Bab 9 Perkembangan Internet Of Things (IoT), Bab 10 Masa Depan Internet Of Things (IoT), Bab 11 Penelitian Tentang Internet Of Things, Bab 12 Privasi Dan Keamanan Internet Of Things (IoT), Bab 13 Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Kota Pintar, Bab 14 Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Bidang Pendidikan, Bab 15 Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Bidang Kesehatan, Bab 16 Implementasi Internet Of Things (IoT) Pada Bidang Industri.

Pengantar Internet of Things

Flippbook Pengantar IoT



Gambar 4.7 Halaman buku (flipbook) lab virtual manager

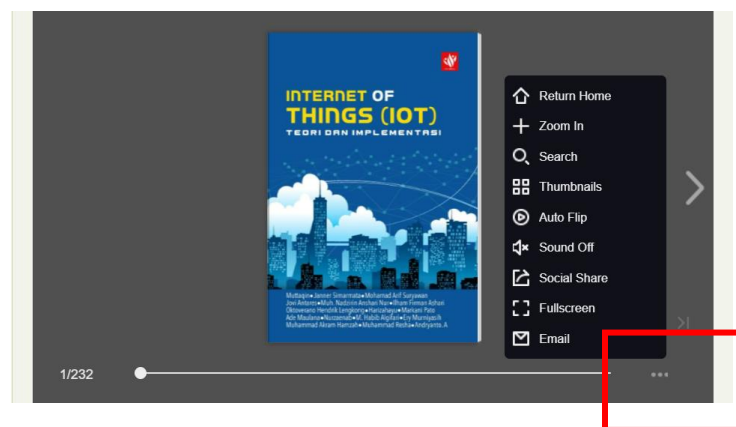
Buku di sajikan dalam bentuk flipbook animasi untuk memudahkan dan kenyamanan pengguna dalam membaca buku, buku dapat dibuka layaknya membaca buku secara fisik serta dapat di perbesar sesuai kebutuhan,

Untuk akses halaman buku klik pada menu buku dengan cara **klik** menu Pengantar Internet of things selanjutnya Bab 1 – Bab 16



Gambar 4.8 Halaman buku (flipbook) lab virtual manager

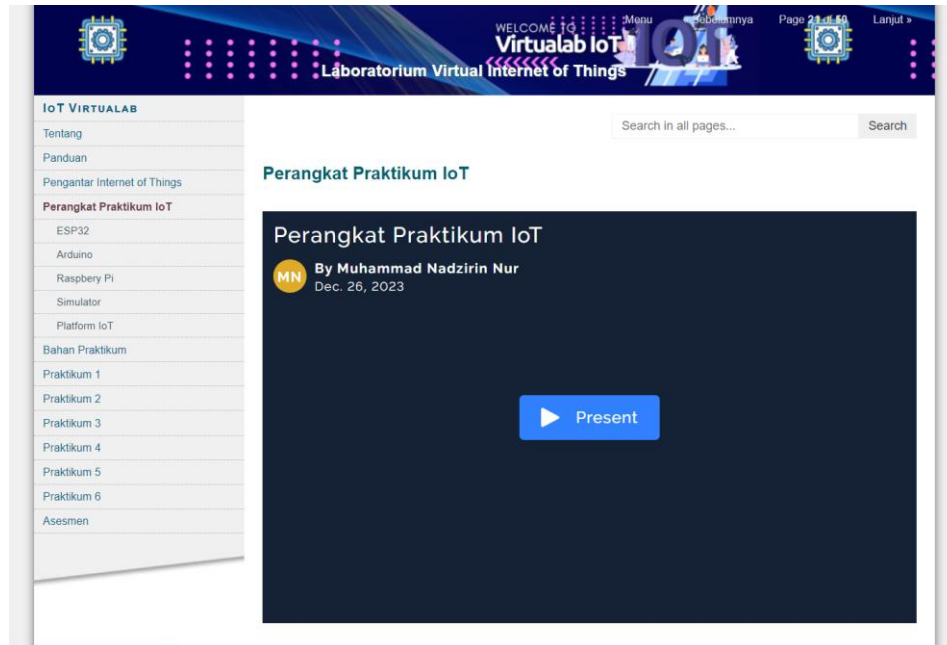
Untuk ke halaman selanjutnya klik pada menu panah kanan, klik menu titik 3 untuk melihat pengaturan tampilan flipbook.



Gambar 4.9 Halaman buku (flipbook) lab virtual manager

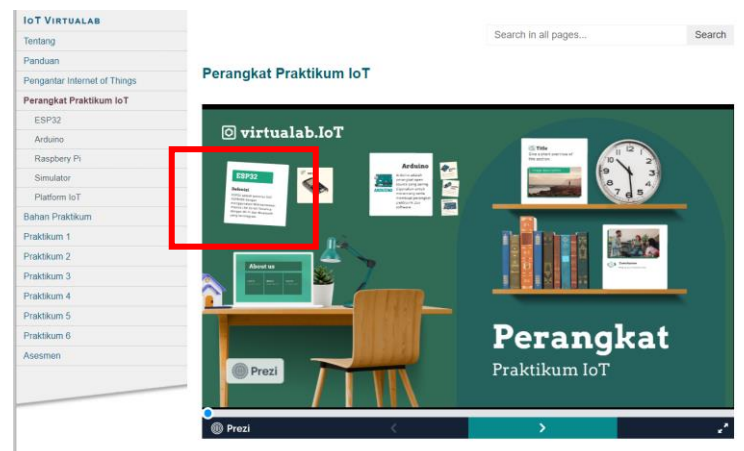
4. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT, Klik

https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/perangkat_praktikum_iot.html



Gambar 4.10 Halaman Perangkat Praktikum IoT

Untuk membuka panduan dalam bentuk video klik menu **Present** maka akan tampil halaman video selanjutnya klik pada bagian menu yang akan di akses, contoh pada menu ESP 32



Gambar 4.11 Halaman Perangkat Praktikum IoT

Akan tampil halaman detail perangkat IoT.



Gambar 4.12 Halaman detail Perangkat Praktikum IoT

5. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (ESP32) Klik

<https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/esp32.html>



Gambar 4.13 Halaman simulator ESP 32 lab virtual manager

Gambar 4.5 merupakan simulator ESP32 (Espressif System Platform 32) adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh perusahaan Tiongkok bernama Espressif Systems. ESP32 telah terintegrasi untuk WiFi dan Bluetooth. Ini membuatnya sangat cocok untuk proyek IoT yang memerlukan koneksi nirkabel. Salah satu keunggulan ESP32 adalah keberadaan dua inti prosesor (dual-core). Ini memungkinkan ESP32 menangani tugas-tugas secara paralel dan meningkatkan kinerja sistem. ESP32 memiliki memori yang lebih besar dibandingkan ESP8266. Ini mencakup SRAM yang lebih besar, yang berguna untuk proyek-proyek yang lebih kompleks.

ESP32 mendukung mode hemat daya yang efisien. Ini memungkinkan pengguna untuk mengonfigurasi perangkat untuk bekerja dalam mode low power, sangat berguna untuk aplikasi baterai atau aplikasi IoT yang membutuhkan daya rendah. ESP32 dilengkapi dengan berbagai antarmuka peripheral seperti SPI, I2C, UART, GPIO, dan banyak lagi, memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam menghubungkan dengan berbagai perangkat dan sensor. ESP32 dapat diprogram menggunakan berbagai platform pengembangan seperti Arduino IDE, PlatformIO, dan Espressif IDF (IoT Development Framework). Ini membuatnya mudah diakses oleh komunitas pengembangan.

6. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Uno)

Klik https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/arduino_uno.html maka akan masuk ke halaman berikut ini



Gambar 4.14 Halaman simulator Arduino Uno virtual manager

Pada gambar Gambar 4.14 merupakan simulator Arduino Uno Arduino Uno adalah salah satu jenis papan pengembangan mikrokontroler yang sangat populer dan sering digunakan dalam proyek elektronika dan pemrograman. Berikut adalah beberapa fitur kunci dari Arduino Uno:

- a. **Mikrokontroler ATmega:** Arduino Uno dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega328P atau varian sejenis, yang berfungsi sebagai otak dari papan tersebut.

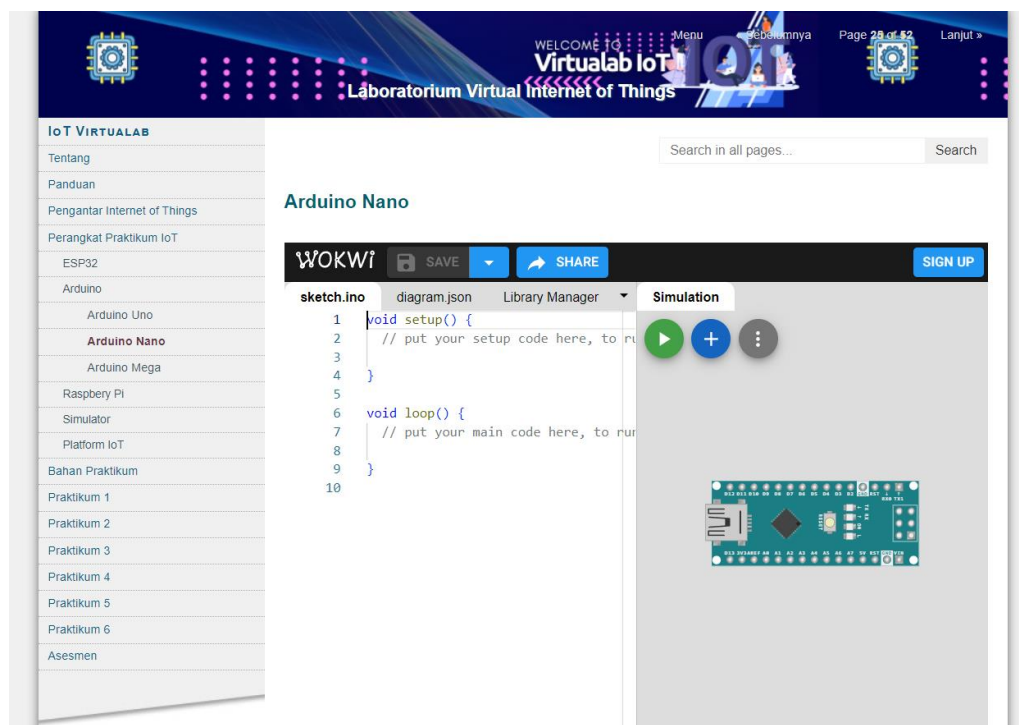
- b. **Input/Output (I/O) Pins:** Arduino Uno menyediakan sejumlah pin input/output digital dan analog yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat elektronik lainnya. Terdapat juga pin khusus untuk keperluan seperti komunikasi serial, PWM (Pulse Width Modulation), dan I2C.
- c. **USB Interface:** Arduino Uno memiliki antarmuka USB yang memungkinkan pengguna untuk memprogramnya dan menghubungkannya ke komputer atau perangkat lain.
- d. **Power Connector:** Arduino Uno dapat dioperasikan dengan daya dari sumber listrik eksternal melalui jack daya atau melalui koneksi USB. Selain itu, papan ini dapat dijalankan menggunakan sumber daya baterai atau power supply eksternal.
- e. **Kompatibilitas dan Pemrograman Mudah:** Arduino Uno dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel USB dan diprogram menggunakan Arduino IDE, yang merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi yang sederhana dan mudah digunakan. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ yang disesuaikan untuk pemrograman mikrokontroler.
- f. **Tegangan Operasional:** Arduino Uno dapat dioperasikan pada tegangan 5V dan 3.3V, tergantung pada kebutuhan proyek.
- g. **Open Source:** Arduino Uno adalah produk open source, yang berarti skema dan desain perangkat kerasnya tersedia untuk umum. Ini mendorong

komunitas pengembang untuk berkontribusi pada pengembangan dan perbaikan.

Arduino Uno digunakan dalam berbagai proyek, mulai dari proyek pemula hingga prototipe tingkat lanjut. Kemudahan penggunaan, komunitas yang besar, dan ketersediaan berbagai ekstensi (shields) membuat Arduino Uno menjadi pilihan populer di kalangan pengembang elektronika dan pemrogram.

7. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Nano)

Klik https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/arduino_nano.html maka akan masuk ke halaman berikut ini



Gambar 4.15 Halaman simulator Arduino Nano virtual manager

Pada gambar 4.7 merupakan ahlanan simulator Arduino Nano merupakan salah satu jenis papan pengembangan mikrokontroler yang sangat populer. Ini merupakan versi yang lebih kecil dari papan Arduino yang lebih besar dan biasa disebut sebagai "Arduino Uno". Arduino Nano dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan ukuran kecil dan bobot ringan, tetapi tetap memberikan kemampuan pemrograman mikrokontroler yang kuat.

Beberapa fitur umum dari Arduino Nano meliputi:

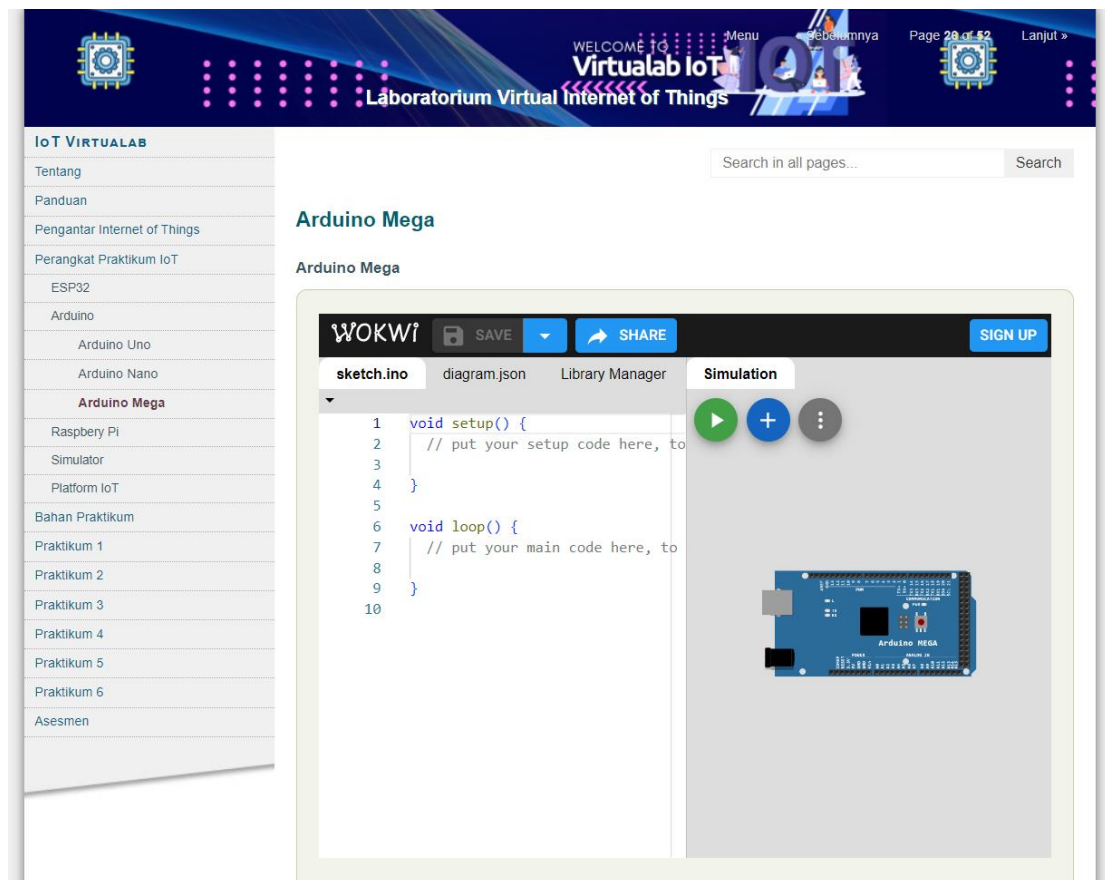
- a. **Mikrokontroler ATmega:** Arduino Nano biasanya dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega, yang merupakan otak dari papan tersebut. Model-model yang lebih baru dapat menggunakan variasi mikrokontroler yang lebih canggih.
- b. **Ukuran Kecil:** Arduino Nano memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan Arduino Uno, menjadikannya pilihan yang baik untuk proyek-proyek yang membutuhkan ruang terbatas atau perangkat portabel.
- c. **Input/Output (I/O) Pins:** Arduino Nano menyediakan sejumlah pin input/output digital dan analog yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lainnya.
- d. **Kompatibilitas:** Meskipun lebih kecil, Arduino Nano tetap kompatibel dengan Arduino IDE (Integrated Development Environment) dan dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang berbasis pada C/C++.

- e. **USB Interface:** Arduino Nano biasanya memiliki antarmuka USB yang memungkinkan pengguna untuk memprogramnya dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui USB.
- f. **Tegangan Operasional:** Sebagian besar Arduino Nano dapat dioperasikan pada tegangan 5V, tetapi beberapa model juga mendukung operasi pada tegangan 3.3V.

Arduino Nano banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronika, robotika, dan IoT (Internet of Things). Dengan kemampuannya yang dapat diprogram, Arduino Nano memungkinkan para pengembang untuk membuat berbagai macam aplikasi dan prototipe dengan mudah.

8. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Arduino Mega)

Klik https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/arduino_mega.html maka akan masuk ke halaman berikut ini



Gambar 4.16 Halaman simulator Arduino Mega virtual manager

Arduino Mega adalah salah satu varian dari papan pengembangan mikrokontroler yang diproduksi oleh Arduino. Arduino Mega memiliki sejumlah perbedaan utama dibandingkan dengan model-model yang lebih kecil seperti Arduino Uno atau Arduino Nano. Berikut adalah beberapa fitur kunci dari Arduino Mega:

- a. **Mikrokontroler ATmega:** Arduino Mega menggunakan mikrokontroler ATmega2560 atau varian sejenis, yang memiliki lebih banyak pin I/O dan memori lebih besar dibandingkan dengan mikrokontroler yang digunakan pada model-model Arduino yang lebih kecil.

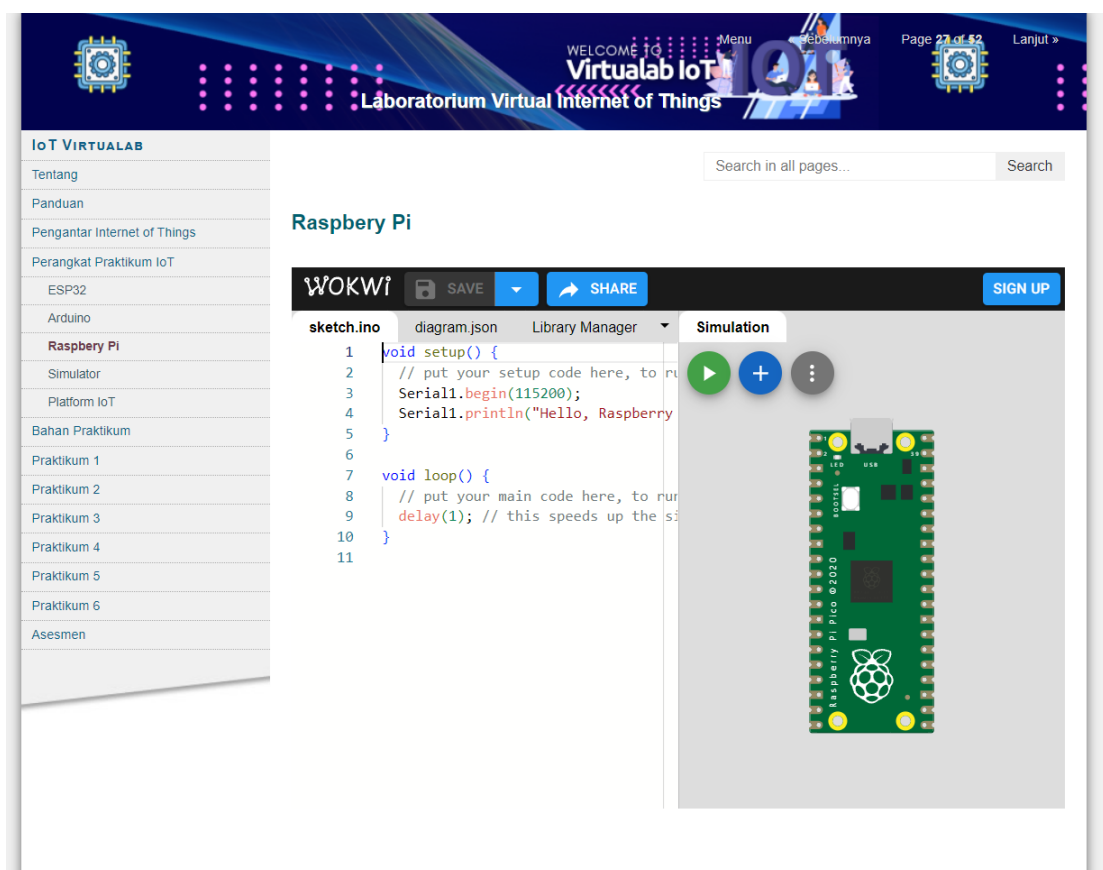
- b. **Jumlah Pin I/O:** Salah satu fitur paling mencolok dari Arduino Mega adalah jumlah pin I/O yang lebih besar. Arduino Mega menyediakan 54 pin digital I/O (dengan 15 dari mereka dapat digunakan sebagai output PWM), serta 16 pin input analog.
- c. **Memori yang Lebih Besar:** Arduino Mega memiliki kapasitas memori yang lebih besar, baik dalam hal memori flash (program) maupun RAM (tempat penyimpanan data sementara). Ini membuatnya lebih cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan lebih banyak penyimpanan program dan data.
- d. **Kecepatan Prosesor:** Arduino Mega memiliki kecepatan prosesor yang setara dengan Arduino Uno, yaitu 16 MHz.
- e. **Multiple Serial Communication:** Arduino Mega menyediakan beberapa port serial, termasuk Serial, Serial1, Serial2, dan Serial3, memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan berkomunikasi dengan beberapa perangkat secara bersamaan.
- f. **Power Supply Options:** Arduino Mega dapat dioperasikan dengan berbagai sumber daya, termasuk melalui jack daya, koneksi USB, atau bahkan baterai.
- g. **Kompatibilitas dan Pemrograman Mudah:** Seperti halnya papan Arduino lainnya, Arduino Mega dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel USB dan diprogram menggunakan Arduino IDE.

Arduino Mega biasanya digunakan dalam proyek-proyek yang membutuhkan lebih banyak pin I/O, memori, atau fitur komunikasi serial tambahan. Contoh

penggunaan Arduino Mega meliputi proyek-proyek robotika, kendali peralatan industri, dan proyek-proyek elektronika yang kompleks.

9. Cara akses ke Perangkat Praktikum IoT (Raspberry Pi),

Klik https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/raspberry_pi.html maka akan tampil halaman berikut ini

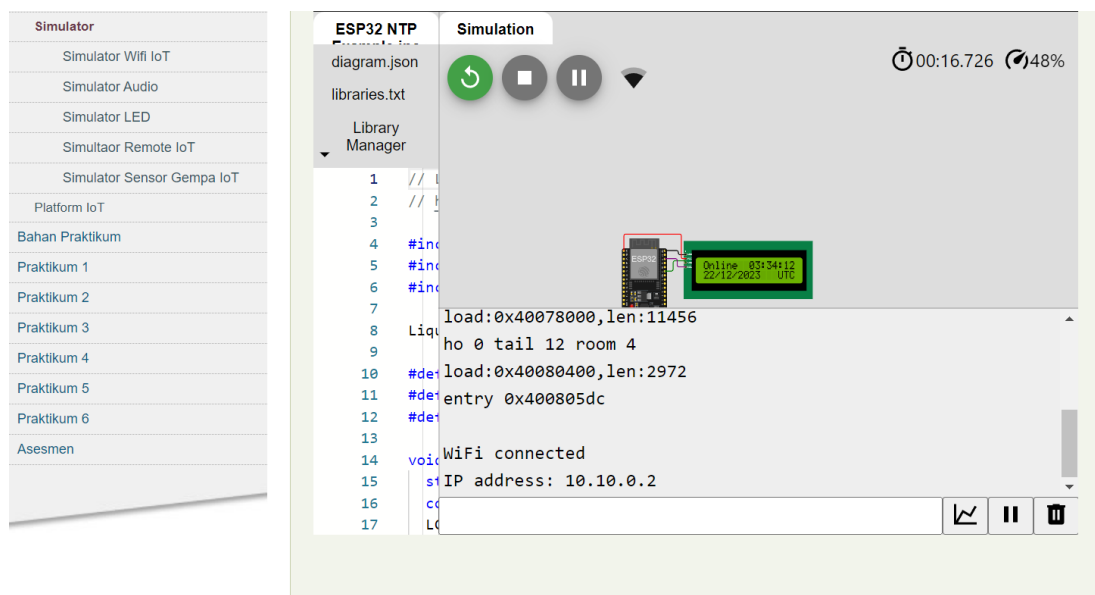


Gambar 4.17 Halaman simulator Raspberry Pi virtual manager

Gambar 4.17 merupakan perangkat Raspberry Pi adalah serangkaian papan komputer berukuran kecil yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation. Meskipun ukurannya kecil, Raspberry Pi memungkinkan pengguna untuk menjalankan berbagai aplikasi dan sistem operasi, Raspberry Pi menggunakan

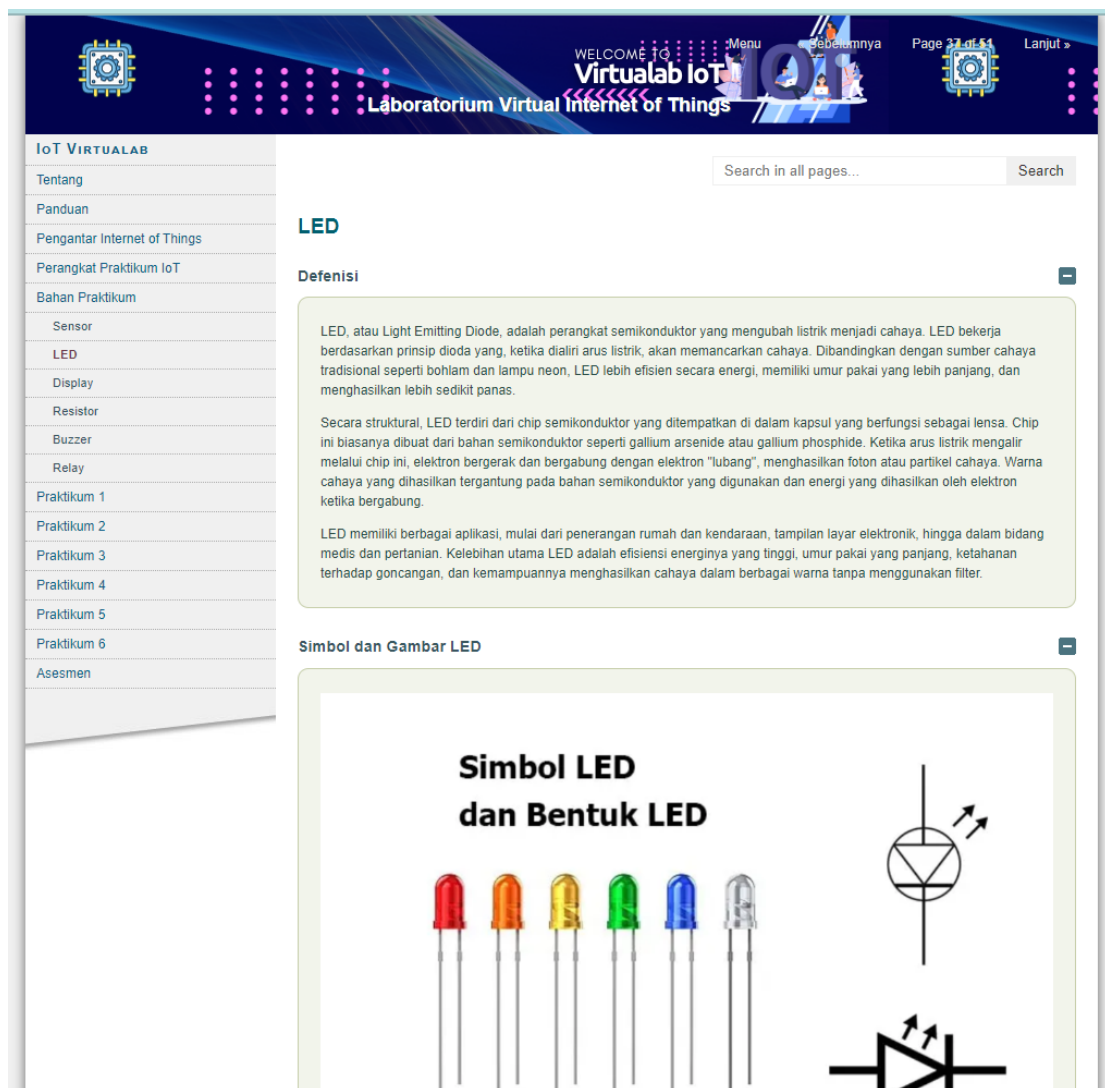
mikroprosesor ARM yang cukup kuat, yang berkembang seiring waktu. Generasi terbaru Raspberry Pi dapat mencakup prosesor quad-core atau lebih. Raspberry Pi dilengkapi dengan RAM yang bervariasi tergantung pada modelnya. RAM yang lebih besar memberikan kapasitas yang lebih besar untuk menjalankan aplikasi dan sistem operasi.

Raspberry Pi memiliki berbagai port I/O, termasuk port HDMI untuk koneksi ke monitor, port USB untuk perangkat eksternal, GPIO (General Purpose Input/Output) untuk menghubungkan dengan perangkat keras tambahan, Beberapa model Raspberry Pi dilengkapi dengan konektivitas nirkabel seperti Wi-Fi dan Bluetooth, yang memungkinkan pengguna untuk terhubung ke jaringan dan perangkat lain tanpa kabel.



Gambar 4.18 Halaman simulator virtual manager

Pada Laboratorium virtual IoT terdapat berbagai contoh rangkaian simulator yang dapat digunakan untuk latihan pemrograman IoT serta dapat mensimulasikan layaknya perangkat keras, sehingga dengan simulator ini dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa.



Gambar 4.19 Halaman Bahan Praktikum

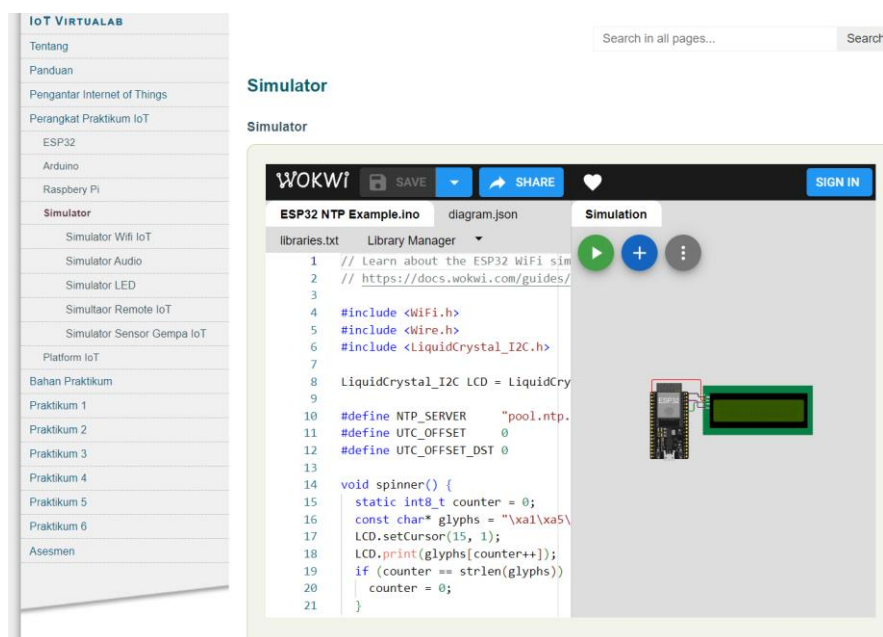
Untuk membuat rangkaian IoT diperlukan bahan praktikum, pada lab virtual manager terdapat bahan praktikum yang bisa digunakan untuk praktek dan simulasi antara lain LED, Display, Resistor, Capasitor, Buzer, Relay serta bahan lainnya.

BAGIAN 5

MENGGUNAKAN SIMULATOR

6. Cara akses ke Perangkat Simulator IoT

Klik <https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/manager/simulator.html>

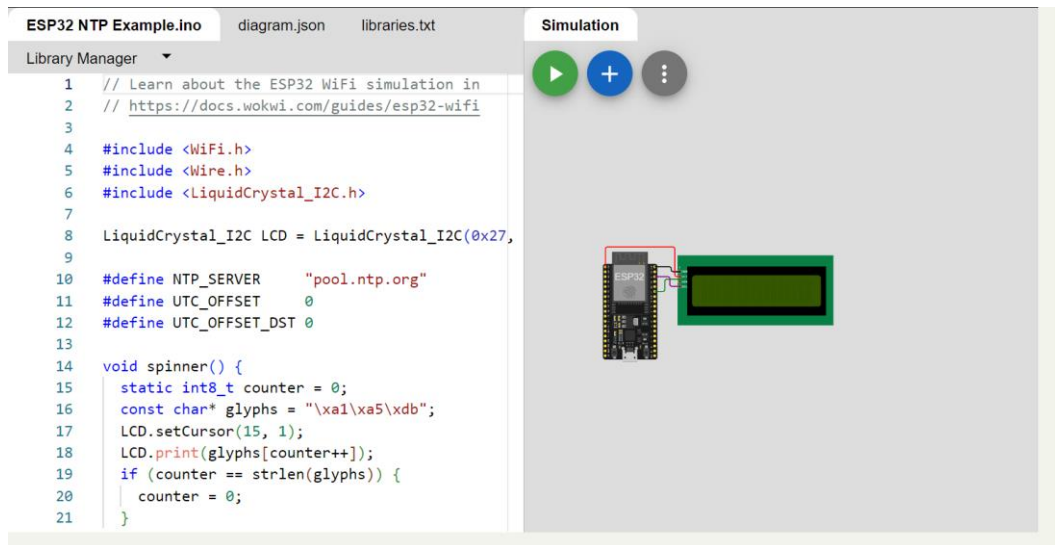


Gambar 5.1 menu simulator

Pelaksanaan praktikum dengan simulator perlu mengatur halaman virtualab fullscreen dengan cara klik pada bagian Menu, Maka tampilan simulator akan full screen



Gambar 5.2 Klik menu untuk menyembunyikan dan memperluas area kerja.

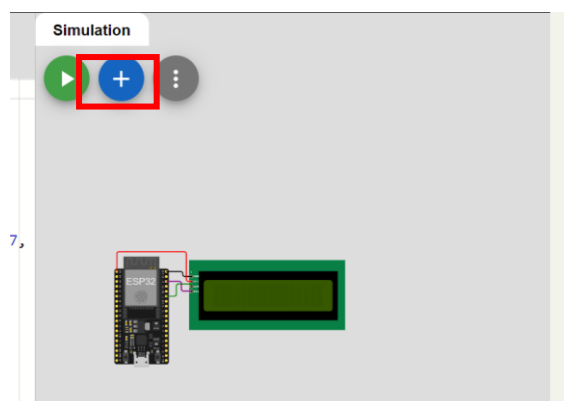


Gambar 5.3 Jendela simulator

Penjelasan : jendela simulator terbagi 2 (dua) yaitu pada bagian kiri adalah area coding program dan bagian kanan adalah desain layout dan wiring / rangkaian perangkat IoT yang akan dibuat

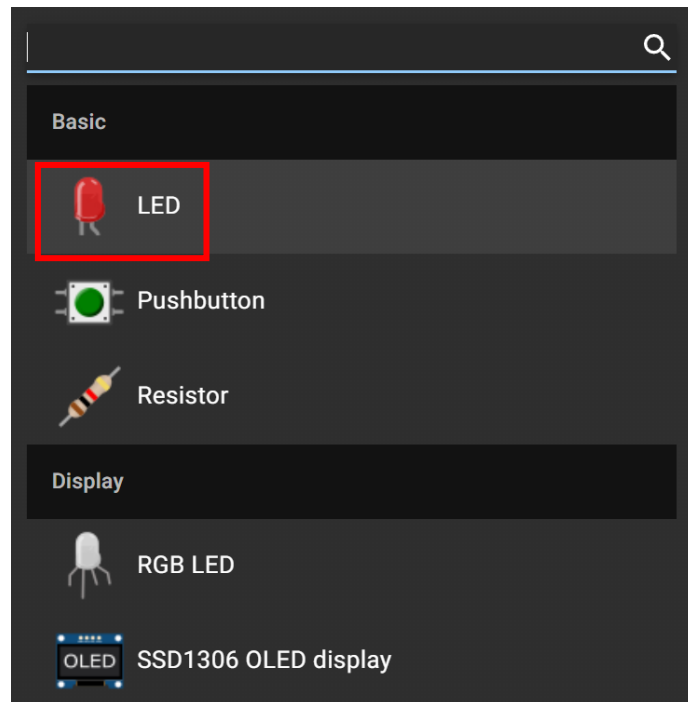
7. Cara menambahkan komponen

Pada bagian jendela simulator , klik pada symbol + untuk menambahkan komponen

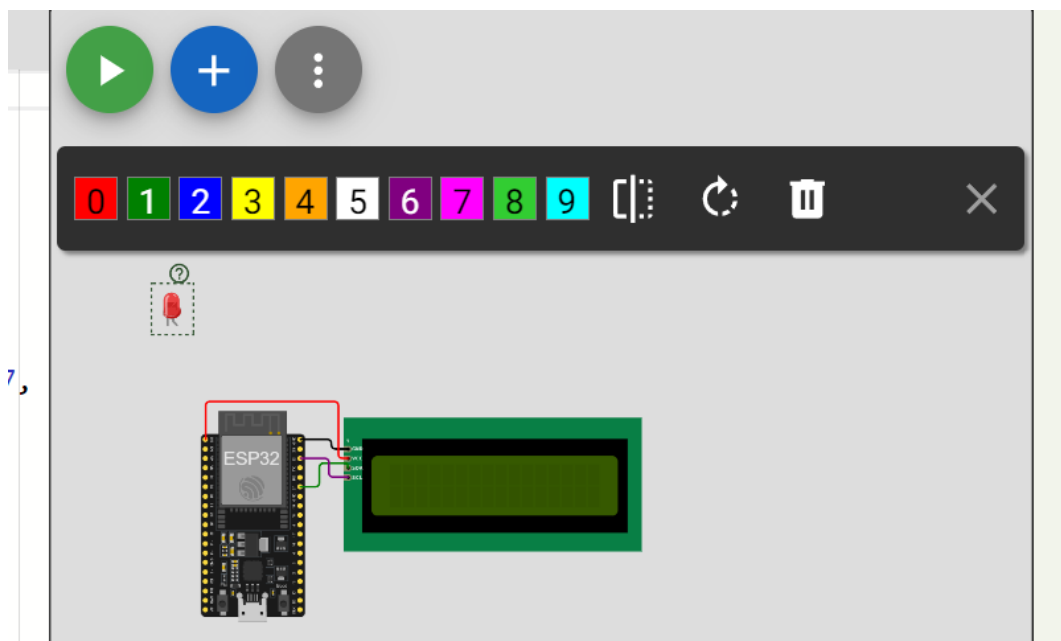


Gambar 5.3 Jendela simulator rangkaian IoT

Maka akan tampil halaman jendela untuk memilih komponen



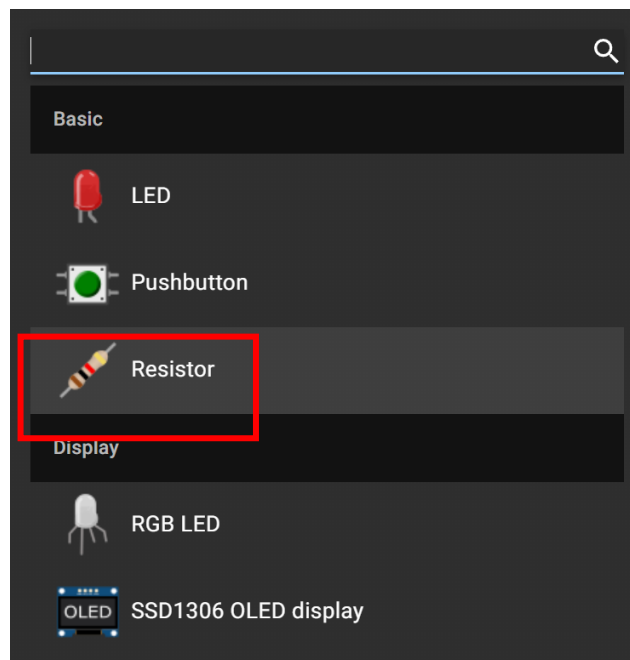
Gambar 5.3 Jendela simulator komponen



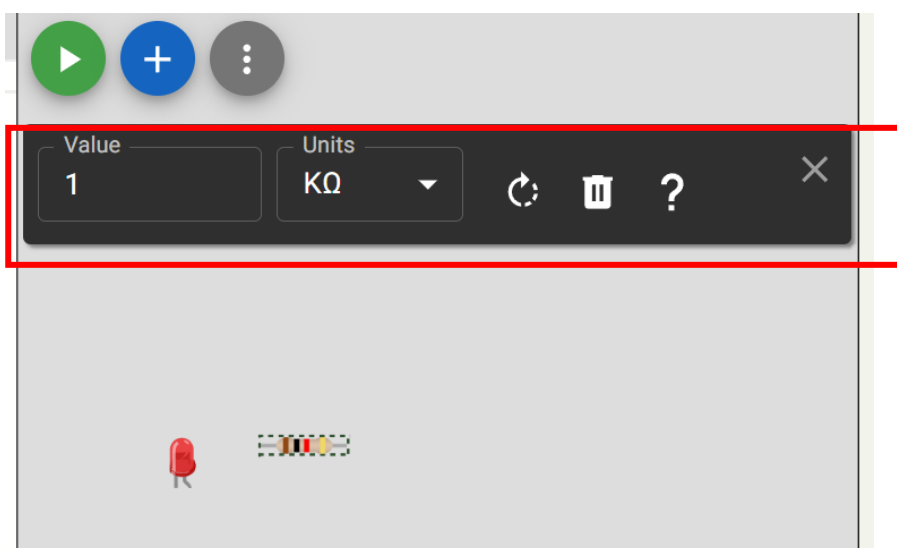
Gambar 5.4 Jendela simulator komponen LED

Anda dapat mengatur warna LED sesuai kebutuhan, untuk jenis komponen lain Langkah yang dilakan sama yaitu memilih jenis komponen dan dapat mengatur dan memberi nilai komponen tersebut sesuai peruntukan, contoh selanjutnya

Resistor



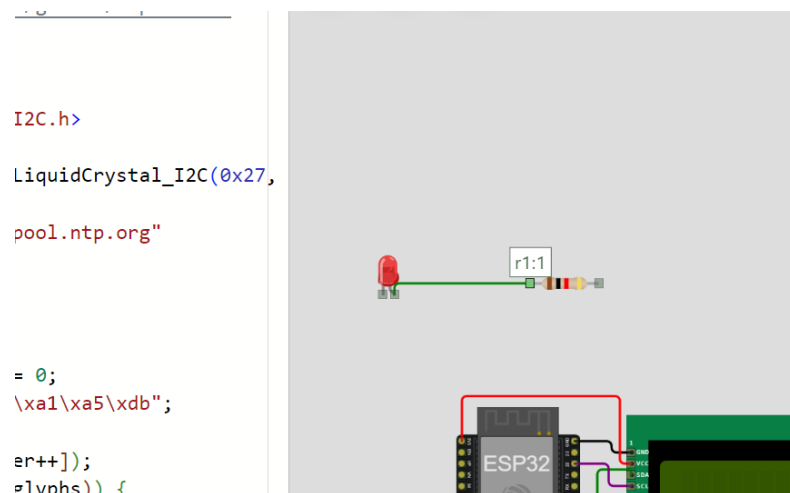
Gambar 5.5 Jendela simulator komponen (resistor)



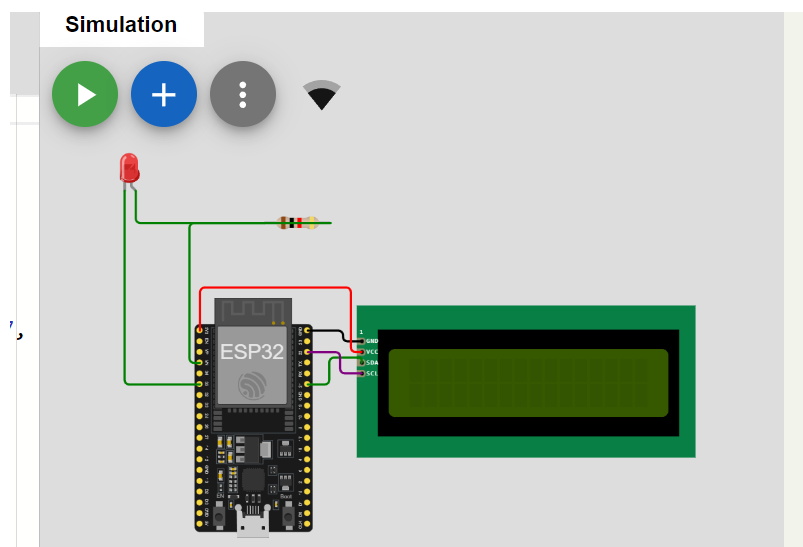
Gambar 5.6 Jendela pengaturan komponen (resistor)

8. Cara merangkai komponen

Lakukan klik dan drag pada sisi kaki komponen ke sisi kaki komponen lainnya sehingga terhubung



Gambar 5.7 Menghubungkan 2 komponen



Gambar 5.7 Menghubungkan komponen dengan board ESP32

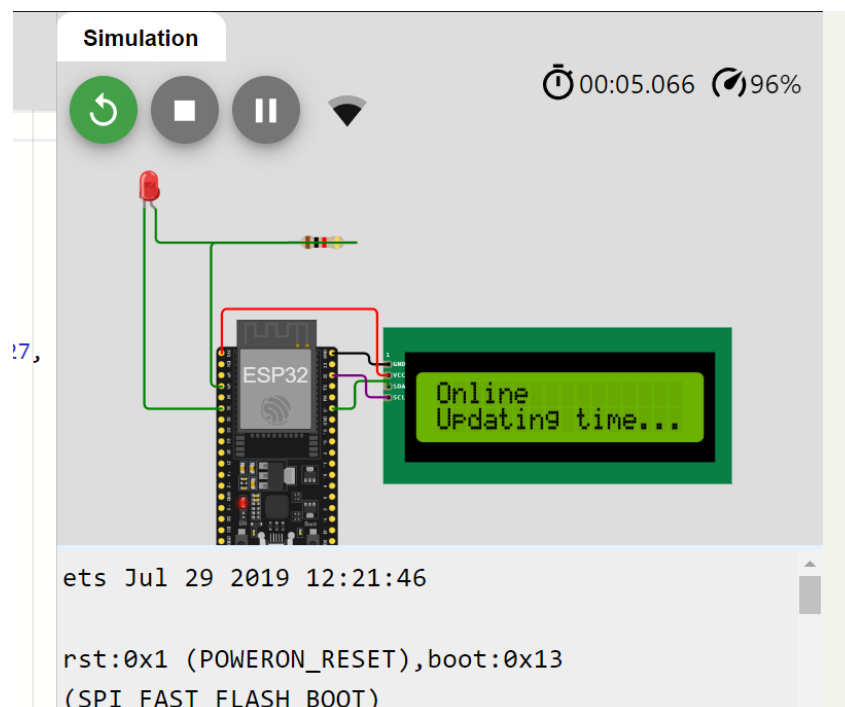
Komponen yang sudah dirakit selanjutnya ditambahkan coding program sesuai intruksi untuk selanjutnya dilakukan simulasi untuk mengetahui program berjalan atau tidak.

9. Cara menjalankan simulasi



Gambar 5.8 Klik simulasi

Klik pada menu Play/Run untuk melakukan simulasi program, tunggu sampai proses berjalan

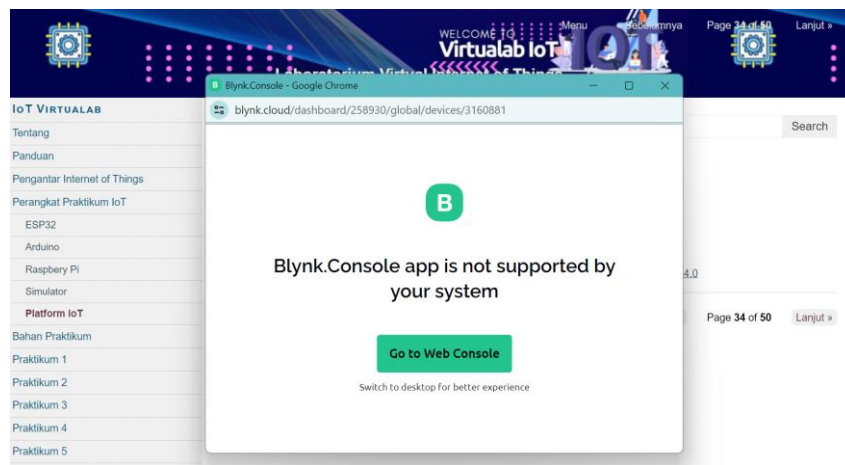


Gambar 5.8 Tampilan simulasi berjalan

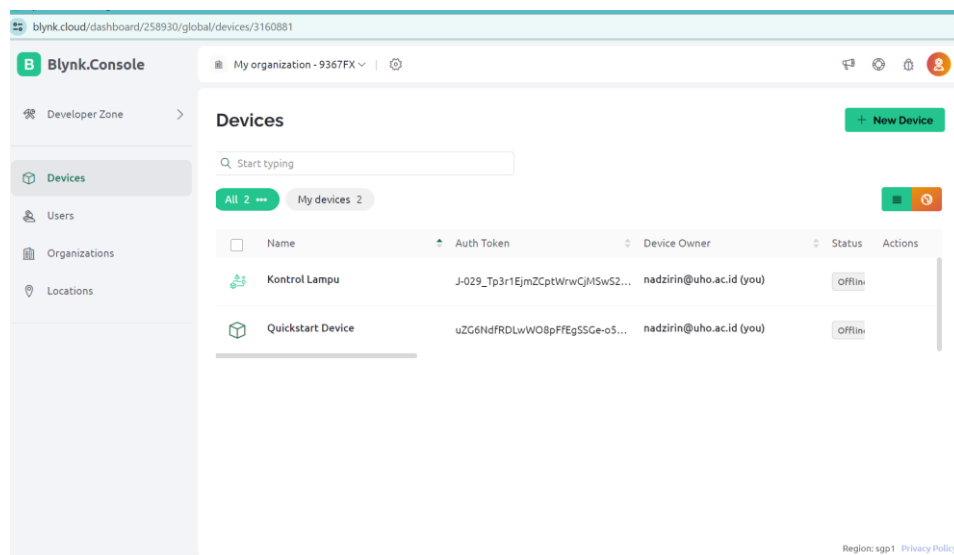
10. Menu platform IoT

Menu platform digunakan untuk mengaktifkan fitur Remote Lab IoT yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitoring perangkat dari jauh.

Klik http://localhost:51235/Virtualab3/preview/platform_iot.html



Gambar 5.9 Tampilan Platform IoT (Integrasi Blynk)



Gambar 5.10 Tampilan Implementasi Platform IoT (Integrasi Blynk)

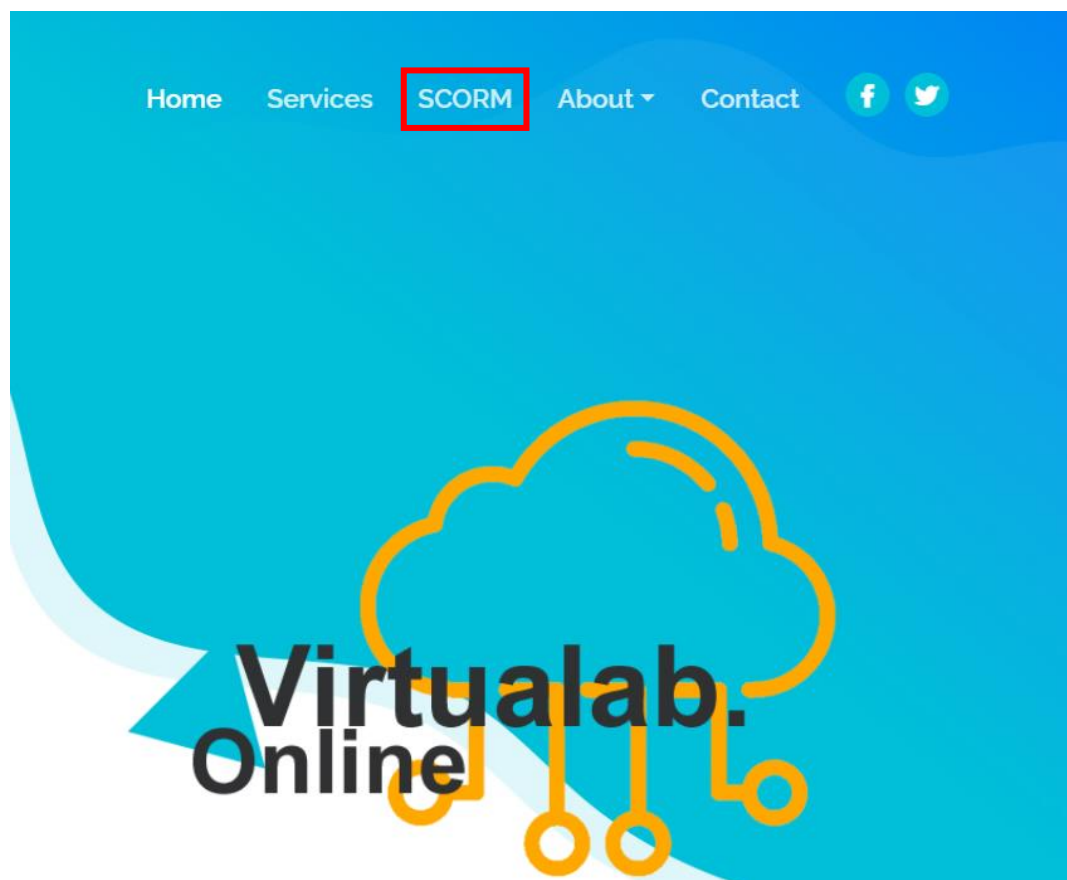
BAGIAN 6

INTEGRASI DENGAN LMS

1. Untuk melakukan integrasi Virtual lab dengan LMS download file SCORM pada menu SCORM Klik

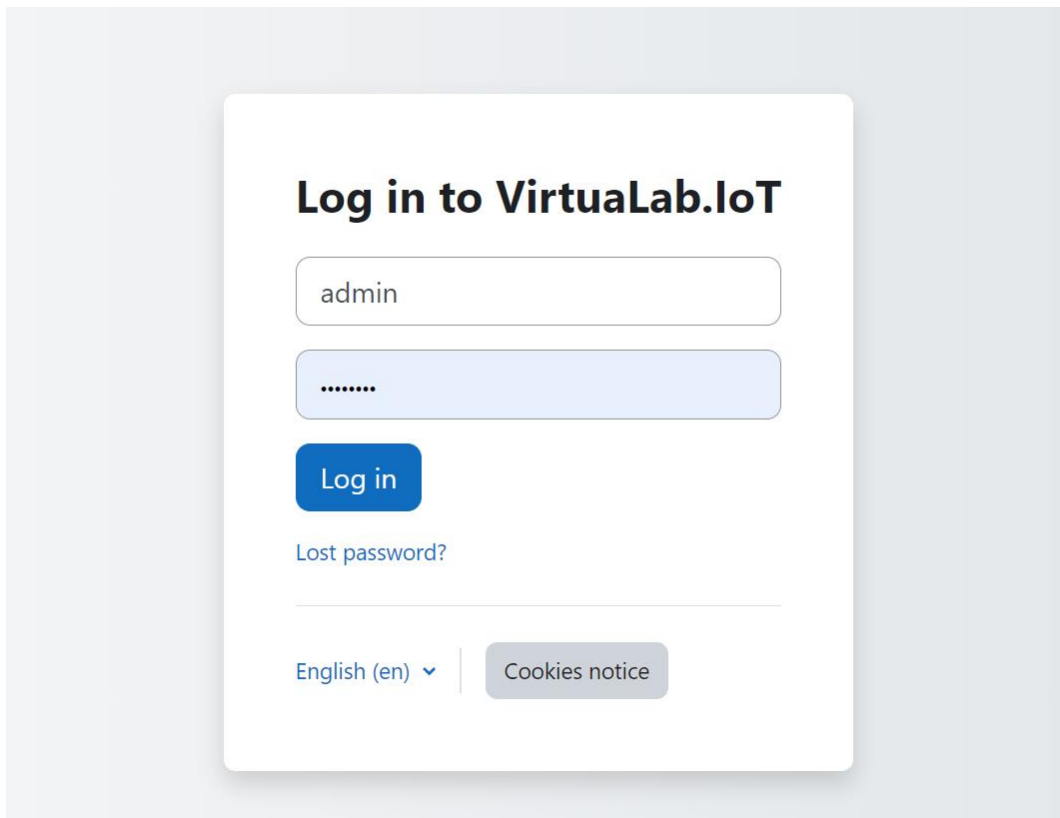
<https://te.eng.uho.ac.id/virtualab/SCROM%20VIRTUALAB%20V1.zip>

Selanjutnya simpal file paket SORM ke perangkat anda yang kemudian akan di gunakan untuk upload paket ke LMS.



Gambar 6.1 Menu SCORM

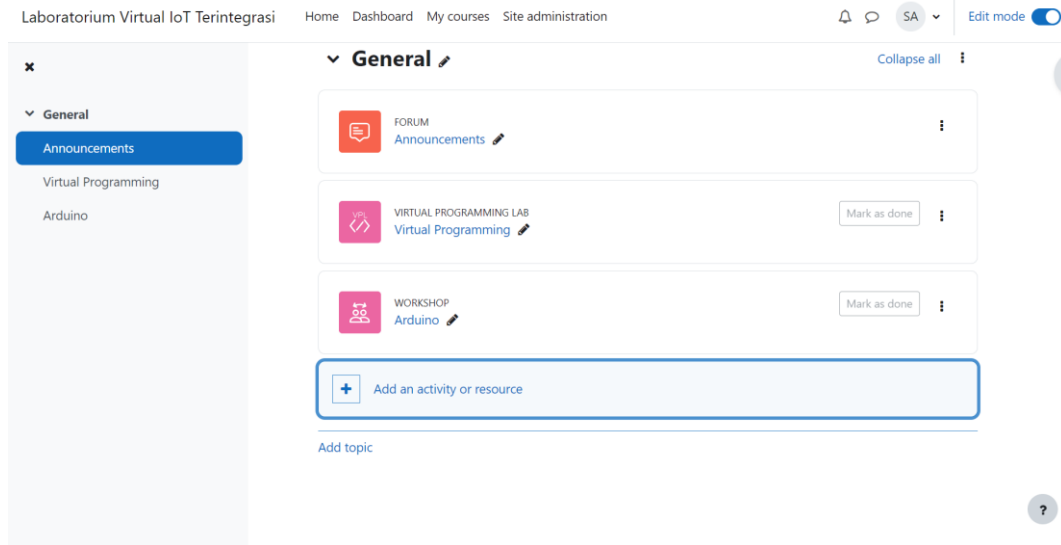
2. Langkah selanjutnya klik <https://te.eng.uho.ac.id/lms/login/index.php> untuk masuk ke halaman LMS



The image shows a login form titled "Log in to VirtuaLab.IoT". It features a username input field containing "admin", a password input field with masked characters ".....", and a blue "Log in" button. Below the button is a link for "Lost password?". At the bottom, there is a language selector showing "English (en)" with a dropdown arrow, and a "Cookies notice" button.

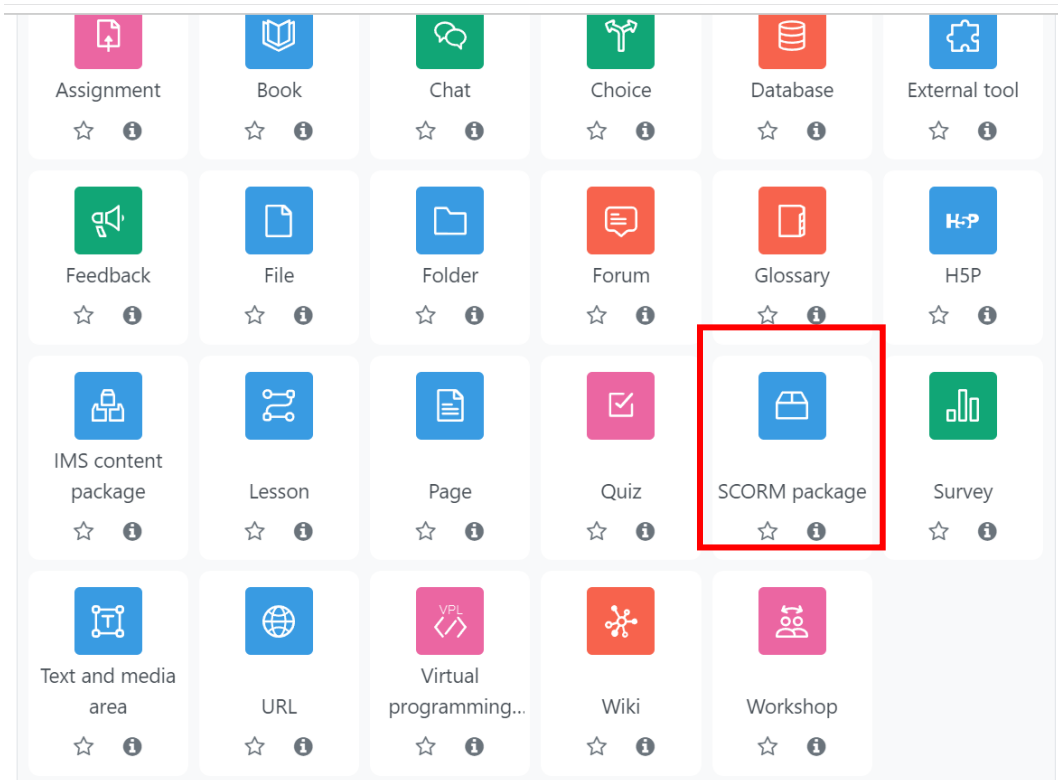
Gambar 6.2 Form Login LMS

3. Masuk ke halaman Internet of Things kemudian aktifkan **Edit Mode** selanjutnya pilih Add an **Activity or Resources**



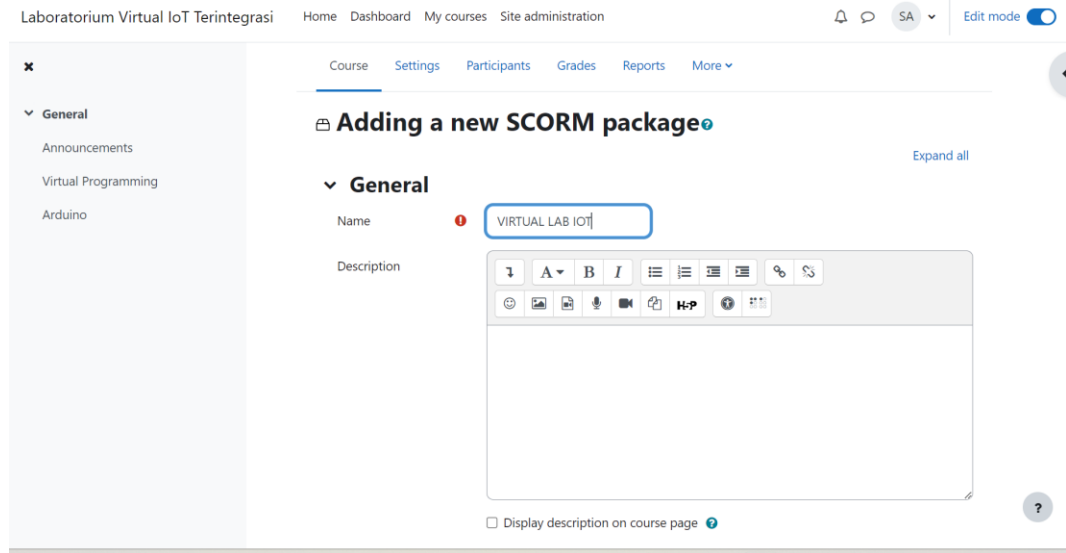
Gambar 6.3 Add an Activity or Resources

4. Pilih Menu SCORM Package



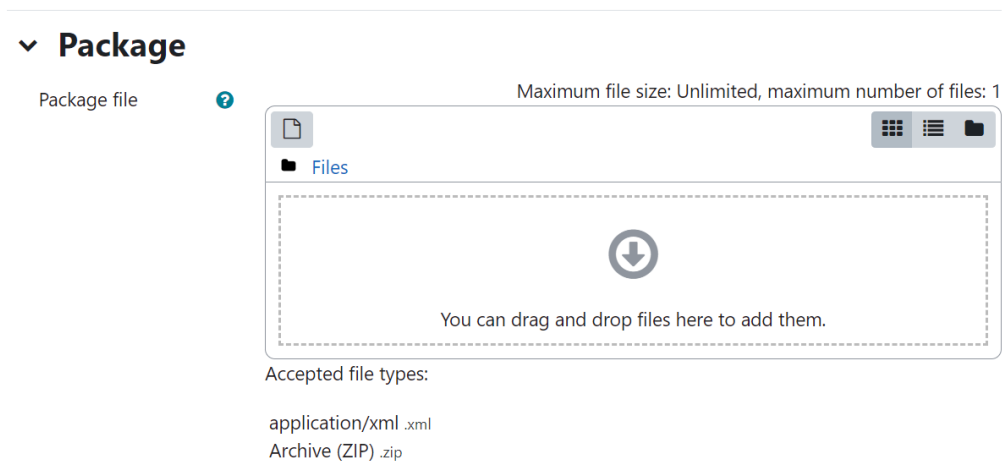
Gambar 6.4 Menu SCORM Package

5. Edit Name pada bagian Adding a new SCORM Package



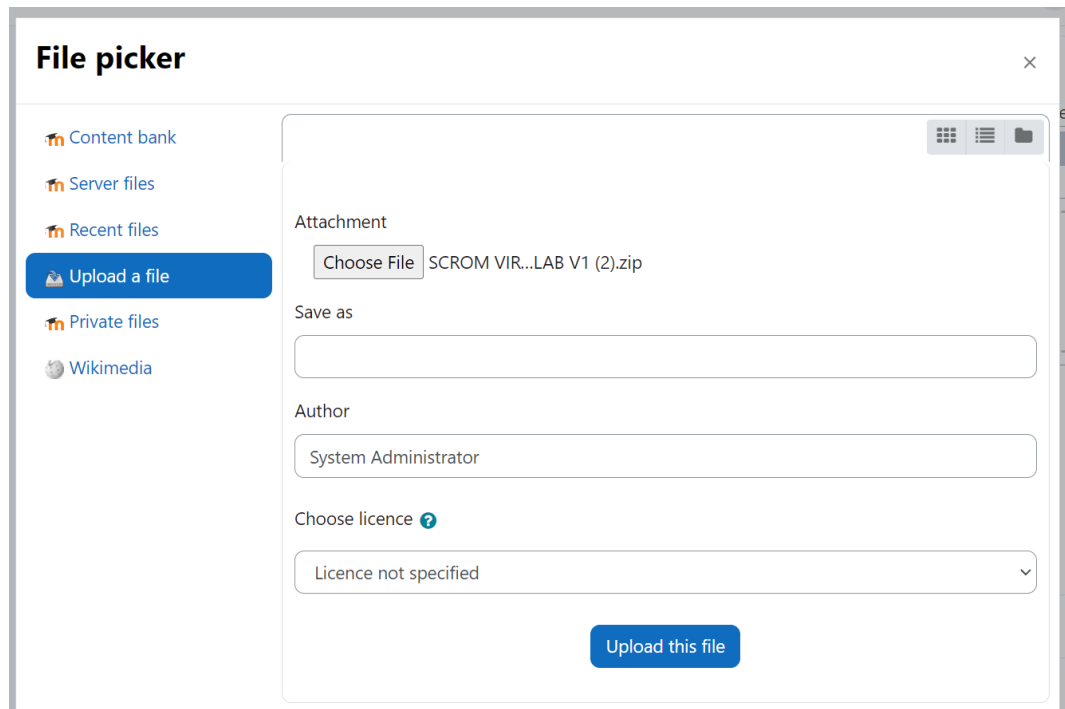
Gambar 6.5 Adding a new SCORM Package

6. Selanjtnya Upload file SCORM yang sdh di download tadi pada menu Add Package



Gambar 6.6 Add Package

7. Klik Upload this file, tunggu sampai proses selesai



Gambar 6.7 Proses Add Package

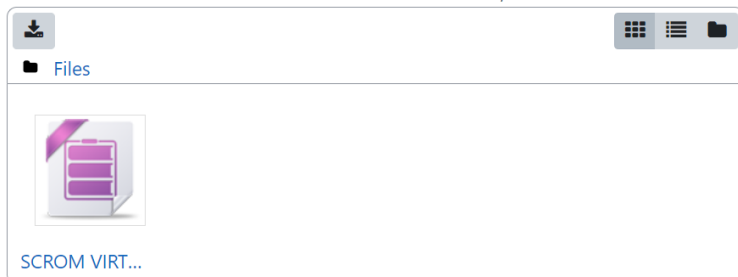
8. File SCORM telah terupload

▼ Package

Package file



Maximum file size: Unlimited, maximum number of files: 1



Accepted file types:

application/xml .xml
Archive (ZIP) .zip

Gambar 6.8 Proses Add Package selesai

8. Klik Save and return to course

> Competencies

☐ Send content change notification [?](#)

Save and return to course

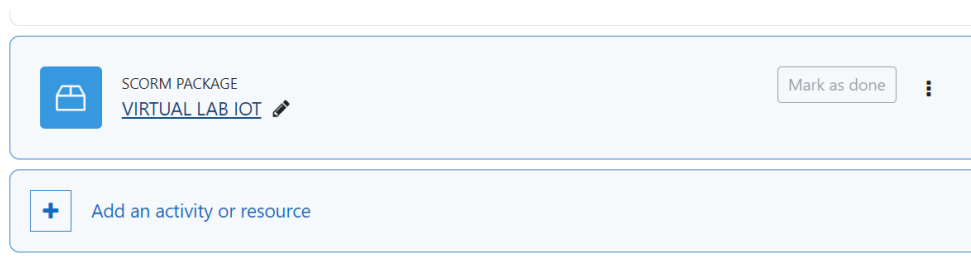
Save and display

Cancel

 Required

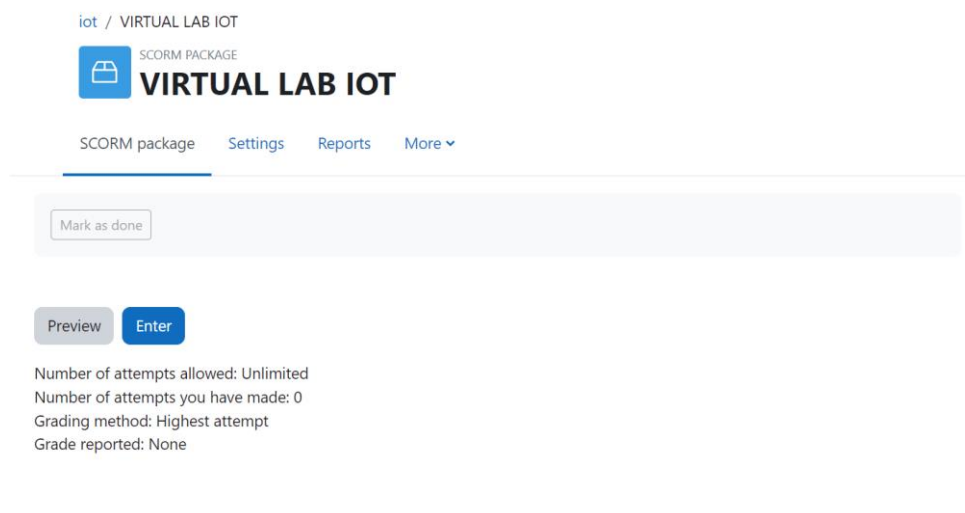
Gambar 5.9 Save

9. Menu SCORM telah terintegrasi dengan LMS



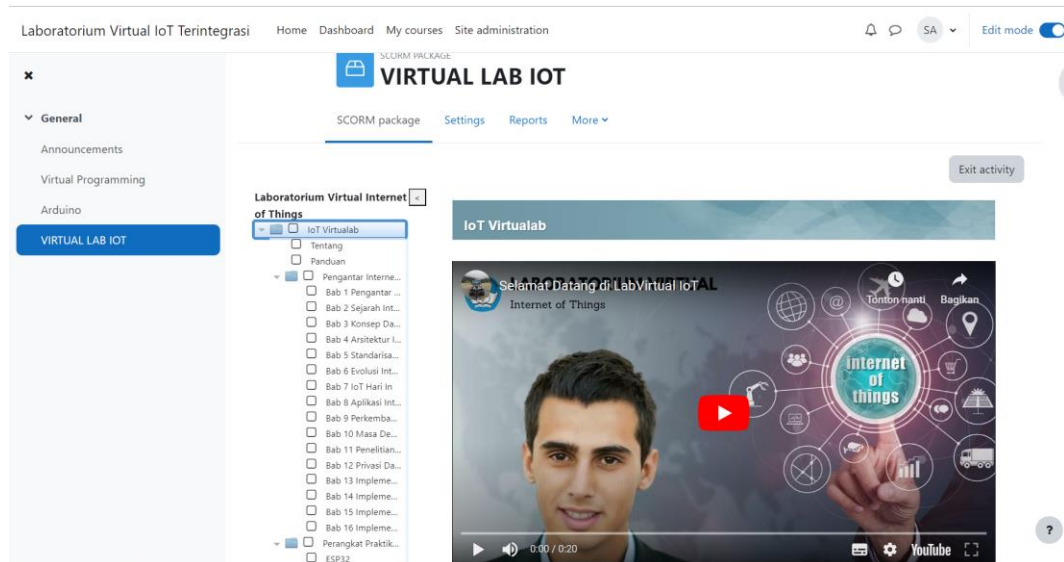
Gambar 6.9 SCORM telah terintegrasi dengan LMS

10. Klik Virtual Lab IoT untuk masuk ke Virtual Lab Manager dan Klik Enter untuk mulai menggunakan



Gambar 5.10 Akses Virtual Lab di LMS

11. Anda Telah masuk ke halaman virtual lab manager dan siap melakukan pembelajaran praktikum



Gambar 5.11 Akses Virtual Lab di LMS

Setelah halaman web terakses melalui LMS, system laboratorium virtual telah dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alharbi, F., 2020. Integrating internet of things in electrical engineering education. *International Journal of Electrical Engineering Education* 1–18.
<https://doi.org/10.1177/0020720920903422>
- Ballu, A., Yan, X., Blanchard, A., Clet, T., Mouton, S., Niandou, H., 2016. Virtual Metrology Laboratory for e-Learning. *Procedia CIRP* 43, 148–153.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.110>
- Billah, A., Widyatmoko, A., 2018. The Development of Virtual Laboratory Learning Media for The Physical Optics Subject. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 7, 153.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>
- Bortnik, B., Stozhko, N., Pervukhina, I., Tchernysheva, A., Belysheva, G., 2017. Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. *Research in Learning Technology* 25, 1–20.
<https://doi.org/10.25304/rlt.v25.1968>
- Budai, T., Kuczmann, M., 2018. Towards a modern, integrated virtual laboratory system. *Acta Polytechnica Hungarica* 15, 191–204.
<https://doi.org/10.12700/APH.15.3.2018.3.11>
- Dela Cruz, D.R., Mendoza, D.M.M., 2018. Design and Development of Virtual Laboratory: A Solution to the Problem of Laboratory Setup and Management of Pneumatic Courses in Bulacan State University College of Engineering. 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference, GEM 2018 7, 20–23.
<https://doi.org/10.1109/GEM.2018.8516467>
- Dirto, 2021. Modul dan Buku Cetak, Apa Perbedaannya? :: Pusdiklat Perpustakaan Nasional Republik Indonesia [WWW Document]. perpusnas. URL <https://pusdiklat.perpusnas.go.id/berita/read/71/modul-dan-buku-cetak-apa-perbedaannya> (accessed 6.6.22).
- Diwakar, S., Kumar, D., Radhamani, R., Sasidharakurup, H., Nizar, N., Achuthan, K., Nedungadi, P., Raman, R., Nair, B., 2016. Complementing education via virtual labs: Implementation and deployment of remote laboratories and usage analysis in south indian villages. *International Journal of Online Engineering* 12, 8–15.
<https://doi.org/10.3991/ijoe.v12i03.5391>
- Handayani, S.K., Satyadini, M., 2018. Rancangan Remote Laboratory di Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Terbuka (Design of Remote Laboratory at the Department of Biology , Faculty of Mathematics and Natural Sciences , Universitas Terbuka).

- Hasanah, N., Mahali, M.I., Wulandari, B., 2018. PENGEMBANGAN TRAINER INTERNET OF THINGS SEBAGAI MEDIA. *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)* 3, 19–29. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v3i2.20353>
- Hikmah, N., Saridewi, N., Agung, S., 2017. Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 2, 186. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>
- Iskandar, H., Yulanto, D.M., 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Untuk Meningkatkan Kompetensi Motorik Berbasis Model Blended Learning. *Journal of Mechanical Engineering ...* 9.
- Jaya, H., 2020. Virtual Laboratory, *Choice Reviews Online*. <https://doi.org/10.5860/choice.36-6309>
- Jaya, H., 2013. Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi* 2, 81–90. <https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>
- Jaya, H., Haryoko, S., Dirawan, G.D., 2016. Effectiveness the use of virtual laboratories in improving vocational competence and character behavior for students vocational high school in makassar, in: *International Journal of Applied Engineering Research*. pp. 6396–6401.
- Jovanović, N., Zakić, A., Veinović, M., 2016. VirtualMeshLab: Virtual laboratory for teaching Wireless Mesh Network. *Computer Applications in Engineering Education* 24, 567–576. <https://doi.org/10.1002/cae.21732>
- Kabiri, M.N., Wannous, M., 2017. An Experimental Evaluation of a Cloud-Based Virtual Computer Laboratory Using Openstack, in: *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*. IEEE, pp. 667–672. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2017.94>
- Kapilan, N., Vidhya, P., Gao, X.Z., 2021. Virtual Laboratory: A Boon to the Mechanical Engineering Education During Covid-19 Pandemic. *Higher Education for the Future* 8, 31–46. <https://doi.org/10.1177/2347631120970757>
- Koohang, A., Sargent, C.S., Nord, J.H., Paliszkievicz, J., 2022. Internet of Things (IoT): From awareness to continued use. *Int J Inf Manage* 62, 102442. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442>
- Li, C., Fu, L., Wang, L., 2018. Innovate engineering education by using virtual laboratory platform based industrial robot. *Proceedings of the 30th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2018* 3467–3472. <https://doi.org/10.1109/CCDC.2018.8407723>
- Linda, 2020. Yuk Kenali Pengertian Teknologi Virtual Reality (VR) [WWW Document]. 2020. URL <https://carisinyal.com/teknologi-virtual-reality/> (accessed 11.19.20).

- Luo, Y., Yee, K.K., 2022. Research on Online Education Curriculum Resources Sharing Based on 5G and Internet of Things. *J Sens* 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9675342>
- Martin, S., 2021. Internet of Things Learning and Teaching. *Technologies (Basel)* 9, 7. <https://doi.org/10.3390/technologies9010007>
- Muhidin, A., Al Faruq, U., Aden, 2018. Booklet Rps & Modul: Manual Dan Prosedur Penyusunan & Penerbitan Modul Ajar.
- Nagargoje, V., Bhagat, P.H., 2017. Virtual laboratory of control system. *Proceedings of the International Conference on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, I-SMAC 2017* 409–413. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC.2017.8058381>
- Nirwana, R.R., 2017. Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA* 1, 115. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.447>
- Nur, M.N.A., 2018. Pengembangan Bahan Ajar Multimedia, Animasi dan Virtual Reality Pada Pembelajaran Saintifik. *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali* 3. <https://doi.org/10.33772/JFE.V4I2.14663>
- Okoyeigbo, O., Agboje, E., Omuabor, E., Samson, U.A., Orimogunje, A., 2020. Design and implementation of a Java based virtual laboratory for data communication simulation. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 10, 5883–5890. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i6.pp5883-5890>
- Petrović, V.M., Nikolić, B., Jovanović, K., Potkonjak, V., 2017. Development of virtual laboratory for Mechatronic systems. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 540, 622–630. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49058-8_68
- Purnamawati, R T Mangesa, Ruslan, I., 2021. Development of Learning Tools Using Remote IoT Labs with Blended Learning Method in the Department of Engineering Education. *J Phys Conf Ser* 1899. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1899/1/012164>
- Rout, K.K., Mishra, S., Routray, A., 2018. Development of an Internet of Things (IoT) Based Introductory Laboratory for Under Graduate Engineering Students. *Proceedings - 2017 International Conference on Information Technology, ICIT 2017* 113–118. <https://doi.org/10.1109/ICIT.2017.22>
- Rustaman, A.H., 2020. Efektivitas Penggunaan Aplikasi Daring, Video Conference Dan Sosial Media Pada Mata Kuliah Komputer Grafis 1 Di Masa Pandemi Covid-19. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)* 4.
- Sabran, Purnamawati, Nasruddin., 2020. PENERAPAN SMART LAB AUTOMATION BERBASIS IoT PADA LABORATORIUM DIGITAL JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA FT-UNM 15, 1–23.

- Salmerón-Manzano, E., Manzano-Agugliaro, F., 2018. The higher education sustainability through virtual laboratories: The Spanish University as case of study. Sustainability (Switzerland) 10. <https://doi.org/10.3390/su10114040>
- Shivacheva, G., Nedeva, V., Atanasov, S., 2017. Designing a virtual laboratory for teaching programming. ACM International Conference Proceeding Series Part F1320, 310–317. <https://doi.org/10.1145/3134302.3134321>
- Sukma, D., 2017. Inilah Manfaat Teknologi Virtual Reality (VR) Dalam Pendidikan [WWW Document]. <https://arenalte.com/>. URL <https://arenalte.com/life/style/teknologi-virtual-reality-vr/> (accessed 11.19.20).
- Susilawati, P.R., 2019. Implementation of Web-Based Virtual Laboratory Media in Learning. TAMAN VOKASI 7, 122. <https://doi.org/10.30738/jtv.v7i2.6396>
- Usada, E., 2015. Rancang Bangun Modul Praktikum Teknik Digital Berbasis Mobile Augmented Reality (AR). Jurnal Informatika, Telekomunikasi dan Elektronika 6, 83–88. <https://doi.org/10.20895/infotel.v6i2.77>
- Yalcin, N.A., Vatansever, F., 2016. A web-based virtual power electronics laboratory. Computer Applications in Engineering Education 24, 71–78. <https://doi.org/10.1002/cae.21673>