

Transformasi Pendidikan Teknik dan Vokasi di Era Industri 5.0 Melalui Pengembangan Laboratorium Virtual

Prof. Dr. Muchlas, M.T.

**Pengukuhan Guru Besar
Universitas Ahmad Dahlan**

Yogyakarta, 15 Rabi'ul Awwal 1445 H/ 30 September 2023 M

Pidato Pengukuhan Guru Besar

Prof. Dr. Muchlas, M.T.

Universitas Ahmad Dahlan

30 September 2023

Daftar Isi

Pendahuluan – **4**

Tantangan *Industry 5.0* – **5**

Transformasi Teori Belajar – **7**

Mengapa Perlu Bergeser ke Laboratorium Virtual? – **11**

Merintis Pembangunan Laboratorium Virtual – **12**

Membangun Mesin Virtual Sistem Komputer – **13**

Menciptakan Model Praktik *Online* Teknik Digital – **14**

Menciptakan Simulator Mesin Listrik Berdaya Tinggi – **16**

Menciptakan Simulator Sistem Kendali Cerdas – **20**

Membangun Laboratorium Virtual Elektronika Dasar – **22**

Mengembangkan Model *E-Learning* Pada Masa Pandemi – **23**

Menciptakan Lingkungan Belajar Modern – **24**

Penutup – **25**

Referensi – **26**

Ucapan Terima Kasih – **32**

Curriculum Vitae – **36**

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarakatuh.

Yang terhormat:

- Ketua Umum Pimpinan Pusat Muhammadiyah, Bapak Prof. Dr. Haedar Nashir, M.Si. dan Ibu Dr. Siti Noordjannah Djohantini, M.M., M.Si.

Yang kami hormati:

- Segenap anggota Pimpinan Pusat Muhammadiyah
- Ketua Umum Pimpinan Pusat 'Aisyiyah Ibu Dr. Apt. Siti Orbayinah, M.Kes. beserta jajaran
- Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah V DIY Bapak Prof. drh. Aris Junaedi, Ph.D. beserta jajaran
- Koordinator Perguruan Tinggi Agama Islam (KOPERTAIS) Wilayah III D.I. Yogyakarta Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, M.A.
- Ketua dan segenap pengurus APTISI Wilayah V DIY
- Para Ketua Majelis/Lembaga/Biro di lingkungan Pimpinan Pusat Muhammadiyah
- Para Ketua Organisasi Otonom Muhammadiyah
- Ketua dan segenap anggota Pimpinan Wilayah Muhammadiyah dan 'Aisyiyah DIY
- Para Ketua Pimpinan Daerah Muhammadiyah dan 'Aisyiyah se DIY
- Para pimpinan perguruan tinggi negeri dan swasta di DIY
- Rekan-rekan Rektor Perguruan Tinggi Muhammadiyah dan 'Aisyiyah se-Jawa
- Ketua dan segenap pengurus Badan Pembina Harian UAD
- Ketua dan segenap anggota Senat UAD
- Para Wakil Rektor UAD
- Para Rektor UAD pada masa jabatannya
- Para Dekan, Wakil Dekan, dan para Kepala Unit Kerja di lingkungan UAD
- Tamu undangan yang tidak dapat disebutkan satu demi satu.

Terlebih dahulu marilah kita panjatkan puji syukur kepada Allah Swt. atas rahmah dan hidayah yang telah diberikan, sehingga kita terus dapat melaksanakan kerja-kerja produktif memajukan diri dan lembaga. Izinkanlah kami menyampaikan pidato pengukuhan guru besar dengan judul "*Transformasi Pendidikan Teknik dan Vokasi di Era Industry 5.0 Melalui Pengembangan Laboratorium Virtual.*"

Pendahuluan

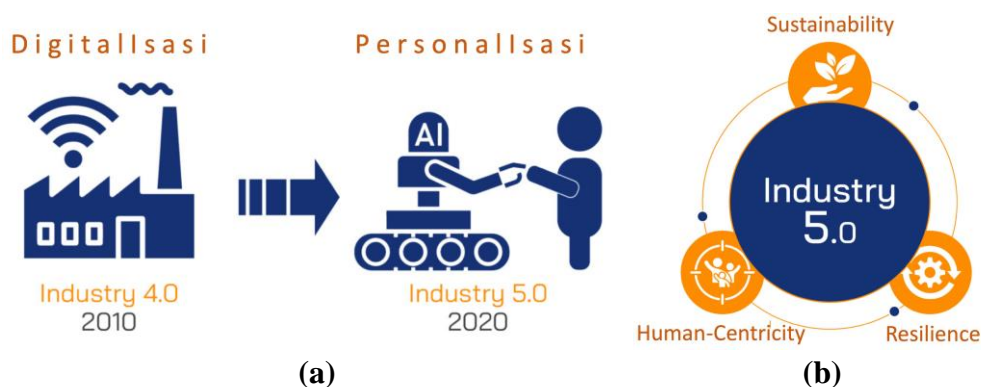
Hadirin yang kami hormati.

Pendidikan teknik (*engineering education*) dan vokasi dewasa ini menghadapi tantangan yang sangat besar mencakup spektrum yang luas dari arah hulu sampai dengan hilir. Pada bagian hulu, bergesernya orientasi payung filsafat dari klasik menuju teori belajar kontemporer menjadi faktor yang perlu memperoleh perhatian penuh agar penyelenggaraan pendidikan dapat memperoleh naungan teori yang sesuai. *Behaviorism*, *cognitivism*, dan *constructivism* merupakan tiga teori belajar yang paling sering digunakan dalam penciptaan lingkungan pembelajaran di semua level. Namun teori-teori ini dikembangkan pada saat pembelajaran tidak dipengaruhi oleh lingkungan teknologi (Carreño, 2014; Siemens, 2017; Shrivastava, 2018). Kita merasakan bahwa selama dua dekade terakhir ini, teknologi khususnya digital telah berkembang dengan pesat dan mampu mengatur ulang cara manusia dalam menjalani hidup, berkomunikasi, dan belajar. Teknologi digital telah menjadi bagian dari ekosistem pendidikan, sehingga diperlukan perencanaan terhadap penerapan digitalisasi pada semua lini pendidikan (Ali, 2019; Pettersson, 2020). Pada situasi seperti ini, nampak bahwa ketiga teori belajar yang selama ini menjadi *mainstream* sudah tidak memadai lagi digunakan sebagai landasan filosofis, sehingga diperlukan teori belajar baru sebagai komplemen aliran-aliran lama yang dapat menggambarkan prinsip dan proses pendidikan sesuai lingkungan sosial terkini.

Sementara itu, di sisi hilir pendidikan teknik dan vokasi menghadapi disrupsi digital di hampir semua *landscape* pembelajaran baik di kelas maupun laboratorium. Bolton dkk. (2019) membingkai disrupsi digital sebagai perubahan yang terjadi ketika teknologi digital, mengubah pengalaman manusia, proses dan model aktivitas, dengan nilai-nilai baru dalam suatu ekosistem. Pembelajaran menjadi salah satu bidang dalam dunia pendidikan yang terdampak paling serius atas perkembangan teknologi digital. Invasi teknologi ini bersifat luas mencakup berbagai aspek dan masif melibatkan banyak pemangku kepentingan. Begitu masifnya penetrasi teknologi digital pada bidang pembelajaran, fenomenanya mampu melahirkan berbagai istilah baru yang mengisi wacana keilmuan pedagogi seperti *web-based learning*, *digital learning*, *mobile learning*, *information technology-mediated learning*, *internet-based learning*, *online-learning*, *remote lab*, dan *virtual lab*.

Tantangan *Industry 5.0*

Tantangan disrupsi digital ini menjadi semakin besar ketika dunia industri memasuki fase terbarunya yakni *Industry 5.0*. Merujuk pada karakternya, *Industry 5.0* lebih banyak memberikan kesempatan kepada manusia untuk berkolaborasi dengan mesin pintar dalam mengendalikan proses industri (Adel, 2022). Platform fabrikasi sebelumnya yakni *Industry 4.0* yang telah berakhir di tahun 2020, lebih menitikberatkan pada proses industri melalui otomatisasi membangkitkan pabrik-pabrik cerdas berbasis *cyber physical systems*, *internet of things*, *cloud computing*, dan *cognitive machine*, sehingga memberikan kecenderungan proses industri diambil alih oleh mesin-mesin cerdas atau robot. Perbedaan dua teknologi manufaktur terkini dan elemen-elemen *Industry 5.0* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Platform manufaktur: (a) *Industry 5.0* v.s. *Industry 4.0*; (b) elemen *Industry 5.0* (AEWIN Technologies Co. Ltd., 2023)

Hadirin yang berbahagia.

Nampaknya, *Industry 5.0* tidak menginginkan mesin-mesin cerdas mendominasi atau mengambil alih seluruh proses industri, oleh sebab itu versi ini memiliki elemen *human-centricity* yang menempatkan manusia sebagai inti revolusi selain dua elemen lainnya *sustainability* dan *resilience* (Ivanov, 2023). *Industry 5.0* memandang bahwa mesin seharusnya melayani manusia dan bukan sebaliknya, sehingga menuntut imajinasi dan fleksibilitas pekerja harus ditingkatkan agar dapat berkolaborasi secara harmonis dengan robot. *Industry 5.0* juga ingin memperbaiki dampak lingkungan yang disebabkan beroperasinya mesin-mesin cerdas dengan menempatkan *sustainability* sebagai elemen revolusi. Melalui elemen ini industri memberikan perhatian yang besar pada pengelolaan energi berkelanjutan, pengurangan emisi karbon, dan adopsi solusi hijau melalui daur ulang sumber daya alam untuk keperluan pengurangan limbah.

Elemen penting lainnya adalah *resilience*, yang menuntut *Industry 5.0* secara berkelanjutan melakukan penguatan permintaan produksi dan rantai pasokan, fleksibel menghadapi gangguan yang tidak terprediksi, serta mampu mendayagunakan teknologi digital untuk mengidentifikasi jalur alternatif optimal dalam kejadian abnormal proses industri.

Kemajuan industri yang revolusioner ini menjadi faktor utama penyebab meningkatnya secara dramatis tuntutan pasar kerja terhadap kualifikasi lulusan pendidikan teknik dan vokasi di seluruh dunia. Kalangan dunia usaha dan dunia industri memperkirakan saat ini dibutuhkan pekerja yang memiliki *soft skills* kuat (Danao, 2023; Zay, 2022), juga keterampilan *science, technology, engineering, and math* (STEM) agar mampu merancang, mengembangkan, dan memelihara teknologi canggih pendukung *Industry 5.0*, serta kemampuan untuk belajar berkelanjutan dan beradaptasi terhadap teknologi dan proses baru (TWI, 2023). Pada sisi lain, munculnya manufaktur berbasis *Industry 5.0* membawa implikasi tersedianya tenaga kerja yang memiliki keterampilan teknis dan literasi digital sangat tinggi agar dapat bekerja secara kolaboratif dengan mesin pintar/robot di dalam proses industri, dan bahkan keterampilan untuk pekerjaan yang saat ini belum ada bentuknya (Alojaiman, 2023).

Pendidikan teknik dan vokasi di seluruh dunia saat ini terus berjuang menghadapi berbagai permasalahan yang melingkupinya. Salah satu kecenderungan menunjukkan bahwa pendidikan teknik dan vokasi memusatkan diri pada pengembangan keterampilan teknis saja. Hal ini menyebabkan mahasiswa teknik kurang menaruh perhatian pada pencapaian keterampilan lain yang dibutuhkan, mereka kurang menunjukkan fleksibilitas dan memberikan respons yang tidak standar terhadap tantangan pekerjaan dan ekonomi modern (Aleksandrov dkk., 2015). Pendidikan teknik dan vokasi juga menghadapi masalah lemahnya hubungan industri-lembaga. Kolaborasi universitas-industri merupakan salah satu interaksi terpenting dalam transfer pengetahuan atau teknologi, merangsang pertumbuhan, dan meningkatkan kegiatan inovasi (Kleiner-Schaefer & Schaefer, 2022). Namun, membangun kolaborasi antara universitas dan industri mungkin sulit dicapai, kenyataannya seringkali terdapat perbedaan antara lembaga-lembaga ini dalam hal harapan, persyaratan, dan tujuan kolaborasi (Bjerregaard, 2010; Gilsing dkk., 2011; Muscio & Vallanti, 2014), sehingga relasinya gagal memberikan dampak terhadap meningkatnya perolehan pendapatan lulusan pendidikan teknik dan vokasi dan tidak mampu menciptakan lapangan kerja baru (Zamal dkk., 2017).

Metode pembelajaran yang kurang sesuai juga masih menjadi masalah yang dihadapi, dan tantangan terberat datang dari sisi dana operasional. Kurangnya dana akibat reduksi anggaran yang terjadi di negara berkembang maupun negara maju akibat resesi ekonomi dan sebab-sebab lainnya, merupakan masalah sehari-hari yang dihadapi pendidikan teknik dan vokasi (Rahman dkk., 2022). Dana investasi yang tidak memadai, lemahnya hubungan industri-lembaga, dan metode pembelajaran yang kurang sesuai merupakan hambatan dalam memperoleh lingkungan teknik yang diperlukan seperti laboratorium praktik yang memadai, tersedianya praktik kerja lapangan, kerja praktik berbasis industri, kerja tim, pelatihan industri, dan presentasi proyek.

Sistem pembelajaran teknik pada dasarnya merupakan proses memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap berbasis masalah kehidupan nyata yang terintegrasi dengan lingkungan teknik. Memang, saat ini pendidikan teknik dan vokasi sedang melaksanakan revitalisasi di semua aspek antara lain pemberlakuan kurikulum yang **berorientasi *outcome*, namun kekurangan anggaran telah menghambat implementasi dari rancangan perbaikan tersebut**. Aspek-aspek pendukung terciptanya lingkungan teknik yang diharapkan seperti tersedianya alat-alat laboratorium yang memadai menjadi tidak dapat dipenuhi khususnya bagi penyelenggara pendidikan teknik dan vokasi yang bersifat *private*. Keadaan tersebut menuntut perlunya dilakukan transformasi secara holistik agar penyelenggaraan pendidikan teknik dan vokasi dapat berjalan dengan baik di era ini sekaligus dapat memenuhi tuntutan dunia pekerjaan yang semakin kompleks dengan tetap memperhatikan aspek-aspek pemerataan dan efisiensi pendidikan.

Transformasi Teori Belajar

Hadirin yang kami hormati.

Dunia pendidikan sampai saat ini masih enggan bergeser dari payung teori belajar *behaviorism*, *cognitivism*, dan *constructivism* yang telah digunakan lebih dari tujuh dekade terakhir. Telah disebutkan di muka bahwa keterbatasan teori-teori belajar tersebut adalah pengembangannya tidak memperhitungkan lingkungan dalam bentuk teknologi. Teori-teori lama didasarkan pada gagasan bahwa pembelajaran terjadi di dalam otak manusia. Sementara itu, kemajuan teknologi menantang asumsi tersebut. Ledakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence-AI*) saat ini merupakan bukti nyata bahwa pengetahuan dapat diciptakan dan disimpan di luar pikiran manusia. Sekarang sedang terjadi perubahan besar—akibat pengaruh perkembangan teknologi digital—dalam proses pembelajaran sehingga kerangka konseptual baru harus dibangun guna memberikan landasan pembelajaran yang sesuai (AlDahdouh dkk., 2015).

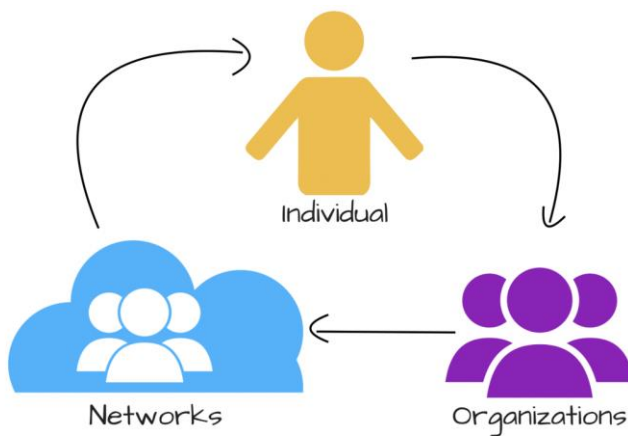
George Siemens dan Stephen Downes lebih satu dekade yang lalu memperkenalkan teori belajar yang diyakini cocok melandasi pembelajaran di era digital ini, yakni *connectivism*, sebagai respons terhadap keterbatasan *behaviorism*, *cognitivism*, dan *constructivism*. Memang, teori yang mereka usulkan tersebut telah menimbulkan perdebatan di kalangan ahli pendidikan, satu pihak meyakini sebagai teori pembelajaran, lainnya menganggap hanya sekedar pandangan pedagogi (Duke dkk., 2013). Meskipun demikian, kami memandang bahwa gagasan-gagasan tentang *connectivism*, lepas dari perdebatan yang terjadi, dapat memberikan manfaat sekurang-kurangnya sebagai panduan penyelenggaraan pembelajaran yang melibatkan teknologi digital di dalamnya.

Connectivism meyakini bahwa pengetahuan adalah serangkaian hubungan antar entitas, sehingga perubahan pada satu entitas dapat mengakibatkan perubahan pada entitas lainnya, dan bahwa pembelajaran adalah pertumbuhan, pengembangan, modifikasi, atau penguatan hubungan tersebut (Downes, 2022).

Pandangan ini dikonstruksi oleh kesadaran bahwa teknologi digital sebagai ekosistem pendidikan telah membuat kecenderungan manusia bekerja melalui jaringan termasuk dalam memperoleh pengetahuan. Secara lebih teknis, pengertian *connectivism* dapat dikemukakan sebagai teori belajar yang menjelaskan bagaimana proses pembelajaran memungkinkan orang dapat berinteraksi, berbagi, berdialog, dan berpikir bersama dalam sebuah koneksi/jaringan. *Connectivism* mempromosikan gagasan bahwa pembelajaran dapat berhasil dilakukan melalui saluran digital, termasuk media sosial, forum, video, dan blog. Istilah *connectivism* itu sendiri dilekatkan kepada George Siemens yang memberikan kontribusi penting dengan makalahnya *Connectivism, A Learning Theory for the Digital Age* (Siemens, 2004). Gambar 2 (a) menunjukkan ilustrasi jaringan di lingkungan teknologi digital sebagai sumber pengetahuan dan Gambar 2 (b) merepresentasikan siklus pengembangan pengetahuan dalam aliran *connectivism*.



(a)



(b)

Gambar 2. Teori belajar *connectivism*: (a) jaringan sebagai sumber pengetahuan (credit: Alec Couros & EduToolKit); (b) siklus pengembangan pengetahuan (Tucker, 2018)

Saat ini sumber daya manusia pendidikan tinggi teknik mulai diisi generasi milenial (lahir antara 1981-1996) yang mengharuskan mereka mempersiapkan diri menghadapi generasi pembelajar baru generasi Z (lahir antara 1997-2012) yang memiliki minat dan watak berbeda (Ali, 2019). Hal ini mengindikasikan bahwa subjek pendidikan kita dari tingkat dasar sampai dengan perguruan tinggi saat ini telah diisi sepenuhnya oleh generasi Z. Generasi ini merupakan *digital native*, yang sejak lahir sudah dikelilingi teknologi, kreatif, kolaboratif, dan ingin selalu terhubung dengan komunitasnya melalui media sosial (Giunta, 2017). Karakter lainnya, tidak membedakan dunia fisik dan digital (figital), takut merasa ketinggalan tren (*fear of missing out-FOMO*), suka membuat uraian pekerjaannya sendiri (hiper kustomisasi), realistis/pragmatis dalam menyiapkan masa depan, memiliki keyakinan pekerjaan akan baik jika dikerjakan sendiri, merasa tersaingi pada orang dengan pekerjaan sama, dan peka terhadap lingkungan sosial khususnya memegang prinsip ekonomi berbagi (Stillman & Stillman, 2017; De-Witte, 2022).

Hadirin yang berbahagia.

Dunia pendidikan perlu memperhatikan watak generasi ini dengan menyiapkan media terbuka yang dapat menyediakan informasi dalam proses pembelajaran maupun yang berhubungan dengan keterampilan-keterampilan yang diperlukan mereka, agar proses pembelajaran menjadi efektif. Proses pembelajaran tidak sekadar ditujukan untuk mewujudkan capaian akademik dan pedagogik semata, tetapi untuk mengatasi kesenjangan antara karakteristik generasi Z terhadap kompetensi yang dibutuhkan dunia usaha dan dunia industri dengan cara memitigasi kelemahan dan meningkatkan kekuatan mereka (Mahapatra dkk., 2022).

Transformasi dimulai dengan merencanakan seluruh aspek dalam pendidikan teknik dan vokasi dengan memperhatikan karakteristik generasi Z yang saat ini jumlahnya di Indonesia hampir mencapai 30% dari jumlah total penduduk Indonesia, dan memayunginya dengan teori belajar kontemporer. Kami meyakini bahwa saat ini—sekalipun sudah agak terlambat—pendidikan teknik dan vokasi harus melakukan transformasi filosofis menuju penggunaan teori belajar *connectivism*.

Mengapa Perlu Bergeser ke Laboratorium Virtual?

Hadirin yang kami hormati.

Pada bagian awal telah kami sebutkan bahwa kurangnya dana operasional merupakan salah satu problem yang dihadapi pendidikan teknik dan vokasi dalam menyediakan lingkungan teknik yang memadai. Pada sisi lain, teknologi digital telah menjadi ekosistem pendidikan dan pengaruhnya telah merambah di semua tatanan bidang ini. Bahkan empat belas tahun yang lalu Lustigova & Lustig (2009), secara ekstrim menyatakan bahwa membanjirnya produk-produk teknologi digital yang melanda dunia pendidikan telah mengubah tatanan *landscape* laboratorium di lingkungan pendidikan sains dan teknik dari kebiasaan menggunakan laboratorium *hands-on* ke peralatan berbasis teknologi digital. Kondisi ini telah mendorong munculnya pengklasifikasian baru terhadap laboratorium dan cara-cara yang digunakan untuk memanfaatkannya. Klasifikasi laboratorium pembelajaran saat ini telah berkembang, selain *hands-on*, dikenal pula laboratorium jarak jauh (*remote lab*) dan laboratorium virtual.

Pertanyaan kita apakah laboratorium virtual dapat menjadi sarana efektif menumbuhkan keterampilan teknis, *soft skills* dan lebih efisien? Beberapa hasil riset telah membuktikan bahwa praktik menggunakan laboratorium virtual dapat: meningkatkan pemahaman siswa (Colace dkk., 2004); (2) memberikan hasil belajar praktik yang sama efektifnya dengan praktik *hands-on* (Lang dkk., 2004; Kantzavelou, 2005; Tzafestas dkk. 2006; Corter dkk., 2007; Wolf, 2010); (3) meningkatkan efisiensi praktik dibandingkan kegiatan di laboratorium real (Candelas dkk., 2006; Saleh dkk., 2009); dan (4) lebih mudah dan fleksibel (Mateev dkk., 2007; Bailey & Freeman, 2010). Hasil penelitian kami juga menunjukkan hal yang sama, praktik menggunakan laboratorium virtual dapat memberikan fleksibilitas ruang dan waktu, efisiensi pembiayaan yang tinggi, peningkatan hasil belajar (Muchlas, 2015), ketuntasan belajar praktik yang baik (84%) bagi mahasiswa yang mengikuti praktik mesin-mesin listrik (Muchlas, 2016). Hasil kajian beberapa peneliti menunjukkan pula bahwa aktivitas laboratorium ini dapat digunakan sebagai sarana untuk melatih keterampilan sosial maupun profesional (Ma & Nickerson, 2006), komunikasi, kerja tim, dan etika (Krivickas & Krivickas, 2006) apabila desain aktivitasnya *open-ended* yang memungkinkan subjek didik melakukan kerja kolaboratif.

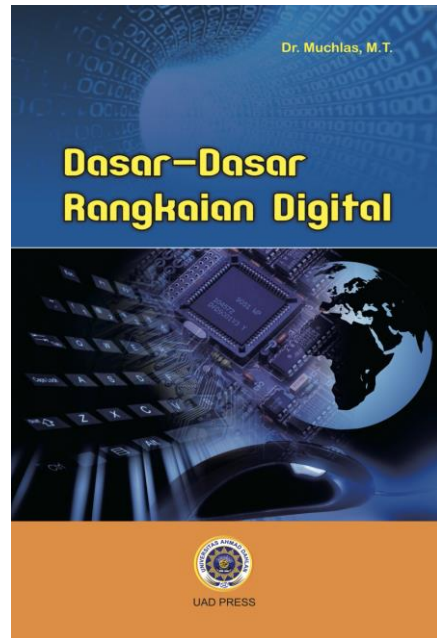
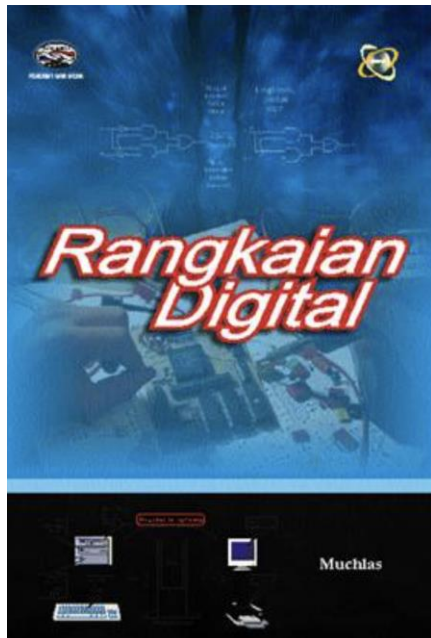
Merintis Pembangunan Laboratorium Virtual

Hadirin yang berbahagia.

Selanjutnya, izinkan kami menyampaikan langkah-langkah yang telah kami kerjakan dalam ikut memulai transformasi pendidikan teknik dan vokasi melalui pengembangan laboratorium virtual. Kami telah membangun laboratorium virtual sekitar dua puluh tahun yang lalu. Sekalipun menjalani tugas sehari-hari saat itu sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri, tetapi kami dapat meluangkan waktu memikirkan solusi dari masalah-masalah kurangnya dukungan sarana prasarana laboratorium *hands-on* dengan mengerjakan pengembangan laboratorium virtual sebagai alternatif praktik mahasiswa di program studi Teknik Informatika. Perkembangan teknologi simulator digital saat itu belum sepesat saat ini, sehingga mencari perangkat lunak yang dapat menjalankan fungsinya sebagai simulator digital jantung laboratorium virtual tidak terlalu mudah.

Pada 2003, kami menemukan perangkat lunak DSCH2 sebuah simulator digital yang dibangun oleh Etienne Sicard dari Institut Nasional Sains Terapan, Toulouse, Perancis. Melalui korespondensi email dengan pengembang, kami diizinkan menggunakan simulator tersebut sebagai pendukung utama laboratorium virtual untuk praktik Sistem Digital di kampus kami.

Proses pengembangan laboratorium virtual di dua dekade yang lalu memang penuh dengan tantangan. Selain masih sedikitnya simulator yang tersedia, juga orientasi teknologi jaringan komputer khususnya internet belum banyak disematkan pada simulator yang dikembangkan. Dalam kondisi seperti ini, laboratorium virtual yang kami kembangkan terpaksa masih dioperasikan dalam versi aplikasi *desktop*, di mana mahasiswa tetap hadir bersama-sama dalam satu ruangan melaksanakan praktik dengan menjalankan simulator dari komputer *stand alone* yang dihadapinya. Untuk mendukung terselenggaranya laboratorium virtual tersebut, kami menyiapkan sebuah buku dan panduan praktik Sistem Digital yang dilengkapi dengan rangkaian-rangkaian digital versi simulator DSCH2, sebagaimana sampulnya ditunjukkan pada Gambar 3 (kiri) dan edisi revisinya pada Gambar 3 sebelah kanan. Lebih dari 60 rangkaian digital versi DSCH2, telah kami ciptakan untuk mendukung implementasi laboratorium virtual sistem digital (Muchlas, 2005b).



Gambar 3. Buku pendukung laboratorium virtual sistem digital

Sampai hari ini laboratorium ini masih terus beroperasi untuk mendukung praktik di Program Studi Teknik Informatika. Selama 20 tahun beroperasi, laboratorium virtual yang kami kembangkan ini telah melayani lebih dari 3.372 mahasiswa di lingkungan FTI UAD.

Membangun Mesin Virtual Sistem Komputer

Hadirin yang kami muliakan.

Sebagai dosen yang diberi tugas mengampu mata kuliah dalam rumpun teknik digital, rasa gelisah terus menghantui diri kami ketika menghadapi masalah sulitnya mengimplementasikan alat-alat praktik untuk menunjukkan cara kerja komputer. Memang telah tersedia *schematic diagram* rangkaian elektronika digital yang mendeskripsikan mesin komputer sederhana, namun, implementasinya dengan piranti real sangat sulit dilakukan. Kami terus berupaya mengkaji kemungkinan diciptakannya mesin virtual komputer sederhana agar dapat membantu mempermudah mahasiswa mempelajari sistem komputer. Dua tahun setelah kami membangun laboratorium virtual teknik digital, *Microwind* meluncurkan aplikasi DSCH versi 3 yang dapat menyimulasikan unit-unit pada sistem komputer. Melalui upaya yang keras, akhirnya kami dapat menyusun unit input, *output*, register, pemroses utama, dan mengintegrasikannya menjadi sebuah mesin virtual komputer sederhana berbasis simulator DSCH3.

Hasil uji *on going* dan *black box*, menguatkan bahwa mesin virtual yang kami bangun telah memberikan kinerja sesuai harapan. Mesin ini dapat menggambarkan dengan jelas bagaimana perintah-perintah dalam kode *mnemonic* dikonversi menjadi kode digital dan selanjutnya diproses serta hasilnya ditampilkan pada peraga *output* sesuai mekanisme kerja model mesin von-Neumann. Lebih dari 30 rangkaian unit-unit sistem komputer berbasis simulator DSCH3 telah kami bangun untuk mendukung terwujudnya mesin virtual sistem komputer (Muchlas, 2005a) mengacu pada *virtual simple microprocessor* (Sicard, 2005). Selanjutnya, mesin virtual yang kami bangun ini digunakan sebagai bagian utama laboratorium virtual Elektronika Komputer Digital untuk melayani praktik mahasiswa Teknik Elektro FTI UAD sampai sekarang.

Menciptakan Model Praktik *Online* Teknik Digital

Bapak dan ibu yang kami hormati.

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, kami mulai memikirkan kemungkinan diciptakannya model praktik berbasis simulator digital secara *online*. Pada 2013 (tujuh tahun sebelum pandemi), terinspirasi disertai yang kami tulis, kami mengembangkan laboratorium virtual yang dapat diakses secara *online*. Kesulitan yang dihadapi saat itu adalah masih kurangnya aplikasi simulator digital pendukung laboratorium virtual. Melalui rekayasa tertentu akhirnya kami berhasil membangun laboratorium virtual yang bersifat *online*. Aplikasi *learning management system* (LMS) dari *Moodle* kami gunakan sebagai *platform* pengelolaan praktik. Persoalan besar yang kami hadapi saat itu adalah, satu sisi ingin simulator dapat diakses secara *online*, sisi lain simulator yang tersedia berupa aplikasi *desktop* yang hanya dapat beroperasi pada mode *stand alone*. Jadi, kami memerlukan modul *open desktop* pada LMS untuk meng-*online*-kan simulator, namun modul ini pun belum tersedia. Keterbatasan *resources* tersebut kami atasi dengan menggabungkan aplikasi *desktop* dengan aplikasi *remote access*. Saat itu, kami menggabungkan aplikasi *breadboard simulator* dengan aplikasi *Team Viewer* (Muchlas, 2015). Hasil uji coba menunjukkan bahwa model yang kami kembangkan dapat menciptakan lingkungan belajar kolaboratif dan meningkatkan hasil belajar praktik (Muchlas & Novianto, 2015).

Penggunaan simulator *breadboard*, aplikasi untuk desain dan analisis rangkaian digital (Bailey & Freeman, 2010), sebagai inti laboratorium virtual, telah melalui proses permintaan izin ke pihak pengembangnya, dan bahkan beberapa tahun kemudian Chris Bailey dan Michael Freeman sebagai *developer* dari *York University*, Inggris, bersedia bekerja sama dengan kami untuk menyusun buku “*Simulator Breadboard: Perangkat Pembelajaran Teknik Digital*”.

Dalam buku tersebut (Gambar 4 sebelah kiri), mereka menyediakan uraian sistemnya, sedangkan kami dari UAD menciptakan rangkaian dan prosedur pengoperasiannya. Tidak kurang dari 35 rangkaian digital versi *breadboard simulator* telah kami ciptakan untuk mendukung implementasi laboratorium virtual teknik digital (Muchlas, Bailey, & Freeman, 2020). Kami juga menyiapkan panduan praktiknya sebagaimana ditunjukkan sampul bukunya pada Gambar 4 sebelah kanan.



Gambar 4. Buku karya kami bersama Chris Bailey & Michael Freeman (*York University*, Inggris) dan panduan praktik pendukung laboratorium virtual teknik digital

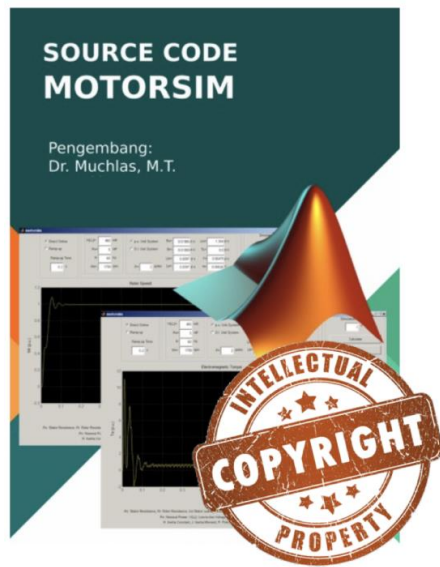
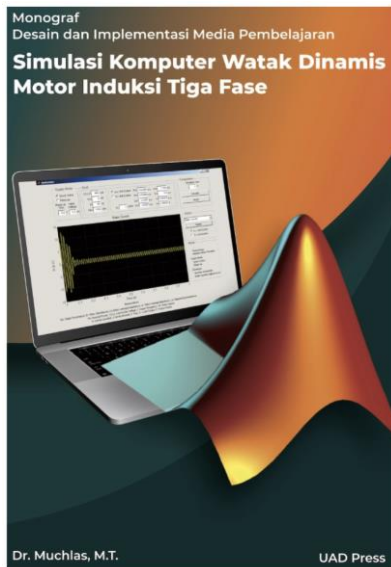
Kami tidak pernah membayangkan tujuh tahun setelah model praktik ini kami ciptakan dunia dilanda pandemi Covid, di mana semua pembelajaran baik di kelas maupun laboratorium diarahkan berlangsung secara *online*. Pada masa pandemi ternyata model praktik *online* yang kami ciptakan sangat berguna sebagai sarana praktik *online*.

Menciptakan Simulator Mesin Listrik Berdaya Tinggi

Hadirin yang berbahagia.

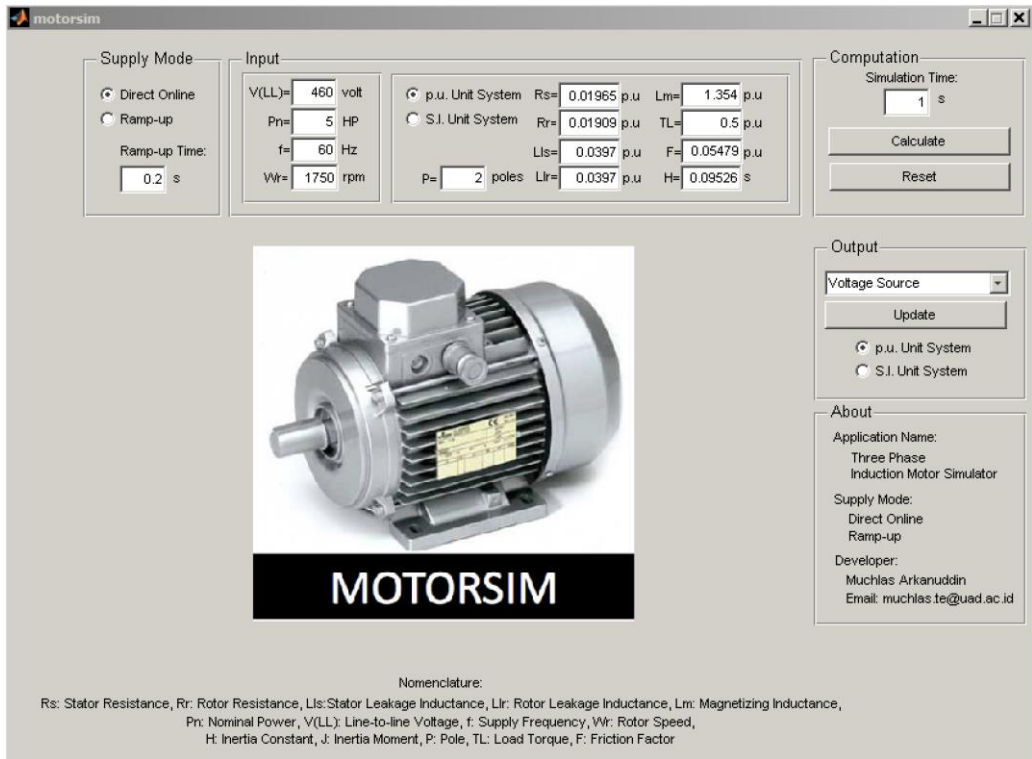
Dalam perjalanannya sebagai pemerhati dan pelaku kegiatan laboratorium pendidikan, kami juga menemukan beberapa masalah yang terjadi di dalam praktik mesin listrik. Kegiatan praktik menggunakan laboratorium *real* untuk mesin-mesin listrik khususnya motor induksi tiga fase berdaya besar, menemui banyak kesulitan. Praktik ini memerlukan dukungan tersedianya mesin berdaya besar dan instrumen-instrumen pendukungnya yang tentu memerlukan biaya besar dalam pengadaannya. Selain itu, operasi mesin listrik dengan daya besar juga menimbulkan efek kedip, yakni menurunnya tegangan jaringan listrik saat mesin melakukan *start up*, sehingga dapat mengganggu operasi-operasi peralatan listrik yang menggunakan jaringan *power line* yang sama. Praktik dengan percobaan *direct-online-supplied* tersebut juga dapat membahayakan mesin itu sendiri karena saat *start up* mesin akan menarik arus sebesar enam sampai dengan delapan kali arus nominal, sehingga dapat merusak kumparan mesin jika sering dioperasikan dengan mode seperti ini.

Eksplorasi kami menyimpulkan bahwa simulator-simulator yang ada saat itu, belum dapat mengakomodasi kebutuhan untuk memenuhi tujuan praktik mesin listrik. Memperhatikan situasi seperti ini, kami berpikir perlu upaya menciptakan simulator mesin listrik berdaya tinggi untuk mendukung praktik yang lebih efisien, fleksibel dan aman. Melalui kerja dengan pengaturan waktu yang ketat, karena saat itu bersamaan menjalankan tugas sebagai Wakil Rektor I Bidang Akademik dan Al Islam-Kemuhammadiyah, kami berhasil menciptakan simulator yang kami beri nama MOTORSIM[®] dengan kemampuan melakukan simulasi karakteristik dinamis mesin listrik berdaya tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa simulator yang kami ciptakan dapat melakukan simulasi mesin listrik dengan tepat (Muchlas, 2016, 2017). *Source code* MOTORSIM[®] yang kami tulis dalam *script* Matlab dihimpun dalam karya HAKI sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 kanan.



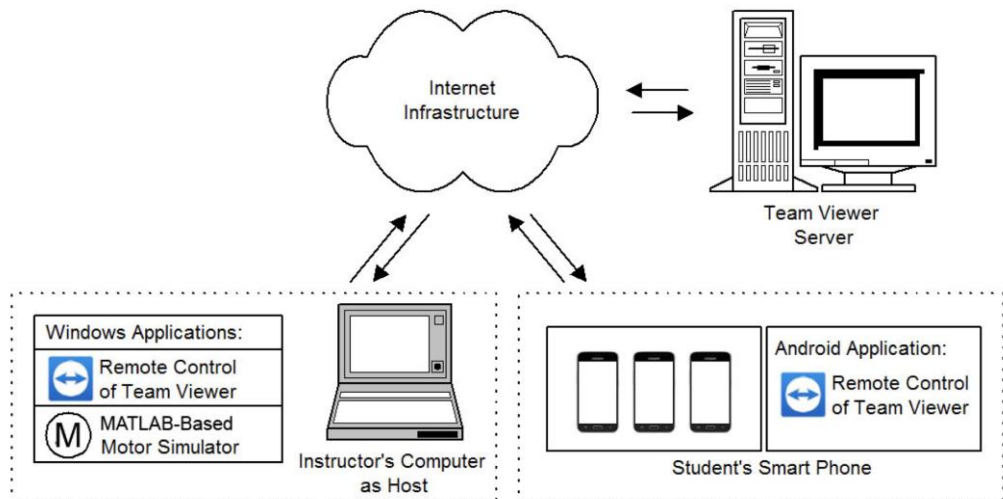
Gambar 5. Monograf dan *source code* MOTORSIM[®]

Dokumentasi proses perancangan sampai dengan implementasi dari MOTORSIM[®] sebagai unsur pendukung laboratorium virtual mesin listrik kami himpun dalam monograf (Gambar 5 kiri) berjudul *Desain dan Implementasi Media Pembelajaran Simulasi Komputer Watak Dinamis Motor Induksi Tiga Fase* (Muchlas, 2021a). *Graphical user interface* simulator ketika dijalankan terlihat seperti Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. *Graphical User Intercase* simulator MOTORSIM®
(Pencipta: Muchlas, 2016, 2017, 2021b)

Kebutuhan akan penggunaan simulator yang bersifat *online* untuk pembelajaran praktik saat ini sangat tinggi, sedangkan MOTORSIM® diciptakan sebagai aplikasi *desktop*, sehingga kami berusaha menjadikannya sebagai perangkat yang dapat diakses dari jarak jauh. Melalui riset yang intensif kami berhasil menjadikan simulator ini bersifat *remotely accessed*, sebagaimana sistemnya diilustrasikan pada Gambar 7.



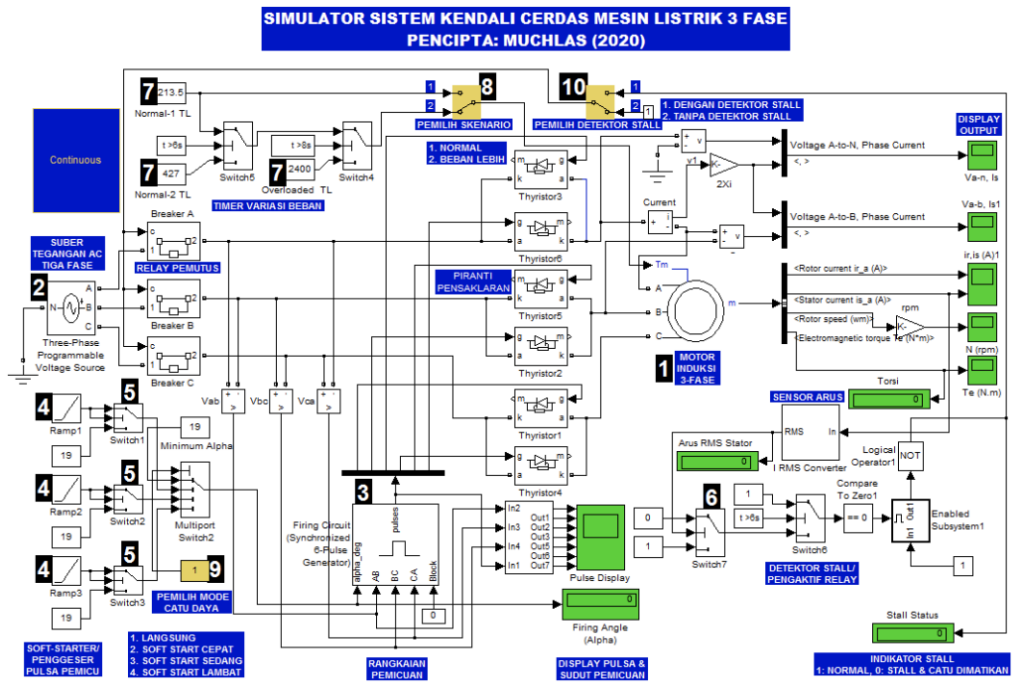
Gambar 7. *Remotely accessed system* untuk MOTORSIM[®] (Pencipta: Muchlas, 2018)

Hasil uji coba menunjukkan bahwa model ini mudah dioperasikan, sangat interaktif, panel dan grafik keluaran mudah dibaca, fleksibel, memotivasi, menarik minat, dan meningkatkan pengetahuan. Penerapannya dalam praktik *online* memberikan dampak positif meningkatkan ketuntasan belajar. Kami merekomendasikan simulator ini digunakan sebagai media praktik mesin listrik berdaya tinggi yang efisien, efektif, dan fleksibel.

Menciptakan Simulator Sistem Kendali Cerdas

Hadirin yang kami hormati.

Kami mengamati juga bahwa praktik sistem kendali dan proteksi berkinerja tinggi pada mesin-mesin listrik menghadapi masalah. Untuk mesin berdaya besar, eksperimen yang berhubungan dengan risiko hancurnya mesin sangat tidak memungkinkan dilakukan dengan peralatan real. Untuk itu kami mencoba menciptakan simulator yang dapat menirukan watak mesin listrik yang beroperasi normal maupun dengan beban lebih yang dapat berdampak merusak mesin. Simulator ini kami bangun menggunakan SIMULINK, yakni sebuah lingkungan pemrograman grafis berbasis MATLAB untuk pemodelan, simulasi dan analisis sistem dinamis multidomain. Sistem kendali ini memiliki unit *soft-starter*, *stall-detector*, dan *breaker* karenanya disebut sistem kendali cerdas. Gambar 8 menunjukkan *graphical user interface* simulator yang kami ciptakan.



Gambar 8. Simulator sistem kendali cerdas berbasis SIMULINK (Pencipta: Muchlas, 2020)

Melalui uji coba yang saksama kami menemukan bahwa simulator sistem kendali cerdas yang kami ciptakan ini dapat memberikan kinerja sesuai tujuan rancangan. Sistem dapat menyimulasikan keadaan mesin listrik yang beroperasi normal maupun dengan beban berat yang mengakibatkan mesin mengalami *stall* berisiko merusak mesin itu sendiri. Proses desain, implementasi, dan uji coba simulator ini kami dokumentasikan dalam monograf (Gambar 9) dengan judul *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sistem Kendali Motor Listrik Berkinerja Tinggi* (Muchlas, 2020b). Simulator ini sudah dipesan oleh Kepala Laboratorium Sistem Kendali mulai semester depan akan digunakan sebagai perangkat laboratorium virtual sistem kendali di program studi Teknik Elektro FTI UAD.



Gambar 9. Buku monograf desain, implementasi dan *testing* simulator pengendali cerdas

Membangun Laboratorium Virtual Elektronika Dasar

Hadirin yang kami hormati.

Kegiatan pembelajaran praktik Elektronika Dasar yang bersifat analog juga tidak lepas dari perhatian kami untuk dijajaki kemungkinannya dapat diimplementasikan menggunakan laboratorium virtual. Pada Maret 2019, kami telah selesai menciptakan laboratorium virtual untuk praktik Elektronika Dasar menggunakan aplikasi PSPICE. Proyek ini dilatarbelakangi oleh kenyataan bahwa saat ini ketersediaan modul-modul untuk mendukung praktik elektronika dasar berbasis laboratorium virtual masih belum dapat memenuhi kebutuhan. Mengapa harus menggunakan laboratorium virtual? Praktik dengan piranti-piranti elektronik analog terkesan lebih rumit dari pada praktik dengan piranti digital, sehingga menciptakan situasi praktik yang tidak menyenangkan. Saat ini muncul kebutuhan untuk membuat aktivitas praktik yang menyenangkan dan tidak terkesan rumit dengan menggeser kegiatan *hands-on* ke simulasi. Selain itu, kebutuhan penyediaan laboratorium virtual elektronika dasar untuk mendukung pembelajaran *online* juga semakin besar.

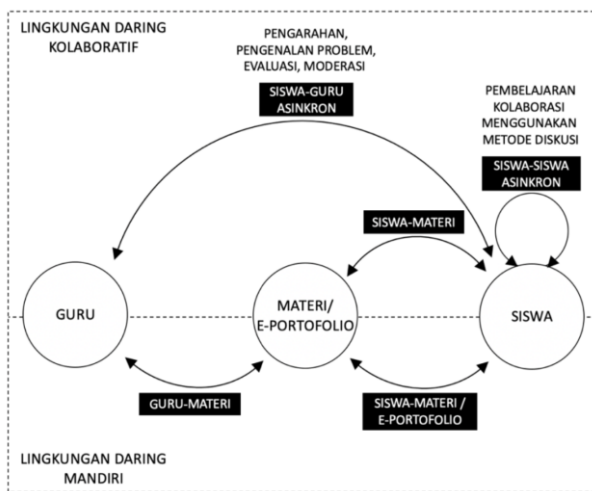
Riset kami menghasilkan rangkaian elektronik dalam format *schematic* dari PSPICE sebanyak 31 buah. Rangkain-rangkaian virtual ini telah melalui uji coba dan hasilnya semua rangkaian elektronika yang kami kembangkan telah dapat bekerja dengan baik, serta memberikan karakteristik faktual sama terhadap karakteristik teoritiknya (Muchlas & Budiastuti, 2020). Laboratorium virtual ini dapat digunakan untuk mendukung praktik elektronika dasar yang meliputi topik: Pengisian dan Pengosongan Kapasitor, Rangkaian RC, Karakteristik Diode, Rangkaian Pembentuk Gelombang, Rangkaian Penyearah, Rangkaian Penjepit dan Pengganda Tegangan, Karakteristik Transistor, dan Rangkaian Amplifier Transistor.

Dosen/mahasiswa jurusan Teknik Elektro dan jurusan sejenis serta guru/siswa SMK dapat menggunakan laboratorium virtual ini untuk mengajar/belajar Elektronika Dasar. Secara fungsional, laboratorium virtual ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran di kelas atau untuk mendukung praktik di laboratorium.

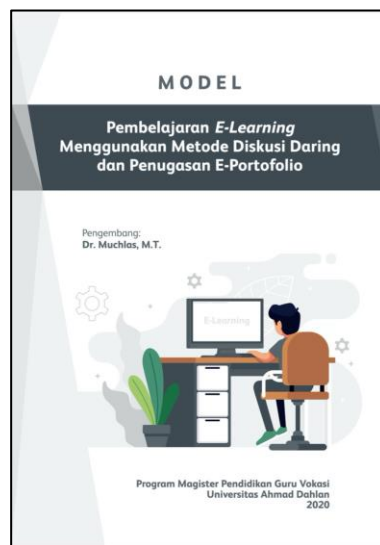
Mengembangkan Model *E-Learning* Pada Masa Pandemi

Hadirin yang berbahagia.

Mulai tahun 2020, perhatian kami bergeser dari pembelajaran praktik berbasis laboratorium virtual ke pembelajaran *online*. Hal itu dipicu munculnya pandemi Covid-19 yang mengharuskan dunia pendidikan melakukan berbagai langkah mitigasi dan adaptasi akademik. Pembelajaran jarak jauh *fully online* pada saat itu, menjadi pilihan yang tepat karena atas pertimbangan kesehatan bersama, interaksi siswa dan guru tidak dapat lagi dilakukan dalam jarak dekat. Perubahan-perubahan yang drastis ini menyebabkan menurunnya kualitas pembelajaran *fully online*. Memperhatikan hal tersebut, kami merasa perlu melakukan upaya-upaya perbaikan/pengembangan agar pembelajaran daring penuh menjadi adaptif dan meningkat efektivitasnya. Kami mengembangkan model *e-learning* yang dilengkapi dengan fasilitas diskusi *online* dan penugasan *e-portfolio* berbasis Wiki. Model ini menyediakan dukungan untuk menciptakan lingkungan kerja kolaborasi daring bagi para pesertanya, serta mudah digunakan oleh siswa dalam melakukan penilaian diri dan refleksi terhadap hasil proses belajar melalui penugasan *e-portfolio*. Gambar 10 (kiri) mendeskripsikan desain pembelajaran *e-learning* yang lebih kolaboratif, dan Gambar 10 (kanan) buku model yang kami susun sebagai panduan pelaksanaannya.



(a)



(b)

Gambar 10. Desain *e-learning* masa pandemi dan buku model yang kami kembangkan

Model ini dinyatakan layak digunakan setelah melalui berbagai uji pada fase akhir pengembangan (Muchlas, 2020a). Buku model telah kami susun sebagai referensi/panduan para dosen/guru yang berkeinginan menjalankan model ini dalam pembelajaran yang akan dilakukan. Secara pribadi, kami telah menggunakan model ini dalam pembelajaran *e-learning* sejak 2020 sampai dengan sekarang.

Menciptakan Lingkungan Belajar Modern

Hadirin yang kami hormati.

Tugas kami sehari-hari sebagai Rektor memang sangat berat, namun kami menyadari adanya tanggung jawab akademik yang juga harus ditunaikan bagi seorang dosen. Perhatian kami akhir-akhir ini tertuju pada lingkungan belajar modern yang harus diciptakan agar pembelajaran yang dilakukan dapat mempermudah subjek didik dalam memperoleh pengetahuan sesuai dengan karakternya. Keresahan kami terhadap belum terciptanya lingkungan belajar yang sesuai ekosistem pendidikan baru yakni teknologi digital, mendorong kami melakukan pembelajaran sehari-hari dengan mengaktivasi mahasiswa menyusun sendiri lingkungan belajar personal (PLE: *personal learning environment*) yang melibatkan teknologi digital. Satu tahun setelah model ini dilaksanakan, kami melakukan studi untuk mempelajari dampak pembelajaran dari penerapan PLE tersebut.

Studi kami menemukan bahwa PLE terbukti dapat meningkatkan secara signifikan aktivitas kolaborasi dalam pembelajaran *online*. Fitur refleksi menjadi jenis PLE yang paling besar memberikan pengaruh pada terciptanya lingkungan kolaborasi yang baik. Riset juga menemukan aktivitas kolaborasi yang baik mampu meningkatkan pemahaman siswa (Muchlas dkk., 2023). Kami memandang model ini sangat tepat digunakan sebagai strategi pembelajaran kita di era sekarang ini.

Penutup

Hadirin yang berbahagia.

Usaha-usaha yang kami lakukan tersebut sebagai penanda dedikasi kami pada dua fakultas yang “melahirkan” dan “membesarkan” kami yakni Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) dan Fakultas Teknologi Industri (FTI). Pengembaraan akademik kami tercermin dari karya-karya awal yang sarat dengan dunia teknologi digital, menunjukkan bahwa kami telah dan sedang mengabdikan di FTI, dan dua karya terakhir cermin pengabdian kami di FKIP. Usaha-usaha yang telah kami lakukan tersebut tentu hanya “sebutir debu di alam semesta” dibandingkan usaha-usaha yang telah dan sedang dilakukan oleh para ahli dan pegiat pendidikan teknik dan vokasi lainnya, namun, sekurang-kurangnya dapat menjadi sumber inspirasi dan komplemen upaya transformasi yang lebih masif dan terarah sehingga membawa kemajuan pendidikan teknik dan vokasi di era *industry 5.0* ini.

Hadirin yang berbahagia.

Untuk mengakhiri pidato pengukuhan ini izinkan kami memberikan gagasan langkah transformasi pendidikan teknik dan vokasi di Indonesia khususnya di lingkungan persyarikatan Muhammadiyah dalam perspektif pengembangan laboratorium virtual bersama. Kami mengusulkan kepada Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan (Diktilitbang) Pimpinan Pusat Muhammadiyah agar dapat membangun laboratorium virtual untuk semua disiplin ilmu keteknikan dan vokasi. Laboratorium ini nantinya dapat diakses oleh semua dosen dan mahasiswa Perguruan Tinggi Muhammadiyah dan ‘Aisyiyah (PTMA). Keberadaan lab virtual ini akan sangat membantu percepatan transformasi pendidikan teknik dan vokasi di lingkungan PTMA sekaligus meningkatkan efisiensi penyelenggaraan Pendidikan yang saat ini menjadi perhatian besar seluruh perguruan tinggi khususnya perguruan tinggi swasta. Secara teknis, implementasi lab virtual ini dapat dilaksanakan melalui kerja sama antara majelis-majelis dan PTMA. Majelis Diktilitbang dapat bekerja sama dengan Majelis Pustaka dan Informasi (MPI) PP Muhammadiyah. Saat ini, MPI sedang mulai membangun portal untuk menyediakan fasilitas agar warga Muhammadiyah dapat mengakses seluruh sistem melalui *single sign on* pada aplikasi SuperApp Gerbangmu. Kami berharap, laboratorium virtual dapat menjadi bagian dari SuperApp Muhammadiyah sebagai langkah awal transformasi pendidikan teknik dan vokasi di lingkungan Muhammadiyah dan Indonesia. Wallahu a'lam bish-shawab.

Referensi

- Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11(40), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>
- AEWIN Technologies Co., L. (2023). The new revolution-industry 5.0. *AEWIN Tech Blog*. <https://www.aewin.com/application/the-new-revolution-industry-5-0/>
- AlDahdouh, A., Osorio, A., & Caires, S. (2015). Understanding knowledge network, learning and connectivism. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(10), 1–21.
- Aleksandrov, A. Y., Zakharova, A. N., & Nikolaev, E. L. (2015). New challenges in engineering education: Personal advancement for better marketability of future professionals. *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 452–454.
- Ali, W. (2019). The efficacy of evolving technology in conceptualizing pedagogy and practice in higher education. *Higher Education Studies*, 9(2), 81–95. <https://doi.org/10.5539/hes.v9n2p81>
- Bailey, C., & Freeman, M. J. (2010). A java bread-board simulator: Digital circuit simulation with an open-source toolset. *IADIS International Journal on Computer Science and Information System*, 55(1), 13–25.
- Bjerregaard, T. (2010). Industry and academia in convergence: Micro-institutional dimensions of R&D collaboration. *Technovation*, 30(2), 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.11.00>
- Bolton, R. N., Chapman, R. G., & Mills, A. J. (2019). Harnessing digital disruption with marketing simulations. *Journal of Marketing Education*, 41(1), 15–31.
- Candelas, F. A., Torres, F., Gil, P., Puente, S., & Pomares, J. (2006). Including the virtual laboratory concept in an on-line collaborative environment. *7th IFAC Symposium on Advances in Control Education*.
- Carreño, I. del V. G. (2014). Theory of connectivity as an emergent solution to innovative learning strategies. *American Journal of Educational Research*, 2(2), 107–116. <https://doi.org/10.12691/education-2-2-7>

- Colace, F., Santo, M. De, & Pietrosanto, A. (2004). Work in progress - virtual lab for electronic engineering curricula. *34th Annual Frontiers in Education, 2004. FIE 2004*, 22–24. <https://doi.org/10.1109/FIE.2004.1408524>
- Corter, J. E., Nickerson, J. V, Im, S., & Ma, J. (2007). Constructing reality: A study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 14(2), 1–27. <https://doi.org/10.1145/1275511.1275513>
- Danao, M. (2023). 11 Essential soft skills in 2023 (with examples). *Forbes Advisor*. <https://www.forbes.com/advisor/in/business/soft-skills-examples/>
- De-Witte, M. (2022, January 3). Gen Z are not ‘coddled.’ They are highly collaborative, self-reliant and pragmatic, according to new Stanford-affiliated research. *Stanford News*. <https://news.stanford.edu/2022/01/03/know-gen-z/>
- Downes, S. (2022). Connectivism. *Asian Journal of Distance Education*, 17(1), 58–87. <http://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/623>
- Duke, B., Harper, G., & Johnston, M. (2013). Connectivism as a digital age learning theory. In P. Blessinger, K. Petrova, L. Stefani, S. Tegginmath, & B. Todhunter (Eds.), *The International HETL Review Special Issue, 2013* (pp. 4–13). The International HETL Association.
- Gilsing, V., Bekkers, R., Bodas-Freitas, I., & Van der Steen, M. (2011). Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*, 31(12), 638–647. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.06.009>
- Giunta, C. (2017). An emerging awareness of generation Z students for higher education professors. *Archives of Business Research*, 5(4), 90–104. <https://doi.org/10.14738/abr.54.2962>
- Ivanov, D. (2023). The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research*, 61(5), 1683–1695. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892>
- Kantzavelou, I. (2005). A virtual lab model for an introductory computer. *Facta Universitatis (Nis), Ser.: Elec. Energ.*, 18(2), 263–274.

- Kleiner-Schaefer, T., & Schaefer, K. J. (2022). Barriers to university–industry collaboration in an emerging market: Firm-level evidence from Turkey. *The Journal of Technology Transfer*, 47, 872–905.
<https://doi.org/10.1007/s10961-022-09919-z>
- Krivickas, R. V., & Krivickas, J. (2006). Laboratory instruction in engineering education. *Global Journal of Engineering Education*, 11(2), 191-196.
- Lang, D., Mengelkamp, C., Jager, R. S., Geoffroy, D., & Billaud, M. (2004). Pedagogical evaluation of remote laboratories in eMerge project. *International Conference on Engineering Education*.
- Lustigova, Z., & Lustig, F. (2009). A new virtual and remote experimental and environment for teaching and learning science. In A. Tatnal & A. Jones (Eds.), *Education and Technology for a Better World, 9th IFIP TC 3 World Conference on Computers in Education* (pp. 75–82). Springer.
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1-24.
- Mahapatra, G. P., Bhullar, N., & Gupta, P. (2022). Gen Z: An Emerging Phenomenon. *NHRD Network Journal*, 15(2), 246–256.
<https://doi.org/10.1177/26314541221077137>
- Mateev, V., Todorova, S., & Smrikarov, A. (2007). Test system in digital logic design virtual laboratory-tasks delivery. *International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech '07*, 1–6.
- Muchlas. (2005a). *Panduan praktikum elektronika digital*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
- Muchlas. (2005b). *Rangkaian digital*. Yogyakarta: Gava Media.
- Muchlas. (2015). Developing a teaching model using an online collaboration approach for a digital technique practical work. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(3), 63–69.
- Muchlas. (2016). *Pengembangan simulator berbasis Matlab untuk pembelajaran praktik karakteristik motor induksi tiga fase*. Penelitian tidak diterbitkan, Universitas Ahmad Dahlan.

- Muchlas. (2018). Developing an online learning media using smartphone for the electrical machinery course. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(1), 62–68.
- Muchlas. (2020a). Enhancing e-learning effectivity through the discussion method combined with e-portfolio assignments for vocational education master students during a pandemic. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 10(3), 238–248.
- Muchlas. (2020b). *Monograf Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sistem Kendali Motor Listrik Berkinerja Tinggi*. Yogyakarta: UAD Press.
- Muchlas. (2021a). *Monograf desain dan implementasi media pembelajaran simulasi komputer watak dinamis motor induksi tiga fase*. Yogyakarta: UAD Press.
- Muchlas. (2021b). *Program komputer MOTORSIM*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000240422. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Muchlas. (2017). Simulasi karakteristik transien motor induksi tiga fase menggunakan aplikasi MOTORSIM© dan simulink. *Prosiding Seminar Nasional Peranan Iptek Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD) 2017*, 184–193.
- Muchlas, Bailay, C., & Freeman, M. (2020). *Simulator breadboard: perangkat pembelajaran teknik digital*. Yogyakarta: UAD Press.
- Muchlas, & Budiastuti, P. (2020). Development of learning devices of basic electronic virtual laboratory based on PSPICE software. *Journal of Vocational Education Studies (JOVES)*, 3(1), 1–18.
- Muchlas, Budiastuti, P., Khairudin, M., Santosa, B., & Rahmatullah, B. (2023). The use of personal learning environment to support an online collaborative strategy in vocational education pedagogy course. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 17(2), 24–41.
- Muchlas, & Novianto, A. (2015). An online lab for digital electronics course using information technology supports. *2015 International Conference on Science in Information Technology*, 299–302.

- Muscio, A., & Vallanti, G. (2014). Perceived obstacles to university-industry collaboration: Results from a qualitative survey of Italian academic departments. *Industry and Innovation*, 21(5), 410–429. <https://doi.org/10.1080/13662716.2014.969935>
- Pettersson, F. (2020). Understanding digitalization and educational change in school by means of activity theory and the levels of learning concept. *Education and Information Technologies*, Pettersson(26), 187–204. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-020-10239-8>
- Rahman, M. M., Ferdousi, U. S., Hasan, T., Sharmi, T., Shahid, M. A., & Ahmed, F. (2022). Challenges in engineering education: A review. *Proceedings of the 5th International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management*, 26–27.
- Rojas-C, N., Peñafiel-GA, A., Buitrago-DF, L., & Romero-CA., T. (2021). Society 5.0: a Japanese concept for a superintelligent society. *Sustainability*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/su13126567>
- Saleh, K. F., Mohamed, A. M., & Madkour, H. (2009). Developing virtual laboratories environments for engineering education. *International Journal of Arts and Sciences*, 3(1), 9–17.
- Shrivastava, A. (2018). Using connectivism theory and technology for knowledge creation in cross-cultural communication. *Research in Learning Technology*, 26, 1–16. <http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2061>
- Sicard, E. (2005). *Microwind & dsch v3.0 - lite user's manual*. www.microwind.org.
- Siemens, G. (2004). Connectivism, A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2(1). https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/connectivism.pdf
- Siemens, G. (2017). A learning theory for the digital age. In R. E. West (Ed.), *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*. Pressbooks.
- Stillman, D., & Stillman, J. (2017). *Gen Z @ work : how the next generation is transforming the workplace*. Harper Business, an imprint of Harper Collins Publishers.
- Tucker, C. (2018). I connect, therefore i learn. *Dr. Catlin Tucker's Blog*. <https://catlintucker.com/2018/12/i-connect-therefore-i-learn/>

- TWI. (2023). Up-skill, industry 5.0 and the workforce. *Up-Skill Blog*.
<https://www.upskill-horizon.eu/news/skill-industry-workforce>
- Tzafestas, C. S., Palaiologou, N., & Alifragis, M. (2006). Virtual and remote robotic laboratory: Comparative experimental evaluation. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 360–369.
- Wolf, T. (2010). Assessing student learning in a virtual laboratory environment. *IEEE Transactions on Education*, 53(2), 216–222.
- Zamal, M. F. Bin, Begum, A., & Rawshan, L. (2017). Industry-academia collaboration: conflicts and strategies to stimulate innovation and employability. *Conference: International Summit on Employability and Soft Skills (ISESS 2017)*.
- Zay, L. (2022). The top 18 In-demand soft skills for 2023 you need to master. *Hi Hello*. <https://www.hihello.me/blog/the-top-in-demand-soft-skills-you-need-to-master>

Ucapan Terima Kasih

Hadirin yang berbahagia. Pencapaian kami memperoleh penetapan guru besar telah melalui proses yang sangat panjang dan berliku dari saat pertama kali diangkat sebagai Calon Pegawai Negeri Sipil pada Februari 1987 yang lalu sampai sekarang. Proses ini telah melibatkan banyak pihak yang telah memberikan kontribusi bagi pencapaian kami, oleh karenanya melalui kesempatan ini izinkan kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Umum Pimpinan Pusat Muhammadiyah, Bapak Prof. Dr. Haedar Nashir, M.Si. dan segenap anggota Pimpinan Pusat Muhammadiyah yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada kami untuk selalu berprestasi
2. Menteri Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Bapak Prof. Dr. Muhadjir Effendy, MAP, atas dorongan semangat dalam mencapai harapan
3. Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, yang telah menerbitkan surat keputusan penetapan guru besar
4. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbudristek), yang telah menerbitkan Penilaian Angka Kredit guru besar
5. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah V D.I. Yogyakarta beserta jajaran yang telah memberikan arahan dan dukungan penuh pada pemrosesan administratif pengusulan guru besar
6. Ketua Majelis Pendidikan Tinggi, Penelitian dan Pengembangan (Diktilitbang) Pimpinan Pusat Muhammadiyah dan jajaran anggota pimpinan majelis atas arahan dan motivasinya
7. Ketua dan segenap pengurus Badan Pembina Harian UAD atas dorongan, motivasi, semangat dan dukungan moral
8. Ketua dan segenap anggota Senat UAD serta Senat FKIP yang telah memberikan persetujuan terhadap usulan guru besar
9. Almarhum Buya Prof. Dr. Yunahar Ilyas dan anggota pengurus BPH periode lalu, atas arahan, bimbingan, dan dorongannya
10. Bapak Prof. Dr. Dadang Kahmad, M.Si. Ketua PP Muhammadiyah yang membidangi MPI dan teman-teman Anggota Pimpinan MPI PP Muhammadiyah atas dukungan spirit, motivasi, dan pengaturan waktu rapat-rapat majelis sehingga aktivitas organisasi, keluarga, dan akademik dapat kami lakukan secara *multitasking*
11. Ketua dan segenap anggota pimpinan Majelis Tabligh PP Muhammadiyah atas dorongan dan pemberian sebutan MT (Majelis Tabligh) jauh sebelum kami memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
12. Ketua dan segenap anggota PWM DIY atas motivasinya

13. Ketua dan segenap anggota Pimpinan Ranting Muhammadiyah Banguntapan 4, atas doa dan harapannya agar kami segera memperoleh penetapan guru besar
14. Para Wakil Rektor: Bapak Drs. Parjiman, M.Ag., Bapak Rusydi Umar, Ph.D., Ibu Dr. Normasari, M.Hum., Ibu Dr. Utik Bidayati, M.M., dan Bapak Dr. Gatot Sugiharto, M.H., yang telah memberikan dorongan kepada kami untuk terus berkarya mencapai guru besar di tengah-tengah menjalankan tugas sebagai Rektor
15. Dekan dan Wakil Dekan beserta segenap dosen dan tenaga kependidikan di lingkungan FKIP dan FTI yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan catur darma di kedua fakultas sehingga kami dapat memperoleh penetapan jabatan akademik sebagai guru besar. Kedua fakultas tersebut telah menjadi ajang kami dalam meniti karier akademik
16. Kaprodi Informatika S1 dan Kaprodi Teknik Elektro S1 di lingkungan FTI, serta Kaprodi Pendidikan Fisika S1 dan S2, Kaprodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronia S1, dan Kaprodi Magister Pendidikan Guru Vokasi di lingkungan FKIP, yang telah memberikan dukungan teknis terhadap pelaksanaan aktivitas akademik dalam meniti karier guru besar
17. Anggota tim peneliti dan tim proyek pengembangan laboratorium virtual yang telah bekerja sama dengan baik mewujudkan tempat praktik yang efisien, fleksibel, dan aman
18. Kepala Biro SDM Bapak Dr. Hendro Widodo, M.Pd.I., kepala-kepala bidang di BSDM Bapak Dr. Farid Setiawan, M.Pd.I., Bu Nur Arina Hidayati, M.Sc., Ibu Arfiani Nur Khusna, M.Kom., dan staf terutama Mas Mohammad Jam'an, Mas Rangga Ravi Wicaksana, Mas Nur Akhmad, Mbak Adinda Putri, serta staf BSDM lainnya yang telah memberikan dukungan administratif sangat besar pada proses pengajuan guru besar kami
19. Kepala Kantor Universitas dan segenap kepala bidang serta tenaga kependidikan di Kantor Rektorat, atas bantuan teknis yang diberikan selama proses pengajuan guru besar kami
20. Tim Kreatif UAD di bawah koordinasi Pak Ariadi Nugraha, M.Pd. dan Tim Video Profil dari TVMU Stasiun UAD Jogja di bawah koordinasi Pak Asrul Saptono, M.M., atas dukungan teknis dalam menyiapkan video profil kami
21. Prof. Hariyadi, Ph.D. atas suguhan kopi di lahan miliknya Merapi *Valley*, tempat di mana kami banyak mendiskusikan kontribusi signifikan peneliti UAD kepada bangsa dan negara, sehingga mendorong kami untuk meraih pencapaian ini

22. Prof. Dr. Apt. Ani Guntarti, M.Si. dan Prof. Dr. Rully Charitas Indra Prahmana, M.Pd. yang selalu memberikan semangat dan *progress check* terhadap usulan guru besar
23. Kepala sekolah dan segenap guru SD Negeri III Kebumen, SMP Negeri I Kebumen, serta SMA Negeri Kebumen yang telah membekali kami dengan dasar-dasar pendidikan agama, pendidikan karakter, pengetahuan, dan keterampilan dengan baik sehingga kami memiliki bekal yang cukup untuk melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi dan menjalani hidup
24. Pembimbing Skripsi S1 Bapak Drs. Kartoyo (S1-Pendidikan Fisika IKIP Yogyakarta), Pembimbing Tesis S2 Bapak Ir. Bambang Sutopo, M.Phil. (S2-Teknik Elektro UGM), dan Promotor Disertasi S3 Bapak Prof. Sarbiran, Ph.D., dan Prof. Herman Dwi Surjono, Ph.D. (S3-Program Doktor UNY) atas bimbingan yang telah diberikan sehingga kami dapat memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan guna menyelesaikan karya akhir di setiap strata pendidikan tinggi yang kami jalani
25. Kakak ipar kami Mas Drs. M. Saefudin dan Mbak Nuril Uswati atas kasih sayang dan dorongannya
26. Bapak Sido Harsosisworo, BA, *Pak De* yang telah mendorong kami untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi, agar di antara kami dalam keluarga ada yang dapat menjadi sarjana
27. Ibunda kami Ibu Sidem, atas curahan kasih sayang dan doa yang selalu dipanjatkan untuk kesuksesan kami. Kami doakan semoga panjang umur penuh barokah
28. Bapak almarhum Arkanuddin, yang telah meletakkan dasar-dasar keterampilan hidup, dan mertua almarhumah Ibu Suniah Arif yang selalu berdoa untuk kesuksesan hidup kami. Kami doakan Semoga Allah Swt. senantiasa mencurahkan rahmahnya kepada almarhum/almarhumah
29. Adik-adik kami Kusmiyah, Mutoha, Khanatus Samadat, Siti Fatimah, Faridha Safaat, dan Arif Ismail dan segenap keluarganya masing-masing yang telah memberikan doa dan harapannya atas pencapaian kami

30. Anak-anak kami Asad Fatchul'ilmi, Muhammad Faris Saeful'ilmi, dan Hasna Uzzakiyah, serta menantu-menantu kami Leila Listiana dan Hilmi Haedar, atas curahan kasih sayang, dukungan motivasi dan semangat
31. Cucu Arsyana Embun Shabia, yang selalu menghibur dan memberi semangat kepada Eyang Kakung
32. Semua pihak yang tak dapat saya sebutkan satu persatu
33. Istriku Istianah tersayang, yang telah mendampingi dan mengurus hati dan raga kami dari ujung rambut sampai kaki dengan penuh kasih sayang.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan dicatat sebagai amal sholeh dan memperoleh imbalan pahala yang berlipat ganda dari Allah Swt.

Nasrum minallaha wa fathun qarib

Wassalamu 'alaikum warohmatullahi wa barakatuh.

Curriculum Vitae

Nama : Prof. Dr. Muchlas, M.T.
NIP : 19620218 198702 1001
NIDN : 0018026201
NBM : 567529
Tempat dan tanggal lahir : Kebumen, 18 Februari 1962
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Jabatan Struktural : Rektor Universitas Ahmad Dahlan
Jabatan Akademik, TMT : Guru Besar, 1 Agustus 2023
Pangkat, Golongan, TMT : Pembina Utama Muda, IV/C, 1 April 2021
Fakultas : FKIP dan FTI
Mengajar Mata Kuliah : 1. Teknik Digital (FTI)
2. Sistem Mikroprosesor (FTI)
3. Teori dan Strategi Belajar Pendidikan
Alamat Rumah : Vokasi (FKIP)
Jl. Gedongan Baru II/9 Banguntapan, Bantul,
D.I. Yogyakarta
Email : muchlas.te@uad.ac.id
Website Akademik : <http://muchlas.ee.uad.ac.id>
Keluarga : Istri: Istianah, Anak-anak: Asad Fatchul'ilmi,
Muhammad Faris Saeful'ilmi, Hasna
Uzzakiyah, Cucu: Arsyana Embun Shabia

Riwayat Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Nama Lembaga Pendidikan	Bidang	Tahun Lulus
Pascasarjana S3	Universitas Negeri Yogyakarta	Pendidikan Teknologi & Kejuruan	2013
Pascasarjana S2	Universitas Gadjah Mada	Teknik Elektro	1998
Sarjana S1	IKIP Negeri Yogyakarta	Pendidikan Fisika	1986
SMA	SMA Negeri Kebumen	IPA	1980
SMP	SMP Negeri I Kebumen	-	1976
SD	SD Negeri III Kebumen	-	1973

Riwayat Pekerjaan Sebagai Dosen dan Guru

Nama Pekerjaan	Tahun	Instansi
Dosen tetap LLDIKTI V DIY dipekerjakan pada Universitas Ahmad Dahlan	1987 s.d. sekarang	LLDIKTI Wilayah V DIY/ Universitas Ahmad Dahlan
Dosen Tidak Tetap	1986 s.d. 1987	IKIP Muhammadiyah Yogyakarta
Guru Fisika	1986 s.d. 1987	SPbMA "Indonesia" Yogyakarta

Riwayat Pekerjaan Lainnya

Nama Pekerjaan	Tahun	Instansi
Reviewer Buku Nonteks Pelajaran di lingkungan DIKDASMENJUR	2012 s.d. 2014	Pusat Perbukuan Nasional Jakarta
Asesor Program Profesi Guru	2009 s.d. 2011	KEMDIKBUD RI
Reviewer Buku Teks Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi SMP dan SMA	2009 s.d. 2010	Pusat Perbukuan Nasional Jakarta
Reviewer Buku Mikroprosesor SMK	2008 s.d. 2009	Direktorat PSMK DITJEN Manajemen DIKDASMEN
Konsultan Pengembangan Program E-Book	2004 s.d. 2005	Pusat Perbukuan Nasional Jakarta
Reviewer Buku Model Fisika SMP	2003 s.d. 2005	Pusat Perbukuan Nasional Jakarta
Konsultan Akademik	2002 s.d. 2003	Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Cirebon
Konsultan Akademik	1999 s.d. 2002	Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Riwayat Jabatan Struktural

Nama Jabatan Struktural	Tahun	Instansi
Rektor	2019 s.d. Sekarang	Universitas Ahmad Dahlan
Wakil Rektor I	2012 s.d. 2019	Universitas Ahmad Dahlan
Wakil Rektor III	2007 s.d. 2012	Universitas Ahmad Dahlan
Dekan FTI	2002 s.d. 2007	Universitas Ahmad Dahlan
Pembantu Dekan I FTI	1999 s.d. 2001	Universitas Ahmad Dahlan
Pembantu Dekan III FKIP	1994 s.d. 1998	Universitas Ahmad Dahlan
Sekretaris Pimpinan Persiapan Fakultas Teknologi Komputer UAD	1991 s.d. 1993	IKIP Muhammadiyah Yogyakarta
Pembantu Dekan I FPMIPA	1991 s.d. 1993	IKIP Muhammadiyah Yogyakarta
Pembantu Dekan III FPMIPA	1989 s.d. 1991	IKIP Muhammadiyah Yogyakarta

Pengalaman Berorganisasi Sosial dan Keagamaan

No.	Nama Organisasi	Kedudukan dalam Organisasi	Tingkat Organisasi	Periode Tahun
1	Majelis Ulama Indonesia DIY	Anggota Dewan Penasehat	Provinsi	2022 s.d. sekarang
2	Organisasi Amatir Radio Indonesia (ORARI) Lokal Bantul, Call Sign: YB2XBW	Anggota Dewan Penasehat dan Pengawas	Lokal	2022 s.d. sekarang
3	Televisi Muhammadiyah (TvMu) Pimpinan Pusat Muhammadiyah	Anggota Dewan Komisaris	Pusat	2022 s.d. sekarang

4	Asosiasi Perguruan Tinggi Swasta (APTISI) Wilayah V DIY	Anggota Bidang Organisasi	Provinsi	2019 s.d. sekarang
5	Pimpinan Ranting Muhammadiyah Banguntapan 4	Anggota Penasehat	Ranting	2015 s.d. sekarang
6	Majelis Pustaka dan Informasi Pimpinan Pusat Muhammadiyah	Ketua	Pusat	2010 s.d. sekarang
7	Takmir Masjid Al Muhajirin	Ketua	Ranting	2005 s.d. sekarang
8	Dewan Penyiaran Komunitas RAMADA FM	Ketua	Universitas	2000 s.d. sekarang
9	Majelis Tabligh dan Dakwah Khusus Pimpinan Pusat Muhammadiyah	Ketua Divisi Dakwah Multimedia	Pusat	2000 s.d. 2005
10	Lembaga Pustaka dan Informasi Pimpinan Wilayah Muhammadiyah DIY	Ketua	Wilayah	2005 s.d. 2010
11	Lembaga Pustaka dan Informasi Pimpinan Pusat Muhammadiyah	Wakil Ketua	Pusat	2005 s.d. 2010
12	Pimpinan Wilayah Muhammadiyah DIY	Wakil Sekretaris	Wilayah	2000 s.d. 2005
13	Majelis Tabligh Pimpinan Pusat Muhammadiyah	Wakil Sekretaris	Pusat	1995 s.d. 2000
14	Majelis Tabligh Pimpinan Wilayah Muhammadiyah DIY	Wakil Sekretaris	Wilayah	1990 s.d. 1995

Pengalaman Penelitian dan Publikasi Ilmiah Terpilih Sejak 2017

1. **Muchlas**, Budiastuti, P., Khairudin, M., Santosa, B., Rahmatullah, B. **2023**. The use of personal learning environment to support an online collaborative strategy in vocational education pedagogy course. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 17(2), 24-41. **Scopus Indexed**.
2. Ciputra, T. Y., **Muchlas**. **2023**. Smart fan using room temperature sensor and human movement. *Signal and Image Processing Letters*, 5(1), 40-47.
3. Rosiana, D., Pramudya, Y., Mustafa, O., **Muchlas**. **2023**. Assessment of Night Sky Quality in Ganten Village, Kerjo District, Karanganyar: A Prospective Evaluation for the Establishment of the Falak Observatory. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 9 (1), 30-40.
4. Sundari, S., **Muchlas**, Sayuti, M. **2022**. Effectiveness of information technology (it) classroom learning on motivation and careers students of junior high school. *Journal of Vocational Education Studies*, 5(1), 93-102.
5. Putri, S.N.R., **Muchlas**, Ishafit. **2022**. Pengembangan laboratorium virtual materi fluida untuk eksperimen online. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10 (1), 36-42.
6. Siswanto, A. M., **Muchlas**. **2022**. Prototype of Automatic Sorting of Goods in Cosmetics Warehouse. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 4(3), 142–151.
7. Triatmaja, A.K., **Muchlas**, Wardana, Y. **2021**. Virtual laboratorium teknik digital berbasis mobile virtual reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1), 1-13.
8. Ghozali, F. A., **Muchlas**, Asnawi, R., Sudarma, R.T., Feriyanto, D. **2021**. Pengembangan alat bantu penyusunan dan bimbingan karya ilmiah dengan model skill tree. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1), 20-26.
9. Budiastuti, P., Soenarto, P., **Muchlas**, Ramndani, H. W. **2021**. Analisis tujuan pembelajaran dengan kompetensi dasar pada rencana pelaksanaan pembelajaran dasar listrik dan elektronika di sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1), 39-48.
10. Setiawan, H. W., **Muchlas**. **2021**. Development of Educational Game Media Based on Android for Supporting Blended Learning in Basic Electronics Lessons. *Journal of Vocational Education Studies*, 4(2), 237-248.
11. Prahmana, R. C. I., Hartanto, D., Kusumaningtyas, D. A., Ali, R. M., & **Muchlas**. **2021**. Community radio-based blended learning model: A promising learning model in remote area during pandemic era. *Heliyon*, 7(7). **Scopus & Web of Science Indexed**.

12. Pranata, Y. I., **Muchlas**. Simulation of Telemetry System for Monitoring Fuel Level Based on SMS Gateway. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*. 2(1), 33-39.
13. **Muchlas**. 2020. Pengembangan Model E-Learning Menggunakan Metode Diskusi Daring dan Penugasan E-Portofolio untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran pada Program Magister Pendidikan Guru Vokasi. Penelitian tidak diterbitkan. Magister Pendidikan Guru Vokasi UAD.
14. **Muchlas**. 2020. Enhancing e-learning effectivity through the discussion method combined with e-portfolio assignments for vocational education master students during a pandemic. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. Volume 10, Number 3.
15. Saputra, I., **Muchlas**, Achsan, B.N. 2020. Development of Learning Model of Youtube-Based Learning in Light Vehicle Electricity Maintenance Subject. *Journal of Vocational Education Studies*, Volume 3, Issue 2, pp.119-132.
16. **Muchlas**, Budiastuti, P. 2020. Development of Learning Devices of Basic Electronic Virtual Laboratory Based on PSPICE Software. *Journal of Vocational Education Studies*. Volume 3, Issue 1. Pages: 1-18.
17. **Muchlas**, Nuryono Satya Widodo, Riky Dwi Puriyanto. 2020. Purwarupa Platform Robot Edukasi Modular untuk Pembelajaran STEM (Science Technology Engineering and Mathematics). Penelitian Desentralisasi (PTUPT), Kementerian RISTEKDIKTI.
18. Pribadi, P., Pramudia, Y., **Muchlas**, Okimustafa. 2019. The IoT implementation on the night sky brightness measurement in Banjar using the sky quality meter. International Conference on Science and Applied Science (ICSAS) 2019. Volume 2202. Issue 1. Page: (020023-1)-(020023-7). **Scopus & Web of Science Indexed**.
19. Andini, Y.D., **Muchlas**, Jumintono. 2019. Online Learning Model Development Using Google Classroom on the Topic of Administration Server. *Journal of Vocational Education Studies*, Volume 1, Issue 2, pp. 65-70.
20. Sukma, M., Pramudya, Y., **Muchlas**, Okimustava. 2019. Night sky brightness measurement during the March 2018 Earth Hour in Yogyakarta. 10th Southeast Asia Astronomy Network 18–21 October 2018, Lampung, Sumatera, Indonesia. **Scopus & Web of Science Indexed**.
21. Pramudia, Y, Budi, K.S., Okimustafa, **Muchlas**. 2019. Preliminary study on relation between temperature, humidity and Night Sky Brightness in Yogyakarta. 10th Southeast Asia Astronomy Network 18–21 October 2018, Lampung, Sumatera, Indonesi. **Scopus & Web of Science Indexed**.

22. **Muchlas, 2018**, Implementasi Laboratorium Virtual Elektronika Dasar Berbasis Perangkat Lunak Aplikasi *PSPICE*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
23. Rezeki, S., **Muchlas, Ishafit. 2018**. Pengembangan Perangkat Pratikum Karakteristik Kapasitor Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Wireless Data Logging. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS), 6 Oktober 2018
24. **Muchlas. 2018**. Sistem Kendali Motor Induksi Berkinerja Tinggi dengan Unit *Soft Starter* dan *Stall Detector* Berbasis SIMULINK untuk Apparatus Laboratorium Mesin Listrik. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI), Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 17 September 2018.
25. Handayani, D.N.S., Yudhiakto, Pramudya, Suparwoto, **Muchlas. 2018**. The Application of Scilab Software in Frequency Mode Simulation on the Circular Membrane. *Journal of Physics: Theories and Applications*. Volume 2, Number 2. pp. 83-94.
26. **Muchlas. 2018**. Developing an Online Learning Media Using *Smartphone for the Electrical Machinery Course*. *The Turkish Online Journal of Educational Technology–January 2018*, volume 17 Issue 1, pp. 62-68. **Scopus Indexed**.
27. Aan Maryanto, **Muchlas. 2017**. Rancang Bangun Robot Forklift dengan Kendalai Smartphone Android Berbasis Arduiono Mega 2560. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*. Volume 3, Nomor 2, halaman 65-72.
28. **Muchlas. 2017**. Pengembangan Sistem Kendali Motor Induksi Berkinerja Tinggi Menggunakan Unit *Soft Starter* dan *Stall Detector* Berbasis SIMULINK Dalam Tinjauan Pedagogi. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
29. **Muchlas. 2017**. Penyematan Aspek Vokasional pada Program Akademik di Lingkungan Pendidikan Tinggi Teknik. Prosiding Seminar National Vokasi dan Teknologi (SEMNASVOKTEK), 28 Oktober 2017, Universitas Pendidikan Ganesha, Denpasar-Bali.
30. **Muchlas. 2017**. Simulasi Karakteristik Transien Motor Induksi Tiga Fase Menggunakan Aplikasi MOTORSIM[®] dan Simulink. Prosiding Seminar Nasional Peranan Iptek Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD) 2017, 27 Juli 2017, Institut Teknologi Padang.
31. Santosa, B. and **Muchlas, M. 2017**. Integrated competency-based assessment and certification in vocational high school in Indonesia. In Abdullah et al. (Eds), *Regionalization and Harmonization in TVET* (pp. 3-9). London: Taylor & Francis Group, ISBN 978-1-138-05419-6

Karya Buku yang memiliki ISBN:

1. **Muchlas**. 2021. Monograf Desain dan Implementasi Media Pembelajaran Simulasi Komputer Watak Dinamis Motor Induksi Tiga Fase. Jumlah halaman: 218. Yogyakarta: UAD Press. ISBN: 978-623-5635-10-1
2. **Muchlas**, Bailey, C., Freeman, M. 2020. Simulator Breadboard: Perangkat Pembelajaran Teknik Digital. Jumlah halaman: 130. Yogyakarta: UAD Press. ISBN: 9786020737805
3. **Muchlas**. 2020. Monograf Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sistem Kendali Motor Listrik Berkinerja Tinggi. Jumlah halaman: 155. Yogyakarta: UAD Press. ISBN: 978-602-0737-52-2
4. Santosa, B., **Muchlas**. 2017. Integrated competency-based assessment and certification in vocational high school in Indonesia. In Abdullah et al. (Eds). Regionalization and Harmonization in TVET. London: Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-138-05419-6
5. **Muchlas**. 2013. Dasar-dasar Rangkaian Digital. Jumlah Halaman: 230. Yogyakarta: UAD Press. ISBN: 9789793812335
6. **Muchlas**. 2005. Rangkaian Digital. Jumlah Halaman: 374. Yogyakarta: Gava Media. ISBN: 979-3469-56-0

Karya Paten Sederhana dan HAKI

1. Santosa, B., Mulyadi, Purnawan, Budiastuti, P., **Muchlas**, Widodo, N. S. **2022**. *Buku Panduan Penggunaan Smoke Meter Berbasis Tablet*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000428836. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
2. **Muchlas**. **2021**. *Program Komputer MOTORSIM*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000240422. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
3. Santosa, B., Tentama, F., Al-Irfan, S., Yudhana, A, Umar, R., **Muchlas**. **2020**. Paten sederhana: Alat Pengolahan Citra untuk Mengidentifikasi Pengguna Secara On-line dan Real Time. Nomor Patent: IDS000003878. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
4. Saputra, I., **Muchlas**, Achsan, B. N., Santosa, B., Kurniawan, A. **2020**. *Model Pembelajaran Youtube-Based Learning*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000203412. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
5. **Muchlas**. **2020**. *Community Radio-based Blended Learning Model*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000197939. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.

6. **Muchlas**, Widodo, N.S., Santosa, B., Budiastuti, P. **2020**. *Panduan Praktikum Sistem Berbasis Mikroprosesor*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000195653. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
7. **Muchlas**, Widodo, N.S., Setyanto, B.N., Santosa, B. **2020**. *Panduan Praktik Sistem Kendali Motor Berkinerja Tinggi*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000185815. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
8. **Muchlas**, Widodo, N.S., Setyanto, B.N., Santosa, B. **2020**. *Panduan Pengoperasian Simulator Sistem Kendali Motor Induksi Tiga Fase Berkinerja Tinggi*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000185644. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
9. Pribadi, P., **Muchlas**, M., Pramudya, Y., Okimustava. **2019**. *Panduan Eksperimen Penentuan Awal Waktu Sholat Subuh Dan Isya Berbasis Perbandingan Tingkat Kecerlangan Langit*. Nomor Pencatatan Hak Cipta: 000166840. Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.



Diproduksi oleh
Bidang Humas dan Protokol
Universitas Ahmad Dahlan